

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-LEÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



Trabajo monográfico para optar al título de:

Cirujano Dentista

Estabilidad cromática de las resinas Filtek Z350, Brilliant NG y Tetric N-ceram sumergidas en cinco sustancias cromógenas por 30 días.

Autoras:

- Br. Olinda Flor Flores Castillo
- Br. Diana Lisbeth Espinoza Jiménez
- Br. Joseline Beatriz Centeno Larios

Tutores:

- Dr. Arnoldo Cuevas
- Dr. Jorge Cerrato

León, diciembre del 2018.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo primeramente a Dios, por darnos la vida y permitirnos llegar a tan importante momento de nuestras vidas profesionales.

De igual forma dedicamos esta tesis a nuestros padres, los cuales ha estado incondicionalmente siempre con nosotras y nos han brindado su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por ser siempre nuestro motor principal y no abandonarnos nunca, aún en los momentos más difíciles.

Gracias a nuestros padres, que nos han brindado lo mejor de sí mismos, y que, gracias a su esfuerzo, hoy podemos concluir una fase más de nuestras vidas, gracias por ser nuestra inspiración y modelos a seguir.

Gracias a nuestros tutores de tesis Dr. Arnulfo Cuevas y Dr. Jorge Cerrato por su paciencia y dedicación. Ha hecho fácil lo difícil. Ha sido un privilegio contar con su guía y ayuda.

A los excelentes profesores que nos compartieron el pan del conocimiento, por su calidad docente que recibimos durante nuestra preparación profesional.

A todas las personas que aportaron directa e indirectamente a nuestra formación profesional. Muchas gracias.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-León

Facultad de Odontología

Departamento de Odontología restaurativa



En mi carácter de tutor de la investigación titulada “Estabilidad cromática de las resinas Filtek Z350, Brilliant NG y Tetric N-ceram sumergidas en cinco sustancias cromógenas por 30 días” elaborado por las bachilleres Joseline Centeno Larios, Diana Espinoza Jiménez y Olinda Flores Castillo, egresadas de la carrera de Odontología de la Facultad de Odontología de la UNAN-León, previo a la obtención del 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.

Una firma manuscrita en tinta azul sobre una línea horizontal.

Firma

Dr. Arnoldo Cuevas

Profesor del departamento de Restaurativa

Contenido

RESUMEN	3
I. INTRODUCCIÓN.....	4
II. OBJETIVOS	6
III. MARCO TEÓRICO	7
1. Resinas compuestas	7
1.1 <i>Antecedentes</i>	7
1.2 <i>Concepto y composición de su estructura</i>	7
1.3 <i>Clasificación de las resinas compuestas:</i>	12
1.4 <i>Propiedades de las resinas compuestas</i>	16
1.5 <i>Profundidad de fraguado y tiempo de exposición</i>	19
1.6 <i>Presentación del material</i>	20
1.7 <i>Manejo de la resina</i>	20
2. El color	21
2.1 Biología del color.	21
2.1.1. <i>Teorías sobre la percepción del color.</i>	22
2.1.2. <i>Percepción del color.</i>	24
2.2. Sistema de orden de los colores.	26
2.2.1. <i>Dimensiones del color:</i>	26
2.2.2. <i>Sistema de medición del color.</i>	26
2.3. Métodos para la toma de color	29
3. Sustancias cromógenas que pueden alterar el color de una resina.	31
3.1 <i>Café:</i>	32
3.2. <i>Té negro:</i>	33
3.3. <i>Coca cola:</i>	33



3.4. <i>Vino tinto:</i>	34
3.5. <i>Ron clásico:</i>	34
4. Acabado y pulido.	35
IV. DISEÑO METODOLÓGICO	37
V. RESULTADOS	40
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
VII. CONCLUSIONES	44
VIII. RECOMENDACIONES	45
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
X. ANEXOS.	51

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó la estabilidad cromática en tres tipos de resina de diferentes casas comerciales que presentan demanda a nivel local, Filtek Z350, Tetric N-Ceram y Brilliant NG, que fueron sometidas a sumersión en 5 sustancias cromógenas (té negro, café instantáneo, vino tinto, coca cola y ron gran reserva). Se prepararon 180 muestras en forma de discos con 2mm de alto y 7 mm de diámetro, se pulieron y se dividieron en subgrupos para sumergirlas en las sustancias antes mencionadas por un período de 30 días , dando como resultado que la resina que presentó menor grado de alteración fue la Brilliant NG, y la Filtek z350 fue la que presentó mayor cambio; la sustancia que provocó mayor pigmentación fue el vino tinto y el de menor grado de pigmentación el ron.



I. INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se evaluó la estabilidad cromática de tres tipos de resina de diferentes casas comerciales que presentan demanda a nivel local, Filtek Z350, Tetric N-Ceram y Brilliant, las cuales fueron sometidas a sumersión en 5 sustancias cromógenas (té negro, café instantáneo, vino tinto, coca cola y ron gran reserva). Se prepararon 180 muestras en forma de discos con 2mm de alto y 7 mm de ancho, se pulieron y se dividieron en subgrupos para sumergirlas en las sustancias antes mencionadas por un período de 30 días, dando como resultado que la resina que presentó menor grado de alteración fue la Brilliant, y la Filtek z350 fue la que presentó mayor cambio; la sustancia que provocó mayor pigmentación fue el vino tinto y la que menor grado de pigmentación provocó fue el ron.

Un estudio publicado en Reposorio digital de la Universidad de Cuenca de la facultad de odontología de la Evaluación in vitro de los cambios cromáticos en resinas de nanorellenos Filtek Z350 al sumergirlas en diferentes bebidas, por Sotomayor Granada y Cristina Daniela en el año 2016, concluyó que la bebida que produjo mayor cambio cromático fue el café, seguido del té de horchata.

Otro estudio, Evaluación in vitro del grado de pigmentación de las resinas Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent), Amelogen Plus (Ultradent), Z100 (3M), Filtek 350 (3M), al ser sumergidas en Nестea, Coca Cola, y café Buen día, realizado por Andrea Margarita Sampedro Rodríguez, en Quito, diciembre del 2014, entre los cuatro materiales de restauración, Tetric N Ceram y Z250 XT, manifestaron el menor cambio de color y Amelogen plus y Z100 los más altos cambios de color.

A nivel de Nicaragua, en la UNAN- León, la Dra. Xiloé Midence realizó el estudio: Estabilidad del color en tres tipos de resinas compuestas de alta densidad color A3 después de la inmersión en sustancias colorantes en el periodo de junio a diciembre del 2012, en donde la sustancia con mayor grado de pigmentación es el té y las resinas más inestables son la Filtek Z350 y la Filtek 250, la Brilliant presentó más inestabilidad con el café.



Este estudio presenta importancia teórica y clínica, ya que permitirá a los profesionales de la odontología y a estudiantes de la carrera a identificar la influencia de estas sustancias en las resinas, de manera que el clínico podrá seleccionar la resina que mejor se adapte a sus necesidades y a las del paciente, optando así por una resina que cumpla con los requisitos estéticos necesarios para garantizar al paciente una mejor satisfacción; sobre todo cuando estas restauraciones están implicadas en el sector anterior de la cavidad bucal.



II. OBJETIVOS

Objetivo General:

- Comparar la estabilidad cromática de las Resinas Filltek Z350, Brilliant NG y Tetric N-ceram sumergidas en cinco sustancias cromógenas por 30 días.

Objetivos específicos:

1. Identificar cuál de las tres resinas compuestas, presenta mayor y menor grado de cambio de coloración al ser expuestas a las diferentes sustancias cromógenas.
2. Distinguir qué sustancia cromógena utilizada: Té negro, Café, Ron Gran Reserva, Vino Tinto o Coca Cola, provoca mayor y menor cambio de coloración a las resinas después de ser sumergidas 30 días en éstas.



III. MARCO TEÓRICO

1. Resinas compuestas

1.1 Antecedentes

Los intentos por obtener un material restaurador eficaz han venido desde tiempos remotos. A mediados del siglo XX ya contábamos con materiales estéticos, los silicatos, que poseían un color similar al diente, y no fueron utilizados en dientes permanentes a pesar de liberar flúor por ser muy vulnerables al desgaste, entre los años 40 y 50 aparecen las resina acrílicas o polimetilmetacrilato (PMMA), estas presentaban fácil manipulación, bajo coste e insolubilidad a los fluidos orales, lamentablemente éstas también presentaban poca resistencia al desgaste y elevada contracción a la polimerización lo que generaba mayor filtración marginal, generando a la vez pigmentación y fracaso en el tratamiento. (Anusavi, 2004).

No fue sino partir de 1970 que surgieron los primeros materiales compuestos polimerizados mediante radiaciones electromagnéticas, en sus inicios se utilizó la energía luminosa de una fuente de luz ultravioleta (365 nm), pero debido a sus efectos iatrogénicos y su poca profundidad de polimerización, se sustituyó por la luz visible (420-500 nm), actualmente en uso y desarrollo (Hervas, et al., 2006).

1.2 Concepto y composición de su estructura

Según Anusavi (2004), las resinas compuestas son materiales con una gran densidad de entrecruzamientos reforzados por una dispersión de sílice amorfo, vidrio, partículas de relleno cristalinas u orgánicas y pequeñas fibras que se unen a la matriz gracias a un agente de conexión.

Las resinas compuestas se modifican para obtener color, translucidez y opacidad, y así conseguir de esa forma un color similar al de los dientes naturales, convirtiendo a estas en el



material más estético para restauración directa. Inicialmente, las resinas compuestas se indicaban solo para la restauración estética del sector anterior. Ahora gracias a los avances de los materiales, la indicación se extendió también al sector posterior. Dentro de estos avances de las resinas compuestas, podemos mencionar mejoras en sus propiedades tales como la resistencia al desgaste, manipulación y estética (Rodríguez, Pereira, 2008).

Para que existiera una adhesión al diente de manera eficaz, se debía partir de un conocimiento exhaustivo de la estructura del esmalte y la dentina. De estos se sabe que la dentina es mucho más hidrófila y está compuesta por un 70% de hidroxiapatita, un 18% de colágeno y un 12% de agua, y el esmalte es menos hidrófilo, está constituido por un 95% de material inorgánico, un 4% de agua y un 1% de material orgánico. Al igual que el esmalte y la dentina, las resinas compuestas tienen cierto número de componentes más un sistema activador que permitirá que la pasta blanda de resina moldeable se transforme una restauración dura de larga duración (Camps Alemany I, 2004).

Dentro de los componentes estructurales de las resinas compuestas encontramos según (Anusavi, 2004), (Hervas, et al., 2006):

Matriz

Relleno

Agente de conexión o acoplamiento

Sistema iniciador o activador de la polimerización

Pigmentos

Inhibidores de la polimerización

1.2.1 Matriz

Según (Gómez P. C., 2013), la matriz orgánica equivale de un 30 al 50% del volumen total del material y está constituida por monómeros que, al reaccionar entre sí, forman macromoléculas denominadas polímeros; este proceso de transformación de los monómeros en polímeros se denomina "polimerización".



La mayoría de las resinas compuestas están constituidas básicamente por una mezcla de dimetacrilato alifáticos y aromáticos, como la Bis-GMA, que es uno de los utilizados, el trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA) y el dimetacrilato de uretano (UDMA). Siendo la Bis-GMA, el TEGDMA y UDMA los ingredientes de la matriz de resina más empleados para formar estructuras de polímeros entrecruzados. Estos generan una matriz rígida que es altamente resistente al reblandecimiento y degradación por el calor o solventes como el agua y el alcohol (Anusavi, 2004).

Partículas de relleno y proporción del relleno

También conocida como relleno inorgánico o matriz inorgánica, de este dependen, fundamentalmente, las propiedades físicas y mecánicas de la resina. La función principal de las partículas de relleno es reforzar la resina y reducir la cantidad de material de la matriz. De esta manera se obtienen los siguientes beneficios:

- Refuerzo de la matriz de resina, generando mayor dureza, resistencia y una disminución del desgaste.
- Reducción de la contracción de polimerización, (varía de una resina a otra y puede ser de 1.5 a 4% del volumen en las 24 horas posteriores al fraguado).
- Reducción de la expansión y contracción térmica.
- Aumento de la viscosidad y por lo tanto mejora su manipulación.
- Disminución en la absorción de agua, menor reblandecimiento y tinción.
- Aumento de la radiopacidad y de la sensibilidad diagnóstica gracias a la incorporación de cristales de estroncio (Sr) y bario (Ba) y otros metales pesados que absorben los rayos x.

En la actualidad se buscan materiales, como el metafosfato de calcio, que tengan una dureza menor que los vidrios de modo que sean menos abrasivos con el diente antagonista (Hervas, et al., 2006).



Las partículas de relleno se producen generalmente por pulverizado o triturado de cuarzo o cristales para obtener partículas de un tamaño que oscila entre los 0,1 y 100 μm . Las partículas de sílice, por debajo del tamaño de la micra, de tamaño coloidal (aprox. 0.04 μm), conocidas como microrrelleno o individualmente como micropartículas se obtienen por un proceso de precipitación o pirólisis. (Anusavi, 2004).

El hecho de presentar un menor tamaño de las partículas produce una menor contracción de polimerización, generando sobre las paredes del diente una menor flexión cuspídea además de disminuir la presencia de microfisuras a nivel de los bordes adamantinos, que son los responsables de la filtración marginal, cambios de color, penetración bacteriana y posible sensibilidad post-operatoria. (Hervas, et al., 2006).

1.2.1) Agente de conexión o acoplamiento

Bowen demostró en el desarrollo inicial de las resinas que las propiedades óptimas del material dependían de la formación de una unión fuerte entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica. La unión de estas dos fases se logra recubriendo las partículas de relleno con un agente de acoplamiento que tiene características tanto de relleno como de matriz. El agente responsable de esta unión es una molécula bifuncional que tiene grupos silanos (Si-OH) en un extremo y grupos metacrilatos (C=C) en el otro. (Rodríguez, Pereira, 2008).

La mayoría de las resinas compuestas disponibles comercialmente tienen relleno basado en sílice, por lo tanto, el agente de acoplamiento más utilizado es el silano, donde el que se utiliza con mayor frecuencia es el γ - metacril-oxipropil trimetoxi-silano (MPS), el silano mejora las propiedades físicas y mecánicas de la resina compuesta, pues establece una transferencia de tensiones de la fase que se deforma fácilmente (matriz resinosa), para la fase más rígida (partículas de relleno). También, estos agentes de acoplamiento previenen la penetración de agua en la interfase BisGMA / Partículas de relleno, promoviendo una estabilidad hidrolítica en el interior de la resina. (Rodríguez, Pereira, 2008).



1.2.2) Sistema iniciador-activador de la polimerización

Es necesaria la acción de los radicales libres para iniciar la reacción. Para que estos radicales libres se generen es necesario un estímulo externo. En las resinas autocuradas el estímulo proviene de la mezcla de dos pastas, una de las cuales tiene un activador químico (amina terciaria aromática como el dihidroxietil-p-toluidina) y la otra un iniciador (peróxido de benzoílo). En el caso de los sistemas fotocurados, la energía de la luz visible provee el estímulo que activa un iniciador en la resina, es necesaria que la resina sea expuesta a una fuente de luz con la adecuada longitud de onda entre 420 y 500 nm. (Rodríguez, Pereira, 2008).

Otra forma común de polimerizar las resinas es a través de la aplicación de calor solo o en conjunto con fotocurado. Este procedimiento es bastante común en las resinas usadas en laboratorio para la fabricación de inlays y onlays. Para los materiales termo-curados, temperaturas de 100 °C o más sirve de estímulo para activar el iniciador. El termo curado luego del fotocurado mejora las propiedades de la resina sobre todo la resistencia al desgaste y la resistencia a la degradación marginal, (Rodríguez, Pereira, 2008).

1.2.3) Inhibidores

Son agregados para minimizar o prevenir la polimerización prematura o accidental del material. Si se forman radicales libres en el caso, por ejemplo, de una exposición accidental a la luz ambiental mientras se está dispensando el material, los inhibidores reaccionan con los radicales libres mucho más de prisa que lo que lo hacen con el monómero. Esto interrumpe una reacción en cadena mediante la inhibición de la reacción antes de que los radicales libres sean capaces de iniciar la polimerización. Después de que todos los inhibidores se hayan consumido, comienza la reacción en cadena. Un inhibidor típico es el hidroxitolueno butilado (HTB), empleado a una concentración del 0.01% en peso. El HTB y otros captadores de radicales libres también se emplean como conservantes alimentarios evitando que esta se oxide y se ponga rancia. Esos inhibidores tienen 2 funciones: aumentar la vida media de almacenamiento de las resinas compuestas y garantizar un tiempo de trabajo adecuado, (Anusavi, 2004).



1.3 Clasificación de las resinas compuestas:

Dentro de las clasificaciones que se presentan podemos mencionar la propuesta por (Lutz y Phillips) que se basa en el tamaño y distribución de las partículas de relleno.

Otro sistema de clasificación más reciente, fue el presentado por (Willems Y Col) que, a pesar de ser más complejo, nos aporta más información sobre diversos parámetros como el módulo de Young, el porcentaje del relleno inorgánico (en volumen), el tamaño de las partículas, la rugosidad superficial y la resistencia compresiva (Rodríguez, Pereira, 2008).

1.3.1) En la actualidad se conocen principalmente 5 tipos de resina, y que se dividen de la siguiente manera, de acuerdo al tipo de relleno:

1.3.1.1) *Composite de macrorelleno:* También llamadas resinas compuestas convencionales o tradicionales. Se desarrollaron durante los años 70, siendo las primeras en desarrollarse y se han ido modificando a lo largo de los años. Tienen partículas de relleno con un tamaño promedio entre 10 y 50 μm . Su principal desventaja clínica es la superficie rugosa que se produce como consecuencia del desgaste por abrasión de la matriz de resina blanda que deja al descubierto las partículas de relleno más resistentes al desgaste. El pulido crea una superficie rugosa, así como también la originan con el tiempo el cepillado dental y el desgaste masticatorio. Por lo tanto, estas restauraciones están más propensas a la pigmentación (Anusavi, 2004).

Los rellenos más utilizados en este tipo de resinas fueron el cuarzo y el vidrio de estroncio o bario. El relleno de cuarzo tiene buena estética y durabilidad, pero carece de radiopacidad y produce un alto desgaste al diente antagonista. El vidrio de estroncio o bario son radiopacos, pero desafortunadamente son menos estables que el cuarzo (Rodríguez, Pereira, 2008).

1.3.1.2) *Composite de microrelleno:* Estas contienen relleno de sílice coloidal con un tamaño de partícula aproximado de 0,04 μm . Este valor es 1/10 de la longitud de onda de la luz visible y de 200 a 300 veces más pequeño que el tamaño medio de las partículas de las resinas tradicionales (Anusavi, 2004).

Clínicamente estas resinas se comportan mejor en la región anterior, donde las fuerzas y la tensión masticatoria son relativamente pequeñas, proporcionan un alto pulimento y brillo



superficial, confiriendo alta estética a la restauración. Cuando se aplican en la región posterior muestran algunas desventajas, debido a sus inferiores propiedades mecánicas y físicas, ya que, presentan mayor porcentaje de sorción acuosa, alto coeficiente de expansión térmica y menor módulo de elasticidad. (Rodríguez, Pereira, 2008).

1.3.1.3) *Composites híbridos:* surgieron en un esfuerzo por obtener superficies más lisas que las obtenidas por resinas compuestas de partículas pequeñas, pero intentando no perder las propiedades beneficiosas. Como su nombre lo indica, hay 2 clases de partículas de relleno en este tipo de material. Las partículas de relleno más modernas las constituyen el sílice coloidal y partículas de vidrio triturado que contienen metales pesados, lo que las hace tener un contenido total de relleno de aproximadamente 75-80% en peso (Anusavi, 2004).

Los aspectos que caracterizan a estos materiales son: disponer de gran variedad de colores y capacidad de mimetización con la estructura dental, menor contracción de polimerización, baja absorción de agua, excelentes características de pulido y texturización, abrasión y desgaste muy similar al experimentado por las estructuras dentarias, coeficiente de expansión térmica similar a la del diente, fórmulas de uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia (Hervas, et al, 2006).

1.3.1.4) *Híbridos modernos:* Este tipo de resinas tienen un alto porcentaje de relleno de partículas sub-micrométricas (más del 60% en volumen). Su tamaño de partícula reducida (desde 0.4 μ m a 1.0 μ m), unido al porcentaje de relleno provee una óptima resistencia al desgaste y otras propiedades mecánicas adecuadas. Sin embargo, estas resinas son difíciles de pulir y el brillo superficial se pierde con rapidez, (Rodríguez, Pereira, 2008).

1.3.1.5) *Resinas de nanorelleno:* Este tipo de resinas son un desarrollo reciente, contienen partículas con tamaños menores a 10 nm (0.01 μ m). "Nano" es un prefijo matemático para magnitudes debajo de micro, una nanopartícula tiene un diámetro de 10 a 100 nm por debajo de la longitud de onda de la luz visible. este relleno se dispone de forma individual o agrupados en "nanoclusters" o nanoagregados de aproximadamente 75 nm. El uso de la nanotecnología en las resinas compuestas ofrece alta translucidez, pulido superior,



similar a las resinas de microrelleno pero manteniendo propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas. Por estas razones, tienen aplicaciones tanto en el sector anterior como en el posterior, (Rodríguez, Pereira, 2008).

Encontramos también resinas nanohíbridas, a esta pertenecen las resinas Tetric N- Ceram y Filtek Z-350 y Brilliant NG, utilizadas en este estudio. Son resinas que utilizan nanorelleno casi siempre en combinación con partículas híbridas por lo tanto los productos se denominan resinas nanohíbridas 0,02-0,075 μm (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. El tiempo de polimerización varía según el fabricante, para lámparas Elipar con una salida de 1000-2000 mW/cm^2 se requiere un tiempo de exposición de 10-20 segundos, (Cova, 2010)

También podemos mencionar otra clasificación según la viscosidad de la resina compuesta y esta se presenta con diversas consistencias acordes con la finalidad de su uso:

1.3.2.1) *De alta viscosidad, Condensables, De cuerpo pesado compactible*: son resinas compuestas con alto porcentaje de relleno. Este tipo de resinas han sido llamadas erróneamente "condensables", sin embargo, ellas no se condensan ya que no disminuyen su volumen al compactarlas, sencillamente ofrecen una alta viscosidad que trata de imitar la técnica de colocación de las amalgamas. (Rodríguez, Pereira, 2008).

Entre sus ventajas encontramos mayor facilidad para obtener una mejor reproducción de la anatomía oclusal y un buen punto de contacto por lo que su principal indicación radica en la restauración de cavidades de clase II. Su comportamiento físico-mecánico es similar al de la amalgama de plata, superando a las de los composites híbridos; sin embargo, su comportamiento clínico, según estudios de seguimiento es similar al de los composites híbridos. Como principales inconvenientes destacan la difícil adaptación entre una capa de composite y otra, la dificultad de manipulación y la poca estética en los dientes anteriores, (Hervas, et al, 2006).

1.3.2.2) *Baja viscosidad o fluidas (flow)*: Son resinas compuestas de baja viscosidad lo que las hace más fluidas que la resina compuesta convencional. En ellas está disminuido el



porcentaje de relleno inorgánico y se han eliminado de su composición algunas sustancias o modificadores reológicos cuyo principal objetivo es mejorar las características de manipulación, debido a esto presenta inconvenientes como la alta contracción de polimerización y propiedades mecánicas inferiores (Hervas, et al, 2006), (Rodríguez, Pereira, 2008).

Entre sus ventajas destacan: la alta humectabilidad de la superficie dental, lo que se traduce en el aseguramiento de penetración en todas las irregularidades de la misma, puede formar espesores de capa mínimos que mejora o elimina el atrapamiento o inclusiones de aire, poseen alta flexibilidad por lo que tiene menos posibilidad de desalojo en áreas de concentración de estrés (procesos consuntivos cervicales y áreas dentinales socavadas), son útiles en las restauraciones de clase II, en casos donde existe mal acceso y poca o ninguna exposición al desgaste, otra aplicación es para mínimas restauraciones clase I para prevenir caries, usada de forma similar a los selladores de fosas y fisuras son radiopacas y se encuentran disponibles en diferentes colores (Hervas, et al, 2006), (Rodríguez, Pereira, 2008), (Anusavi, 2004).

1.3.2) Además de acuerdo al método de curado se clasifican en:

1.3.3.1) Resinas de activación por luz: Las primeras resinas de activación por luz emplearon la luz UV como iniciador de los radicales libres. Actualmente las resinas compuestas de fraguado mediante luz UV se han reemplazado por los sistemas de activación de luz visible azul, que mejoran mucho la profundidad de fraguado y el tiempo de trabajo, y proporcionan mayores ventajas. Debido a estas cualidades, las resinas compuestas fotoactivadas se emplean mucho más que los materiales de activación química. Las resinas compuestas fotopolimerizables se suministran en una sola pasta que está dentro de una jeringa que impide la exposición a la luz. (Anusavi, 2004).

1.3.3.2) Resinas de fraguado dual y polimerización extraoral: Una manera de superar la limitación de la profundidad de fraguado y otros problemas que se asocian con la fotopolimerización, es la combinación del fraguado químico y la fotopolimerización en una misma resina. Estas resinas de fraguado dual están disponibles en dos pastas



fotopolimerizables, una de ellas contiene peróxido de benzoilo (PB) y la otra contiene una amina terciaria aromática. Luego de mezclar las dos pastas se aponen a la luz, y se promueve la fotopolimerización mediante la combinación amina/CQ, y la quimiopolimerización mediante la interacción amina/PB. Los problemas de las resinas de fraguado dual son la porosidad y la inhibición por aire (Anusavi, 2004).

1.4 Propiedades de las resinas compuestas

Las propiedades físicas, mecánicas, biológicas, estéticas o el comportamiento clínico de las resinas dependen de la estructura del material, como propiedades de las resinas compuestas se mencionan:

1.4.1 Resistencia al desgaste: Es la capacidad que poseen las resinas compuestas de oponerse a la pérdida superficial, como consecuencia del roce con la estructura dental, el bolo alimenticio, debido a la diferencia en los hábitos masticatorios y los niveles de fuerza o elementos tales como cerdas de cepillos y palillos de dientes. Esta deficiencia no tiene efecto perjudicial inmediato, pero lleva a la pérdida de la forma anatómica de las restauraciones disminuyendo la longevidad de las mismas.

Esta propiedad depende del tamaño, la forma y el contenido de las partículas de relleno, así también de la localización de la restauración en la arcada dental como de las relaciones de contacto oclusales. Según Anusavi las resinas compuestas de partículas pequeñas con gran carga de partícula y con el relleno correctamente adherido a la matriz son más resistentes al desgaste. La pérdida y de partículas es conocido como “Plucking out” y se da cuando existen momentos de presión que causan el desprendimiento tanto de las partículas como del agente de conexión silano, lo que ocasiona la exposición de la matriz, la cual es más susceptible al desgaste (Rodríguez, Pereira, 2008).

1.4.2) Textura superficial: Es la uniformidad de la superficie del material de restauración, es decir, en las resinas compuestas la lisura superficial está relacionada en primer lugar con el tipo, tamaño y cantidad de las partículas de relleno y en segundo lugar con una técnica correcta de acabado y pulido. Una resina rugosa favorece la acumulación de placa bacteriana originando la pigmentación, además puede ser un irritante mecánico especialmente en zonas



próximas a los tejidos gingivales, y esto conlleva al fracaso del tratamiento restaurativo. (Rodríguez, Pereira, 2008).

1.4.3) Coeficiente de expansión térmica: es el incremento en el volumen de un material a medida que aumenta su temperatura. Cuanto más se aproxime el coeficiente de expansión térmica de la resina al coeficiente de expansión térmica de los tejidos dentarios, habrá menos probabilidades de formación de brechas marginales entre el diente y la restauración al cambiar la temperatura, por lo tanto, mientras menor sea el coeficiente de expansión térmica habrá una mejor adaptación marginal. Las resinas compuestas tienen un coeficiente de expansión térmica unas tres veces mayor que la estructura dental, lo cual es significativo, ya que, las restauraciones pueden estar sometidas a temperaturas que van desde los 0° C hasta los 60° C. (Rodríguez, Pereira, 2008).

1.4.4) Sorción acuosa (adsorción y absorción) y Expansión higroscópica: Esta propiedad está relacionada con la cantidad de agua adsorbida por la superficie y absorbida por la masa de una resina en un tiempo y la expansión relacionada a esa sorción. La incorporación de agua en la resina, puede causar solubilidad de la matriz afectando negativamente las propiedades de esta, generando cambios dimensionales en los materiales, pueden afectar a sus propiedades mecánicas, pueden producir cambios en el color de las restauraciones, empeorando su aspecto estético, o alterar su biocompatibilidad, puesto que los componentes liberados podrían afectar a las células pulpares (a este fenómeno se le conoce como degradación hidrolítica. Dado que la sorción es una propiedad de la fase orgánica, a mayor porcentaje de relleno, menor será la sorción de agua. (Rodríguez, Pereira, 2008) (Vaca, Ceballos, 2003)

1.4.5) Resistencia a la fractura: Es la capacidad de la resina para soportar la tensión que podría provocar una fractura (resistencia máxima). Las resinas compuestas presentan diferentes resistencias a la fractura y va a depender de la cantidad de relleno, las resinas compuestas de alta viscosidad tienen alta resistencia a la fractura debido a que absorben y distribuyen mejor el impacto de las fuerzas de masticación. (Rodríguez, Pereira, 2008)



1.4.6) Resistencia a la compresión y a la tracción: esta propiedad está relacionada con la composición del material, es decir, con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor resistencia a la compresión y a la tracción. Las resistencias a la compresión y a la tracción de la resina son muy similares a las de la dentina. (Kanashiro, Naoki, 2016)

1.4.7) Módulo de elasticidad: El módulo de elasticidad indica la rigidez de un material. Un material con un módulo de elasticidad elevado será más rígido; en cambio un material que tenga un módulo de elasticidad más bajo es más flexible. En las resinas compuestas esta propiedad igualmente se relaciona con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno es decir que, a mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor módulo elástico. (Rodríguez, Pereira, 2008)

1.4.8) Estabilidad del color: es la resistencia del material restaurador (resina) a la pigmentación. Las resinas compuestas sufren alteraciones de color debido a manchas superficiales y decoloración interna. Las manchas superficiales están relacionadas con la penetración de colorantes provenientes principalmente diferentes de alimentos o sustancias y el consumo de cigarrillo, que pigmentan la resina. La decoloración interna ocurre como resultado de un proceso de foto oxidación de algunos componentes de las resinas como las aminas terciarias. Es importante destacar que las resinas fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas. (Rodríguez, Pereira, 2008)

1.4.9) Radiopacidad: las resinas compuestas son radiolúcidas por sí mismas, por ello es difícil detectar problemas de filtración o caries secundaria. Por lo que un requisito de los materiales de restauración de resina es la incorporación de elementos pesados radiopacos tales como, bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio y lantano, los cuales permiten interpretar con mayor facilidad a través de radiografías la presencia de caries alrededor o debajo de la restauración. La radiopacidad de la restauración debe ser casi igual a la del esmalte, 2 veces la de la dentina; es importante que no se exceda esta radiopacidad ya que puede enmascarar los defectos o caries secundarias en las radiografías (Anusavi, 2004), (Rodríguez, Pereira, 2008).



1.4.10) Contracción de polimerización: La contracción de polimerización es el mayor inconveniente de estos materiales de restauración. Las moléculas de la matriz de una resina compuesta (monómeros) se encuentran separadas antes de polimerizar por una distancia promedio de 4 nm (distancia de unión secundaria), al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esa distancia se reduce a 1.5 nm (distancia de unión covalente). Ese "acercamiento" o reordenamiento espacial de los monómeros (polímeros) provoca la reducción volumétrica del material la cual es aproximadamente entre un 2% a un 5% de su volumen total, por lo tanto, la contracción de polimerización va a depender entre otras cosas de la cantidad y del tamaño de las moléculas de monómero a polimerizar. (Rodríguez, Pereira, 2008).

Mientras mayor sea la cantidad de relleno inorgánico que presenten las resinas compuestas, menor será la contracción durante la polimerización, ya que se disminuye la cantidad de matriz orgánica en la fórmula del composite. Por lo tanto, incrementar el contenido de relleno y reducir el promedio de tamaño de las partículas, es el método más utilizado para obtener un material restaurador con menor contracción de polimerización (Maureira, 2009).

1.5 Profundidad de fraguado y tiempo de exposición

Para desencadenar el trabajo de polimerización se necesita un dispositivo de curado que permita obtener suficiente potencia por unidad de superficie irradiada. En realidad, un dispositivo genera un determinado flujo luminoso cuya intensidad se mide en una unidad conocida como lumen (lm). La energía que actúa sobre la superficie de un material dado debe ser la necesaria para generar la cantidad de trabajo de polimerización suficiente para que el material alcance sus propiedades finales convenientemente en un lapso razonable en una situación clínica. (Macchi, 2007)

Sin embargo, la absorción y la dispersión de la luz en las resinas compuestas hacen que la potencia y el grado de conversión disminuyan de forma exponencial con la profundidad de penetración. La intensidad se puede reducir de 10-100 en una capa de resina compuesta de 2 mm de grosor. Esto reduce la conversión del monómero a un nivel inaceptable cuando las



profundidades son mayores de 2-3 mm. Por ello la superficie se debe irradiar durante un mayor tiempo para que exista una densidad de potencia suficiente en las capas más profundas, (Anusavi, 2004).

La atenuación de la luz puede variar dependiendo del tipo de resina, ya sea por la opacidad, tamaño y concentración del relleno y tono del pigmento, dado a que los tonos más oscuros requieren un mayor tiempo de fraguado. (Anusavi, 2004)

1.6 Presentación del material

El material que usa el odontólogo contiene, un líquido (futura matriz orgánica) y un polvo (partículas cerámicas, futuros núcleos de la estructura final). Por lo general los composites se presentan comercialmente con una consistencia de pasta, o sea que la combinación del polvo con el líquido ha sido el resultado de un proceso industrial. (Macchi, 2007)

Si el sistema de activación es químico, las pastas son dos: una con el iniciador (peróxido) y otra con el activador (amina). Si el sistema de activación es físico (luz alrededor de 470 nm de longitud de onda) la pasta es una. (Macchi, 2007)

Lo más frecuente es que estas pastas vengan envasadas en jeringas a partir de las cuales se toma justo lo que se necesita. Pero también puede venir en envases con porciones individuales (unidosis). Estos envases individuales son colocados en dispositivos (tipo pistola dispensadora) que permiten llevar la pasta directamente a la zona donde debe ser colocada, con lo que se simplifica la tarea. (Macchi, 2007)

1.7 Manejo de la resina

En el caso de los productos de activación química es necesario mezclar las pastas con un instrumento que no se gaste y altere el color, y sin contaminar una con la otra, antes de llevarla al diente a restaurar.

Cuando el producto es de fotoactivación no es necesario proceder a mezclar componentes, se lleva la pasta provista a la zona a restaurar en pequeñas porciones (de 2 a 3 mm,



aproximadamente) y se la hace polimerizar por exposición a la luz (alrededor de 40 segundos o más). Las porciones se unen por la capa superficial no polimerizada por la inhibición que produce el oxígeno del aire (capa inhibida). No deben utilizarse espesores mayores a los indicados, ya que la luz no alcanza a penetrar en toda la masa, por lo que no se alcanza una adecuada polimerización. (Macchi, 2007)

2. El color

La interacción entre la emisión de las ondas de energía electromagnética visible, comprendida a una longitud entre 400 y 700 nanómetros (ultravioletas e infrarrojos) y el entorno (el medio ambiente), produce una respuesta por parte del ojo humano, que percibe el reflejo de energía no absorbida por la materia y lo interpreta como color. (Cantos, 2004; Díaz, 2011; Soldevilla, 2014; Zafra, 2012).

Según Soldevilla, (2014):

La Comisión Internacional de la Iluminación (CIE), el color percibido se define como el aspecto de la percepción visual mediante el cual un observador puede distinguir entre dos campos del mismo tamaño, forma y textura basándose en las diferencias en la composición espectral de las radiaciones relacionadas con la observación. En el 2001, definió el color como la característica de la percepción visual que puede ser descrita por los atributos de tinte o tono, valor o luminosidad e Intensidad, saturación o croma.

2.1 Biología del color.

El color ha existido en la vida del hombre desde su aparición sobre la tierra.

Desde personajes ancestrales hasta investigadores del día de hoy se han planteado diferentes conceptos e ideas sobre el origen del color, entre estos personajes se destaca Aristóteles (384-322 a.C) y Leonardo Da Vinci (1452- 1519).

Es en 1665, que Isaac Newton (1642-1727), estudiando la desviación de luz mediante un prisma, llegó a la conclusión que la luz es la fuente de todos los colores; teorizando de esta



forma que el color de un objeto era producto del reflejo de los rayos de luz y que consta de energía con diferentes ondas de luz, a lo que años más tardes, Goethe (1749- 1832) consideró el color no cómo un fenómeno de la naturaleza meramente físico; sino, como algo opuesto , ya que para él las impresiones visuales son realizadas por un observador. Newton lo consideraba un fenómeno objetivo a diferencia de Goethe, para quien era un fenómeno subjetivo. Las investigaciones de Goethe fueron la piedra angular de la actual psicología del color, ya que para él era fundamental entender la reacción humana a los colores.

Durante los siguientes cincuenta años hubo científicos estudiando el color, Brewster, Grassmann y sobre todo Helmholtz. En 1855 Maxwell realizó las primeras medidas visuales para comprobar la validez de la hipótesis tricromática, comprobó su exactitud y unificó las teorías de la época sobre la visión de los colores. Poco antes, Grassmann estableció las leyes fundamentadas que ponen las bases de la estructura matemática para la medida del color, y que todavía hoy perduran. Los resultados de Maxwell condujeron a representar los colores por tres números y, por consiguiente, poder localizarlos como un punto en un espacio geométrico (Gómez, 2013; Ortiz, 2004; Soldevilla, 2014; Zafra, 2012).

2.1.1. Teorías sobre la percepción del color.

De la serie de colores que componen el espectro visible, se divide en colores primarios: el rojo, verde y azul; y están los secundarios que son colores producto de la mezcla de los primarios. Los colores primarios conforman el sistema RGB, y al mezclar los tres originan el color blanco, y la mezcla de todos los colores secundarios van a tener como resultado el color negro, esta es la teoría aditiva del color (color-luz). La teoría subtractiva (color-pigmento), se define como la disminución de luz eliminando longitudes de onda mediante filtros, absorción o dispersión de luz. (Soldevilla, 2014; Zafra, 2012)

2.1.1.1. Teoría tricromática.

Young, en la mitad del siglo XIX (1802), partió de los estudios físicos de la luz y de las teorías de Helmholtz y de él mismo, donde explica la presencia de células fotorreceptoras en



el ojo humano capaces de captar el color, estas son los conos, encargados de diferenciar los colores y los bastones, especializados en medir la intensidad de luz. Se establece que los conos están divididos en tres grupos, cada uno de ellos especializados en la captación de una de las tres longitudes de onda principales en la que se descompondría la luz blanca, la del rojo, la del verde y las del azul, pudiéndose ver los demás colores por la suma y combinación de las estimulaciones de estos receptores. Los conocimientos de la época en física y neurofisiología permitieron que la teoría tricromática se convirtiera en la base teórica para la explicación del color. (Ortiz Cantos, 2004; Soldevilla, 2014; Zafra, 2012)

2.1.1.2. Teoría de los opuestos y de los procesos oponentes.

Propuesta por Goethe y desarrollada por Hering en el S. XIX establece que en la percepción del color existen experiencias cromáticas que se oponen como es el blanco con el negro, azul y amarillo, así como el rojo y verde. Para Hering la base fisiológica era la presencia en la retina de tres sustancias que responderían sintetizándose o descomponiéndose en función de la naturaleza de la luz que le llega.; está teoría no fue tomada en cuenta ante la solidez de la teoría cromática, sino hasta el S. XX. (Soldevilla, 2014; Zafra, 2012)

2.1.1.3. Teoría integrada de la percepción del color.

Se trata de una teoría en la que se propugna una fase inicial de codificación tricromática en los fotorreceptores y una serie de fases, que se iniciarían en los núcleos geniculados laterales y continuarían en las áreas corticales, que daría como resultado un procesamiento de la información representado mediante funciones de oponentes. Aquí es donde se construyen los algoritmos de conversión por Hurvich y Judd en 1981, para integrar los datos de espacios tricromáticos (CIE XYZ) y espacios oponentes. (CIE Lab, CIE Lch). (Soldevilla, 2014; Zafra, 2012)



2.1.2. Percepción del color.

Es una respuesta fisiológica ante un estímulo de físico-luminico, el efecto cromático de un objeto, depende de tres elementos: la composición espectral de la fuente de luz; las propiedades físicas del objeto a observar y las propiedades sensitivas del aparato visual del observador.

Las radiaciones electromagnéticas se propagan en forma de dos ondas vectoriales mutuamente acopladas y perpendiculares entre sí. Según la teoría ondulatoria, la luz se propaga en forma de ondas que viajan en el espacio libre con una velocidad constante $c=3 \times 10^8$ m/s. El ojo humano es sensible a las radiaciones electromagnéticas cuya longitud de onda está comprometida entre 380 nm y 780 nm, aproximadamente. Este pequeño segmento de radiaciones se conoce como espectro visible o luz, el ser humano puede llegar a distinguir hasta aproximadamente 10.000 colores, se recomienda para la valoración del color, la luz diurna de 5500°K que es neutra y facilita la captación subjetiva de los colores por el ojo humano, la calidad de la fuente de luz incidente influye en la percepción del color de un objeto dado, existe una serie de iluminantes que ayudan en todos aquellos procesos que exijan una correcta percepción cromática entre ellas las denominadas fuentes de luz día, que son fuentes fluorescentes de luz corregidas, que ofrecen temperaturas de color de 5000°K a 6500°K, y que se conocen comúnmente como luz día D50 y D65 respectivamente. La lámpara de sillón dental emite una luz incandescente con una temperatura de 3,800°K, por lo tanto, no es la mejor opción para toma de color. (Gómez, 2013; Ortiz, 2004; Soldevilla, 2014; Zafra, 2012).

Los fenómenos más importantes en la relación luz-diente son:

- Reflexión: todos los cuerpos reflejan la luz que les llega, esta luz es difusa cuando las superficies del objeto están rugosas, en cambio cuando las superficies están pulidas, la reflexión de luz es nítida.
- Refracción: es el cambio de dirección que sufre la luz al penetrar un cuerpo translúcido o transparente a menos que la luz incida en forma perpendicular.



- Absorción: los cuerpos que reciben la luz, ya sean oscuros, claros o incluso transparentes, impiden que una parte de los rayos lumínicos regresen al medio del que proceden.
- Difracción: el efecto de la difracción da una imagen de la dentina mayor de lo que es, en forma de sombra que se conoce como penumbra. (Soldevilla 2014)

El objeto:

Cada objeto a observar presenta ciertas características, la reflectancia espectral difusa que indica la que fracción de luz de una determinada longitud de onda es reflejada por el cuerpo. La luz que no se refleja puede absorberse, transmitirse o dispersarse, y dar lugar a diferentes tipos de modalidades de colores. (Soldevilla 2014)

El ojo humano:

En el ojo humano existen 2 tipos de células fotorreceptores llamados conos, se encargan de percibir los colores primarios y están especializados para la luz diurna y también se encuentran los bastones, encargados de percibir la luminosidad, monocromatismo y funcionan mejor en la luz nocturna. (Gómez, 2013; Ortiz, 2004; Soldevilla, 2014; Zafra, 2012)

La elección del color depende de numerosos factores dependientes del observador como el subjetivismo y el cansancio visual. El metamerismo es uno de los fenómenos que interfiere en la elección del color, este sucede cuando dos objetos se ven iguales bajo una fuente de luz y diferentes bajo otra fuente de luz, cuanto más tiempo se observa un objeto, menos sensibilidad se tiene para advertir diferencias en el color dentro de él, ya que se produce saturación de los receptores nerviosos perdiéndose sensibilidad para el amarillo-anaranjado. Para recuperarla hay que mirar un objeto o fondo de color gris neutro (complementario). Se recomienda no hacer mediciones de más de 5 segundos, siendo la primera elección la mejor. (Gómez, 2013; Ortiz, 2004; Soldevilla, 2014; Zafra, 2012).



2.2. Sistema de orden de los colores.

2.2.1. Dimensiones del color:

En odontología se define que la percepción psicosensores de los colores está compuesta por tres dimensiones que son:

Tinte, conocido como tono, hue; es la cualidad por la cual se distinguen la familia de colores, relacionado con las ondas de luz observadas desde las ondas de longitud larga de 720nm que corresponde al color rojo y las ondas de longitud corta de 380nm que corresponde al color violeta. El tono representa el color puro; en términos dentales la fuente primaria del color dentario natural es la dentina y su tinte se encuentra en el intervalo del amarillo o amarillo-rojo. (Gómez, 2013; Ortiz, 2004; Santillán, 2015; Soldevilla, 2014; Sotomayor, 2016; Zafra, 2012)

Valor, (Value, brillo, luminosidad, claridad), es una propiedad acromática, se refiere a la cantidad de blanco y negro que percibe el ojo humano en un objeto, mide la cantidad de luz y diferencia un color claro de otro oscuro, las células encargadas de esto son los bastones los cuales son predominantes en relación con los conos, por lo tanto, el valor es considerado el factor más importante para odontología. (Gómez, 2013; Ortiz, 2004; Santillán, 2015; Soldevilla, 2014; Sotomayor, 2016; Zafra, 2012)

Croma (saturación, intensidad), es la cualidad cuantitativa, mide la cantidad del tono del color, distingue el color fuerte de uno débil; el croma aumenta al aumentar la luminosidad. En los dientes, las intensidades más elevadas están en la porción gingival, mientras que las más bajas están en las regiones incisales. (Gómez, 2013; Ortiz, 2004; Santillán, 2015; Soldevilla, 2014; Sotomayor, 2016; Zafra, 2012)

2.2.2. Sistema de medición del color.

A lo largo de la historia existen muchos artistas e investigadores que han intentado clasificar el color de varias maneras, de ahí surgen los círculos cromáticos. Uno de los sistemas subjetivos para clasificar el color descubierto por Isaac Newton, consiste en la



distribución alrededor de un círculo de los diferentes colores que conforman el segmento de la luz visible del espectro solar; además de este círculo existen otros tipos de clasificación, se puede mencionar el Sólido Ostwall, el Cubo de Alfred Hicethler y el Sólido Munsell. (Soldevilla, 2014).

Sólido Munsell.

Creado por el artista Albert Munsell, este sistema es el más aceptado para la clasificación de colores, está conformado por tres dimensiones que son el tono, el brillo y el croma, Munsell determinó que, para obtenerse una visualización y descripción del color de forma apropiada, era necesario un sólido tridimensional en lugar de una carta bidimensional, mediante el cual sería posible mostrar la distribución de los colores a lo largo de tres dimensiones. (Ortíz, 2004; Soldevilla, 2014)

Sistemas de medición del color numéricos.

Para disminuir el tiempo de selección del color se emplearon aparatos de medición como los espectrofotómetros. Existen diversos métodos para establecer la correspondencia entre la distribución espectral del color y una terna de valores. Los más usuales en los estudios colorimétricos de física son: CIE Y_{xy} , CIELab y CIELCh. (Soldevilla, 2014; Zafra, 2012)

-Sistema cromático CIE Y_{xy} (Triángulo CIE o sistema CIE xyz):

En 1931 la Comisión Internacional de Iluminación estableció este sistema como un sistema de valoración de colores basado en la relaboración matemática del sistema RGB, para facilitar los cálculos de los colores. Las variables matemáticas se representan por “x” (valor matemático del color rojo), “y” (valor matemático correspondiente al color verde), y “z” (valor matemático del azul), este sistema basado en los estudios de Thomas Young (1801), se utiliza sobre todo en la industria y en la experimentación científica, y pretende unificar el color en relación con un marco de referencia. (Gómez, 2013; Soldevilla, 2014; Zafra, 2012).



-Sistema cromático CIE 1976 (CIELab):

Este sistema fue propuesto en 1931 por la Comisión Internacional de l'Eclairage, basándose en tres ejes donde se identifican los colores, siguiendo la teoría de los polos opuestos, se compone por el eje amarillo-azul (violeta), eje verde-rojo y una escala de grises en el centro comprendido por el eje blanco-negro. Siendo como expresión volumétrica una esfera. Este sistema es utilizado generalmente en la investigación y se encarga que el color se base en la normalización de color de fuentes de luz y de los observadores, trabaja independientemente de dispositivos de salida, creando los colores de forma coherente en dispositivos concretos como impresoras, cámaras, monitores y ordenadores que son utilizados para reproducir y crear una imagen. (Gómez, 2013; Soldevilla, 2014; Zafra, 2012).

Se puede identificar de forma precisa cada color a través de sus tres coordenadas a^* , b^* y L^* , que representan la luminancia del color. L^* indica la claridad relativa y es una escala continua de sombras y grises, corre de arriba hacia abajo. El máximo valor para L^* es 100, que representa el blanco perfecto, mientras que $L^*=0$ representa el negro perfecto. El eje verde/rojo se representa con el valor a^* en valores negativo a positivo, donde a^* positivo es el color rojo y a^* negativo es verde. El valor b^* representa el eje amarillo/azul, b^* positivo es el color amarillo y b^* negativo es azul. Es el modelo de color más completo, utilizado actualmente en Odontología por ser el recomendado por la Asociación Dental Americana. En él se basan las guías dentarias y colorímetros electrónicos actuales. (Gómez, 2013; Soldevilla, 2014; Zafra, 2012).

-Sistema cromático CIELCh.

Este sistema es una representación más intuitiva del CIELab, donde las coordenadas a y b son sustituidas por C y h . El eje C , representa el croma (saturación) con puntuación del 0 al 100 y el eje h (Hue), el tono que va desde 0° hasta 360° , el parámetro L no se ve modificado ya que corresponde al eje vertical. (Gómez, 2013; Soldevilla, 2014; Zafra, 2012).



2.3. Métodos para la toma de color.

En odontología se utilizan 2 tipos de métodos para la toma del color, el más usado en odontología es el método visual (psicofísico), este método tiene limitaciones ya que va a depender del entorno en que se tome, de la luz, fatiga ocular, experiencia, edad, estado de ánimo del odontólogo, daltonismo, la ropa, maquillaje del paciente y metamerismo; el otro método más eficiente y confiable es el método objetivo, donde se requiere la manipulación de instrumentos digitales especializados para medir matemáticamente el color de un objeto en este caso del diente o ya sea de la resina como lo es en este estudio estos son denominados espectrofotómetros y colorímetros. (Díaz, 2011; Gómez, 2013; Ortiz, 2004; Soldevilla, 2014; Santillán, 2015; Sotomayor, 2016; Raspall, 2018; Zafra, 2012).

2.3.1. Métodos visuales. (Subjetivos).

A pesar de ser un método limitado en odontología, es utilizado comúnmente, se trata de varias guías dentales conformada por tablillas de colores dentarios en forma de incisivos hechas de porcelana, resina o acrílico, las más utilizadas en odontología son: son la Vitapan Classical, la Vitapan 3D Master y la guía dental Chromascop (Ivoclar-Vivadent). (Ortiz, 2004; Raspall, 2018; Soldevilla, 2014; Zafra, 2012).

2.3.2 Métodos Objetivos.

En la actualidad existen sistemas que sustituyen al método subjetivo para la toma de color, estos sistemas ofrecen mayor exactitud y objetividad en menor tiempo, representando los colores de forma numérica, por lo que se denominan también matemáticos. Dentro de esto instrumentos están los espectrofotómetros y los colorímetros. La principal desventaja de estos sistemas es el costo. (Díaz, 2011; Raspall, 2018, Soldevilla, 2014; Zafra, 2012).

El colorímetro es un instrumento que identifica el tinte para una medida más objetiva del color, mide la absorción de luz por los objetos; se basa en el principio de que dicha absorción es proporcional a la densidad del objeto, por lo que, a mayor densidad, mayor es la absorción.



Consta de 3 o 4 filtros, el cuarto filtro es un filtro de densidad neutra para la escala del gris; los colorímetros no registran la reflectancia espacial y pueden ser menos precisos que los espectrofotómetros. Incorporan una fuente de luz propia, pueden tomar el color de diferentes zonas de un diente y tienen la posibilidad de usar posicionadores en la zona del diente en la que queremos evaluar el color. La punta lectora que es muy útil para superficies lisas y pulidas, no lo es tanto para las superficies convexas de los dientes y esto pone en duda la fiabilidad del aparato. (Díaz, 2011; Raspall, 2018, Soldevilla, 2014; Sotomayor, 2016; Zafra, 2012).

El espectrofotómetro es un aparato muy preciso y útil para la toma del color en odontología. El espectrofotómetro mide la cantidad de luz de la energía reflejada por un objeto en intervalos de 1 a 25 nm a lo largo del espectro visible, por lo tanto, emite una luz definida y es capaz de medir la calidad y cantidad de luz reflejada por un objeto y clasificarla en un grupo de colores. Esta cantidad de luz se clasifica en el espectro visible entre 380 y 720 nm aproximadamente. La aplicación de un espectrofotómetro, para la reproducción cromática asistida por ordenador se ha hecho posible en el presente gracias a la evolución de la técnica de semiconductores. Los programas de software realizan la conversión de curvas espectrales a notación Munsell y CIELab. (Díaz, 2011; Gómez, 2013; Raspall, 2018, Soldevilla, 2014; Sotomayor, 2016; Zafra, 2012).

En comparación con la observación del ojo humano, o de las técnicas convencionales, se ha encontrado que los espectrofotómetros ofrecen un aumento del 33% en la precisión y objetividad, con una coincidencia de color en un 93.3 % de los casos. No solo sirven para medir el color dental, sino que además los espectrofotómetros han sido ya utilizados para valorar la influencia óptica de diferentes aleaciones metálicas y porcelanas en las restauraciones ceramometálicas, la efectividad de la protección con cemento de vidrio-ionómero modificado con resina, o la influencia del pH y el tiempo en la degradación de los composites. (Gómez, 2013; Raspall, 2018).

El espectrofotómetro Vita Easyshade Advance 4.0, que se utilizó en este estudio es un aparato colorimétrico de 4ta generación, utiliza el sistema CIELab e indica los colores dentales en los sistemas cromáticos VITA SYSTEM 3D Master y VITA Classical A1-D4



(Sotomayor, 2016, Vita 2013). Es un espectrofotómetro portátil e inalámbrico, con una especie de pistola de mano con fibra óptica. El orificio de salida de la pieza de mano se cubre con una lámina muy fina de poliuretano al contactar con la superficie dental. La pieza de mano presenta fibras ópticas para la iluminación de la superficie (halógenas) y múltiples espectrómetros para el proceso de medida. Uno monitoriza la emisión de la luz, mientras que los otros dos miden la luz dispersa por el diente a dos distancias diferentes del punto donde incide para evitar el “scattering” o difusión en lo posible. Este sistema es de fácil uso para el clínico y rápidamente arroja los valores de las dimensiones del color. Este dispositivo permite describir el color dental empleando las tres coordenadas de color desarrolladas por la Comisión Internacional de Eclairage (CIE) como estándar internacional. El sistema L*C*H es una proyección cilíndrica del sistema L*A*B y define los tres aspectos del color dental. La luz del ambiente no nos va a influir en la captación del color porque no aporta nada a la superficie del esmalte y por tanto no es captada por ninguno de los dos espectrofotómetros. Tiene muchas ventajas, pues es inalámbrico, pequeño, portátil, con pilas, se pueden valorar dientes unitarios, partes de dientes y también confirmar el color de una restauración. La punta del aparato se coloca a 90° con la superficie del diente, antes de usarlo se debe calibrar, si cambian las condiciones ambientales o después de utilizar el aparato varias veces, es necesario volver a calibrarlo para tomar nuevas mediciones. (Gómez, 2013; Díaz, 2011; Santillán, 2015; Soldevilla, 2014; Sotomayor, 2016).

3. Sustancias cromógenas que pueden alterar el color de una resina.

La mayoría de los materiales de resina son susceptibles a sufrir pigmentación por adsorción y absorción de colorantes presentes en las diferentes sustancias. Hay que tener siempre en cuenta que las restauraciones están en constante interacción con fluidos orales, comidas y bebidas que pueden causar pigmentación a largo plazo.

En este estudio se utilizaron las siguientes sustancias cromógenas: café, Coca-Cola, ron, té negro y vino tinto. A continuación, se hará un breve repaso sobre las características y la composición química de estas cinco sustancias con las que se llevó a cabo la fase experimental.



3.1 *Café:*

Consumido en sus diferentes presentaciones, frío, caliente; y con otros aditivos, como leche, canela, licor y chocolate, el café es una bebida versátil y atractiva gracias a su sabor y aroma que forma parte de la dieta diaria de los nicaragüenses.

El café (*Coffea arabica* L.) se obtiene a partir de las semillas tostadas y molidas de los frutos de la planta del café (cafetos) y consumido sin azúcar, puede considerarse una planta medicinal porque presenta muchas propiedades beneficiosas antibacterianas, antiinflamatorias y antioxidantes (Mesa, N.Y., Medrano, J., Martínez M.L. et al, 2017). Nicaragua es uno de los países latinoamericanos exportadores de este rubro, es de hecho una de sus principales áreas de exportación. Cosechándose en la mayor parte del territorio nicaragüense, su producción se concentra en las zonas frescas del norte del país.

El presidente de la Asociación de Exportadores de Café (Excan), José Ángel Buitrago, dijo para el periódico La Prensa en 2017, que las estimaciones preliminares sobre el cierre de la producción 2016-2017 apuntan a una cifra récord tomando en cuenta que hasta agosto habían logrado 2.85 millones de quintales exportados. (Álvarez, 2017)

Con ello, la producción de café exportada superaría los 2.9 millones de quintales, a finales del año, más otros 300,000 que generalmente se dejan para el consumo local. (Álvarez, 2017)

Aunque la cafeína es uno de los componentes más conocidos, dentro de una taza de café se pueden encontrar otros componentes como la vitamina B3, magnesio y el potasio (Mesa, et al, 2017). La cafeína además de ser el principal componente, es la responsable de causar las pigmentaciones en los dientes y restauraciones, ya que oxida el esmalte dental o superficie del material restaurador; siendo este uno de los mayores enemigos de la odontología estética.

Adicionalmente el café posee componentes antibacterianos que contribuyen entre otras cosas, a reducir uno de los problemas más importantes para la salud oral, el riesgo de desarrollar caries dental (Mesa, et al, 2017).



3.2. *Té negro:*

El té se obtiene a partir de la infusión de las hojas secas de *Camellia sinensis*, un miembro de la familia de las *Tesaceas*. El té puede ser clasificado en tres grupos principales: té verde, té negro y té oolong. (González, E., 2003) Los diferentes tipos de té van a ir en dependencia del procesamiento de la hoja de té, y su tiempo de fermentación.

Las hojas frescas del árbol del té contienen una alta cantidad de flavanoles (derivados de los flavonoides) de estructura monomérica, conocidos como catequinas, y también formas polimerizadas de las catequinas (Valenzuela, 2004). Aunque en menor concentración comparado al café, el té también contiene cafeína, e incluso se puede tomar como un sustituto del café cuando el médico ha prohibido el consumo de este.

Cuando las catequinas toman contacto con las polifenol-oxidasas, como ocurre cuando se enrollan las hojas del té para la producción del oolong y del té negro, la oxidación produce estructuras diméricas y poliméricas de los flavanoles dando origen a las teaflavinas (estructuras diméricas) y a las tearrubiginas (estructuras poliméricas), que son los derivados que le aportan el color y sabor característico al té negro. De esta forma, el té verde contiene una alta concentración de catequinas y baja cantidad de teaflavinas y tearrubiginas, el oolong contiene cantidades intermedias de estos productos, y el té negro contiene bajas cantidades de catequinas y alto contenido de los dímeros y polímeros (González, E., 2003).

3.3. *Coca cola:*

La ingesta de bebidas gaseosas se ha vuelto una práctica popular entre las familias nicaragüenses. A pesar que el consumo asiduo de esta provoca daños a la salud general debido a que muchos de los compuestos de las bebidas carbonatadas son nocivos para la salud, la Coca- Cola es una de las más demandadas a nivel mundial, por lo cual se utilizó como sustancia para estudiar en esta investigación.

El ingrediente activo de la Coca Cola se llama ácido fosfórico, este es corrosivo y resulta en una inadecuada concentración de calcio que dificulta la absorción de hierro por la combinación de la azúcar refinada y la fructosa, también contiene gas carbónico (Bartlett y



Rodríguez, 2017). El gas carbónico provoca adicción, por lo cual quienes la ingieren lo hacen por una necesidad igual que cualquier droga.

El pH promedio de las bebidas gaseosas es de 3.11, muy por debajo del margen normal bucal que corresponde al 6,5-7,2 del valor de pH y del punto crítico del esmalte dental (5,5) (Bartlett y Rodríguez, 2017). Por debajo de este punto crítico la superficie dental está más proclive a sufrir desmineralización, y por ende a desarrollar caries dental.

El consumo de bebidas carbonatadas tiene repercusión tanto en el esmalte natural de los dientes como en las restauraciones de resina compuestas, sobre todo si estas no fueron pulidas y presentan una superficie rugosa (Bartlett y Rodríguez, 2017; Lafuente y Abbad, 2015). En piezas con restauraciones la presencia de una superficie rugosa favorece la acumulación de biopelícula, pues tiene un mecanismo retentivo.

3.4. Vino tinto:

El vino es la bebida que resulta de la fermentación alcohólica del zumo de uvas y por extensión la obtenida a partir de otros frutos o materiales vegetales. Su elaboración consta de 3 fases principales: obtención del mosto, su fermentación y por último su conservación y envejecimiento. (Gutiérrez, 2002) Al igual que con el ron, el tipo de vino va a ir en dependencia del proceso de fermentación que se les dé a las uvas, resultando así los diferentes tipos de vino, tinto, blanco, vinos dulces y espumosos.

Los compuestos fenólicos del vino incluyen, entre otros, a los ácidos fenólicos (cumarínico, cinámico, cafeico, gentísico, ferúlico y vanílico) y flavonoides (catequinas, quercitina y resveratrol), los que son sintetizados por una vía metabólica común a partir de la fenilalanina (Gutiérrez, 2002). El vino a utilizar en este estudio es el vino Don Simon contiene un 12% de alcohol.

3.5. Ron clásico:

El aguardiente de caña de azúcar, más conocido como ron, se obtiene a partir de productos de la caña de azúcar por un procedimiento primero de fermentación y luego de destilación; aunque la materia prima para la fermentación-destilación tanto pueden ser mieles de primera calidad como melazas residuales; o los casos de rones especiales mediante la destilación



directa del guarapo de caña fermentado. (Suárez, 2011) Tanto unos como otros productos pueden envejecerse siempre en barricas de roble y dan los célebres rones añejos.

Durante el proceso de añejamiento del ron, el extracto seco, los fenoles totales, la acidez, así como el color aumentan con el pasar del tiempo (González, Vázquez y Redondo, 2006). Estas características del ron son adquiridas gracias a los componentes de la madera del roble con que están contruidos los barriles de almacenamiento, y se van a ver acentuadas de acuerdo a la duración del añejamiento. El ron que se utilizó en el presente estudio es el Ron Gran reserva con un 40%.

4. Acabado y pulido.

Los procedimientos de acabado y pulido son fases que deben considerarse importantes, en la esta fase se consigue eliminar la capa inhibida, esta resulta trascendental para la unión de las distintas capas de resina, pero es indeseable tras el esculpido definitivo de la superficie de la restauración ocasionando irregularidades que permiten la acumulación de placa bacteriana y el depósito de diferentes sustancias pigmentantes. Hay varias formas de terminar y pulir composites. La secuencia de pulido, al igual que los instrumentos utilizados va a estar en dependencia del operador.

Generalmente se lleva a cabo una técnica de granulación progresiva, es decir, utilizamos primero los instrumentos de grano, luego los de grano mediano y por último los de grano más fino. Inicialmente se trabaja con discos de grano grueso o fresas de seis u ocho filos, piedras de diamante de grano grueso o mediano, todo bajo abundante refrigeración. (Barrancos, 2006)

Siempre se deben usar fresas y discos nuevos y piedras de diamante que se hayan limpiado con una piedra limpiadora para eliminar los restos que pueden haber quedado en ellas. (Barrancos, 2006) Si se usan fresas y piedras de diamante ya usadas con anterioridad, puede correrse el riesgo que los restos de material acumulado puedan bruñir la superficie de la restauración, las cual más adelante podría crear una capa de residuos en la superficie.

Los discos de pulido sirven si se usan de forma adecuada. Si en los pasos anteriores se utilizó un disco grueso, ahora será útil utilizar un disco mediano y uno fino para alisar la



superficie. También se sugieren instrumentos de pulido de goma. Estos instrumentos se usan secos, pero sin mucha presión debido al calor que generan (Barrancos, 2006). Si no se toma este cuidado la pulpa dental puede resultar perjudicada, al mismo tiempo que va en detrimento de las propiedades del material restaurador.



IV. DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de estudio: cuasi-experimental, comparativo.

Área de Estudio: La Fase experimental se llevó a cabo en el laboratorio de Preclínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-León.

Universo: Resinas disponibles en el mercado de la marca Brilliant NG, Tetric N-Ceram, Filtek Z350.

Muestra: 3 grupos conformados por 60 cuerpos por cada tipo de resina (Brilliant NG, Tetric N-Ceram y Filtek Z350)

Tipo de muestreo: Aleatoria por conveniencia

Técnica y procedimiento:

Se utilizaron dos tubos de resina de cada marca, las porciones del material se manipularon con una espátula Hu-Friedy (0117) y se dispersaron en una matriz metálica previamente pulida para evitar irregularidades en los especímenes, se utilizó como apoyo una loseta de vidrio, y en la superficie se colocó una lámina de celuloide, posteriormente se polimerizaron cada una de las muestras por 20 segundos (según indicaciones del fabricante), con una lámpara de fotocurado Elipar DeepCure (3M ESPE), con una intensidad de luz de 1143 mW/cm², colocada en contacto directo con la lámina de celuloide.

Obtenidos los 60 cuerpos por cada resina, se procedió a colocarles una capa de glicerina y luego de 24 horas pulirlas con una fresa troncocónica de 12 aspas para eliminar excedentes del material en los bordes, seguido de un sistema de pulido de puntas de silicona de la marca Microdont que consta de 3 niveles de granulación, partiendo del grano más grueso al más fino y terminando el pulido con un cepillo Microbrush.



Las sustancias cromógenas a utilizar fueron Café instantáneo (Café Presto), Coca cola, Vino tinto, té negro (Manza té), ron (Ron Flor de Caña, Gran reserva) y un subgrupo control que estuvo sumergido en agua.

Se tomó el color inicial con el espectrofotómetro Vita Easyshade a las 180 muestras, se prepararon las sustancias en las que serían sumergidas las muestras en los diferentes subgrupos, con este propósito se usaron envases plásticos de laboratorio para cada sustancia, en total 18 contenedores donde se sumergieron 10 muestras de resinas por cada envase con 10ml de sustancia, durante 12 horas diarias y las 12 horas restantes se sumergieron en agua y se vigilaron durante 30 días. Para identificar el subgrupo de estudio se les colocó etiquetas a los envases con el nombre de la sustancia y la resina que se encontraban en él.

Unidad de análisis: Resinas color A2 esmalte según la etiqueta del producto de las marcas Tetric N-ceram (Ivoclar Vivadent), Brilliant NG (Coltene) y Filltek Z350 (3M) disponibles en el mercado Odontológico de la ciudad de León.

Criterios de Inclusión: se incluyeron las resinas que cumplan con los siguientes criterios:

- Cuerpo de Resinas compuestas Tetric N-ceram, Brilliant y Filltek Z350 conservadas según las indicaciones del fabricante.
- Cuerpos de resinas que sean del tono A2 esmalte y de las marcas antes mencionadas.
- Cuerpos de resina pulidos y con dimensiones de 2 mm de alto por 7 de diámetro.

Criterios de exclusión:

- Cuerpos de resina contaminados
- Cuerpos de resina que no hayan pasado en contacto con las sustancias cromógenas el tiempo indicado por día.

Método de recolección de la información

1. Validación del Instrumento:



Antes de realizar el estudio se llevó a cabo una prueba por un periodo de 15 días donde se comprobó que el estudio constaba de validez para realizarse en un periodo de tiempo más amplio con un mayor número de muestras.

Se evaluaron los cuerpos de resina de forma individual con el espectrofotómetro, coincidiendo el diámetro de los discos con el diámetro de la punta activa del espectrofotómetro. La lectura que brinda las clasifica en 2 guías de color, la Vita 3 D-Master y Vitapan Classical, siendo esta última la que se utilizó en este estudio por ser indicada para el uso en resinas. Según el grado de transluminación se dan los siguientes rangos o tonalidades: A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, B2, B3, C1, C2, C3, C4, D2, D3, D4.

Los datos obtenidos fueron ingresados en 3 ficha de recolección, una por resina, que consta de 12 columnas, que representa el número de cada una de las muestras y las 5 sustancias cromógenas más el grupo control, en total 10 discos de resina por sustancia. (Ver anexos 4, tab. 1,2,3)

Procesamiento de datos: Los datos obtenidos se recopilaron en el programa Microsoft Excel 2010 y la tabulación se realizó con el programa estadístico SPSS.



V. RESULTADOS

Después de 30 días de la sumersión de los discos de resinas en las diferentes sustancias, se obtuvieron los siguientes resultados:

En la tabla N°1 se observa el número y porcentaje de muestras/especímenes que sufrieron cambio de coloración de acuerdo al tipo de resina.

Tabla cruzada Estabilidad cromática*Tipo de resina						
			Tipo de resina			Total
			Brilliant NG	Filtek z350	Tetric N-Ceram	
Estabilidad cromática	A1	Recuento	16	11	0	27
		%	59.3%	40.7%	0.0%	100.0%
	A3	Recuento	7	5	20	32
		%	21.9%	15.6%	62.5%	100.0%
	A3.5	Recuento	2	10	0	12
		%	16.7%	83.3%	0.0%	100.0%
	A4	Recuento	9	8	15	32
		%	28.1%	25.0%	46.9%	100.0%
	B2	Recuento	0	4	0	4
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
	B3	Recuento	14	11	15	40
		%	35.0%	27.5%	37.5%	100.0%
	C1	Recuento	6	3	3	12
		%	50.0%	25.0%	25.0%	100.0%
C4	N°	6	8	7	21	
	%	28.6%	38.1%	33.3%	100.0%	
Total		Recuento	60	60	60	180
		% Estabilidad cromática	33.3%	33.3%	33.3%	100.0%



En la tabla N°2 muestra el número y porcentaje de especímenes que presentaron alteración del color bajo los efectos de las distintas sustancias cromógenas en las que estuvieron sumergidos por 30 días.

Tabla cruzada Estabilidad cromática*Sustancia cromógena									
			Sustancia cromógena						Total
			Café	Coca Cola	Ron	Té negro	Vino	Agua	
Estabilidad cromática	A1	Recuento	6	6	10	5	0	0	27
		%	22.2%	22.2%	37.0%	18.5%	0.0%	0.0%	100.0%
	A3	Recuento	0	16	3	0	0	13	32
		%	0.0%	50.0%	9.4%	0.0%	0.0%	40.6%	100.0%
	A3.5	Recuento	0	0	5	7	0	0	12
		%	0.0%	0.0%	41.7%	58.3%	0.0%	0.0%	100.0%
	A4	Recuento	15	3	2	8	4	0	32
		%	46.9%	9.4%	6.3%	25.0%	12.5%	0.0%	100.0%
	B2	Recuento	0	0	4	0	0	0	4
		%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
	B3	Recuento	0	5	6	10	2	17	40
		%	0.0%	12.5%	15.0%	25.0%	5.0%	42.5%	100.0%
	C1	Recuento	7	0	0	0	5	0	12
		%	58.3%	0.0%	0.0%	0.0%	41.7%	0.0%	100.0%
C4	Recuento	2	0	0	0	19	0	21	
	%	9.5%	0.0%	0.0%	0.0%	90.5%	0.0%	100.0%	
Total		Recuento	30	30	30	30	30	30	180
		%	16.7%	16.7%	16.7%	16.7%	16.7%	16.7%	100.0%



VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según el presente estudio la resina que presentó mayor cambio de color es la Filtek Z350 con 38.8% en el valor C4 de la guía de color Vita Classical, un factor para que ocurra dicha pigmentación es la presencia de TEGDMA, responsable de la pigmentación debido a su carácter hidrófilo, comparando este resultado con el estudio de Darío Soza en donde esta misma resina obtuvo un porcentaje de 14.66% y como factor principal refiere la presencia de la matriz orgánica en este caso el TEGDMA y el Bis-GMA, las resinas de nanorelleno son más susceptibles a la coloración que las de nanohíbridadas, ya que estas resinas de nanorelleno presentan partículas pequeñas que crean espacios donde se pueden depositar los pigmentos. Las partículas de relleno se pueden separar de la matriz resinosa por un proceso de hidrólisis, lo cual genera una degradación de la fase orgánica que afecta la unión relleno-silano-resina. Los fluidos se difunden dentro de la resina provocando aumento del espacio entre las cadenas de polímeros donde se deposita el agente cromógeno aumentando la opacidad y cambio de color.

La resina Tetric N-ceram se pigmentó en 33.3% en C4, un menor porcentaje comparado a la Filtek Z350 esto debido al tamaño de las partículas, esta es una resina nanohíbrida que contiene UDMA en un 5% da mayor flexibilidad lo que mejora la resistencia de las resinas, además, se ha visto en estudios que el UDMA, es más resistente a los cambios cromáticos que el Bis-GMA o el TEGDMA; comparando estos resultados con los del estudio de Darío Soza donde la Tetric -ceram tiene un 14 % de pigmentación, esta fue la resina que menor grado de pigmentación presentó en dicho estudio, también los resultados del estudio de Andrea Sampedro nos demuestra que la resina con mayor resistencia a los cambios de color fue la Tetric N-ceram de igual forma el estudio realizado por Huembes, et.al.

Respecto a la resina Brilliant NG en este estudio es la resina que presentó menor cambio de cromaticidad en un 59.9% en el valor A1 de la guía de color, que en comparación con otros estudios realizados la Brilliant NG suele ser la que mayor pigmentación obtuvo como lo es en el estudio de Darío Soza, donde se presenta en un 16%, Dicho estudio se realizó por método visual, y con fotografía en blanco y negro. En otro estudio realizado por Huembes,



et.al. se registró que una de las resinas que presentó mayor cambio de color fue la Brilliant NG, dicho estudio no demuestra porcentaje.

Según nuestro estudio la resina Brilliant NG es menos susceptible al cambio de color debido a que es una resina nanohíbrida, contiene partículas prepolimerizadas y mayor facilidad de pulido.

Respecto con las bebidas que se utilizaron en este estudio la que provocó mayor cambio fue el vino con un predominante 90.5% en la tonalidad C4, seguidamente del café con 9.5% en C4 y 22.2% en A1 , luego el té con 58.3% en A3.y 18.5% en A1, las sustancias que menos cambio de color causaron en las resinas fueron la coca cola con 22.2% en A1 y el ron con 37% en A1, en comparación a distintos resultados de otros estudios como el de Darío Soza, en donde el vino es la sustancia que mayor cambio de color provocó seguido del café y siendo la Coca Cola la que menos efecto provocó, Huembes, et.al., también concluye que el vino es la sustancia más pigmentante y referente a la Coca Cola que fue la sustancia que menos pigmentó Darío Soza coincide con este estudio, al igual que el de Xiloé Midense quien también concluyó que la Coca Cola es la sustancia que menor grado de pigmentación provoca en las resinas, con el caso del ron no encontramos estudios relacionado con los resultados de este estudio. Está confirmado que el vino es la sustancia que mayor grado de pigmentación va a causar debido a su pH de 3.5 y los cromóforos que contiene, la coca cola tiene un ph de 2.5, el café provoca una tinción amarilla-marrón y el té amarillenta; el alcohol produce una degradación de la superficie de la resina y que esta se vuelva más rugosa, volviéndose más susceptible a la tinción, no es este el caso del ron, y la coca cola que presentaron menores niveles de tinción.



VII. CONCLUSIONES

1. La resina con mayor cambio de color fue la Brilliant, seguida de la Tetric N-ceram y por último la de menor cambio Filtekz350.
2. De las 5 sustancias la que más cambio de coloración provocó fue el vino debido a la alta concentración de taninos en su composición química; por el contrario, el ron fue la sustancia que provocó menor efecto, debido a la concentración de alcohol que contiene su fórmula.



VIII. RECOMENDACIONES

Para próximos estudios relacionados:

- Comparar otras marcas de resinas que estén disponibles en el mercado y que cumplan con las características de una resina universal.
- Extender el tiempo de exposición de las resinas con las sustancias cromógenas.

Para la Facultad:

- Tomar en cuenta este estudio para la selección de resinas que se proporcionen en proveduría.
- Que los tutores reiteren a los estudiantes a que insistan en la educación en salud de sus pacientes, la eliminación de placa bacteriana por medio de un correcto cepillado dental y en las modificaciones en la dieta si estos presentan alto consumo de bebidas con potencial a la pigmentación de los dientes y restauraciones dentales.
- Se les recomienda también realizar un correcto pulido de las superficies restauradas para evitar una mayor acumulación de placa bacteriana (biofilm), y así disminuya la probabilidad de que sufran un cambio de coloración precoz.



IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, H. W. (5 de octubre de 2017). La impresionante cifra de producción de café que proyecta Nicaragua. *La prensa*.
- Anusavi, K. J. (2004). *Phillips, Ciencia de los materiales dentales*. (11^{ma} edición) España: Editorial Elsevier.
- Barrancos, P.J. (2006). *Operatoria Dental, Integración Clínica*. (4^a Edición) Buenos Aires, Argentina: Editorial Panamericana.
- Bartlett, M., y Rodríguez, L. (2015). Efectos secundarios de bebidas carbonatadas en piezas dentales en jóvenes adultos. *Revista electrónica de la facultad de odontología, ULACIT- Costa Rica*, 9(1) Recuperado de: www.ulacit.ac.cr/carreras/seccion/revista-detalle.php?id=5&career=11
- Camps, A.I. (2004). La evolución de la adhesión a la dentina. *Avances en Odontología*, 20(1), 11-17. Recuperado de: scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_serial&pid=0213-1285
- Díaz Pedro (2011). Estudio comparativo entre sistemas de medición del color en odontología (espectrofotometría). *Revista Gaceta dental*. Recuperada de: www.gacetadental.com/2011/09/Estudio-comparativo-entre-sistemas-de-medicion-del-color-en-odontologia-espectrofotometria-25436//
- Garces, M., Moreno, Y.J., Sepúlveda, W.F. et al. (2012). Evaluación de color de una resina compuesta sumergida a medios líquidos con y sin alcohol durante 24 horas. *Revista Científica Odontológica*, 8(1), 33-38 Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=324227915005>
- Gómez, P.C. (2013). *Estudio in vitro sobre la estabilidad de resinas compuestas dentales*. Universidad de Salamanca, Salamanca España.



- González, M. D., Vázquez, M.A., y Redondo, D. (2006). Estudio comparativo de ronones y aguardientes añejados en barriles de roble y por el proceso acelerado, *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 40(3), 12-19. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?Id=223120665002>
- González, E. (2003). El efecto quimioprotector del té y sus compuestos. *Archivos Latinoamericanos de nutrición*, 53(2) Recuperado de: <https://www.alanrevista.org/>
- Gutiérrez, A. (2002). Vino, polifenoles y protección a la salud. *Revista Cubana de Alimentación y nutrición*. 16(2), 134-41. Recuperado de: www.revalnutricion.sld.cu/
- Hervás, A., Martínez, M.A., Cabanes, J., et al. (2006) *Resinas compuestas, Revisión de los materiales e indicaciones clínicas*. Universidad Cardenal Herrera-CEU, Valencia-España.
- Kanashiro, M. , Nahoki, F. (2016). *Comparación in vitro de la resistencia a la compresión de las resinas compuestas TE-Conom Plus, Tetric N-ceram y Tetric N-ceram fill*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Lafuente, D. & Abad, K. (2014). Influencia de Bebidas Gaseosas en la Integridad de Márgenes en Restauraciones de Resina Compuesta. *Odovtos-Internacional Journey of Dental Sciences*, 16, 115-123. Recuperado de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/Odontos>
- Macchi, R. L. (2007) *Materiales dentales* (4^{ta} edición). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.
- Maureira, V.A. (2009). *Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la tensión diametral de una resina compuesta en base a dimetacrilatos y otra en base a siloranos*. Universidad de Chile, Santiago-Chile.



Medrano, A.C., Huembes, B.C. y Solari, G.A. (2017). *Alteración del color en tres tipos de resinas nanohíbridas; Brilliant NG, Tetric N-Ceram y Solare X, expuestas a soluciones pigmentantes*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), Managua, Nicaragua.

Mesa, N.Y, Medrano, J., Martínez M.L. et al. (2017). Efecto anticariogénico del café. *CCM-Correo Científico Médico de Holguín*, 3 Recuperado de: www.revcocmed.sld.cu/

Midence, X.A. (2012). *Estabilidad del color en tres tipos de resinas compuestas de alta densidad color A3 después de la inmersión en sustancias colorantes en el periodo de Junio a Diciembre del 2012*. Facultad de odontología, UNAN-León, Nicaragua.

Mundim, F.M., Garcia, L.F., y Pires-de-Souza, F.C. (2010). Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. *Journal of Applied Oral Science*, 18(3), 249-54 Disponible en: www.scielo.br/jaos

Ortíz, P.M. (2004). *Influencia del té, café y vino tinto y del tiempo de inmersión en el cambio de coloración de restauraciones cervicales de ionómero modificado con resina: Estudio in vitro*. Escuela de Odontología, Talca-Chile.

Raspall, A. (25 de Marzo 2018). Importancia de la toma del color en la estética odontológica actual. *Revista Actualizaciones Odontológicas*. Recuperado de: <http://spidident.es/toma-del-color-en-la-estetica-odontologica-actual/>



Rodríguez, D.R., y Pereira, N.A. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*, 46(3) Recuperado de: www.actaodontologica.com

Santillán, V. (2015). *Comparación in vitro de la estabilidad cromática de las resinas compuestas Filtek™ z350 xt y Opallis® sometidas a diferentes sustancias pigmentantes: café, té, vino y chicha morada*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicada-Escuela de Odontología, Lima, Perú.

Sampedro, R.A. (2014). *Evaluación In vitro del grado de pigmentación de las resinas Tetric N-Ceram (ivoclarvivadent), Amelogen Plus (Ultradent), Z100 (3M), Filtek z250 XT (3M), al ser sumergidas Nestea, Coca Cola, y café Buen día*. Universidad San Francisco, Quito, Perú.

Soldevilla, J.M. (2014). *Evaluación de la concordancia de tres métodos de registro de color dental: guía dentaria, luz polarizada y espectrofotometría*. Universidad Complutense de Madrid, España.

Sosa, D., Peña, D., Setién, V.J et al. (2014). Alteraciones del color en 5 resinas compuestas para el sector posterior pulidas y expuestas a diferentes bebidas. *Revista Venezolana de Investigación Odontológica-IADR*, 2(2), 92-105. Disponible en: revistas.saber.ula.ve/rvio

Cova, J. (2010). Biomateriales Dentales. Amolca.

Sotomayor, C.D. (2016). *Evaluación in vitro de los cambios cromáticos en resinas de nanorelleno Filtek™ z350 xt sumergidas en diferentes bebidas*. Universidad de Cuenca, Cuenca- Ecuador.



Suárez, F. (2011). *Apuntes sobre la historia del ron de caña en Canarias y Madeiras*. Recuperado de: <https://www.bienmesabe.org/>

Vaca, M. J., Ceballos L., Fuentes M. V., Osorio R., et al. (2003). Sorción y solución de los materiales formulados con Resina. *Avances en Odontoesmatomatología*, 19(6). Recuperado de: <http://www.scielo.org/php>

Valenzuela, A. (2004). El consumo de té y la salud. *Revista Chilena de nutrición*, 31(2). Recuperado de: <http://www.scielo.org/php>

Zafra, V.M. (2012). *Estudio experimental, in vitro, sobre la estabilidad cromática de los composites Amaris® (Voco)*, Universidad Complutense de Madrid, Madrid- España.



X. ANEXOS.

Anexo N°1 Tabla de operacionalización de las variables

VARIABLES	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valores
Resinas compuestas	Son materiales sintéticos compuestos por moléculas de elementos variados que están formados por un componente orgánico polimérico llamado matriz y un componente inorgánico mineral o relleno.	-----	Tipo de resina asignada según la etiqueta en los tubos de resina.	Cualitativa	Nominal policotómica	-Brilliant NG -Filtek z350 -Tetric N-ceram
Sustancias cromógenas	Sustancias con alto grado de pigmentación que contienen ciertos compuestos de estas sustancias, concretamente los polifenoles, llamados taninos, tienden a unirse a la película adquirida que se forman sobre la superficie de la resina que actúa como mediador, aumentando	-----	Según las cualidades físicas de las sustancias (color, olor, sabor, consistencia)	Cualitativa	Nominal policotómica	-Café Presto -Coca Cola -Ron -Té -Vino tinto



	la capacidad de coloración.					
Estabilidad cromática	Propiedad de la resina de sufrir cambios de color, estas alteraciones del color, son debido a manchas superficiales relacionadas con la penetración de colorantes, provocadas en su mayoría por la ingesta de sustancias cromógenas.	Luminosidad Croma Matiz	Espectrofotómetro Longitud de onda Easysshade Advance. (Vita-Zahnfabrik)	Cuantitativa	Nominal policotómica	A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, B2, B3, C1, C2, C3, C4, D2, D3, D4.



Anexo N° 2 Glosario de siglas

Bis-GMA: Bisfenol A glicidil metacrilato.

PMMA: Polimetacrilato.

Nm: nanómetro.

TEGDMA: Trietilenglicol dimetacrilato

UDMA: dimetacrilato de uretano

MPS: γ - metacril-oxipropil trimetoxi-silano

HTB: hidroxitolueno butilado

μm : micrómetro

UV: ultravioleta

PB: peróxido de benzoilo

Sistema RGB: Sistema Red, green, blue

CIE: Comisión internacional de Iluminación

pH: potencial hidrógeno



Anexo N°3 Ficha de recolección de datos. Recolección de valores iniciales con el espectrofotómetro en el sistema Vita Clasical, de 3 tipos de resinas a utilizar en el presente estudio.

Resina Filtek Z350	Valor inicial VC.	Resina Tetic N-Ceram.	Valor inicial VC.	Resina Brilliant NG	Valor inicial VC.
1	B1	1	B1	1	A2
2	B1	2	B1	2	A2
3	B1	3	B1	3	A2
4	B1	4	B1	4	A2
5	B1	5	B1	5	A2
6	B1	6	B1	6	A2
7	B1	7	B1	7	A2
8	B1	8	B1	8	A2
9	B1	9	B1	9	A2
10	B1	10	B1	10	A2
11	B1	11	B1	11	A2
12	B1	12	B1	12	A2
13	B1	13	B1	13	A2
14	B1	14	B1	14	A2
15	B1	15	B1	15	A2
16	B1	16	B1	16	A2
17	B1	17	B1	17	A2
18	B1	18	B1	18	A2
19	B1	19	B1	19	A2
20	B1	20	B1	20	A2
21	B1	21	B1	21	A2
22	B1	22	B1	22	A2
23	B1	23	B1	23	A2
24	B1	24	B1	24	A2
25	B1	25	B1	25	A2
26	B1	26	B1	26	A2
27	B1	27	B1	27	A2
28	B1	28	B1	28	A2
29	B1	29	B1	29	A2
30	B1	30	B1	30	A2



31	B1	31	B1	31	A2
32	B1	32	B1	32	A2
33	B1	33	B1	33	A2
34	B1	34	B1	34	A2
35	B1	35	B1	35	A2
36	B1	36	B1	36	A2
37	B1	37	B1	37	A2
38	B1	38	B1	38	A2
39	B1	39	B1	39	A2
40	B1	40	B1	40	A2
41	B1	41	B1	41	A2
42	B1	42	B1	42	A2
43	B1	43	B1	43	A2
44	B1	44	B1	44	A2
45	B1	45	B1	45	A2
46	B1	46	B1	46	A2
47	B1	47	B1	47	A2
48	B1	48	B1	48	A2
49	B1	49	B1	49	A2
50	B1	50	B1	50	A2
51	B1	51	B1	51	A2
52	B1	52	B1	52	A2
53	B1	53	B1	53	A2
54	B1	54	B1	54	A2
55	B1	55	B1	55	A2
56	B1	56	B1	56	A2
57	B1	57	B1	57	A2
58	B1	58	B1	58	A2
59	B1	59	B1	59	A2
60	B1	60	B1	60	A2



Anexo N°4 Tablas de recolección de datos con el espectrofotómetro Vita Easyshade en la guía de color Vitapan Classical

Tabla 1											
Recolección de datos. Resina Filtek z350 XT											
	Vitapan Classical		Vitapan Classical		Vitapan Classical		Vitapan Classical		Vitapan Classical		Vitapan Classical
Té 1	A3.5	Café 1	C1	CocaC 1	A1	Vino 1	A4	Ron 1	A3.5	Agua 1	B3
Té 2	A3.5	Café 2	C4	CocaC 2	A3	Vino 2	C4	Ron 2	A3.5	Agua 2	B3
Té 3	A1	Café 3	A4	CocaC 3	A3	Vino 3	C4	Ron 3	B2	Agua 3	B3
Té 4	A1	Café 4	A4	CocaC 4	A3	Vino 4	B3	Ron 4	A3.5	Agua 4	B3
Té 5	A1	Café 5	A4	CocaC5	A1	Vino 5	A4	Ron 5	A3.5	Agua 5	B3
Té 6	A3.5	Café 6	C1	CocaC 6	A1	Vino 6	C4	Ron 6	A3.5	Agua 6	B3
Té 7	A1	Café 7	A4	CocaC 7	A1	Vino 7	C4	Ron 7	B2	Agua 7	B3
Té 8	A3.5	Café 8	A4	CocaC 8	A3	Vino 8	A4	Ron 8	B2	Agua 8	B3
Té 9	A3.5	Café 9	C1	CocaC9	A1	Vino 9	C4	Ron 9	B2	Agua 9	A3
Té 10	A1	Café 10	C4	CocaC 10	A1	Vino 10	C4	Ron 10	B3	Agua 10	B3



Tabla 2
Recolección de datos. Resina Brilliant

	Vitapan Classical		Vitapan Classical		Vitapan Classical		Vitapan Classical		Vitapan Classical		Vitapan Classical
Té 1	A4	Café 1	A1	CocaC 1	B3	Vino 1	B3	Ron 1	A1	Agua 1	B3
Té 2	A4	Café 2	C1	CocaC 2	A3	Vino 2	C1	Ron 2	A1	Agua 2	B3
Té 3	A4	Café 3	A1	CocaC 3	A3	Vino 3	C4	Ron 3	A1	Agua 3	B3
Té 4	A3.5	Café 4	A1	CocaC 4	B3	Vino 4	C1	Ron 4	A1	Agua 4	A3
Té 5	A4	Café 5	A1	CocaC5	A3	Vino 5	C4	Ron 5	A1	Agua 5	B3
Té 6	A4	Café 6	C1	CocaC 6	B3	Vino 6	C4	Ron 6	A1	Agua 6	B3
Té 7	A4	Café 7	C1	CocaC 7	B3	Vino 7	C4	Ron 7	A1	Agua 7	B3
Té 8	A3.5	Café 8	A1	CocaC 8	A3	Vino 8	A4	Ron 8	A1	Agua 8	A3
Té 9	A4	Café 9	C1	CocaC9	B3	Vino 9	C4	Ron 9	A1	Agua 9	B3
Té 10	A4	Café 10	A1	CocaC 10	A3	Vino 10	C4	Ron 10	A1	Agua 10	A3



Tabla 3
Recolección de datos. Resina Tetric N-Ceram

	Vitapan Classical		Vitapan Classical		Vitapan Classical		Vitapan Classical		Vitapan Classical		Vitapan Classical
Té 1	B3	Café 1	A4	CocaC 1	A4	Vino 1	C4	Ron 1	B3	Agua 1	A3
Té 2	B3	Café 2	A4	CocaC 2	A3	Vino 2	C4	Ron 2	B3	Agua 2	A3
Té 3	B3	Café 3	A4	CocaC 3	A3	Vino 3	C4	Ron 3	A3	Agua 3	A3
Té 4	B3	Café 4	A4	CocaC 4	A3	Vino 4	C4	Ron 4	A3	Agua 4	A3
Té 5	B3	Café 5	A4	CocaC5	A4	Vino 5	C4	Ron 5	B3	Agua 5	A3
Té 6	B3	Café 6	A4	CocaC 6	A3	Vino 6	C4	Ron 6	A4	Agua 6	A3
Té 7	B3	Café 7	A4	CocaC 7	A3	Vino 7	C4	Ron 7	A3	Agua 7	A3
Té 8	B3	Café 8	A4	CocaC 8	A3	Vino 8	C4	Ron 8	B3	Agua 8	A3
Té 9	B3	Café 9	A4	CocaC9	A4	Vino 9	C4	Ron 9	B3	Agua 9	A3
Té 10	B3	Café 10	A4	CocaC 10	A3	Vino 10	C4	Ron 10	A4	Agua 10	A3



Anexo N°5

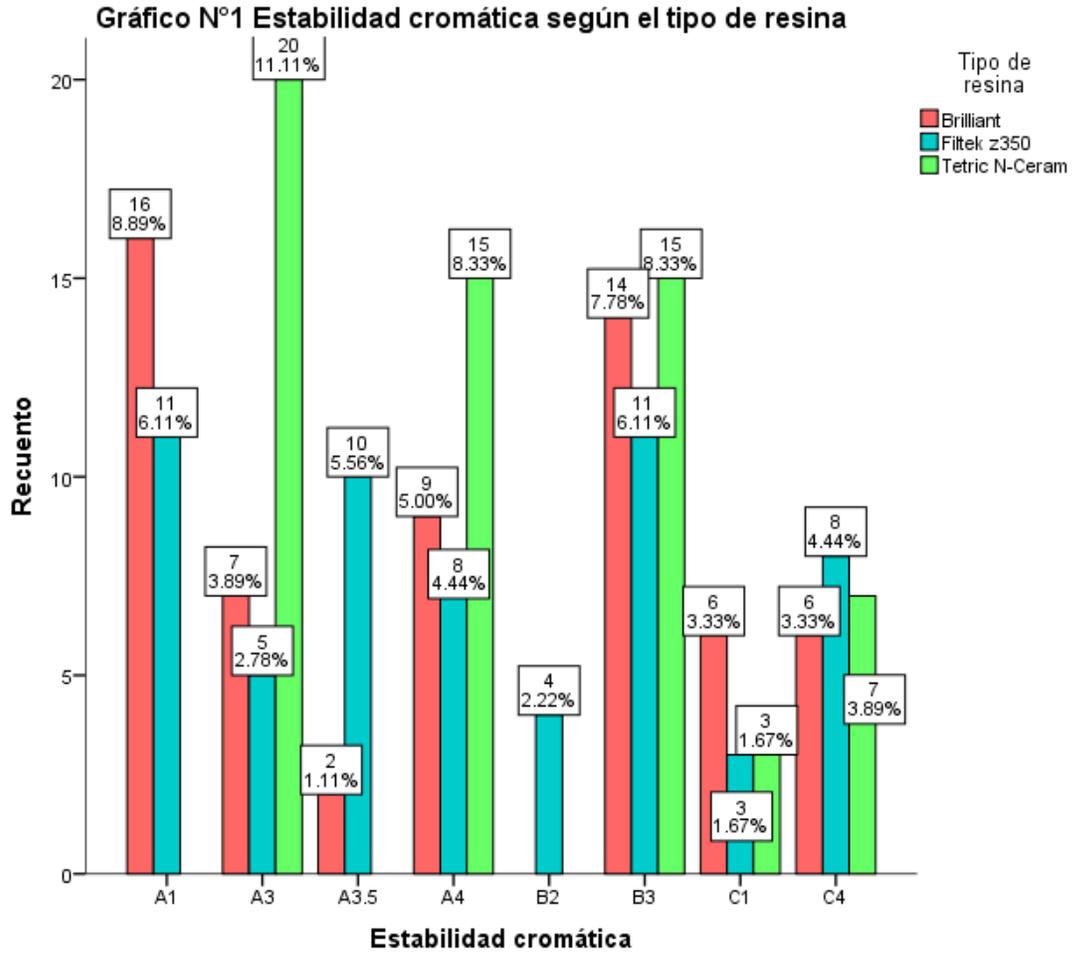
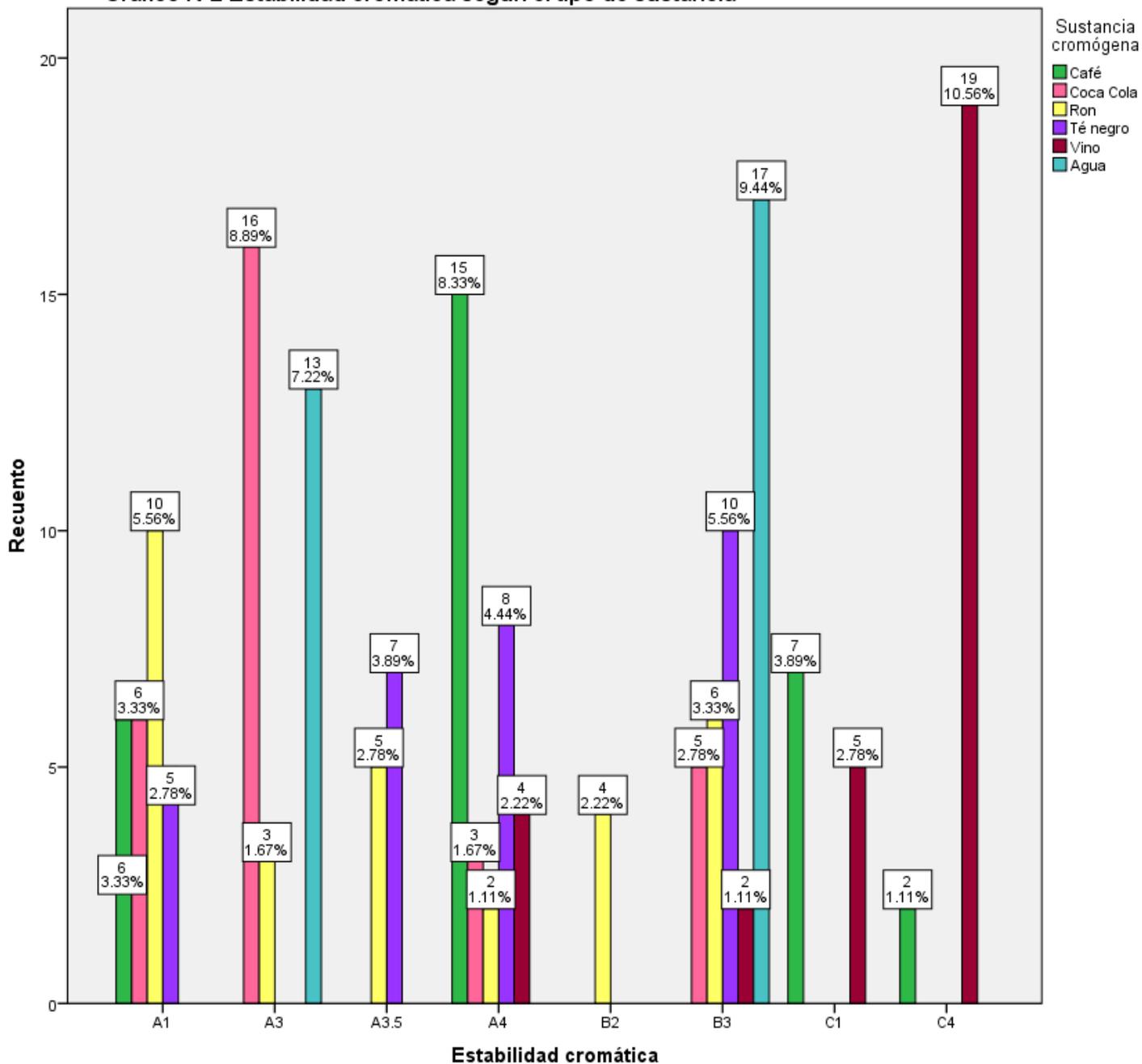




Gráfico N°2 Estabilidad cromática según el tipo de sustancia





Anexo N°6 Fotografías de la fase experimental.



Fig. n°1 Fotografía de café Presto



Fig. n°2 Fotografía de vino Don Simón



Fig. n°3 Fotografía de Té Manza té



Fig. n°4 Fotografía de Ron Flor de Caña



Fig. n°6 Fotografía de sustancias cromógenas.



Fig. n°7 Fotografía de la espátula Hu-Friedy.



Fig. n°8 Fotografía de la realización de los discos de resina



Fig. n°9 Fotografía de la lámpara de fotocurado Elipar Deep-Cure.

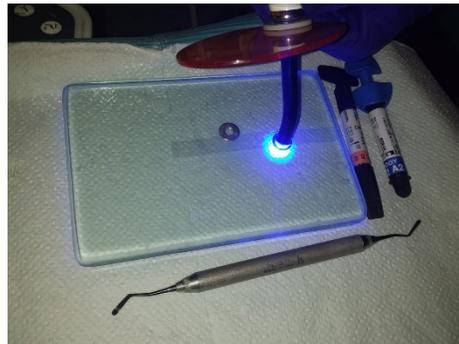


Fig. n° 10 Fotografía de la fotopolimerización de discos de resina.



Fig.n°11 Fotografía de un disco de resina recién fotopolimerizado.



Fig.n° 12 Fotografía de una muestra de resina sin pulir



Fig. n°13

Fotografía de la aplicación de glicerina en un disco de resina.



Fig. n°14 Fotografía del pulido inicial con fresa multiaspas.



Fig. n°15

Fotografía de sistema de pulido de puntas de silicona Microdont.



Fig. n°16 Fotografía de pulido de los discos de resina con las puntas de silicona Microdont.



Fig. n°17 Fotografía del cepillo de pulido Microbrush.



Fig. n°18 Fotografía del pulido final con microbrush.



Fig. n°19 Fotografía de las muestras organizadas en envases en los que se llevó a cabo la fase experimental.



Fig. n°20 Fotografía de la calibración del espectrofotómetro Vita easysshade.

Fig. n°21 Fotografía de la toma de color de una muestra con espectrofotómetro (VITA Easyshade)



Fig. n°22 Fotografía del monitor del espectrofotómetro arrojando datos de una muestra de resina.



