



UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EVALUACIÓN *IN VITRO* DE LOS CAMBIOS CROMATICOS EN RESINAS
DE NANORELLENO FILTEK™ Z350 XT SUMERGIDAS EN DIFERENTES
BEBIDAS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ODONTÓLOGO**

AUTORA: CRISTINA DANIELA SOTOMAYOR GRANDA

DIRECTOR: DR. WILSON DANIEL BRAVO TORRES

**CUENCA- ECUADOR
Octubre, 2016**



RESUMEN

Los objetivos del presente estudio consistieron en analizar los cambios cromáticos en resinas de nanorelleno, después de ser sumergidas en diferentes bebidas durante 15 y 30 días. Así como también evaluar los cambios producidos entre diferentes bebidas.

Materiales y métodos: Se fabricaron 80 especímenes de resina Filtek® Z350 XT (esmalte A2) de 10mm de diámetro x 3mm de espesor, los cuales fueron sumergidos en agua destilada, café, té de horchata y jugo de naranja por 15 y 30 días a 37°C. Los valores fueron obtenidos con el espectrofotómetro Vita Easyshade Advance 4.0, que se tomaron de acuerdo a la escala Vita Classical A1-D4 antes y después de cada tiempo experimental. Los resultados se codificaron de acuerdo a la escala mencionada en orden de luminosidad (del más claro al más oscuro).

Resultados: Fueron analizados mediante estadística descriptiva, análisis de frecuencia y se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para comparar entre los distintos grupos. El café produjo mayor cambio cromático $\Delta X = 10,9$, el té de horchata produjo cambios de $\Delta X = 8,3$ a los 15 días y $\Delta X = 10,00$ a los 30 días, el jugo de naranja $\Delta X = 4,00$ a los 15 días y $6,8$ a los 30 días; los grupos de agua destilada mostraron menor diferencia $\Delta X = 0,00$ a los 15 días y $\Delta X = 0,4$ a los 30 días. No existe diferencia significativa ($p > 0,05$) entre el grupo café por 15 días versus café por 30 días al igual que entre los grupos agua destilada por 15 días versus agua destilada por 30 días.

Palabras claves: Resina compuesta, cambio cromático, luminosidad.



ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze chromatic changes in nanofilled resins after being immersed in different drinks for 15 and 30 days as well as assess changes between drinks.

Materials and Methods: 80 specimens of Filtek® Z350 XT resin (enamel A2) of 10mm in diameter x 3mm in thickness were produced, which were immersed in distilled water, coffee, horchata tea and orange juice for 15 and 30 days at 37°C. The values were obtained with the spectrophotometer Vita Easyshade Advance 4.0, which were taken according to the Vita Classical A1-D4 scale before and after each experimental time. The results were coded according to the mentioned scale in order of brightness (from lightest to darkest).

Results: There were analyzed using descriptive statistics, frequency analysis and U Mann-Whitney test was used to compare between groups. Coffee produced greater color change $\Delta X = 10,9$; horchata tea produced changes of $\Delta X = 8,3$ at 15 days and $\Delta X = 10,00$ at 30 days, orange juice $\Delta X = 4,00$ at 15 days and $\Delta X = 6,8$ at 30 days; distilled water groups showed less difference $\Delta X = 0,00$ at 15 days and $\Delta X = 0,4$ to 30 days. There is no statistically significant difference ($p > 0.05$) between coffee group for 15 days versus coffee group for 30 days as same as between distilled water group for 15 days versus distilled water group for 30 days.

Keywords: Composite resin, color change, brightness.



ÍNDICE

CONTENIDO	PAG
RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
CLÁUSULA DE RESPONSABILIDAD	5
CLÁUSULA DE RECONOCIMIENTO DE DERECHO DE LA UNIVERSIDAD PARA PUBLICAR EL DOCUMENTO	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 ANTECEDENTES.....	8
2.2 RESINAS COMPUESTAS.....	8
2.2.1 COMPOSICIÓN	9
2.2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS	10
2.3 EL COLOR	12
2.3.1 SISTEMAS DE ORDEN DE LOS COLORES	12
2.3.2 MÉTODOS PARA MEDIR EL COLOR	14
2.4 CAMBIOS CROMÁTICOS EN RESINAS COMPUESTAS.....	16
3. OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
4. MATERIALES Y MÉTODOS	19
4.1 TIPO DE ESTUDIO	19
4.2 UNIVERSO Y MUESTRA	19
4.3 UNIDAD DE ANÁLISIS Y OBSERVACIÓN	19
4.4 HIPÓTESIS.....	19
4.5 VARIABLES DEL ESTUDIO	20
4.6 METODOLOGÍA	21
4.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	23
5. RESULTADOS.....	24
6. DISCUSIÓN	36
7. CONCLUSIONES	40
8. RECOMENDACIONES	41
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
10. ANEXOS	48



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Cristina Daniela Sotomayor Granda, autora de la tesis "Evaluación in vitro de los Cambios Cromáticos en Resinas de Manarrelleno Filtek Z350 XT Sumergidas en Diferentes Bebidas", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, Octubre del 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Cristina Daniela Sotomayor Granda".

Cristina Daniela Sotomayor Granda

1104556061



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE RECONOCIMIENTO DE DERECHO DE LA UNIVERSIDAD PARA PUBLICAR EL DOCUMENTO

Yo, Cristina Daniela Sotomayor Granda, autora de la tesis "Evaluación *in vitro* de los Cambios Cromáticos en Resinas de Nanorrelleno Filtek Z350 XT Sumergidas en Diferentes Bebidas", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Odontóloga. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, octubre de 2016

Cristina Daniela Sotomayor Granda

1104556061



1. INTRODUCCIÓN

Las resinas compuestas son materiales de uso cotidiano en odontología, que han sufrido continuos cambios desde el año 1960.¹ Actualmente el mercado cuenta con una gran variedad de marcas, con las que se trata de obtener restauraciones que simulen el color, textura y resistencia de las piezas dentales. Estudios anteriores sobre la estabilidad del color de las resinas han demostrado que ciertas bebidas como café, té, gaseosas, vino tinto, pueden causar pigmentos produciendo cambios de color que varían de acuerdo a los componentes y propiedades de cada bebida.²

En el Ecuador la industria de bebidas posee un alto mercado, entre las bebidas no alcohólicas tenemos gran diversidad de productos como jugos de frutas, bebidas energizantes, gaseosas, té saborizado, agua embotellada, entre otros³, y según fuentes estadísticas del Banco Central del Ecuador, en el año 2009 la producción de bebidas fue de la siguiente manera: bebidas carbonatadas 51.40%, seguido de agua embotellada 32.76%, jugos de frutas 3.8%, té preparados 0.16%, otros 0.01%. Entre las preferencias de consumo de bebidas no alcohólicas están los jugos naturales, y le siguen en orden jerárquico: Leche, café, agua de llave, gaseosas, yogurt, agua embotellada, té, agua mineral, jugos envasados, jugos en polvo, gaseosas dietéticas y energizantes. Entre los jugos envasados de mayor aceptación tenemos a los jugos Tampico, Cifrut y Del Valle.³

Es por esto que para el presente estudio se han tomado en cuenta cuatro tipos de bebidas como jugo envasado de naranja, café soluble, té de horchata y agua para determinar cuál es su influencia en la estabilidad cromática en las resinas.



2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

En la odontología restauradora uno de sus mayores logros de los últimos 20 años ha sido la introducción de las resinas compuestas. Con la técnica de adhesión a las estructuras dentales se han obtenido una serie de ventajas como: la conservación de los tejidos dentales sanos, reducción de la microfiltración, prevención de la sensibilidad postoperatoria, refuerzo de la estructura dental, entre otras.⁴

Los primeros materiales restauradores que tenían color similar al diente fueron los silicatos, que salieron al mercado en la primera mitad del siglo XX. Luego fueron reemplazados por las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato a mediados de los años 40, estas resinas presentaban un color parecido a los dientes, insolubilidad a los fluidos orales, fáciles de manipular y bajo costo, con las desventajas de poseer baja resistencia al desgaste, contracción elevada al polimerizar y consecuentemente filtración marginal.⁵

En 1962 empieza la era de las resinas modernas, cuando el Dr. Ray L. Bowen desarrollo un nuevo tipo de resina compuesta. Donde la principal innovación fue la matriz de resina de Bisfenol- A- Glicidil Metacrilato (BIS-GMA) y un agente de acoplamiento o silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno.⁴

2.2 RESINAS COMPUESTAS

Son definidas como materiales poliméricos con muchas uniones cruzadas reforzados por la dispersión de partículas de relleno cristalinas, vítreas o de sílice amorfo y fibras cortas unidas a la matriz mediante un agente de acoplamiento.⁶



2.2.1 COMPOSICIÓN

Matriz de resina: Constituida por monómeros de dimetacrilato alifáticos o aromáticos. El monómero más utilizado es el BIS-GMA que tiene alto peso molecular por lo que la contracción por polimerización es menor. Sin embargo esto lo hace un material altamente viscoso y pegajoso que compromete las características de manipulación, por lo que se han incorporado monómeros de bajo peso molecular como el TEGDMA (Trietilenglicol dimetacrilato). Adicionalmente, la molécula de BIS-GMA, tiene dos grupos hidroxilos los cuales promueven la absorción de agua.⁴

Otro monómero utilizado es el UDMA (Dimetacrilato de Uretano), que posee menos viscosidad y mayor flexibilidad mejorando la resistencia de la resina.⁴

Con el fin de reducir aún más la contracción por polimerización se ha introducido el uso de los ormoceres, en donde la matriz BIS-GMA es reemplazada por otra matriz donde copolimerizan monómeros inorgánicos con orgánicos y utiliza el polisiloxano con dimetacrilatos que le permiten polimerizar con luz visible. La matriz tiene un esqueleto Si-O-Si que copolimeriza con grupos orgánicos, esto la convierte en una matriz más cerámica que orgánica al poseer moléculas más grandes.⁷ El término ormocer es una abreviación para el término “Organically Modified Ceramic” y se trata de un grupo de resinas que reemplazan en gran parte la matriz de resina orgánica de los composites convencionales por una malla de polímeros no orgánicos a los cuales se les integran esqueletos orgánicos dando lugar a una estructura de gran tamaño.⁸

Partículas de relleno: Proporcionan estabilidad dimensional a la matriz de resina y mejoran sus propiedades, reduciendo la contracción generada por la polimerización, la absorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

De esta manera proporcionan mejor resistencia a la contracción, a la compresión y abrasión.⁹

Entre las partículas de relleno más utilizadas se encuentran las nanofibras inorgánicas, de las cuales podemos destacar a las nanofibras de vidrio, hidroxiapatita, silicato, cuarzo y es importante recalcar que cuanto mayor sea la incorporación de relleno a la matriz, mejores serían las propiedades de la resina en cuanto a la contracción de polimerización y consecuentemente una menor filtración marginal.⁴

Agente de unión: Debido a que la mayoría de resinas tienen relleno basado en sílice, el agente de enlace más utilizado es el silano, este es el responsable de establecer una fuerte unión entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica.¹⁰

Sistema iniciador: Activador de polimerización. Para iniciar la reacción, se necesita que actúen los radicales libres. En el caso de los sistemas fotocurados, la energía de la luz visible es la que provee el estímulo para que se active un iniciador en la resina (canforquinonas, lucerinas).¹¹

Inhibidores de la polimerización: Los cuales alargan la vida de almacenamiento, aumentan el tiempo de trabajo, los más comunes son las hidroquinonas y el éter monometílico de hidroquinona.⁴

Absorventes de luz ultravioleta: Proveen estabilidad del color y evitan decoloraciones a mediano o largo plazo, por ejemplo la 2-hidroxi-4-metoxibenzofenona.¹²

2.2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Lutz y Phillips clasificaron las resinas compuestas de acuerdo al tamaño de las partículas de relleno: convencionales o macrorelleno (partículas de 0.1



UNIVERSIDAD DE CUENCA

a 100um), microrrelleno (partículas de 0,4um) y resinas híbridas (con rellenos de diferentes tamaños).⁴

Actualmente se han clasificado en cinco categorías principales:

Resinas de macrorelleno o convencionales: Sus partículas de relleno tienen un tamaño promedio de 10 y 50um.⁴ Su desuso en la práctica clínica se ha justificado ya que presenta un pobre acabado superficial y produce una mayor susceptibilidad a la pigmentación.⁴

Resinas de microrelleno: Contienen relleno de sílice coloidal con partículas entre 0.01 y 0.05um de tamaño.¹³ Estas resinas proporcionan un alto pulido y brillo superficial resultando estéticas, pero no son indicadas para el sector posterior ya que poseen pobres propiedades mecánicas y físicas.¹³

Resinas híbridas: Reforzadas con una fase inorgánica de vidrio con partículas entre 0.6 y 1um de tamaño incorporando sílice coloidal de 0.04um. Entre sus propiedades están menor contracción por polimerización, baja absorción de agua, buen pulido, alta resistencia a las fracturas y desgaste.¹⁴

Resinas microhíbridas: Son el resultado de la combinación de resinas híbridas, con las resinas de micro relleno, presentan partículas de 0.6 a 5um y partículas de micro relleno de 0.04um, además presentan una carga de hasta el 80% por lo que sus propiedades mecánicas son muy buenas y sus pequeñas partículas le otorgan alta estética.⁴

Resinas Nanohíbridas: Poseen nano partículas de sílice pirogénico de 0.04um dentro de su material micro híbrido, además presentan partículas de 20 a 60nm en la parte inorgánica y un microrelleno promedio de 0.7 micrones, que otorga viscosidad al material, así como regula la consistencia.¹⁴



Resinas de Nanorelleno: Contienen partículas con tamaños menores a 10nm (0.01um), este relleno se dispone de forma individual o agrupados en “nanoclusters” o nanoagregados de aproximadamente 75nm. Esto ofrece mayor translucidez, pulido superior similar al de las resinas de microrrelleno pero manteniendo propiedades físicas y resistencia al desgaste. Por lo que se pueden aplicar tanto en el sector anterior como posterior.⁴

2.3 EL COLOR

El fenómeno del color es una respuesta psicofísica a la interacción de la luz con un objeto y la experiencia subjetiva de un observador individual. La percepción del color puede ser influenciada por la fuente de luz, el objeto y el observador.¹⁵

La ciencia del color relaciona las propiedades fundamentales de la luz y la materia con nuestra percepción del color y nuestra habilidad de captarlo.¹⁶ En un estudio realizado por Dagg et al. mostraron que diferentes fuentes de luz reducían la precisión para la selección visual¹⁷ y Curd et al. mostraron que la habilidad de los estudiantes para escoger el color mejoraba bajo ciertas condiciones de iluminación.¹⁸

2.3.1 SISTEMAS DE ORDEN DE LOS COLORES

Existen varios sistemas de orden de los colores, pero por varias razones como el reconocimiento mundial, consistencia, flexibilidad y simplicidad, el sistema de orden de los colores de Munsell es el sistema de elección para el emparejamiento de colores. En odontología se ha descrito que el color posee tres dimensiones que son el matiz, croma y valor.¹⁹

Matiz: Según Munsell, es aquella cualidad por la cual distinguimos una familia de un color, de otra, como el rojo del amarillo, el verde del azul.¹⁹ En



UNIVERSIDAD DE CUENCA

odontología, el matiz se clasifica según la escala Vita que frecuentemente utiliza cuatro categorías de acuerdo con la predominancia de los colores: A (rojo-marrón), B (naranja-amarillo), C (verde-gris), y D (rojo-ceniza).²⁰

Croma: Es aquella cualidad por la cual podemos distinguir un color fuerte de uno débil, es decir describe la intensidad del matiz.¹⁹ A esta dimensión también se la conoce como saturación. Desde el punto de vista clínico, es fácil percibir la diferencia de saturación del tercio cervical en relación al tercio medio, ya que generalmente el cervical presenta mayor saturación debido al menor espesor del esmalte y mayor influencia de la dentina.²⁰

Valor: “Es aquella cualidad por la cual distinguimos un color claro de un color oscuro”¹⁹ El valor, también llamado luminosidad define cuándo el color de un diente se aproxima al negro (baja luminosidad) o al blanco (alta luminosidad). En relación con la práctica clínica corresponde a la cantidad de gris sobre el matiz-saturación del diente.²⁰

Con el fin de convertir mediciones espectrofotométricas en las tres dimensiones mencionadas, la Comisión Internacional de la Iluminación (Commission Internationale de l’Eclairage CIE), una organización dedicada a estandarizar áreas como el color y apariencia, creó el sistema CIE de colores.

En 1976 desarrollaron el modelo colorimétrico La^*b^* también llamado CIELAB en el que se indican los colores según tres parámetros.²¹

Luminancia: Expresado como porcentaje (desde el 0, que indica negro, hasta el 100, que indica blanco).²¹ Este parámetro está directamente relacionado con el valor o luminosidad descrito por Munsell.²²

a^* y b^* : Dos gamas de colores desde el verde hasta el rojo y desde el azul hasta el amarillo respectivamente con valores que van desde el -120 al +120.²¹



2.3.2 MÉTODOS PARA MEDIR EL COLOR

Existen varios métodos para evaluar el color. Estos varían desde comparaciones visuales subjetivas usando guías hasta mediciones objetivas usando instrumentos como espectrofotómetros, colorímetros y técnicas de análisis de imagen.¹⁵

La determinación visual comparando el diente con guías de color es el método aplicado con mayor frecuencia, pero existen ciertas variables como condiciones de luz externas, experiencia, edad, fatiga del ojo humano y variables fisiológicas como el daltonismo que pueden conducir a inconsistencias y sesgos.¹⁵

Entre las guías de color más utilizadas tenemos:

VITA Classical A1-D4®: Stephen et al.²³ reportaron que esta es probablemente la guía de color más utilizada. Formada por 16 muestras de color que pueden ser ordenadas de dos maneras, según las tonalidades cromáticas en familias A (rojo- parduzco), B (rojo-amarillento), C (verde-gris), D (rojiza-gris) y según su valor o luminosidad. Esta guía también se presenta con una solución ampliada adicional VITA Bleached Shades con tres colores de blanqueamiento dental.²⁴

VITA SYSTEM 3D MASTER®: Caracterizada por una distribución sistemática de 26 colores, está organizada en cinco familias de acuerdo a la luminosidad, con una distribución secundaria basada en el croma y matiz. Los valores van desde el 1(más claro), al 5 (más oscuro).²⁵ En cada grupo se dispone de un valor central (M2) rodeado de 6 muestras para la determinación del matiz e intensidad cromática que se diferencian con los códigos L1.5 y L2.5 para tonalidades amarillas y para tonalidades rojizas tenemos R1.5 y R2.5.²⁶



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Chromascop (Ivoclar Vivadent, Uk): Conformada por cinco grupos de colores de cuatro muestras cada uno que varían de acuerdo a la intensidad. Cada grupo tiene un número que corresponde a un matiz: 100 (blanco), 200 (amarillo), 300 (café claro), 400 (gris), 500 (café oscuro).²⁷

Instrumentos como espectrofotómetros y colorímetros han sido usados en entornos industriales y de investigación.¹⁵

Los espectrofotómetros se encuentran entre los instrumentos más precisos, útiles y flexibles en la determinación del color en odontología, miden la cantidad de luz reflejada por un objeto a intervalos de 1-25Nm a lo largo del espectro visible y las medidas obtenidas se codifican a guías de color dentales.²³

El espectrofotómetro Vita Easyshade Advance 4.0 utiliza el sistema CIELab e indica los colores dentales en los sistemas cromáticos VITA SYSTEM 3D Master y VITA Classical A1-D4.²⁸

De igual manera, los colorímetros tienen filtro y son generalmente diseñados con el sistema CIELab, las medidas han sido comparadas con lecturas de espectrofotómetros y se ha demostrado que tienen buena repetibilidad. Sin embargo la desventaja está en que solamente miden superficies planas y las piezas dentales a menudo no son planas en su totalidad pudiendo tener anomalías superficiales por lo que la determinación de color puede estar sujeta a errores.¹⁵

Otro método para medir el color es vía análisis de computadora de imágenes fotográficas, este método ha sido usado exitosamente para evaluar los efectos de los tratamientos de blanqueamiento.¹⁵



2.4 CAMBIOS CROMÁTICOS EN RESINAS COMPUESTAS

Santos et al.²⁹ y Omata et al.³⁰ reportaron que la estabilidad cromática es una propiedad que depende de las reacciones del material de restauración y el comportamiento del paciente en cuanto al consumo de alimentos que contienen pigmentos, higiene oral deficiente, uso de enjuagues bucales y del procedimiento de acabado y pulido por parte del profesional. Además, se menciona que la estabilidad del color puede estar directamente relacionada con las diferentes composiciones de los materiales de resina con respecto a las variaciones en el tamaño de las partículas.³¹

De acuerdo a Asmussen et al.³² y Dietshi et al.³³, existen tres tipos de decoloración en las resinas compuestas: (1) Decoloración intrínseca, en donde se involucra alteraciones de la matriz de resina y de la interfase matriz-materiales de relleno;³⁴ también se menciona que estos cambios cromáticos se deben al envejecimiento del material en la restauración;³¹ (2) decoloración extrínseca, causada por la acumulación de placa y pigmentos superficiales;³¹ (3) alteración del color que implica la degradación superficial, penetración y reacción de agentes que contienen pigmentos sobre las capas superficiales de las resinas compuestas (absorción).³¹ Los cambios cromáticos intrínsecos son irreversibles, mientras que los extrínsecos pueden ser eliminados con sistemas de pulido.³⁴

Análisis de las bebidas que se utilizaron durante la presente evaluación *in vitro*:

Café: Después del té, es la bebida más comúnmente consumida en América Latina, contiene antioxidantes fenólicos como los ácidos clorogénico, caféico y melanoidinas³⁵, además de alcaloides entre los que se destaca la (1,3,7-trimetilxantina) cuyo nombre común es cafeína³⁶, estos compuestos orgánicos son los responsables del color que presenta el café como tal y son



UNIVERSIDAD DE CUENCA

los encargados de las pigmentaciones extrínsecas al consumir esta bebida en exceso.

Té de Horchata: Bebida preparada a base de hierbas medicinales como toronjil, manzanilla, hierba luisa, menta, eneldo, ataco, esencia de rosas, malva olorosa, congona, albahaca, naranjilla.³⁷ Esta infusión produce una bebida de color rosa intenso, motivo por el que fue seleccionada para formar parte de esta investigación.

Bebida embotellada sabor a naranja: Es un producto elaborado a base de fruta (10%), al cual se le adicionan azúcares, aditivos, agua, colorantes y saborizantes artificiales.³⁸ En este estudio se utilizó la bebida Tampico citrus punch (Sumesa S.A, Guayaquil -Ecuador), que en su composición presenta E-110 (amarillo 6) y tartrazina (amarillo 5), que son colorantes solubles en agua, haciéndose de color más amarillo cuanto más disueltos estén.



3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el efecto que tienen las bebidas de consumo masivo en nuestro medio, sobre los cambios cromáticos en resinas de nanorelleno.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar cuantitativamente los cambios cromáticos en resinas de nanorelleno antes y después de ser sumergidas en bebidas de consumo masivo durante 15 días.
- Evaluar cuantitativamente los cambios cromáticos en resinas de nanorelleno antes y después de ser sumergidas en bebidas de consumo masivo durante 30 días.
- Evaluar cuantitativamente los cambios cromáticos producidos en resinas de nanorelleno entre diferentes bebidas a los 15 días.
- Evaluar cuantitativamente los cambios cromáticos producidos en resinas de nanorelleno entre diferentes bebidas a los 30 días.



4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 TIPO DE ESTUDIO

Experimental *in vitro*

4.2 UNIVERSO Y MUESTRA

El tamaño muestral estuvo conformado por 80 réplicas de especímenes de resina. Se utilizó el programa G*Power v3.1 para Windows (Heinrich Heine, Universität Düsseldorf), en donde se seleccionó el test ANOVA: Repeated measures, within-between interaction de la familia f-test, el tipo de análisis fue Post hoc en donde los parámetros: $f=0.25$, margen de error 0.05 y $n=80$, indicaron que 80 réplicas tienen una potencia significativa para el presente estudio, las cuales se asignaron a razón de 10 por grupo.

4.3 UNIDAD DE ANÁLISIS Y OBSERVACIÓN

Los datos fueron obtenidos a través del espectrofotómetro (Vita Easyshade Advance 4.0, Zahnfabrik). Se utilizó una ficha elaborada para esta investigación, la cual incluyó el grupo, número del espécimen, el valor inicial y el valor final. (Anexo A)

4.4 HIPÓTESIS

Hi: Las resinas de nanorrelleno presentan cambios cromáticos luego de ser sumergidas en diferentes bebidas de consumo masivo durante 15 y 30 días.

Ho: No existe diferencia en los cambios cromáticos producidos por diferentes bebidas, en las resinas de nanorelleno.



4.5 VARIABLES DEL ESTUDIO

El Cuadro 1 presenta la operacionalización de las variables bebida, cambio cromático y tiempo

Cuadro 1. Variables de estudio

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
BEBIDAS DE CONSUMO MASIVO	Son aquellas bebidas que al momento de enfrentarse a una decisión de compra son elegidas por la mayoría de la población y son consideradas como un conjunto de marcas idóneas, dado que satisfacen ciertos criterios. ³⁸	Farmalemana C.A (Loja,Ecuador)	Agua destilada
		Nescafé, (Nestlé, Brasil)	Café
		Ile (Loja, Ecuador)	Té de horchata
		Tampico Citrupunch (Sumesa, Guayaquil, Ecuador)	Jugo de Naranja
CAMBIO CROMÁTICO	Son cambios en la coloración de la resina ya sean por efecto de sustancias externas, daños internos en la resina o alteraciones en la composición de la resina. ²⁸	Espectrofotómetro (Vita Easysshade Advance 4.0, Zahnfabrik, Germany)	B1:1 A1:2 B2:3 D2:4 A2:5 C1:6 C2:7 D4:8 A3:9 D3:10 B3:11 A3.5:12 B4:13 C3:14 A4:15 C4:16
TIEMPO	Medida para la duración del estudio desde la primera toma del color hasta la toma final de cada grupo.	Días calendario	0 Días 15 Días 30 Días



4.6 METODOLOGÍA

El presente trabajo se inició con un estudio piloto, en donde se confeccionaron 10 patrones de cera (Cavex Set up Soft, Holland) de 10mm de diámetro x 3mm de ancho, el cuál se midió con un calibrador digital (STANLEY, USA).

Se seleccionaron los 5 mejores discos de cera y se tomó una impresión en un recipiente metálico con silicona liviana (Fast Set, Express, 3M ESPE, USA, N.678907) respetando los tiempos de fraguado del fabricante.

Una vez obtenido el molde se procedió a fabricar 4 especímenes de resina, para lo cual se utilizaron dispensadores de resina Filtek™ Z350 XT color A2 esmalte. Con ayuda de un porta material (American Eagle, USA) se colocó incrementos de resina de 2mm de espesor en las matrices de silicona hasta ser llenada, cada incremento fue fotopolimerizado con una lámpara LED (Gnatus, Oplight Max a Batería, Brasil) durante 20 segundos.

Se realizaron las mediciones y se determinó que no existió contracción por fotopolimerización significativa por lo que las matrices realizadas fueron adecuadas para el estudio.

Posteriormente se tomó el color a los 4 especímenes con el espectrofotómetro (Vita Easyshade Advance 4.0, Zahnbrik, Germany) y se procedió a sumergir los especímenes en agua destilada, café, té de horchata y jugo de naranja durante 15 días siendo almacenadas en una estufa a 37°C.

Al finalizar el período se procedió a realizar la segunda medición, observando que luego de tomar el color en los especímenes de café y té de horchata en el espectrofotómetro salía error.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Para solucionar este inconveniente se procedió pulir superficialmente los especímenes con discos de grano fino (PoliDisk, HAHNENKRATT, Germany) adaptados en un micro motor (Star DentalEZ, USA) controlado a un torque de 25 N/cm y a una reducción de 16:1, el desgaste se realizó por 15 segundos por cada lado.

Posteriormente se lavaron los especímenes con agua destilada durante 10 segundos y se los colocó en papel absorbente.

Cada espécimen fue colocado en un fondo blanco, en un ambiente donde se aprovechó la luz del día y se tomó el color con el espectrofotómetro tres veces y se registraron los colores obtenidos por el sistema VITA A1-D4

Una vez culminado el pilotaje se procedió a realizar la confección de los especímenes de acuerdo al estudio piloto. Se realizaron un total de 80 especímenes. Se dividieron aleatoriamente en ocho grupos de estudio, cada uno con 10 especímenes y se los nombró de la siguiente manera: Grupos A y A1: Agua destilada (*farmalemana c.a*, Loja, Ecuador), B y B1 café (Nescafé, Nestlé, Brasil), C y C1 té de horchata (Ile, Loja, Ecuador), D y D1 jugo artificial embotellado sabor a naranja (Tampico Citruspunch, Sumesa, Guayaquil, Ecuador).

Los especímenes fueron almacenados en tubos de ensayo de 10mL con 5mL de agua destilada durante 24 horas en una estufa (New Line, USA) a 37⁰ C. Transcurrido este tiempo, los especímenes fueron colocados en toallas de papel absorbente (Elite, Lima, Perú) durante 1 minuto y se tomó el color con el espectrofotómetro, colocando los especímenes sobre un fondo blanco. Cada toma de color fue confirmada repitiendo el procedimiento por tres ocasiones y una vez que la pantalla dio el mismo valor en las tres veces seguidas se procedió a anotarlo en la ficha de observación.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Para la preparación de las bebidas, diariamente se hirvieron 500mL de agua destilada los cuales fueron medidos con una probeta. Se disolvieron 2.5 gramos de café en 250mL de agua, y en otro recipiente se colocó una bolsa de horchata en 240mL de agua durante 3 minutos.

Finalmente, con una pipeta se tomaron 5mL de cada líquido para cada tubo de ensayo etiquetado con el nombre de la bebida y tiempo de estudio. Luego de 15 y 30 días, los especímenes fueron retirados de sus bebidas uno por uno para ser lavados con agua destilada durante 10 segundos y secados con papel absorbente durante 1 minuto, el pulido y la medición de color fueron realizados de acuerdo a las especificaciones del pilotaje.

Después de realizar las mediciones de color a los 15 y 30 días del período experimental se recolectaron los resultados. Para cuantificar los resultados se utilizó la guía Vita Classical A1-D4 ordenada por luminosidad, es decir de más claro a más oscuro. (Ver Tabla 1)

4.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Los datos se tabularon en el programa Excel (Microsoft Office) y luego se analizaron en el programa IBM SPSS 22 (Armonk, NY, USA). En una primera etapa se desarrolló estadística descriptiva para determinar la variación de cambio cromático en cada grupo según la luminosidad, empleando la media, desviación estándar, valor mínimo y valor máximo. También se empleó y describió la frecuencia de cambio cromático en los diferentes grupos.

Se utilizó la prueba Shapiro Wilk para determinar la normalidad de cada grupo y en una segunda fase se desarrolló estadística inferencial bivariada empleando la prueba Kruskal Wallis y la prueba U de Mann-Whitney para determinar si existía diferencia entre todos los subgrupos.



5. RESULTADOS

El valor inicial para todos los especímenes fue A2, que según la luminosidad tiene un puntaje de 5, mientras que el valor final varió de acuerdo a cada espécimen y se le asignó el puntaje correspondiente (Ver Tabla 2 y 3).

Tabla 1. Orden del color según la guía Vita Classical A1-D4 de acuerdo a la luminosidad.

B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A3.5	B4	C3	A4	C4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Vita Zahnfabrik H.Rauter GmH & Co. Kg

Asignación de puntajes del 1 al 16 para cada tonalidad, en donde el puntaje 1 corresponde al tono B1 que es el más claro y el puntaje 16 corresponde al tono C4 que es el más oscuro.

Para realizar la estadística descriptiva primero se analizó la diferencia del valor final con el valor inicial según los puntajes de los especímenes, cuando se obtuvo esta diferencia se procedió a analizar la media, desviación estándar (SD), valor mínimo y valor máximo por cada grupo experimental.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tabla 2. Valor inicial y final de los especímenes sumergidos en Agua destilada, café, té de horchata y jugo de naranja por 15 días.

Especímen	Agua destilada		Café		Té de Horchata		Jugo de naranja	
	Día 0	Día 15	Día 0	Día 15	Día 0	Día 15	Día 0	Día 15
1	5	5	5	16	5	13	5	9
2	5	5	5	16	5	15	5	9
3	5	5	5	16	5	13	5	5
4	5	5	5	16	5	13	5	11
5	5	5	5	16	5	15	5	9
6	5	5	5	15	5	13	5	5
7	5	5	5	16	5	12	5	11
8	5	5	5	16	5	13	5	11
9	5	5	5	16	5	13	5	11
10	5	5	5	16	5	13	5	9

Valor inicial y final de los especímenes de acuerdo al puntaje correspondiente en la guía Vita Classical en orden de luminosidad.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tabla 3. Valor inicial y final de los especímenes sumergidos en Agua destilada, café, té de horchata y jugo de naranja por 30 días.

Especímen	Agua destilada		Café		Té de Horchata		Jugo de naranja	
	Día 0	Día 30	Día 0	Día 30	Día 0	Día 30	Día 0	Día 30
1	5	5	5	16	5	15	5	11
2	5	5	5	16	5	15	5	11
3	5	5	5	16	5	15	5	11
4	5	9	5	16	5	15	5	13
5	5	5	5	16	5	15	5	11
6	5	5	5	16	5	15	5	13
7	5	5	5	16	5	15	5	13
8	5	5	5	16	5	15	5	11
9	5	5	5	16	5	15	5	11
10	5	5	5	16	5	15	5	13

Valor inicial y final de los especímenes de acuerdo al puntaje correspondiente en la guía Vita Classical en orden de luminosidad.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La Tabla 4 nos muestra el cambio promedio en los especímenes de resina luego de permanecer en las distintas bebidas por 15 días, en donde el agua destilada no produjo cambios cromáticos. El café produjo una diferencia promedio de 10,9 (SD 0,31623; mínimo 10; máximo 11); en las resinas sumergidas en té de horchata hubo una diferencia promedio de 8,3 (SD 0,94868; mínimo 7; máximo 10) y las resinas sumergidas en jugo de naranja mostraron una diferencia promedio de 4,000 (SD 2,30940; mínimo 0,00 y máximo 6,00).

Tabla 4. Cambio cromático según la luminosidad entre los días 0 y 15.

BEBIDA	CAMBIO CROMÁTICO			
	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGUA DESTILADA 15 DÍAS	0,000	0,000	0,000	0,000
CAFÉ 15 DÍAS	11,00	10,00	10,9	0,31623
TÉ DE HORCHATA 15 DÍAS	10,00	7,00	8,3000	0,94868
JUGO 15 DÍAS	6,00	0,00	4,000	2,30940

Estadística descriptiva de cambio cromático de 40 especímenes de resina sumergidos en agua destilada, café, té de horchata y jugo de naranja por 15 días.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La diferencia promedio de cambio cromático en los especímenes de resina sumergidos en los grupos de agua destilada, café, té de horchata y jugo de naranja por 30 días se describe en la Tabla 5, la cual nos indica que el grupo de especímenes de resina sumergidos en Agua destilada mostró una diferencia promedio de 0,4000 (SD 1,26492; mínimo 0,00 y máximo 4,00); todos los especímenes sumergidos en café mostraron una diferencia de 11,00 al igual que todos los especímenes sumergidos en té de horchata que presentaron una diferencia de 10,00; el jugo de naranja produjo una diferencia promedio de 6,800 (SD 1,03280; mínimo 6,00 y máximo 8,00).

Tabla 5. Cambio cromático según la luminosidad entre los días 0 y 30.

BEBIDA	CAMBIO CROMÁTICO			
	MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGUA DESTILADA 30 DÍAS	4,00	0,000	0,4000	1,26491
CAFÉ 30 DÍAS	11,00	11,00	11,00	0,0000
TÉ DE HORCHATA 30 DÍAS	10,00	10,00	10,00	0,0000
JUGO 30 DÍAS	8,00	6,00	6,8000	1,03280

Estadística descriptiva de cambio cromático de 40 especímenes de resina sumergidos en agua destilada, café, té de horchata y jugo de naranja por 30 días.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

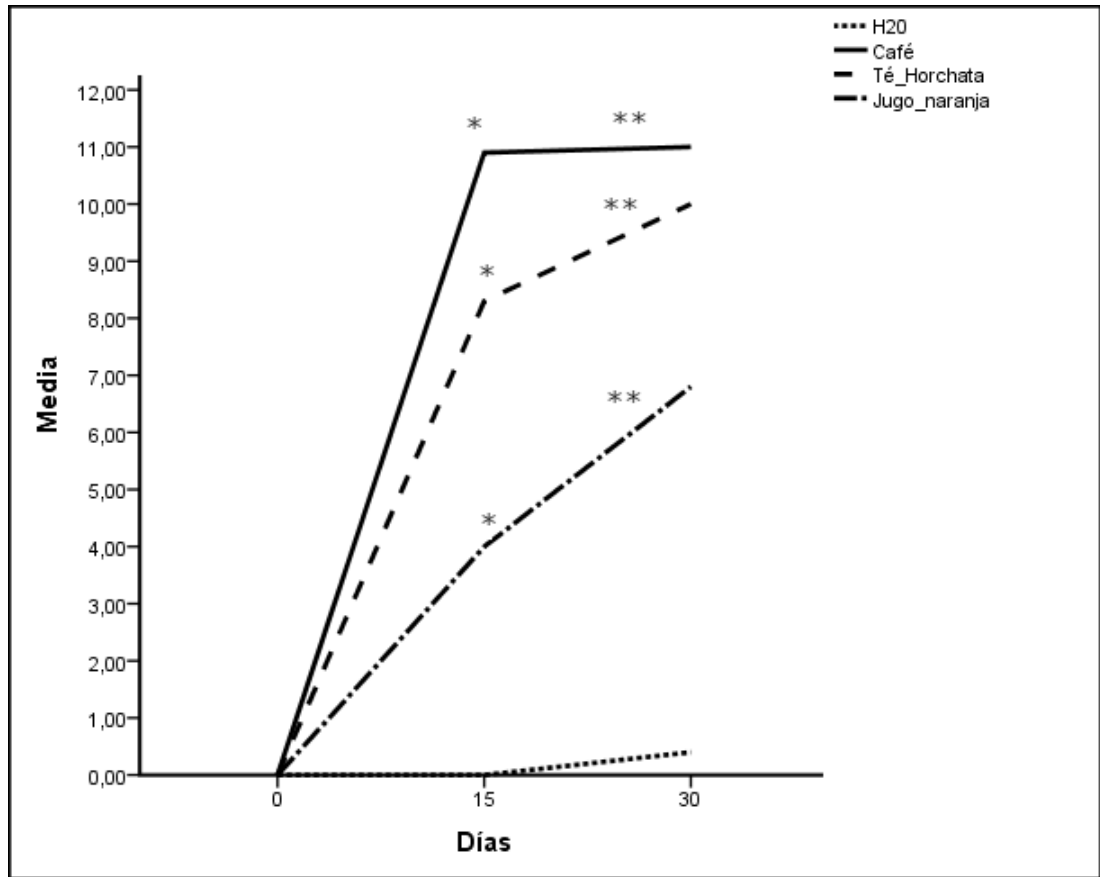
Los grupos sumergidos en café por 15 y 30 días presentaron una mayor diferencia en el cambio cromático comparado con los grupos restantes. Como indica el Gráfico 1, los especímenes alcanzaron una pigmentación máxima a los 15 días que se mantuvo estable hasta los 30 días, según la escala Vita Classical el cambio fue de A2 a C4 en la mayoría de los casos. En segundo lugar se encuentran los grupos de resinas sumergidas en té de horchata por 15 y 30 días en donde las primeras alcanzaron valores de A3.5, B4 y A4 aumentando gradualmente hasta el tono C4 a los 30 días.

De la misma manera el Gráfico 1 indica que los grupos que presentaron menor diferencia fueron: Jugo de naranja por 30 días en donde los especímenes variaron a B3 y B4, jugo por 15 días con cambios a B3 y A3 a excepción de dos especímenes que no mostraron diferencia; en el grupo de agua destilada por 30 días solamente un espécimen cambió de color a A3 y finalmente en el grupo de agua destilada por 15 días donde no hubo ninguna diferencia.

Según la prueba Kruskal Wallis, existe diferencia estadística al realizar la comparación del promedio de todos los grupos, por lo que se procedió a realizar comparaciones entre todos ellos. La prueba U de Mann-Whitney indicó que cada grupo mencionado presenta diferencia significativa en comparación con los grupos control ($p < 0,05$).

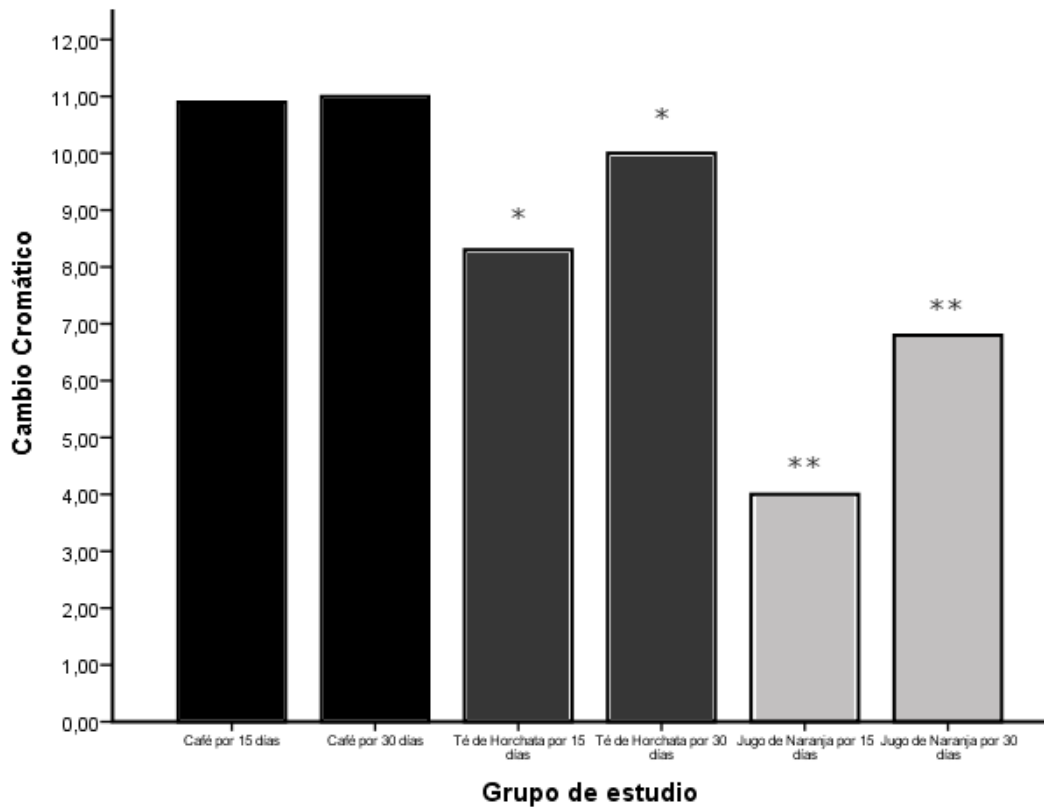
Al realizar comparaciones entre las mismas bebidas en los diferentes tiempos, los grupos de café no dieron resultados estadísticamente diferentes ($p > 0,05$); sin embargo, entre los grupos de té de horchata y entre los grupos de jugo de naranja si se encontró diferencia significativa ($p < 0,05$) y se pueden observar las comparaciones de promedios en el Gráfico 2.

Gráfico 1. Cambio cromático según la luminosidad en los diferentes grupos.



Cambio cromático promedio de los grupos de estudio en comparación con los grupos control. (*) Diferencia significativa en relación al agua destilada por 15 días; (**) diferencia significativa en relación al agua destilada por 30 días. Nivel de significancia estadístico ($p < 0,05$).

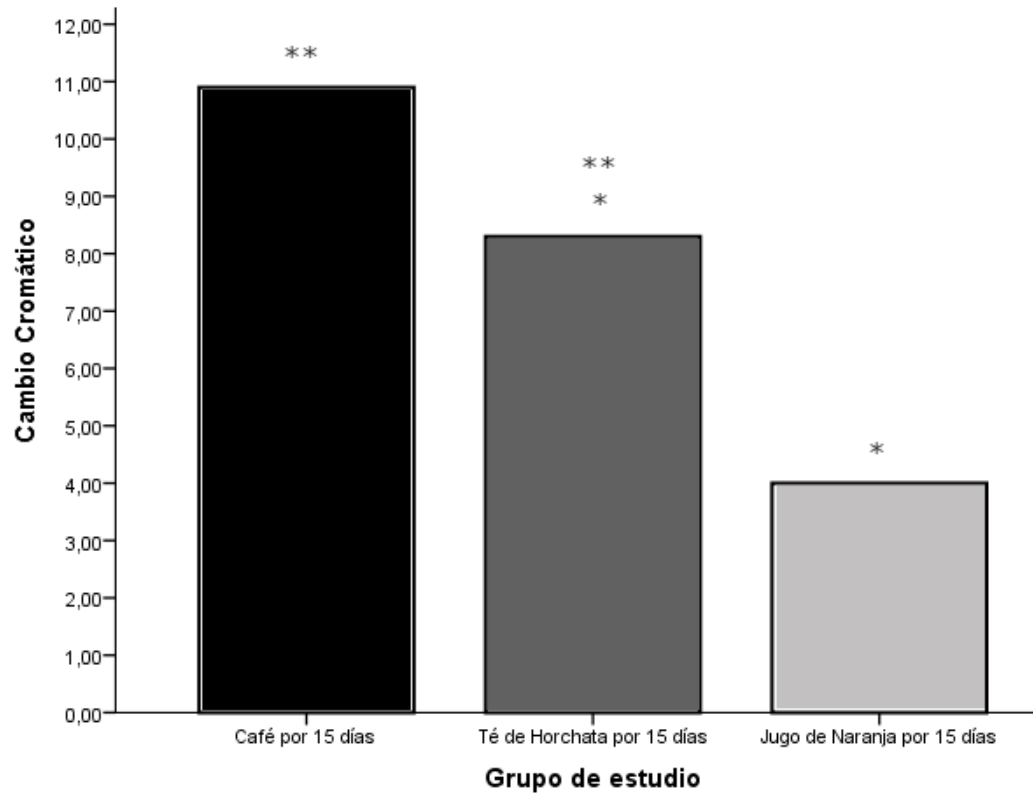
Gráfico 2. Comparación entre los grupos de estudio en los diferentes tiempos



Comparación entre las mismas bebidas en los diferentes tiempos. (*) Diferencia significativa entre los grupos de té de horchata; (**) diferencia significativa entre los grupos de jugo de naranja.

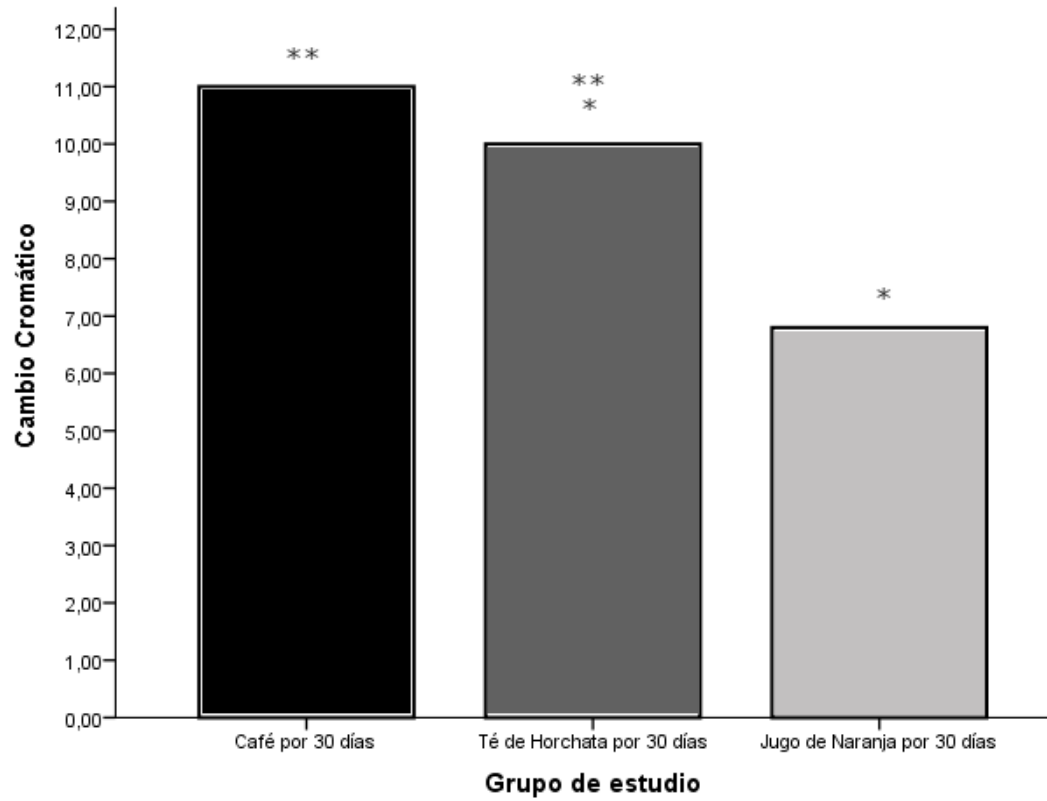
Los Gráficos 3 y 4 indican la comparación entre los grupos café, té de horchata y jugo de naranja por 15 y 30 días respectivamente, en donde los grupos de té de horchata y jugo presentaron diferencia estadísticamente significativa con relación al café. Los grupos té de horchata igualmente dieron resultados estadísticamente diferentes en relación a los grupos de jugo de naranja ($p < 0,05$).

Gráfico 3. Cambio cromático producido por café, té de horchata y jugo de naranja por 15 días.



Comparación entre las distintas bebidas a los 15 días de estudio. (*) Diferencia estadísticamente significativa en relación al café; (**) Diferencia estadísticamente significativa en relación al jugo de naranja.

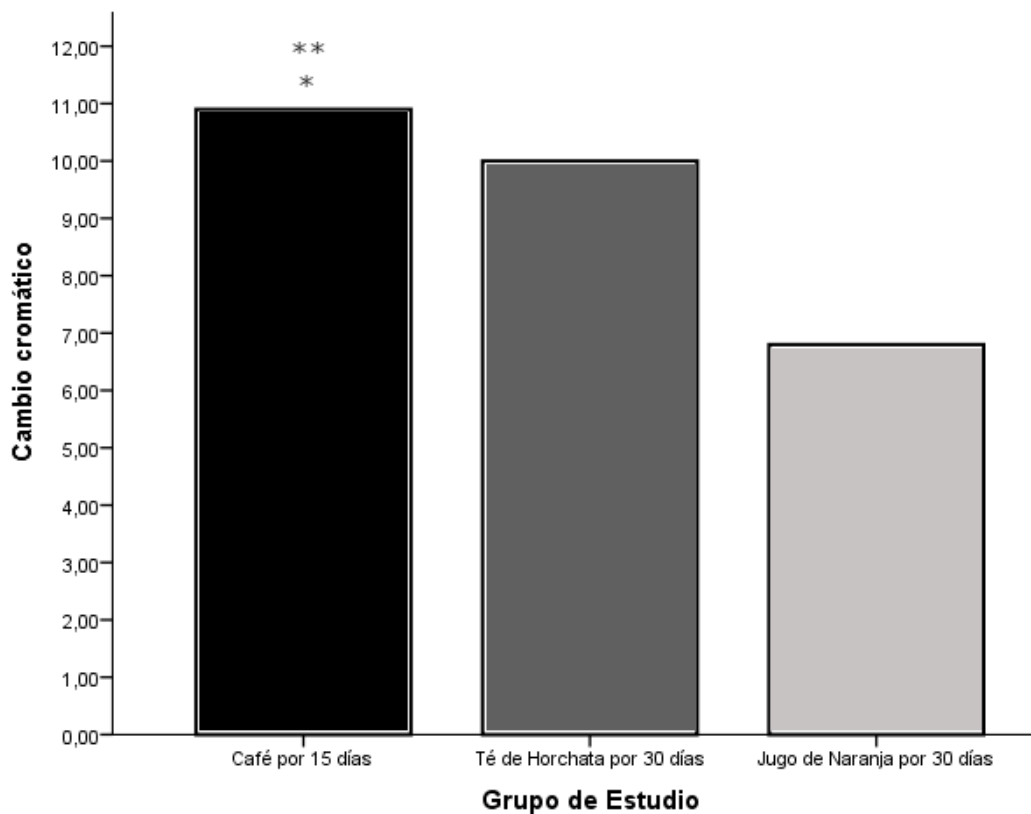
Gráfico 4. Cambio cromático producido por café, té de horchata y jugo de naranja por 30 días.



Comparación entre las distintas bebidas a los 15 días de estudio. (*) Diferencia estadísticamente significativa en relación al café; (**) Diferencia estadísticamente significativa en relación al jugo de naranja.

El Gráfico 5 presenta la comparación de cambio cromático de los 10 especímenes de resina sumergidos en café por 15 días versus los especímenes sumergidos en té de horchata y jugo de naranja por 30 días, la prueba U de Mann-Withney indicó que si existe diferencia estadísticamente significativa entre el grupo café por 15 días y los grupos mencionados ($p < 0,05$).

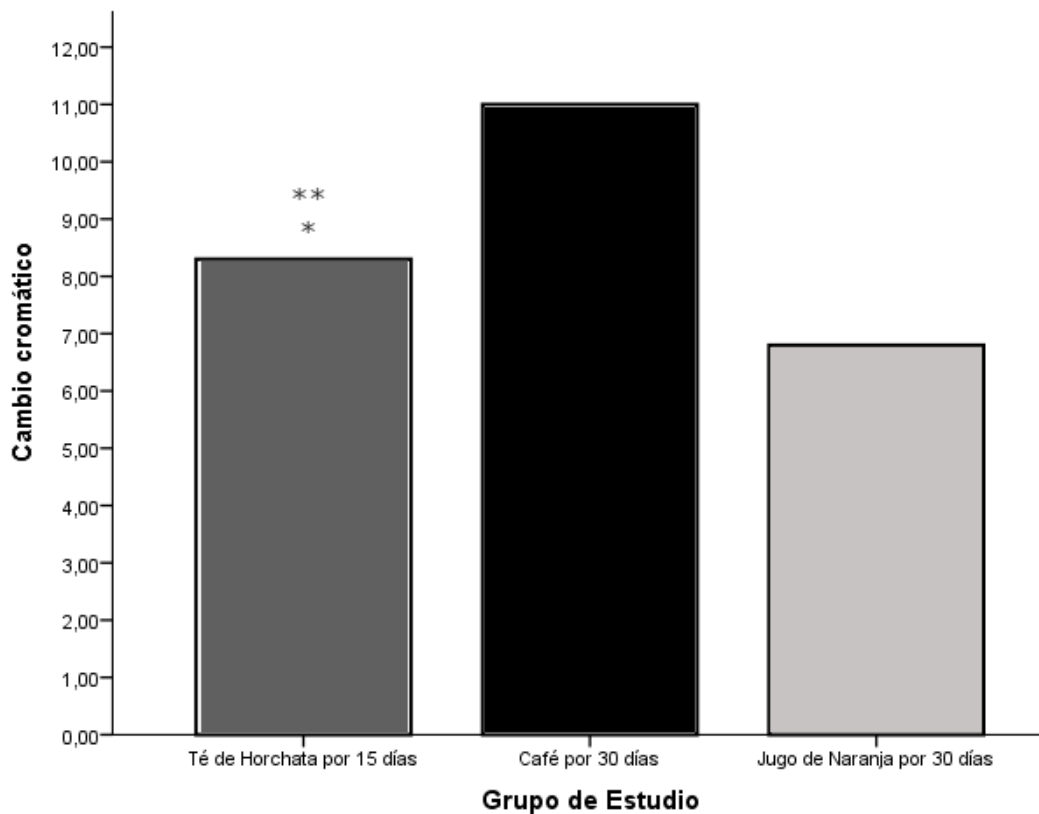
Gráfico 5. Comparación del grupo café por 15 días con los grupos té de horchata y jugo de naranja por 30 días.



Cambio cromático producido en resinas sumergidas en café por 15 días en comparación con el cambio cromático producido por té de horchata y jugo de naranja en 30 días. (*) Diferencia estadísticamente significativa en relación al té de horchata; (**) diferencia estadísticamente significativa en relación al jugo de naranja.

De la misma manera, al analizar la diferencia estadística ente el grupo de té de horchata por 15 días con los grupos café y jugo de naranja por 30 días, si se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$); dichas comparaciones se pueden apreciar en el Gráfico 6

Gráfico 6. Comparación del grupo té de horchata por 15 días con los grupos café y jugo de naranja por 30 días.



Cambio cromático en resinas sumergidas en té de horchata por 15 días en comparación con el cambio cromático producido por café por 30 días y jugo de naranja por 30 días. (*) Diferencia estadísticamente significativa en relación al café; (**) diferencia estadísticamente significativa en relación al jugo de naranja.



6. DISCUSIÓN

El presente estudio estuvo enfocado en evaluar los cambios cromáticos producidos en especímenes de resina Filtek Z350 XT luego de ser expuestos a diferentes bebidas durante 15 y 30 días. De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación y en otros estudios similares^{30,31,42,43,44} las resinas compuestas son materiales susceptibles a cambios cromáticos y esto depende del tipo de bebida.

Como indica el Gráfico 1, ningún espécimen de resina sumergido en agua destilada por 15 días mostró cambios de color entre los días 0 y 15; este resultado es similar a lo encontrado por Mutlu-Sagesen et al.⁴⁰, que compararon los cambios de color en resinas (ART Glass, Heraus-kulzer) a los 15 días y no encontraron diferencia. Al KHEIRAIF et al.⁴¹, realizaron un estudio de resinas nanohíbridas (Grandio, A2) y microhíbridas (Arabesk Top) en donde encontraron cambios pero que siguen siendo clínicamente aceptables. Sin embargo, Malekipour et al.⁴² realizaron un estudio con resina Filtek Z100 (3M ESPE, A2) en donde la diferencia promedio de color luego de 14 días fue clínicamente inaceptable.

No obstante, en las resinas sumergidas en agua destilada por 30 días, únicamente un espécimen cambio de A2 a A3, esta variación no fue perceptible clínicamente y coincide con Mutlu-Sagesen et al., quienes reportaron una diferencia mínima en el cambio de color a las 4 semanas, además reportaron que al medir el valor L* las resinas sumergidas en agua destilada presentaron aumento en la luminosidad (más claro) en los primeros días del estudio y luego este valor disminuyó a las 4 semanas (más oscuro). Nasim et al.⁴³ y Al KHEIRAIF et al., igualmente reportaron cambios en resinas nanohíbridas y microhíbridas a los 30 días que fueron considerados clínicamente aceptables.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La diferencia promedio de cambio cromático en el grupo de resinas sumergidas en café por 15 días fue 10,9 siendo una diferencia elevada ya

que el cambio fue de A2 a A4 en un espécimen y C4 en los nueve restantes; Sampedro y Cifuentes realizaron un estudio similar basándose en la escala Vita Classical A1-D4 según la luminosidad y reportaron una variación promedio de 8,4 en restauraciones de resina en piezas extraídas sumergidas en café por 6 días, las cuales cambiaron de A2 a D4. Igualmente, Malekipour et al. encontraron diferencias significativas coincidentes con Al KHERIRAIIF et al., quienes reportaron cambios similares en resinas nanohíbridas y microhíbridas sumergidas en café; Mutlu–Sagesen et al., obtuvieron cambios de color pero los consideraron mínimos y clínicamente aceptables. En los especímenes de resina sumergidos en café por 30 días, la diferencia promedio en el cambio de color fue de 11, igualmente Al KHEIRAIIF et al., reportaron que especímenes de resina nanohíbridas y microhíbridas mostraron cambios de color considerados inaceptables clínicamente.

El café empleó un rol característico en este estudio ya que fue la bebida que produjo mayor cambio cromático. Um y Ruyter⁴⁴ quienes estudiaron los efectos del café y del té, describieron que la decoloración puede ser causada por adsorción y absorción superficial en donde la compatibilidad del polímero con componentes amarillentos del café facilita la adsorción y penetración de colorantes.

El cambio cromático en las resinas inmersas en té de horchata por 15 días fue de 8,3 con tonos comprendidos entre A3.5, B4 y A4; el cambio promedio por 30 días fue de 10 con tonos de A4 en todos los especímenes. A pesar de no haber encontrado literatura en la que se utilizó esta misma bebida, podemos suponer que ocurre el mismo fenómeno de adsorción y absorción, ya que Um y Ruyter mencionan que los polímeros de las resinas compuestas presentan afinidad a pigmentos amarillos⁴⁴ y al realizar el presente estudio, los especímenes destinados al té de horchata presentaron pigmentaciones



UNIVERSIDAD DE CUENCA

que clínicamente se consideraron amarillentas y perceptibles luego de cada tiempo experimental.

En los especímenes de resina sumergidos en jugo de naranja por 15 y 30 días, el cambio de color promedio fue de 4,000 y 6,8 respectivamente. Estos resultados indican que mientras mayor es el tiempo de exposición a esta bebida, mayor es el grado de pigmentación, lo mismo sucede en el estudio de Mutlu-Sagesen et al. que reportaron cambios de color de resinas inmersas en jugo de naranja a las 2 semanas los cuales aumentaron a las 4 semanas, aun así los resultados fueron considerados clínicamente aceptables y coinciden con Khatri y Nandlal⁴⁵ quienes evaluaron el cambio cromático de resinas inmersas en colorante amarillo-naranja, similar al que se encuentra en el jugo Tampico, y luego de 4 semanas los resultados fueron aceptables clínicamente. La presencia de colorante amarillo nos lleva a pensar que debería suceder el mismo fenómeno que en el café y té de horchata, en contraparte el jugo embotellado únicamente tiene un 10% de fruta y lo que le da el color son los colorantes artificiales. Los cambios cromáticos clínicamente mostraron tonalidades amarillas que fueron poco perceptibles.

La resina Filtek Z350 está compuesta por una matriz de bis-GMA, UDMA, TEDGMA y bis-EMA, mientras que su relleno está compuesto por sílice no aglomerado de 20nm, relleno de zirconio no aglomerado de 4 a 11 nm y un relleno clúster de zirconio/sílice (20 nm de zirconio y sílice 4 a 11 nm)⁴⁶, por el tamaño de estas partículas se podría esperar una superficie más lisa que retenga menor cantidad de pigmentos, sin embargo, estudios previos similares ^{42,43} encontraron significativos cambios cromáticos, superiores a resinas con partículas de mayor tamaño como en el caso de Nassim et al., quienes realizaron la comparación entre resinas compuestas microhíbridas y de nanorrelleno en donde las ultimas presentaron mayor cambio de color.⁴³

Khatri y Nandlal⁴⁵ investigaron el cambio de color de resinas de nanorrelleno (Ceram- X B1) comparadas con resinas microhíbridas (TPH-



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Spectrum B1) sumergidas en saliva artificial, café, chocolate y colorante amarillo-naranja por 1 y 4 semanas llegando a la conclusión que las resinas de nanorrelleno son más resistentes a los agentes que contienen pigmentos.⁴⁵

Pires-de-Souza et al.⁴⁷ compararon la estabilidad cromática de resinas híbridas (Filtek Z250), microhíbridas (Esthet X), de nanorrelleno (Filtek Z350) y resinas a base de silorano (Filtek P90) en donde no encontraron diferencia estadística entre las tres primeras ($p < 0,05$), pero si hubo diferencia con la resina P 90, la cual está formada por una matriz de resina diferente que es a base de siloxanos y oxiranos.

Esto nos indica que el cambio cromático no solamente depende del tamaño de las partículas de relleno, sino también de la matriz ya que el material utilizado por Khatri y Nandlal es un Ormocer, es decir no contiene bis-GMA, por esta razón sería importante comparar entre diferentes marcas de resina que contengan partículas de nanorelleno.

Pirez-de-Souza et al. también mencionan que las resinas que contienen TEGDMA liberan mayor cantidad de monómeros en medios acuosos, que aquellas que solo contienen bis-GMA dando como resultado una mayor alteración del color.⁴⁷

Entonces, el cambio cromático que presentaron los especímenes de resina en el presente estudio posiblemente se debe en parte a la presencia de TEGDMA en su matriz que tiene propiedades hidrófilas y por otra parte la influencia de los componentes de cada bebida utilizada, ya que cada bebida produjo cambios cromáticos diferentes.⁴⁷



7. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se elaboró este estudio se puede concluir que:

- Las bebidas de consumo masivo producen cambios cromáticos en las resinas de nanorrelleno Filtek Z350 XT.
- El agua destilada no produce cambios cromáticos en resinas de nanorrelleno luego de 15 días de exposición a la bebida, pero si produce cambios a los 30 días.
- Bebidas como café, té de horchata y jugo de naranja producen cambios cromáticos en resinas de nanorrelleno a los 15 y 30 días.
- La bebida que produjo mayor cambio cromático fue el café, seguido del té de horchata, por lo que la estabilidad cromática depende de la composición de cada bebida.
- El jugo de naranja contiene colorantes que producen cambios cromáticos que se intensifican de acuerdo al consumo y con el paso del tiempo.
- El agua destilada produce cambios cromáticos clínicamente imperceptibles.



8. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios similares que comparen resinas de nanorelleno con resinas de diferente composición.
- Realizar estudios entre diferentes marcas de resinas de nanorrelleno.
- Investigar sobre los componentes del té de horchata por separado.
- Realizar estudios con jugo de naranja natural.
- Realizar investigaciones en que se compare el efecto de las mismas bebidas pero en porcelana.
- Realizar investigaciones utilizando el sistema CIEL*a*b* para analizar las tres dimensiones del color.



9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. LUIZ BKM, AMBONI RDMC, PRATES LHM, ROBERTO BERTOLINO J, PIRES ATN. Influence of drinks on resin composite: Evaluation of degree of cure and color change parameters. *Polymer Testing*. 2007 Jun;26(4):438–444.
2. FALKENSAMMER F, ARNETZL GV, WILDBURGER A, FREUDENTHALER J. Color stability of different composite resin materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2013 Jun;109(6):378–383.
3. JOSÉ LUIS PC. Estudio de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de jugos naturales en el distrito metropolitano de Quito. 2011 Mar.
4. RODRÍGUEZ G, DOUGLAS R, PEREIRA S, NATHALIE A. Evolución y Tendencias Actuales en Resinas Compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*. 2008 Dec;46:381–92.
5. ALBERS, H. *Odontología Estética. Selección y colocación de Materiales*. Primera edición. Labor. Barcelona.1.988; p. 21-25.
6. *The Journal of Prosthetic Dentistry; Glossary of Prosthodontic Terms*; July 2015; Volume 94.
7. BERTOLDI HEPBURN A. *Odontología Restauradora y Salud Pulpar. La Carta Odontológica*. 2001 Apr;6 n.17:13.
8. MURILLO BRENES C. Nuevos Materiales Restaurativos: Contracción por fotopolimerización y adaptación marginal del ormocer admira y el composite nanohíbrido filtek z350. Estudio comparativo. *IDental*. 2008;1(1):37–50.



9. MCCABE JF, KAGI S. Mechanical properties of a composite inlay material following post-curing. *British Dental Journal*. 1991 Oct 19;171(8):246–248.
10. SARKAR NK, KARMAKER A, PRASAD A, SHIH F. Simulation on in vivo degradation of dental composites. *J Mater Sci Let*. (1999); 18: 1749-52.
11. YEARN, J. Factors affecting cure of visible light activated composites. *Int. Dent. J.* (1985); 35:218 – 225.
12. HERVÁS GARCÍA ADELA, MARTÍNEZ LOZANO MIGUEL ANGEL, CABANES VILA JOSE, BARJAU ESCRIBANO AMAYA, FOS GALVE PABLO. Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Med. oral patol. oral cir. bucal*. 2006 Abr;11(2): 215-220.
13. LANG, B. JAARDA, M. WANG, R. Filler particle size and composite resin classification systems. *J Oral Rehabil*. (1992);19: 569 – 584.
14. SAMPEDRO RODRIGUEZ AM, CIFUENTES S. Evaluación In vitro del grado de pigmentación de las resinas Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent), Amelogen Plus (Ultradent), Z100 (3M), Filtek Z250 XT(3M), al ser sumergidas Nestea, Coca Cola, y café Buen día. 2014 Dec.
15. JOINER A. Tooth colour: A review of the literature. *Journal of Dentistry*. 2004 Jan;32:3–12.
16. JOINER A, HOPKINSON I, DENG Y, WESTLAND S. A review of tooth colour and whiteness. *Journal of Dentistry*. 2008 Jan;36:2–7.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

17. DAGG H, O'CONNELL B, CLAFFEY N, BYRNE D, GORMAN C. The influence of some different factors on the accuracy of shade selection. *Journal of oral rehabilitation*. 2004 Sep 17;31(9):900–4.
18. CURD F, JASINEVICIUS T, GRAVES A, COX V, SADAN A. Comparison of the shade matching ability of dental students using two light sources. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2006 Dec 19;96(6):391–6.
19. SPROULL RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. (2001) Nov;453–7.
20. CONCEIÇÃO N. *Odontología Restauradora*. 2ª ed. Ed. Médica Panamericana, editor. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana; 2008;274 p.
21. Codificación CIE / L*a*b. 2016 [cited mar 21]; Available from: <http://es.ccm.net/contents/711-codificacion-cie-l-a-b>
22. JOHNSTON WM. Color measurement in dentistry. *Journal of Dentistry*. 2009 Mar 11;37s:e2–6.
23. CHU SJ, TRUSHKOWSKY RD, PARAVINA RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*. 2010 Jan;38:e2–e16.
24. ZAHNFABRIK V: VITA Zahnfabrik. *Guías de colores*; 2016 [cited 2016 Sep 8] Available from: <https://www.vita-zahnfabrik.com/es/Guias-de-colores-31236,98477.html>.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

25. RODRIGUES S, RAMANAND SHETTY S, PRITHVIRAJ DR. An Evaluation of Shade Differences Between Natural Anterior Teeth in Different Age Groups and Gender Using Commercially Available Shade Guides. *J Indian Prosthodont Soc.* 2012 Dec;12(4):222–30.
26. BUSTAMANTE TED. 3D-Master, colores dentales, cromatología; 2010. Available from: <http://bustamantelab.blogspot.com/2010/10/3d-mester.html>.
27. O'BRIEN W, OH W-S, PICHÉ P. Color parameters of the Chromascop shade guide. *Dentistry Journal.* 2012 Dec 21;1(1):3–11.
28. POP-CIUTRILA I-S, COLOSI HA, DUDEA D, BADEA ME. Spectrophotometric color evaluation of permanent incisors, canines and molars. A cross-sectional clinical study. *Clujul Medical.* Clujul Medical; 2015 Sep 20;88(4):537.
29. SANTOS PAD, DIBB RGP, CORONA SAM, CATIRSE ABE, GARCIA PPNS. Influence of fluoride-containing solutions on the translucency of flowable composite resins. *Journal of Materials Science.* 2003;38(18):3765-8.
30. OMATA Y, UNO S, NAKAOKI Y, TANAKA T, SANO H, YOSHIDA S ET AL. Staining of hybrid composites with coffee, oolong tea, or red wine. *Dent Mat J.* 2006;25(1):125-31.
31. RODRIGUEZ TONETTO M, SANTEZI NETO C, MAGNANI FELÍCIO C, ALEIXO DOS SANTOS DOMINGOS P, ALVES DE CAMPOS E, FERRAREZI DE ANDRADE M. Effect of staining agents on color change of composites. *Revista Sul-Brasileira de Odontologia.* 2012 Aug 23;9(3):266–71.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

32. ASMUSSEN E. Factors affecting the color stability of restorative resins. *Acta Odontol Scand.* 1983;41:11-8.
33. DIETSCHI D, CAMPANILE G, HOLZ J, MEYER JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dent Mater.* 1994;10:353-62.
34. TEKÇE N, TUNCER S, DEMIRCI M, SERIM ME, BAYDEMIR C. The effect of different drinks on the color stability of different restorative materials after one month. *Restorative Dentistry & Endodontics.* 2015 Aug 7;40(4):255–61.
35. PINEDA A, CHILE, VERDUGO L, DE CHILE CU. Recidiva del color dentario por té, café y vino: In vitro. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral.* 2012 Aug;5(2):57–65.
36. ACOSTA TORRES, L. S., CASTAÑO GONZÁLEZ, K., VÁZQUEZ RAMOS, C., CASTAÑO, V. M., HERNANDEZ PADRÓN, G. Análisis espectroscópico en la pigmentación de dientes para prótesis por contacto con café. *Química Hoy*, 2011, vol. 2, no 1.
37. ILE INDUSTRIA ALIMENTICIA - TE DE HORCHATA; 2016 [cited 2016 Feb 16]. Available from: <http://ile.com.ec/es/productos/aromaticas/te-de-horchata>.
38. ESPINOSA ALMEIDA S, NARVÁEZ FLORES F. Determinación de los costos de calidad en la industria de los jugos envasados; 2007.
39. Moreno A. Desarrollo de Canales de Mercado Mediante la Identificación de las ocasiones de compra/consumo de bebidas no alcohólicas de los quiteños. 2010.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

40. MUTLU-SAGESEN L, ERGÜN G, OZKAN Y, SEMIZ M. Color stability of a dental composite after immersion in various media. *Dental materials journal*. 2005 Nov 11;24(3):382–90.
41. KHERAIF AAAA, QASIM SSB, RAMAKRISHNAIAH R, REHMAN I UR. Effect of different beverages on the color stability and degree of conversion of nano and microhybrid composites. *Dental Materials Journal*. 2013;32(2):326–31.
42. MALEKIPOUR MR, SHARAFI A, KAZEMI S, KHAZAEI S, SHIRANI F. Comparison of color stability of a composite resin in different color media. *Dentar Research Journal*. 2012 Jun;9(4):441–6.
43. NASIM I, NEELAKANTAN P, SUJEER R, SUBBARAO CV. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins—An in vitro study. *Journal of Dentistry*. 2010;38s:e1 37– e1 42.
44. UM CM, RUYTER IE. Staining of resin based veneering materials with coffee and tea. *Quint Int*. 1991;22:377-86.
45. KHATRI A, NANDLAL B. Staining of a Conventional Nanofilled Composite Resin Exposed in vitro to Liquid Ingested by Children. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2010;3(3):183–8.
46. 3M E. Filtek Z350 XT Sistema Restaurador Universal Perfil técnico del producto. 2010; [cited Sept 22]. Available from: <http://multimedia.3m.com/mws/media/7251770/perfil-tecnico-filtek-z350-xt.pdf>
47. PIRES-DE-SOUZA F DE CP, ROBERTI GARCIA L DA F, REGO ROSELINO L DE M, ZAGO NAVES L. Color stability of silorane-based composites submitted to accelerated artificial ageing—An in situ study. *Journal of Dentistry*. 2011;39s:e18–24.



10. ANEXOS

Anexo A.

Ficha de Observación

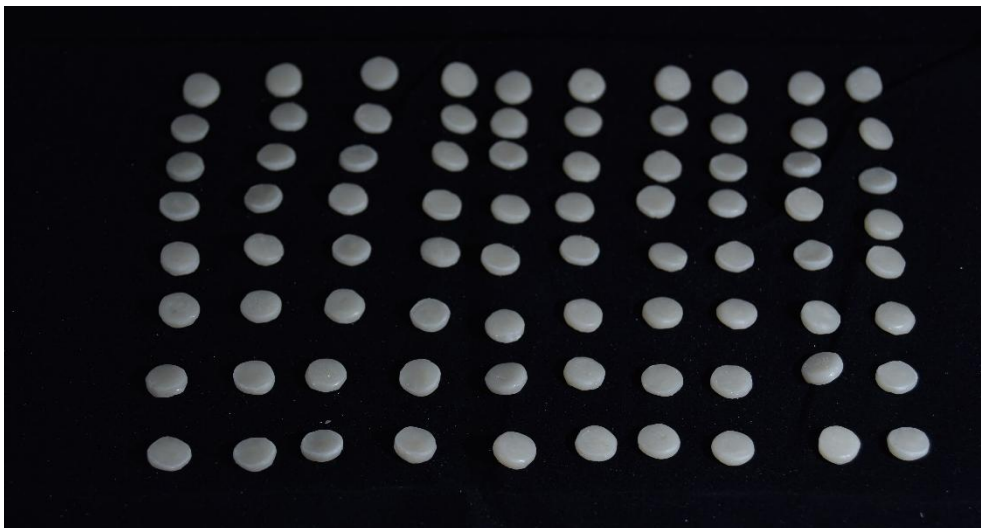
Número del Especimen	Agua destilada		Café		Té de Horchata		Jugo de naranja	
	Color inicial	Color final	Color inicial	Color final	Color inicial	Color final	Color inicial	Color final
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Anexo B

Fotografías



Espectrofotómetro Vita Easyshade Advance 4.0



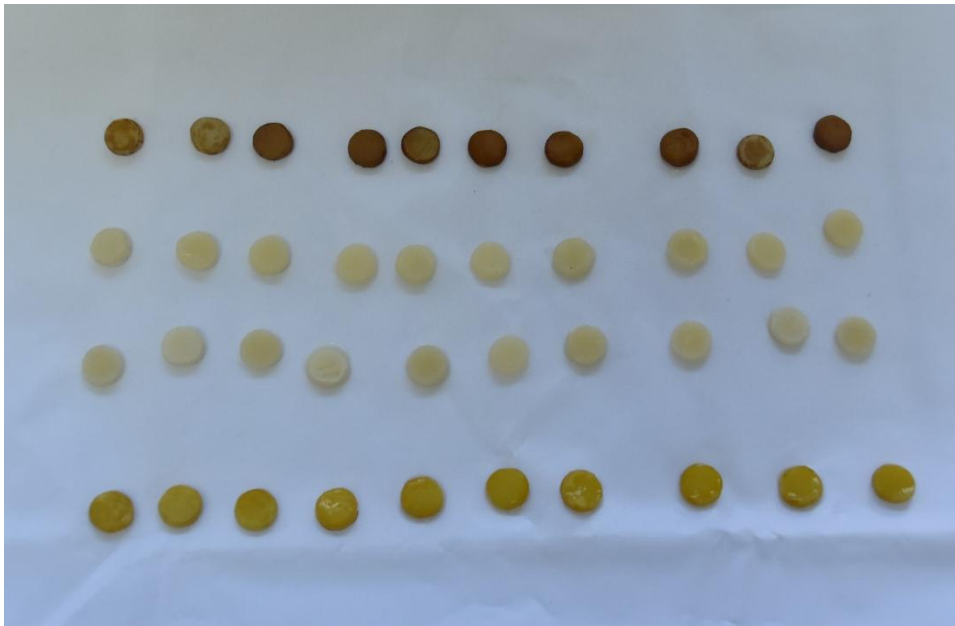
Especímenes de resina Filtek Z350XT



Especímenes sumergidos en café, jugo de naranja, agua destilada y té de horchata.



Almacenamiento de los especímenes a 37°C



Cambio cromático



Toma de color final