



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA  
MAESTRIA EN CIENCIAS ODONTOLOGICAS MENCION RESTAURADORA  
Y ESTETICA

**INFLUENCIA DE TRES BEBIDAS EN LA ESTABILIDAD DEL  
COLOR DE DOS RESINAS COMPUESTAS**

Trabajo de Grado para optar al título de Magister en Ciencias Odontológicas  
mención Restauradora y Estética.

**Autor:** Od. Tique Y. Gilma L

**Tutor:** MsC. Juan Pablo Pérez

Mérida-Venezuela, febrero 2020



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA  
MAESTRIA EN CIENCIAS ODONTOLOGICAS MENCION RESTAURADORA  
Y ESTETICA

## INFLUENCIA DE TRES BEBIDAS EN LA ESTABILIDAD DEL COLOR DE DOS RESINAS COMPUESTAS

Autor: Od. Gilma L. Tique Y.

Tutor: MsC Juan Pablo Pérez

Mérida – Venezuela, febrero 2020

### RESÚMEN

**Introducción:** Las resinas compuestas constituyen un grupo de materiales restauradores cuyas propiedades estéticas, físicas y mecánicas permiten devolver la biología y la función normal a los pacientes. El éxito de una restauración estética se basa principalmente en la consistencia y en la estabilidad del color del material a lo largo del tiempo. **Objetivo:** Evaluar la estabilidad del color en función de Luminosidad (L) y Cromo (C) en dos sistemas de resinas compuestas Filtek™ Z350 XT y BRILLIANT Everglow™ luego de ser sometidos a los efectos de tres agentes pigmentarios. **Metodología:** se elaboraron 180 muestras, 90 por cada marca de resina Brilliant EverGlow™ (Coltène/Whaledent. Altstätten Switzerland) (A1/B1, Trans y OA1) y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE, St Paul, MIN USA) (Body B1, En A1 y DN A1). Se dividieron en 9 subgrupos para cada marca, 10 de cada tipo de resina eran sumergidas en Vino tinto, Café y Coca Cola por 28 días (momentos 0; 1; 2; 3 y 4). Se utilizó un escáner HP deskjet 2280 para obtener las imágenes de muestras y los softwares Classic Color Meter versión 2.0.1 (212) y  $\Delta E$  Calculator versión (1.2) mediante la escala de color CIE  $L^*a^*b^*$ ; esto para la determinación del color de las muestras pre y post exposición a los agentes pigmentarios. Se utilizó una prueba de medidas repetidas ANOVA multivariado, HSD Tukey para las comparaciones inter-grupo y el método Bonferroni para las comparaciones intra-grupo. El valor de “p” quedó establecido en 0,05. **Resultados:** para la variable Luminosidad el tipo dentina fue superior 75,57(3,99) en comparación al cuerpo 67,07(2,59) y esmalte 63,47(2,11). Para la variable Cromo el tipo dentina fue superior 10,72(7,77) en comparación al cuerpo 4,52(1,48) y esmalte 4,36 (1,86). El Vino tinto fue la bebida que más pigmentó en comparación al café y la Coca Cola. El momento 2 fue en el que se presentó un cambio considerable de los valores para Luminosidad y Cromo. **Conclusión:** tanto la resina Brilliant EverGlow™ como Filtek™ Z350 XT demostraron ser susceptibles a los efectos de los agentes pigmentarios. Independientemente de la marca el esmalte fue el que demostró valores inferiores en comparación al cuerpo y la dentina.

**Palabras clave:** Estabilidad del color, Resina compuesta, Agentes pigmentarios, Luminosidad, Cromo.

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres por apoyarme siempre en cada meta y sueño que me he propuesto. Los Amo. A Mis hermanos por todo su amor y ayuda otorgada, a Dios por darme la fortaleza para seguir adelante y abrirme las puertas durante este recorrido.

A mis compañeros de la maestría por compartir este viaje juntos, les estaré eternamente agradecida.

A mis profesores, gracias por compartir sus conocimientos, por seguir haciendo país y seguir apostando por el crecimiento académico y profesional de los odontólogos.

A Professional Service por el apoyo brindado y haber suministrado el material necesario para poder llevar a cabo esta investigación.

A la ilustre Universidad De Los Andes por seguir abriendo sus puertas y seguir formando a los profesionales del mañana. Orgullosa de ser ULANDINA!

A todos... GRACIAS!

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESÚMEN .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
INTRODUCCIÓN .....	14
CAPÍTULO I .....	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1 El Problema.....	17
1.2 Objetivos de la investigación .....	20
1.2.1 Objetivo general.....	20
1.2.2 Objetivos específicos.....	20
1.3 Hipótesis .....	21
1.3.1 Hipótesis nula.....	21
1.4 Justificación.....	21
CAPÍTULO II .....	23
MARCO TEÓRICO .....	23
2.1 Antecedentes .....	23
2.2 Bases teóricas.....	33
2.2.1 Resinas Compuestas .....	33
2.2.1.1 Concepto .....	33
2.2.1.2 Composición de las resinas compuestas.....	34
2.2.1.2.1 Matriz orgánica.....	34
2.2.1.2.2 Relleno .....	35
2.2.1.2.3 Agente de conexión o acoplamiento.....	37
2.2.1.2.4 Sistema iniciador-activador de la polimerización.....	38

2.2.1.3	Clasificación de las resinas compuestas .....	39
2.2.1.3.1	En relación al tamaño y a la distribución de partículas..	39
2.2.1.3.2	En relación a la morfología de sus partículas .....	42
2.2.1.3.3	Resinas fluidas .....	42
2.2.1.3.4	Resinas empacables .....	43
2.2.1.4	Propiedades de las resinas compuestas .....	44
2.2.2	COLOR.....	47
2.2.3	AGENTES PIGMENTARIOS.....	53
2.2.4	CAFÉ.....	56
2.2.5	VINO TINTO.....	57
2.2.6	COCA COLA .....	57
CAPÍTULO III.....		59
MARCO METODOLÓGICO.....		59
3.1	Diseño de la investigación.....	59
3.2	Sistema de variables .....	59
3.2.1	Variable dependiente.....	59
3.2.2	Variables independientes .....	59
3.3	Muestras .....	60
3.3.1	Criterios de inclusión y exclusión.....	60
3.2.1	Distribución de las muestras.....	60
3.4	Técnica e instrumento de recolección de datos. ....	62
3.5	Materiales, instrumental y equipos.....	62
3.5.1	Materiales.....	62
3.5.2	Instrumental.....	62
3.5.3	Equipos .....	63

3.6	Procedimiento .....	63
3.6.1	Obtención de las muestras .....	63
3.6.2	Proceso de envejecimiento de las muestras.....	63
3.6.3	Exposición de las muestras a los distintos agentes pigmentarios (Café, Vino tinto y Coca cola).....	64
3.7	Análisis de las imágenes.....	64
3.8	Análisis de los datos.....	65
CAPÍTULO IV.....		66
RESULTADOS.....		66
4.1	Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Luminosidad. Momento 0.....	66
4.2	Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Luminosidad. Momento 1.....	70
4.3	Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Luminosidad. Momento 2.....	74
4.4	Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Luminosidad. Momento 3.....	78
4.5	Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Luminosidad. Momento 4.....	82
4.6	Efectos inter-sujetos para Luminosidad.....	86
4.7	Comparaciones múltiples para Luminosidad.....	87
4.8	Efectos intra-sujetos para Luminosidad .....	88
4.9	Comparación por pares para Luminosidad .....	89
4.10	Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Croma (C). Momento 0. ....	90
4.11	Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Croma (C). Momento 1. ....	93

4.12 Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Croma (C). Momento 2. ....	97
4.13 Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Croma (C). Momento 3. ....	101
4.14 Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Croma (C). Momento 4. ....	105
4.15 Efectos inter-sujetos para Croma.....	109
4.16 Comparaciones múltiples para Croma .....	110
4.17 Efectos intra-sujetos para Croma.....	111
4.18 Comparación por pares para Croma.....	112
CAPÍTULO V.....	114
DISCUSIÓN.....	114
CAPÍTULO VI.....	128
CONCLUSIONES.....	128
APÉNDICES.....	129
Apéndice 1. Molde plástico de la marca Coltene para elaboración de las muestras .....	129
Apéndice 2. Material e instrumental utilizado para elaboración de las muestras.....	129
Apéndice 3. Resinas compuestas utilizadas en el estudio. ....	130
Apéndice 4. Realización de las muestras.....	130
Apéndice 5. Proceso de pulido de las muestras.....	131
Apéndice 6. Un calibrador metálico para medición de las muestras antes y después del pulido. ....	131
Apéndice 7. Placas Petri rotuladas con los distintos agentes pigmentarios, marca y tipo de resina. ....	132
Apéndice 8. Muestras sumergidas en los distintos agentes pigmentarios.....	132

Apéndice 9. Imagen digital de las muestras escaneadas.....	133
REFERENCIAS .....	134

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Distribución de las muestras de las resinas Filtek™ Z350 XT.....	60
<b>Tabla 2.</b> Distribución de las muestras de las resinas BRILLIANT Everglow™.....	61
<b>Tabla 3.</b> Composición, lote y características de las resinas compuestas utilizadas en la investigación.....	61
<b>Tabla 4.</b> Valores de media y desviación típica del total para Luminosidad para el momento 0.....	68
<b>Tabla 5.</b> Valores de media y desviación típica del total de Luminosidad para el momento 1.....	72
<b>Tabla 6.</b> Valores de media y desviación típica del total de Luminosidad para el momento 2.....	76
<b>Tabla 7.</b> Valores de media y desviación típica del total de Luminosidad para el momento 3.....	80
<b>Tabla 8.</b> Valores de media y desviación típica del total de Luminosidad para el momento 4.....	84
<b>Tabla 9.</b> ANOVA Univariado para Luminosidad en función de marca, tipo y pigmento.....	87
<b>Tabla 10.</b> Comparaciones Múltiples HSD de Tukey para las diferencias Inter sujeto en función al tipo de resina compuesta.....	87
<b>Tabla 11.</b> Comparaciones Múltiples HSD de Tukey para las diferencias Inter sujeto en función al pigmento.....	88
<b>Tabla 12.</b> Efectos intra-sujetos de la variable estabilidad del color en función a la Luminosidad (L) en los diferentes momentos.....	89

<b>Tabla 13.</b> Comparaciones por pares de Bonferroni para estimar diferencias en la variable estabilidad del color en función de Luminosidad (L) en los diferentes momentos.....	89
<b>Tabla 14.</b> Valores de media y desviación típica del total de Croma para el momento 0.....	91
<b>Tabla 15.</b> Valores de media y desviación típica del total de Croma para el momento 1.....	95
<b>Tabla 16.</b> Valores de media y desviación típica del total de Croma para el momento 2.....	99
<b>Tabla 17.</b> Valores de media y desviación típica del total de Croma para el momento 3.....	103
<b>Tabla 18.</b> Valores de media y desviación típica del total de Croma para el momento 4.....	107
<b>Tabla 19.</b> ANOVA Univariado para Croma en función de marca, tipo y pigmento.....	110
<b>Tabla 20.</b> Comparaciones Múltiples HSD de Tukey para las diferencias Inter sujeto en función al tipo de resina compuesta.....	110
<b>Tabla 21.</b> Comparaciones Múltiples HSD de Tukey para las diferencias Inter sujeto en función al pigmento.....	111
<b>Tabla 22.</b> Efectos intra-sujetos de la variable estabilidad del color en función al Croma (C) en los diferentes momentos.....	111
<b>Tabla 23.</b> Comparaciones por pares de Bonferroni para estimar diferencias en la variable estabilidad del color en función al Croma (C) en los diferentes momentos.....	113

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 0.....	69
Gráfico 2. Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 0.....	69
Gráfico 3. Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 0.....	70
Gráfico 4. Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 1.....	73
Gráfico 5. Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 1.....	73
Gráfico 6. Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 1.....	74
Gráfico 7. Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 2.....	77
Gráfico 8. Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 2.....	77
Gráfico 9. Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 2.....	78
Gráfico 10. Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 3.....	81

Gráfico 11. Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 3.....	81
Gráfico 12. Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 3.....	82
Gráfico 13. Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 4.....	85
Gráfico 14. Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 4.....	85
Gráfico 15. Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 4.....	86
Gráfico 16. Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Croma. Momento 0.....	92
Gráfico 17. Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 0.....	92
Gráfico 18. Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 0.....	93
Gráfico 19. Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Croma. Momento 1.....	96
Gráfico 20. Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 1.....	96
Gráfico 21. Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 1.....	97

Gráfico 22. Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Croma. Momento 2.....	100
Gráfico 23. Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 2.....	100
Gráfico 24. Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 2.....	101
Gráfico 25. Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Croma. Momento 3.....	104
Gráfico 26. Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 3.....	104
Gráfico 27. Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 3.....	105
Gráfico 28. Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Croma. Momento 4.....	108
Gráfico 29. Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 4.....	108
Gráfico 30. Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 4.....	109

## INTRODUCCIÓN

La historia asociada al desarrollo de las resinas compuestas tuvo sus inicios durante la primera mitad del siglo XX. En ese entonces, los únicos materiales que tenían el color del diente y que podían ser empleados como material de restauración estética eran los silicatos. Estos materiales tenían desventajas siendo la principal, el desgaste que sufrían al poco tiempo de ser colocados.<sup>1</sup>

A finales de los años 40, las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) reemplazaron a los silicatos. Estas resinas tenían un color parecido al de los dientes, eran insolubles a los fluidos orales, fáciles de manipular y tenían bajo costo<sup>1</sup>. Rodríguez y Pereira explican que las resinas acrílicas presentaban baja resistencia al desgaste y contracción de polimerización muy elevada y en consecuencia, alta filtración marginal.

En el año 1962 el Doctor Ray. L. Bowen desarrolló un nuevo tipo de resina compuesta. La principal innovación fue la matriz de resina de Bisfenol-A-Glicol Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno.<sup>1</sup>

Las mejorías alcanzadas por los materiales restauradores estéticos han permitido la obtención de restauraciones óptimas y estables en cuanto a color, longevidad, superficies lisas y pulidas tanto para el sector anterior como para el sector posterior. Estos avances en las propiedades de los materiales estéticos facilitan una mejor manipulación por parte del odontólogo para así obtener resultados satisfactorios.

Existen en el mercado una gama de materiales restauradores estéticos, los cuales tienen características y propiedades de acuerdo con las necesidades o requerimientos de la pieza dental a restaurar. Las resinas compuestas tanto para el sector anterior como posterior, poseen propiedades

de resistencia al desgaste y a la fractura gracias a las modificaciones y mejoras realizadas en cuanto al tipo de relleno, tamaño y morfología de sus partículas.<sup>2</sup>

Con la aparición de nuevas resinas, muchas casas comerciales las han puesto en el mercado con diferentes opacidades, las cuales denominan opacas, cuerpo o dentina; base o dentina y por último esmalte, incisal, oclusal o transluciente, según cada fabricante. Los requerimientos estéticos actuales nos indican que las técnicas multicapas son las que producen los mejores resultados clínicos, pero al aplicar capas de diferente saturación y opacidad, el color de la restauración puede variar.<sup>3</sup>

El color es una de las propiedades más importantes de las restauraciones estéticas. Su selección puede ser un procedimiento simple o complejo dependiendo del material a utilizar y la situación clínica.<sup>4</sup>

Es muy importante que el color que se utiliza inicialmente para restaurar un diente se mantenga con el tiempo, así la restauración permanece imperceptible; sin embargo, la cavidad oral es un ambiente hostil para los materiales y se pueden ver afectados por diferentes factores.<sup>5</sup> Entre los factores que más influencia tienen sobre el cambio de color de las resinas compuestas en la actualidad, se encuentran las manchas exógenas producidas por los alimentos, bebidas, hábitos como el cigarrillo, chimó, el alcohol. En la sociedad venezolana el consumo de algunas bebidas que contienen agentes pigmentarios o el hábito de fumar pueden causar alteraciones del color en las restauraciones estéticas.<sup>4</sup>

El operador, por su parte, debe realizar una técnica que cumpla con las exigencias del material, teniendo cuidado en el aislamiento de la resina durante su colocación, en la polimerización, selección del color y pulido del material para que este alcance la mayor durabilidad de sus propiedades físicas, mecánicas y estéticas.<sup>4</sup>

Debido a que el conjunto de factores expuestos anteriormente influyen en la estabilidad del color de las resinas compuestas, este estudio tendrá como propósito evaluar la estabilidad del color de dos sistemas de resinas compuestas como BRILLIANT EVERGLOW™ y Filtek™Z350 XT luego de ser sometidas a los efectos de varios agentes pigmentarios.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)



# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 El Problema

Los materiales metálicos como la amalgama presentan un buen desempeño, aunque requieren de remoción innecesaria de tejido dentario sano para su retención, decoloración por difusión iónica y la falta de estética.<sup>6</sup>

La Odontología está experimentando actualmente grandes cambios, y la Operatoria Dental se encuentra en primera línea de dicho proceso. Hoy en día, la operatoria se enfoca en los procedimientos de mínima intervención, con la finalidad de conservar la mayor estructura dentaria, esto se logra con el uso de materiales restauradores como las resinas compuestas.<sup>7</sup>

Las resinas compuestas son una mezcla compleja de resinas polimerizables mezcladas con partículas de rellenos inorgánicos. Para unir las partículas de relleno a la matriz plástica de resina, el relleno es recubierto con silano, un agente de conexión o acoplamiento. Otros aditivos se incluyen en la formulación para facilitar la polimerización, ajustar la viscosidad y mejorar la opacidad radiográfica. Actualmente se pueden clasificar las resinas en las siguientes categorías de acuerdo al tamaño de la partícula de relleno: resinas de macrorelleno o convencionales, híbridas, de nanorelleno y nanohíbridas; estos dos últimos tipos de resinas pueden ser utilizados tanto en el sector anterior como el posterior.<sup>1</sup>

En años recientes el uso de resinas compuestas en restauraciones directas / indirectas, para la reparación intraoral de restauraciones de porcelana, para modificar el contorno y color del diente, han ido mejorando

constantemente de manera que se consideran duraderas y altamente estéticas. Entre los avances de las resinas compuestas, se reconocen mejoras en sus propiedades tales como la resistencia al desgaste, manipulación y estética.<sup>8,9</sup>

Sin embargo, existen problemas asociados con el uso de las resinas, tal es el caso de la contracción por polimerización, la sensibilidad postoperatoria, las controversias acerca de la durabilidad a largo plazo y algunos problemas con la resistencia al desgaste.<sup>9</sup> También sufren alteraciones en la estabilidad del color debido a manchas superficiales y decoloración interna.<sup>1</sup>

Los conocimientos de la luz, el color y su percepción ciertamente permitirán alcanzar mejores logros en la odontología restauradora estética. La armonía de la restauración depende de una apropiada elección del color la determinación del grado de translucidez y la terminación de la superficie donde se refleja parte de la luz y se genera el brillo.<sup>10</sup>

Chain y Baratieri exponen que la selección del color en dientes posteriores no tiene tanta importancia como en el caso de dientes anteriores. La restauración debe ser realizada con colores levemente distintos de aquellos de la estructura dental.<sup>8</sup> Cada vez más nos encontramos con pacientes informados y conocedores de las últimas novedades en los tratamientos estéticos en Odontología, esto conlleva al profesional a preocuparse por mantenerse actualizado y hacer uso de materiales que cumplan con estas exigencias.<sup>11</sup>

El éxito de una restauración estética se basa principalmente en la estabilidad del color del material. La tinción o decoloración del material restaurativo es una de las razones para el reemplazo de restauraciones compuestas, que se produce debido al proceso de envejecimiento en el medio oral inducido por varios factores extrínsecos o intrínsecos.<sup>12</sup> Los factores extrínsecos pueden diferir de acuerdo a la nutrición del individuo, y

los hábitos de fumar, la producción de componentes de color en la placa por bacterias cromogénicas, la formación de productos coloreados a partir de la transformación química de los componentes de la biopelícula y retención de sustancias coloreadas constituyentes de la dieta que pasan a través de la cavidad oral.<sup>13</sup> Los factores intrínsecos incluyen decoloración del material de resina y dependen de la matriz de resina, el peso de la carga, la distribución del tamaño de partícula y el tipo de fotoiniciador.<sup>9</sup>

La placa bacteriana tiene la capacidad de generar productos de color al transformar sus componentes, y de absorber los colorantes presentes en algunos alimentos pues, ésta se considera un agente externo que pudiera tener un rol importante en la inestabilidad del color de las resinas compuestas.<sup>14,15,16</sup>

En cuanto a los agentes pigmentarios como el Café, el Vino tinto y la Coca cola se ha dicho y escrito mucho sobre los efectos que tienen los mismos sobre la salud. Si bien se ha demostrado que el café tiene su efecto positivo en la agilidad mental, la memoria y sobre algunas enfermedades. Otros han sugerido efectos negativos sobre la salud y lo han relacionado con el riesgo de ciertas enfermedades, en las que no se excluyen alteraciones a nivel bucal como la producción de pigmentaciones en los dientes y materiales restauradores.<sup>17</sup>

En la literatura se habla del efecto del tipo de dieta del ser humano sobre la estabilidad del color de la restauración. Algunos estudios investigaron la estabilidad del color de diferentes materiales restauradores probándolos tanto en saliva artificial como en bebidas en diferentes períodos para imitar el ambiente oral in vitro.<sup>12</sup>

Otros estudios informaron que el cambio de color de la resina compuesta almacenada en agua mostró el mayor grado de cambio de color después de 24 horas y 7 días. Por otro lado, Domingos y cols. informaron de que el cambio de color más pronunciado en resinas se produjo después de 30

días<sup>18</sup>. Además, Uchimura y cols. reportaron que el cambio de color de la resina compuesta se cambió hasta el día 14 y luego se estabilizó, por lo que señalaron que se podría utilizar 14 días como referencia para la comparación de color.<sup>19</sup>

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto, se plantea el siguiente problema: la decoloración de las resinas compuestas representan un gran problema en cuanto al tratamiento estético dental de los pacientes, por lo que se considera que evaluar la estabilidad del color de los materiales de restauración luego de ser sometidos bajo el efecto de agentes pigmentarios como el Café, Vino tinto y Coca Cola es de vital importancia para predecir y garantizar resultados satisfactorios a largo plazo.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Evaluar la estabilidad del color en función de Luminosidad (L) y Cromo (C) en dos sistemas de resinas compuestas Filtek™ Z350 XT y BRILLIANT Everglow™ luego de ser sometidos a los efectos de tres agentes pigmentarios.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Determinar la influencia del café en la Luminosidad (L) y Cromo(C) de las resinas compuestas BRILLIANT EverGlow™ y Filtek™ Z350 XT.
- Determinar la influencia del vino tinto en la Luminosidad (L) y Cromo (C) de las resinas compuestas BRILLIANT EverGlow™ y Filtek™ Z350 XT.

- Determinar la influencia de la Coca Cola en la Luminosidad (L) y Cromo (C) de las resinas compuestas BRILLIANT EverGlow™ y Filtek™ Z350 XT.
- Comparar la estabilidad del color en función de Luminosidad (L) y Cromo (C) de las resinas compuestas BRILLIANT EverGlow™ y Filtek™ Z350 XT en los distintos tiempos de inmersión (0,7,14,21 y 28 días).

### **1.3 Hipótesis**

El uso de Café, Vino tinto y Coca Cola altera la estabilidad del color en función a Luminosidad (L) y Cromo (C) de las resinas compuestas Filtek™ Z350 XT y BRILLIANT EverGlow™

#### **1.3.1 Hipótesis nula**

El color de las resinas compuestas Filtek™ Z350 XT y BRILLIANT EverGlow™, no presenta ninguna alteración en función a Luminosidad (L) y Cromo (C) cuando son sumergidas en Café, Coca Cola o Vino tinto.

### **1.4 Justificación**

La Operatoria Dental cuenta con una cantidad significativa de materiales restauradores, lo cual dota al operador de suficientes herramientas para aplicar sus conocimientos y mejorar la calidad de vida del paciente.<sup>18</sup> Chain y Baratieri resaltan la necesidad de materiales restauradores estéticos que posean un principio lo más conservador posible, sin poner de lado el principio fundamental de la Odontología Restauradora, la cual es detener la lesión cariosa.<sup>6</sup>

No todos los tratamientos estéticos tienen resultados favorables. Es difícil reconocer, aceptar y manejar una falla. Lo más importante es tratar los casos de manera individual, poder predecir el resultado de estos, informar al paciente y después realizar la respectiva valoración del mismo.

Entre los distintos tipos de alimentos y bebidas que se consumen, algunos presentan en su composición ingredientes que tienden a pigmentar o colorear los dientes, como es el caso del café. Esto, aunado a los resultados de diferentes estudios sobre el tema, permite concluir que los agentes pigmentarios influyen en la estabilidad del color de las resinas compuestas.

A pesar de la existencia de varias investigaciones que plantean estudiar la estabilidad del color de las resinas compuestas, no se han reportado gran cantidad de estudios en donde se compruebe la durabilidad del color de resinas compuestas como la BRILLIANT EverGlow™, las cuales son resinas que se están introduciendo en el mercado actual venezolano y sirven como una alternativa al momento de realizar la selección del material restaurador.

Hoy en día la estética dental es de gran importancia para los pacientes. Pacientes que buscan mejorar su apariencia y también para aquellos que buscan resultados inmediatos. En este sentido, este estudio se justifica a nivel teórico, por cuanto aborda teorías y se refuerzan sus postulados en función de otros planteamientos de manera de hacerlas más operativas en el contexto de la odontología. En cuanto al aporte práctico el mismo se evidencia al ofrecer alternativas al momento de escoger los diversos sistemas de resinas compuestas y así poder predecir el fracaso en cuanto a las propiedades del color de dichos compuestos.

Metodológicamente este estudio es importante porque servirá de antecedentes a futuras investigaciones donde se estudien problemas similares. Del mismo modo éste trabajo contribuirá a ampliar ésta línea de investigación, forjando las bases para el desarrollo de otros estudios sobre la problemática planteada.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes**

La revisión de la literatura, permitió hallar varias investigaciones en donde se evalúa la estabilidad del color de resinas compuestas. Entre éstas cabe resaltar las siguientes:

En un estudio del año 2010 Domingos y cols.<sup>19</sup> analizaron la influencia de las fuentes de luz (halógenos convencionales, halógenos de alta densidad de potencia y unidades de diodo emisor de luz LED) y medios de inmersión (café, bebida con cola, té y saliva artificial) sobre la estabilidad del color de una resina compuesta de nanorelleno, se encontró que el LED de alta densidad de potencia promovió una estabilidad de color similar de la resina compuesta a la de las unidades de curado halógeno probadas y que el café mostró la mayor influencia sobre la estabilidad del color de la resina compuesta estudiada. En conclusión, no hubo diferencias significativas en la estabilidad del color, independientemente de las fuentes de luz, y el café fue el medio de inmersión que promovió los mayores cambios de color en la resina compuesta probada.

En Junio de ese mismo año Wedad Y. y cols.<sup>20</sup> evaluaron el efecto de los tipos de café comúnmente utilizados en Arabia Saudita sobre la dureza superficial y la estabilidad del color de la resina microhíbrida (Filtek Z250), resina de nanorelleno (Filtek Supreme) y una resina orgánica modificada con cerámica (Ormocer). Un total de 75 especímenes fueron analizados las muestras se dividieron aleatoriamente en cinco grupos. Se sumergieron cuatro grupos de especímenes de cada material en 1 de 4 tipos de café (café estadounidense, árabe, turco y espresso) durante 3 semanas y el quinto

grupo se almacenó en solución salina para servir como control. Se observó que no hay una diferencia significativa en la dureza de los tres materiales probados después de la inmersión en los diferentes tipos de café. Sin embargo, todas las resinas mostraron un cambio de color significativo en comparación con el grupo control (solución salina). La resina Filtek Z250 mostró el menor cambio de color.

A finales del año 2010 Bansal y cols.<sup>21</sup> manifestaron que el consumo de ciertas bebidas puede afectar las propiedades estéticas y físicas de las resinas, lo que afecta la calidad de las restauraciones. El objetivo fue analizar el efecto de tres bebidas (Whisky, Coca-Cola y Nimbooz) sobre la estabilidad del color y la rugosidad de la superficie de dos tipos diferentes de compuestos de resina en diversos intervalos de tiempo. Se utilizó un compuesto nanorelleno a base de metacrilato y un compuesto microhíbrido a base de silorano. Cada material se dividió aleatoriamente en cuatro subgrupos iguales de 10 muestras cada uno de acuerdo con las bebidas utilizadas (Whisky, Coca-Cola, Nimbooz y agua destilada). Las muestras se sumergieron en cada bebida durante 10 minutos cada día durante 56 días. Las mediciones de cambio de color y rugosidad superficial se anotaron: al séptimo, decimocuarto, vigésimo octavo y al día cincuenta y seis. Los autores en base a los resultados llegaron a la conclusión de que los compuestos de resina a base de Silorano fueron más estables en diferentes bebidas a lo largo del tiempo.

Mohammad Reza (2012).<sup>22</sup> observó que el cambio de color de las restauraciones de resinas en diferentes medios durante el tiempo es un problema común en la odontología estética, lo que provoca la necesidad de reemplazar la restauración y gastar una gran cantidad de tiempo y dinero para los pacientes. El objetivo de este estudio fue investigar los efectos de diferentes bebidas comunes que consumen los pacientes en uno de los composites ampliamente utilizados en odontología (Z100-A2). Sesenta y cinco



especímenes se estudiaron y se dividieron en cinco grupos de 13 especímenes. Las muestras de cada grupo se sumergieron en soluciones de tinción (té, café, limonada y cola) y agua destilada (como control). Los valores de color se midieron usando el sistema CIE L \* a \* b \* antes y después de 1, 7 y 14 días de inmersión. Se encontró que el té y el café produjeron la mayor decoloración, mientras que el agua presentó el menor cambio de color después de la inmersión durante 14 días. Después de un día de inmersión, el café causó la menor decoloración en el compuesto de prueba, en comparación con el té, la cola, el agua destilada y la limonada ( $P < 0.05$ ). Conclusión: Las diferentes bebidas que consumen los pacientes y el tiempo de inmersión son factores importantes que afectan la estabilidad del color de las resinas compuestas.

Posteriormente en el año 2013 Vishal y cols.<sup>23</sup> hicieron un estudio in vitro para evaluar la estabilidad del color, el brillo y la rugosidad superficial de cuatro materiales de resina compuesta (esmalte y dentina de Radica, Sculpture Plus, Belleglass-NG y Gradia Indirect). Las muestras se almacenaron en una solución de tinción (café) y se evaluaron cada 3 días durante un período de 21 días, después de lo cual se calculó la diferencia de color ( $\Delta E^*$ ). Solo el esmalte se usó para medir el brillo y la rugosidad de la superficie a 0, 5000, 10,000 y 20,000 ciclos de cepillado dental simulado. Se observaron cambios estadísticamente significativos en  $\Delta E^*$  durante el período de 21 días en todos los materiales compuestos para esmalte y dentina. Belleglass-NG mostró el menor cambio en  $\Delta E^*$ , mientras que Sculpture Plus tuvo grandes cambios en  $\Delta E^*$ . En todos los grupos, el brillo fue un 75% más después de 10.000 ciclos de cepillado dental. Después de 20,000 ciclos, la rugosidad de la superficie fue más alta en Radica y más baja en Belleglass-NG. Belleglass-NG tenía mayor estabilidad de color y retención de brillo, y menor rugosidad superficial, en comparación con los otros sistemas compuestos.

Sosa y cols. (2014) realizaron un estudio cuyo objetivo era determinar la alteración del color de 5 resinas compuestas para el sector posterior, (TetricCeram HB®, Filtek™P90, Filtek™Z350, Filtek™Z250, Brilliant™NG); sometidas a sistemas de pulido frente a agentes pigmentarios. Se utilizaron 24 cilindros de cada uno los diferentes tipos de resina compuesta anteriormente con dimensiones de 7mm de largo y 7mm de diámetro, las muestras fueron selladas con barniz transparente para uñas y los cilindros se pulieron con discos Soflex de grano grueso, grano medio y grano fino en una de sus caras. Se dividieron en un grupo control conformado por 6 cilindros de cada una de las marcas de resinas compuestas y un grupo experimental de 18 cilindros distribuyendo 6 cilindros de cada resina compuesta entre los 3 agentes pigmentarios. Los resultados fueron analizados a través de estadísticas descriptivas con un método de análisis multifactorial de la varianza y un test de comparación múltiple. El café y el vino tinto son las sustancias que causan mayor alteración del color en las resinas de este estudio. La bebida *Coca-Cola*® fue la que menos pigmentó a las resinas exceptuando la resina *Filtek™Z250* y la resina compuesta *Filtek™P90* presentó mayor resistencia a la pigmentación. Los autores de este estudio concluyeron que la mayoría las resinas estudiadas presentaron alteraciones del color al ser sumergidas en las bebidas<sup>4</sup>.

Por otro lado De Alencar y Leite (2014)<sup>24</sup> analizaron el color, el pulido, la rugosidad superficial de los compuestos de nanopartículas y nanohíbridos después de la inmersión en agua destilada, jugo de acai, jugo de uva y vino tinto. Las muestras se dividieron en cuatro grupos de acuerdo con la solución de almacenamiento y se evaluaron durante 1, 2, 4, 8 y 12 semanas y después del pulido entre cada inmersión. Los resultados mostraron que después de 2 semanas, hubo cambios estadísticamente significativos en el color de ambas resinas en todos los grupos, con la excepción de las muestras almacenadas en agua destilada. Solo 12 semanas de inmersión en

el vino tinto cambiaron la rugosidad del compuesto. Se llegó a la conclusión de que el vino tinto produjo el mayor cambio de color en los nanocompuestos, seguido del jugo de uva. El jugo de Acai hizo que el color fuera inaceptable clínicamente solo después de 12 semanas. El repulido de las restauraciones redujo el cambio de color en todos los grupos.

Ozdasa y cols. (2016)<sup>12</sup> basado en la premisa de que la mayoría de los estudios investigaron la estabilidad del color de diferentes materiales restaurativos, la evaluación de la estabilidad del color de los compuestos después de la inmersión en múltiples bebidas (café, una mezcla de jugo de naranja / granada, té negro y un enjuague bucal) en el mismo día por un estudio de simulación oral in vitro no está clara. Evaluaron el cambio de color de diferentes materiales de restauración al final de los días 1, 14 y 30 de inmersión en múltiples tipos de líquidos para imitar el ambiente oral in vitro. Se utilizaron diez especímenes de varios tipos de resina (Filtek Z250, base Voco x-tra, Beautifil Flow Plus, Beautifil II). El valor del color se midió usando un espectrofotómetro. Todos los materiales mostraron un cambio de color significativo después de 1, 14 y 30 días de inmersión. Entre los materiales probados, se detectó la menor alteración de color en Filtek Z250 y la alteración de color más alta se detectó en Beautifil II. La alteración del color de las resinas compuestas se ve afectada por el tipo de compuesto y el tiempo de almacenamiento.

A finales del año 2016 Da Silva y cols.<sup>25</sup> realizaron una investigación sobre el efecto de los medios de simulación de alimentos asociados con el cepillado y la tinción de café sobre la estabilidad del color de diferentes resinas compuestas. Se prepararon ochenta especímenes para cada compuesto: Grandio SO (Voco), Amaris (Voco), Filtek Z350XT (3M / ESPE), Filtek P90 (3M / ESPE). Se dividieron en cuatro grupos según los medios que simulan los alimentos durante 7 días: saliva artificial (control), heptano, ácido cítrico y etanol. La superficie se sometió a 10,950 ciclos de cepillado (200 g

de carga). Después de cada tratamiento, las mediciones de color se evaluaron mediante espectrofotometría, utilizando CIE  $L^*a^*b^*$ . El cambio de color total ( $\Delta E$ ) se determinó para cada muestra al inicio (C1) y después de los tratamientos (inmersión en medios simuladores de alimentos / C2, cepillado / C3 y solución de colorante / C4). Este estudio arrojó como resultados diferencias significativas para compuestos de resina, tiempo de exposición y degradación química y se llegó a la conclusión de que la resina compuesta Filtek Z350XT mostró una tinción significativamente más alta que todas las demás resinas compuestas probadas. La inmersión en heptano y ácido cítrico produjo la alteración de color más alta que otros medios de simulación de alimentos. La exposición de las muestras a los protocolos de cepillado y el oscurecimiento en la solución de café dio como resultado una alteración significativa del color de las resinas compuestas.

Asimismo Poggio y cols.<sup>26</sup> en un estudio in vitro compararon y analizaron la estabilidad del color de diferentes materiales restauradores estéticos (un compuesto de microrelleno, uno nanocerámico, un compuesto híbrido de microrelleno, un compuestoOrmocer nanohíbrido y un compuesto híbrido supra-nano esférico) después de la exposición a diferentes soluciones de tinción (solución fisiológica, vino tinto, café y Coca cola). Treinta especímenes de cada material fueron preparados. Las muestras se sumergieron durante un período de prueba de 28 días. Todos los materiales se prepararon y polimerizaron en anillos de silicona (2 mm x 8 mm) para obtener muestras de tamaño idéntico. Se realizó una evaluación colorimétrica según el sistema CIE  $L^* a^* b^*$  a los 7, 14, 21, 28 días. La prueba de Shapiro-Wilk y ANOVA se aplicaron para evaluar diferencias significativas entre los materiales restauradores. Se aplicó una prueba de pares para probar qué parámetros CIE  $L^* a^* b^*$  cambiaron significativamente después de la inmersión en las soluciones de tinción. Todos los materiales de restauración mostraron diferencias de color

significativas después de la inmersión en el café. Solo Filtek Supreme XTE demostró una susceptibilidad de tinción al vino tinto; no se demostraron otras diferencias significativas entre los materiales. La exposición a largo plazo a algunos colorantes presentes en los alimentos o bebidas (el café en particular) puede afectar significativamente la estabilidad del color de los materiales restauradores estéticos modernos, independientemente de las diferentes composiciones de los materiales.

Barutçigil et al.<sup>27</sup> realizó estudios comparativos para evaluar la estabilidad del color entre las nuevas resinas Bulk Fill (BLK, AFX y XTF) y una resina nanohíbrida de técnica incremental (Z550). Las muestras se sumergieron en agua destilada, vino tinto y café. El cambio de color se calculó después de 24 h, 1 y 3 semanas [CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ )]. Los cambios de color observados en el agua destilada para Z550 y AFX fueron significativos. Los cambios de color después de almacenados en vino tinto y café fueron significativos para todos los grupos. El cambio de color de la resina compuesta Bulk Fill aumentó con el tiempo para todos los grupos en el vino tinto y el café. En conclusión, el color de las resinas compuestas Bulk Fill cambió significativamente después de la inmersión en bebidas y en el tiempo. Por último, los autores explican que los odontólogos deben tener en cuenta que las resinas compuestas probadas pueden cambiar de color cuando se exponen al agua y que el cambio de color continúa con el tiempo si el paciente es consumidor de café y / o vino tinto.

Romero (2017)<sup>28</sup>, realizó un estudio de diseño experimental “*in vitro*”, transfiriéndolo a un “diseño clínico” cuyo propósito era determinar la existencia de cambios de color de distintos tipos de resinas compuestas para restauraciones directas, luego de su exposición a diferentes bebidas de consumo habitual. Para la interpretación de los resultados clínicos se seleccionó un análisis estadístico que tenga en cuenta los grupos de resinas utilizadas. De ahí se obtuvieron valores en cuanto a cambios de color en los

distintos grupos sumergidos en diferentes sustancias. En los grupos I (Z 350 3M), II (Brillant ) y III (Amaris) puede afirmarse que, al sumergir las piezas dentarias (*in vitro*) en vino tinto, infusión de mate y bebidas colas, fueron significativamente más pigmentadas que las sumergidas en una solución de cloramina T como grupo control. Sin embargo, en los tres casos clínicos hubo cambios de color, pero se mantuvo dentro de las tonalidades rojizas amarillentas y parduzcas.

Ribeiro (2017)<sup>29</sup> evaluó la estabilidad del color y la dureza de dos compuestos comerciales a base de resina, después de ciertas condiciones de tinción *in situ*. Para la metodología se realizaron seis muestras en forma de disco (6x2mm) de dos resinas compuestas (Filtek Z350 XT (FZX) e IPS Empress Direct (IED)) se distribuyeron aleatoriamente en dispositivos palatinos. Ocho voluntarios (de 20 a 30 años) participaron en este estudio. La pigmentación *in situ* consistió en un consumo de 400 ml (2x200 ml / día) de agua, jugo de naranja, refresco de cola y café y un consumo de 140 ml de vino tinto por 10 días cada uno. La estabilidad del color se obtuvo por la media de diferencia de color del sistema CIElab ( $\Delta E^*$ ). Los datos se analizaron estadísticamente a un nivel de significancia de  $p=0.05$ . Para ambas resinas compuestas, los grupos de café ( $5.7 \pm 0.5$  para FZX;  $5.9 \pm 1.3$  para IED) y vino tinto ( $6.1 \pm 1.1$  para FZX;  $6.2 \pm 1.6$  para IED) mostraron el  $\Delta E^*$  más alto mientras que el agua fue el más bajo ( $1.6 \pm 0.6$  para FZX;  $1.8 \pm 0.2$  para IED). Ambos compuestos de resina se vieron afectados por la pigmentación *in situ*. El vino tinto y el café mostraron un mayor potencial de decoloración.

A finales del año 2017 se realizó un estudio que tuvo como propósito evaluar la diferencia en el color de las resinas compuestas microhíbridas y de nanorelleno después de 24 y 48 horas sumergidas en bebidas como el vino tinto, Coca-Cola y agua destilada, así como también investigaron el efecto acumulativo de las soluciones colorantes en los composites dentales.

Sesenta muestras se dividieron en dos grupos de 30 cada uno y las superficies de cada espécimen se pulieron usando un sistema de pulido súper rápido, las diferencias de color se midieron usando un espectrofotómetro ultravioleta con el sistema el CIE  $L^* a^* b^*$ . Se encontró que la estabilidad del color de la resina compuesta microhíbrida era inferior que los compuestos de nanorelleno independientemente del medio de inmersión y el tiempo. En el vinotinto, el cambio de color observado fue máximo para ambas resinas compuestas seguidas de la Coca-Cola. La inmersión de los composites de resina en agua destilada durante 24 y 48 horas tuvo un cambio de color insignificante. Una inmersión de 48 horas de ambas resinas compuestas en los tres medios de inmersión mostró un cambio de color mayor que la inmersión de 24 horas<sup>30</sup>.

Haruki Ozera (2019)<sup>31</sup> evaluó los cambios de brillo y color de los materiales restauradores estéticos sometidos a diferentes bebidas ácidas. Se prepararon muestras de resina (Z350XT (Z350), IPS Empress Direct (ED), Charisma Diamond (CD)) y se midió el brillo y el color de la superficie inicial ( $\Delta E$ ) ( $n = 10$ ). Luego, las muestras se sumergieron en 4 ml de cada una de las diferentes bebidas (jugo de arándano; Coca-Cola; café o saliva artificial) durante 15 minutos, 3 veces al día durante 14 días y se obtuvieron nuevas lecturas de brillo y color. El cambio de color se evaluó con la fórmula  $\Delta E^*$ . Los datos fueron analizados con ANOVA de dos vías seguido de la prueba post hoc de Tukey ( $p = 0.05$ ). CD mostró el cambio de color más bajo entre los compuestos de resina y los valores más altos de  $\Delta E^*$  se obtuvieron después de la inmersión en café y jugo de arándano.

Piccoli y cols<sup>32</sup>. Estudiaron la estabilidad de las propiedades ópticas de los tonos altamente translúcidos de los compuestos de resina. Se probaron cuatro materiales comerciales (Filtek Z350 XT, Opallis, Amelogen Plus e IPS Empress Direct) y 14 tonos que no son Vita. Las muestras en forma de disco para cada combinación de color de cada compuesto de resina ( $n = 6$ ). Se

evaluaron en T0 (grupo control), T1 (después de 30 días de almacenamiento en agua) y T2 (después de 30 días de almacenamiento en agua y una solución de café). Las mediciones de color se realizaron de acuerdo con el sistema de color L'C'h'. Se calculó el parámetro de translucidez (TP) y la diferencia de color CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ). Los datos fueron analizados estadísticamente a  $p= 0.05$ . Los valores de TP variaron de  $43 \pm 1$  a  $55 \pm 1$ . Los cambios en TP en T1 variaron de 3.0% (Opallis T-Neutral) a 4.2% (Amelogen Plus Trans Orange), sin diferencias importantes con respecto a T0. En T2, la mayoría de los compuestos a base de resina mostraron una opacidad significativamente mayor, con cambios que variaron entre 15.0% (Empress Direct Trans 20) y 2.7% (Z350 XT Blue). Sin embargo, los valores de TP fueron  $\geq 40$  durante todo el estudio. El almacenamiento en agua causó diferencias de color insignificantes, con valores  $\Delta E_{00}$  en T1  $\leq 0.9 \pm 0.6$ . En T2, todos los materiales probados mostraron una diferencia de color significativa, y  $\Delta E_{00} \geq 3.2 \pm 0.2$ . Los tonos naranjas de Opallis y Amelogen Plus mostraron una menor variación de color que los otros tonos. Los cambios ópticos más significativos durante el almacenamiento se detectaron en el tono y particularmente en la coordenada de color croma. En conclusión, los compuestos basados en resinas altamente translúcidas mostraron una gran variabilidad en la estabilidad de sus propiedades ópticas entre las marcas probadas y los diferentes tonos del mismo material. Independientemente de las condiciones de almacenamiento, los compuestos a base de resina probados conservaron su carácter de alta translucidez con el tiempo.

Rasha AlSheikh (2019)<sup>33</sup> evaluó la capacidad de IPS Empress Direct para imitar la apariencia y el color de los dientes y resistir las manchas. Prepararon tres muestras de discos para cada tono de esmalte y dentina del compuesto a base de Lucirin, IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent) (A1, A2, A3, B1 y B2) (un total de 60). Las muestras se sometieron a evaluación



colorimétrica después de la inmersión en 10 soluciones diferentes (café, café con azúcar, café con leche, té rojo, té rojo con azúcar, té rojo con leche, jugo de tomate, jugo de granada, Coca cola y agua destilada como un grupo de control) durante 4 semanas utilizando análisis espectrofotométrico. Después de trazar los datos y realizar análisis de regresión lineal, los resultados de las pruebas arrojaron que IPS Empress mostró un alto potencial para imitar las propiedades ópticas del color natural de los dientes de acuerdo con el espacio de color CIElab. Tres soluciones mostraron un cambio de color superior a 3, café, café con azúcar y té rojo. Todas las demás soluciones mostraron cambios en el color que son clínicamente aceptables, por lo que concluyeron que IPS Empress Direct puede imitar satisfactoriamente la apariencia y el color de los dientes y al mismo tiempo manifestar una alta estabilidad del color que resiste las manchas durante el envejecimiento clínico.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Resinas Compuestas**

#### **2.2.1.1 Concepto**

Las resinas compuestas son actualmente los materiales de elección en el momento de realizar restauraciones de inserción plástica. Los motivos son tan variados como características ópticas que le permiten obtener buenas propiedades estéticas, longevidad aceptable, posibilidad de conservación de tejidos, adhesión relativamente consistente a estructura dentaria, generando así aumento de la demanda por parte de los pacientes.<sup>34</sup>

Según Anusavice<sup>35</sup>, los materiales compuestos son combinaciones tridimensionales de por lo menos dos materiales químicamente diferentes,

con una interfase distinta, obteniéndose propiedades superiores a las que presentan sus constituyentes de manera individual.

Los compuestos de resina se utilizan para una variedad de aplicaciones en odontología, que incluyen pero no se limitan a materiales restauradores. Se utilizan como base de cavidades, selladores de fosas y fisuras, reconstrucciones de muñones, incrustaciones onlays / inlays, coronas, restauraciones provisionales, cementos para prótesis dentales, dispositivos de ortodoncia, selladores de endodoncia y postes del conducto radicular. Es probable que el uso de estos materiales continúe creciendo en frecuencia y aplicación debido a su versatilidad.<sup>2</sup>

Las resinas además de ser materiales altamente estéticos, ofrecen mejores propiedades de adhesión al tejido dentario en relación a la amalgama dental, disminuyendo la microfiltración, además de prevenir la sensibilidad postoperatoria, reforzar la estructura dental remanente, transmitir y distribuir las fuerzas masticatorias mediante la interfase adhesiva del diente; pese a ello, este material también presenta desventajas como: la contracción de polimerización y el estrés que causa en la interfase diente restauración.<sup>36</sup>

#### **2.2.1.2 Composición de las resinas compuestas**

##### **2.2.1.2.1 Matriz orgánica**

Está constituida por monómeros de dimetacrilato alifáticos y aromáticos. El monómero base más utilizado durante los últimos 30 años ha sido el Bis-GMA (Bisfenol-A- Glicidil Metacrilato). Comparado con el metilmetacrilato, el BisGMA tiene mayor peso molecular lo que implica que su contracción durante la polimerización es mucho menor, además presenta menor

volatilidad y menor difusividad en los tejidos.<sup>37</sup>

Sin embargo, su alto peso molecular es una característica limitante, ya que aumenta su viscosidad, pegajosidad y conlleva a una reología indeseable que comprometen las características de manipulación.<sup>45</sup> Además, en condiciones comunes de polimerización, el grado de conversión del Bis-GMA es bajo.<sup>(10)</sup> Para superar estas deficiencias, se añaden monómeros de baja viscosidad tales como el TEGDMA (trietilenglicol dimetacrilato), dimetacrilato de bisfenol A (Bis-MA), el etilenglicol-dimetacrilato (EGDMA), el metilmetacrilato (MMA) o el dimetacrilato de uretano (UDMA).<sup>38,39</sup>

Actualmente el sistema Bis-GMA/TEGDMA es uno de los más usados en las resinas compuestas.<sup>40</sup> En general este sistema muestra resultados clínicos relativamente satisfactorios, pero aún hay propiedades que necesitan mejorarse, como la resistencia a la abrasión.<sup>41</sup>

www.bdigital.ula.ve

#### **2.2.1.2.2 Relleno**

La fase dispersa de las resinas compuestas está integrada por un material de relleno inorgánico del que dependen, fundamentalmente, las propiedades físicas y mecánicas del composite. La naturaleza del relleno, su modo de obtención y la cantidad incorporada determinarán en gran medida las propiedades mecánicas del material restaurador.<sup>42</sup> Las partículas de relleno son incorporadas a la fase orgánica para mejorar las propiedades físico-mecánicas de la matriz orgánica. Gracias al relleno se consigue reducir el coeficiente de expansión térmica, disminuir la contracción final de la polimerización, proporcionar radioopacidad, mejorar la manipulación e incrementar la estética.<sup>40</sup>

Las partículas de relleno más utilizadas son las de cuarzo o vidrio de bario y son obtenidas de diferentes tamaños a través de diferentes procesos de fabricación (pulverización, trituración, molido). Las partículas de cuarzo

son dos veces más duras y menos susceptibles a la erosión que el vidrio, además de que proporcionan mejor adhesión con los agentes de conexión (Silano). También son utilizadas partículas de sílice de un tamaño aproximado de 0,04mm (micropartículas), las cuales son obtenidas a través de procesos pirolíticos (quema) o de precipitación (sílice coloidal).<sup>43</sup>

La tendencia actual es la disminución del tamaño de las partículas, haciendo que la distribución sea lo más cercana posible, en torno a 0.05  $\mu\text{m}$ .<sup>44</sup>

La nanotecnología ha conducido al desarrollo de una nueva resina compuesta, que se caracteriza por tener en su composición la presencia de nanopartículas que presentan una dimensión de aproximadamente 25 nm y nanoagregados de aproximadamente 75 nm, estos están formados por partículas de circonio/sílice o nanosílice. Los agregados son tratados con silano para lograr entrelazarse con la resina.<sup>45</sup>

La distribución del relleno (agregados y nanopartículas) ofrecen un alto contenido de carga de hasta el 79.5%.<sup>46</sup> Las resinas generadas con este tipo de partículas, al presentar un menor tamaño de partícula, permiten un mejor acabado de la restauración, que se observa en la textura superficial de la misma disminuyendo las posibilidades de biodegradación del material en el tiempo.<sup>54</sup>

### **Beneficios de las partículas de relleno**<sup>42</sup>

- ❖ Refuerzan la matriz de resina resultando en el aumento de la dureza (propiedad que tiene el material de evitar ser rayado), resistencia (resistencia flexural, módulo de elasticidad, tenacidad) y disminuye el desgaste.<sup>51</sup>
- ❖ La polimerización se reduce entre 1.5 y 4% del volumen.<sup>35,42</sup>
- ❖ Reduce la contracción por expansión térmica. El coeficiente de expansión de la resina es mayor que el de la estructura dentaria y

mientras más relleno tenga, el coeficiente se reduce ya que los rellenos son cerámicos y el material cerámico se asemeja más a la estructura cristalina del diente.<sup>50,51</sup>

- ❖ Mejora la manipulación, ya que mientras menos relleno es más líquido y más difícil de manipular. Incrementa la viscosidad hasta convertirla en una matriz o pasta manipulable.
- ❖ Reduce la absorción de agua.
- ❖ Al incorporar metales pesados en su composición mejora la sensibilidad del diagnóstico radiográfico, pero mientras más metales pesados es más opaco, se puede usar como dentina en el sector anterior, no como esmalte.<sup>1,42,45</sup>

#### **2.2.1.2.3 Agente de conexión o acoplamiento**

Durante el desarrollo inicial de las resinas compuestas, Bowen quien desarrolló la molécula Bis-GMA demostró que las propiedades óptimas del material, dependían de la formación de una unión fuerte entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica.<sup>47</sup> 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 por medio del cual se van a unir estas fases es el silano, el cual es conocido como un agente unión o de acoplamiento, que promueve la adhesión a la matriz de las resinas.<sup>42</sup>

El silano es un molécula bifuncional que se une a las partículas de relleno cuando son hidrolizados a través de puentes de hidrógeno y a su vez, posee grupos metacrilatos, los cuales forman uniones covalentes con la resina durante el proceso de polimerización ofreciendo una adecuada interfase resina / partícula de relleno. El silano más utilizado es el  $\gamma$ - metacril-oxipropil trimetoxi-silano (MPS).<sup>48</sup>

Sin un agente de unión, las fuerzas cohesivas se reducen, y el relleno de las partículas tiende a perderse o a separarse de la superficie a medida de que se produce el desgaste alrededor de la matriz.<sup>42</sup>

#### **2.2.1.2.4 Sistema iniciador-activador de la polimerización**

Rodríguez y Pereira explican que, el proceso de polimerización de los monómeros en las resinas compuestas se puede lograr de varias formas. En cualquiera de sus formas es necesaria la acción de los radicales libres para iniciar la reacción. Para que estos radicales libres se generen es necesario un estímulo externo.<sup>1</sup> Según Yearn, en las resinas auto-curadas 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 benzoilo).<sup>46</sup> En el caso de los sistemas fotocurados, la energía de la luz visible provee el estímulo que activa un iniciador en la resina (canforoquinonas, lucerinas u otras diquetonas). Es necesaria que la resina sea expuesta a una fuente de luz con la adecuada longitud de onda entre 420 y 500 nanómetros en el espectro de luz visible. Sin embargo, el clínico debe ser cuidadoso en minimizar la exposición de luz, hasta que el material esté listo para curar, de otra forma puede comenzar una polimerización prematura y el tiempo de trabajo se puede reducir considerablemente.<sup>49</sup>

Existen iniciadores físicos y químicos. Dentro de los químicos se encuentra el peróxido benzoilo más la amina terciaria aromática presentes en las resinas de autocurado en un 2% y en las resinas de fotocurado solo se encuentra como amina terciaria alifática en un 0,2% con la misma función de activador.<sup>2</sup> El iniciador es la canforoquinona que se inicia con la luz de la lámpara de fotocurado.<sup>50</sup>

Es importante destacar que para las resinas compuestas translucidas o los productos con mayor valor que B1, no pueden llevar canforoquinonas porque ésta es amarilla por lo que los fabricantes utilizan otro tipo de iniciadores como el lucirin tpo (1-fenil-1, 2-propanedione) y PPD (1-fenil-1, 2-propanedione). El problema de estos iniciadores es que están por debajo de los 468nm (que es el punto en el que se activa la canforoquinona).<sup>1</sup> Una lámpara de luz halógena tiene un rango de los 400 a los 490nm y puede activar la canforoquinona). Lucirin tpo y PPD están cerca de los 410 a 430 nm. Las lámparas Led sobre todo de primera y segunda generación solo tienen un pico en 470 nm por lo que solo activan canforoquinonas, es decir que no van a polimerizar productos translucidos o muy blancos.<sup>2,51</sup>

### **2.2.1.3 Clasificación de las resinas compuestas**

#### **2.2.1.3.1 En relación al tamaño y a la distribución de partículas**

Los composites han sido clasificados usando varios criterios, y uno de los más frecuentes es en relación con el tamaño y cantidad de carga de refuerzo.<sup>51</sup>

Actualmente una clasificación válida es la propuesta por Lutz y Phillipps. Esta clasificación divide las resinas basadas en el tamaño y distribución de las partículas de relleno en: convencionales o macrorelleno (partículas de 0,1 a 100 $\mu$ m), microrelleno (partículas de 0,04  $\mu$ m) y resinas híbridas (con rellenos de diferentes tamaños).<sup>50</sup>

Las resinas se pueden clasificar en cinco categorías:

#### **1. Resinas tradicionales o de macrorelleno**

- ❖ El tamaño de sus partículas varía de 8-12 $\mu$ m.
- ❖ Tienen alta resistencia mecánica.
- ❖ Se utiliza para reconstrucción de muñones.
- ❖ En zonas alto estrés.

- ❖ Su desempeño clínico es deficiente y el acabado superficial es pobre, visto que hay un desgaste preferencial de matriz resinosa.
- ❖ Tienen mayor susceptibilidad a la pigmentación.
- ❖ Hoy en día este tipo de resinas casi no se usan.

## 2. Resinas híbridas

- ❖ Se denominan así por estar reforzados por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje en peso de 60% o más.<sup>51</sup>
- ❖ El tamaño de sus partículas oscilan entre 0,6 y 1  $\mu\text{m}$ , incorporando sílice coloidal con tamaño de 0,04  $\mu\text{m}$ .<sup>51</sup>
- ❖ Corresponden a la gran mayoría de los materiales compuestos actualmente aplicados al campo de la Odontología.<sup>63</sup>
- ❖ Disponen de gran variedad de colores y capacidad de mimetización con la estructura dental, es decir, simulan la dentina.<sup>2,50</sup>
- ❖ Menor contracción de polimerización.<sup>50</sup>
- ❖ Baja sorción acuosa.<sup>2</sup>
- ❖ Excelentes características de pulido y texturización, abrasión y desgaste.<sup>1,51</sup>
- ❖ Posee un coeficiente de expansión térmica muy similar al experimentado por las estructuras dentarias.<sup>50,51</sup>
- ❖ Se utilizan en zonas de moderado a alto estrés.<sup>51</sup>
- ❖ En Molares y premolares (I,II) Clase III y clase IV.<sup>51</sup>
- ❖ Se consideran resinas universales porque se pueden usar tanto en el sector anterior como en el posterior.<sup>51,52</sup>
- ❖ Posee diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia.<sup>53,54,55</sup>

## 3. Resinas microhíbridas y nanohíbridas

- ❖ El tamaño de sus partículas es por debajo de 1 $\mu$ .<sup>42,50,51</sup>
- ❖ Se mezcla el relleno con sílica pirolítica y prepolímeros.<sup>1</sup>



- ❖ Se utilizan tanto en el sector anterior, como en el sector posterior
- ❖ Actúan Mejor ante el envejecimiento.
- ❖ Demuestran una mejor manejabilidad y capacidad de pulido en comparación con los híbridos convencionales.<sup>42</sup>
- ❖ Los nanohíbridos combinan resistencia a la fractura, capacidad de esculpido, resistencia al desgaste mejorada y buena estabilidad del color.
- ❖ Ambos tipos de resinas ocupan todo el rango de luz visible.

#### **4. Resinas de microrelleno**<sup>2,42</sup>

- ❖ El tamaño de sus partículas oscila entre 40-400nm.
- ❖ La partícula de relleno es la sílica pirolítica y prepolímeros.
- ❖ Permiten el paso de luz sin chocar.
- ❖ Ópticamente son mejores.
- ❖ Pueden sustituir sin ningún problema el esmalte.
- ❖ Proporcionan una alta capacidad de esculpido y una excelente resistencia al desgaste.<sup>56</sup>
- ❖ Se utilizan en zonas de bajo estrés con alto pulido.
- ❖ Tienen buena estabilidad del color que dura más de 20 años.<sup>68</sup>
- ❖ Clase III y V estéticas.

#### **5. Resinas de nanorelleno**<sup>42,56</sup>

- ❖ El tamaño de sus partículas oscila de 20 a 75 nanómetros (0.02 micras a 0.075 micras).
- ❖ Muy por debajo por el espectro de luz.
- ❖ Excelentes propiedades ópticas.
- ❖ Mejor pulido.
- ❖ Tienen en su relleno los Nanoclusters.
- ❖ Buena resistencia al desgaste y estabilidad del color.
- ❖ Se pueden usar en el sector anterior y posterior.

#### **2.2.1.3.2 En relación a la morfología de sus partículas**

Según Ramírez y Kaplan<sup>36</sup>, las resinas compuestas según la morfología de sus partículas se clasifican en:

- 1. Irregulares**
- 2. Esféricas**
- 3. Prepolímeros irregulares**
- 4. Irregulares más prepolimerizadas**

Es importante recordar que no todos los sistemas exhiben las mismas propiedades y que no existe un material realmente perfecto. En última instancia, le corresponde al odontólogo que maximice las mejores propiedades de cada sistema y que las manipule para crear los tonos integrales y personalizados que se adapten a cada restauración.<sup>5</sup>

#### **2.2.1.3.3 Resinas fluidas**

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.<sup>58</sup>

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<sup>58,59</sup>.
- ❖ Poseen alta flexibilidad por lo que tiene menos posibilidad de desalajo en áreas de concentración de estrés.
- ❖ Tiene una alta elasticidad o bajo módulo elástico (3,6 - 7,6 GPa), lo cual se ha demostrado que provee una capa elástica entre la dentina y el material restaurador que puede absorber la contracción de

polimerización asegurando la continuidad en la superficie adhesiva y reduce la posibilidad de desalojo en áreas de concentración de estrés.<sup>40</sup>

Como inconvenientes señalaremos:

- ❖ Alta contracción de polimerización (4 a 7%) debido a la disminución del relleno y propiedades mecánicas inferiores.<sup>58,59</sup>
- ❖ La radiopacidad de la mayoría de estos materiales es insuficiente, por lo que puede producir confusión a la hora de determinar caries recurrente.<sup>59</sup>

Algunas de las indicaciones para estos materiales son: restauraciones de clase V, abfracciones, restauraciones oclusales mínimas o bien como materiales de forro cavitario.<sup>58,59</sup>

#### **2.2.1.3.4 Resinas empacables**

Los composites condensables son resinas compuestas con alto porcentaje de relleno.<sup>60</sup> Perry y Leinfelde explican que 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.<sup>61</sup>

La consistencia de este tipo de materiales permite producir áreas de contacto más justos con la banda matriz que los logrados con los materiales de viscosidad estándar en restauraciones clase II.<sup>61</sup> Para obtener esta característica, se desarrolló un compuesto denominado PRIMM (Polimeric Rigid Inorganic Matrix Material), formado por una resina Bis-GMA ó UDMA y un alto porcentaje de relleno de partículas irregulares (superior a un 80% en peso) de cerámica (Alúmina y Bióxido de Silicio). De esta forma se reduce la cantidad de matriz de resina aumentando su viscosidad y creando esta particular propiedad en su manejo, diferente a las resinas híbridas

convencionales, ya que estas resinas son relativamente resistentes al desplazamiento durante la inserción.<sup>61</sup>

Sus ventajas son: la posibilidad de ser condensadas (como la amalgama de plata), mayor facilidad para obtener un buen punto de contacto y una mejor reproducción de la anatomía oclusal. Su comportamiento físico-mecánico es similar al de la amalgama de plata, superando a las de los composites híbridos<sup>60-62</sup>; sin embargo, su comportamiento clínico, según estudios de seguimiento es similar al de los composites híbridos.<sup>62</sup>

Como principales desventajas destacan la difícil adaptación entre una capa de composite y otra, la dificultad de manipulación y la poca estética en los dientes anteriores. Su principal indicación radica en la restauración de cavidades de clase II con el fin de lograr, gracias a la técnica de condensación, un mejor punto de contacto.<sup>62</sup>

#### 2.2.1.4 Propiedades de las resinas compuestas

**a. 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 o elementos tales como cerdas de cepillos y palillos de dientes.<sup>63</sup> 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.<sup>64</sup>

Esta propiedad depende del tamaño, la forma y el contenido de las partículas de relleno así como de la localización de la restauración en la arcada dental y las relaciones de contacto oclusales. Cuanto mayor sea el porcentaje de relleno, menor el tamaño y mayor la dureza de sus partículas, la resina tendrá menor abrasividad.<sup>64</sup>

Dado que el módulo elástico de la resina es menor que el de las partículas de relleno, las partículas que conforman el relleno son más resistentes al desgaste, comprimen la matriz en los momentos de presión

(como las cargas cíclicas) y esto causa el desprendimiento de partículas de relleno y del agente de conexión silano, exponiéndose la matriz, la cual es más susceptible al desgaste. Este fenómeno por pérdida de partículas de la superficie es conocido como "plucking out".<sup>65</sup>

**b. Coeficiente de expansión térmica:** se refiere al cambio dimensional de la resina ante un cambio de temperatura.<sup>66</sup> Cuanto más se aproxima el coeficiente de expansión térmica de la resina al coeficiente de expansión de los tejidos dentarios, habrá menos probabilidades de formación de brechas marginales entre el diente y la restauración, al cambiar la temperatura.<sup>67,68</sup>

El coeficiente de expansión térmica lineal para las resinas compuestas varía de entre  $25$  a  $68 \times 10^{-6}$   $m/^{\circ}C$ . Dicho valor es superior a los valores establecidos para el esmalte ( $11.4 \times 10^{-6}$   $m/^{\circ}C$ ) y para la dentina ( $8.3 \times 10^{-6}$   $m/^{\circ}C$ ).<sup>69</sup>

**c. Sorción acuosa:** está relacionada con la cantidad de agua absorbida y por la masa de una resina en un tiempo, y la expansión relacionada a esa sorción.<sup>70</sup> La incorporación de agua en la resina, puede causar solubilidad de la matriz afectando negativamente las propiedades de la resina fenómeno conocido como degradación hidrolítica.<sup>71</sup> Dado que la sorción es una propiedad de la fase orgánica, a mayor porcentaje de relleno, menor será la sorción de agua.<sup>72</sup>

Baratieri y Anusavice refieren que la expansión relacionada a la sorción acuosa es capaz de compensar la contracción de polimerización. Las resinas Híbridas proporcionan baja sorción acuosa.

**d. Contracción de polimerización:** esta propiedad está relacionada con el contenido de partículas inorgánicas presentes en la resina compuesta, es por esto que las resinas fluidas y las resinas que contienen micropartículas son las que presentan mayor contracción de polimerización, debido a la poca cantidad de carga inorgánica.<sup>66</sup> 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, al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esa distancia se reduce a 1.5 nm. Ese "acercamiento" o reordenamiento espacial de los monómeros (polímeros) provoca la reducción volumétrica del material.<sup>73</sup>

**e. Resistencia a la compresión y a la tracción:** están relacionadas 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.<sup>1</sup>

**f. Radiopacidad:** un requisito de los materiales de restauración de resina es la incorporación de elementos 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.<sup>1</sup>

**g. Módulo elástico:** es una medida que nos determina la rigidez de un material.<sup>1,69</sup> El módulo de elasticidad debe ser similar al material a sustituir, así las deformaciones elásticas ante cargas externas serían en la misma magnitud en el diente y en el material.<sup>66</sup> 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: A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor módulo elástico.<sup>1</sup>

**h. Textura superficial:** se define la textura superficial como 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 y puede ser un irritante mecánico

especialmente en zonas próximas a los tejidos gingivales.<sup>74</sup> En la fase de pulido de las restauraciones se logra una menor energía superficial, evitando la adhesión de placa bacteriana, se elimina la capa inhibida y de esta forma se prolonga en el tiempo la restauración de resina compuesta.<sup>75</sup> Las resinas compuestas de nanorelleno proporcionan un alto brillo superficial.<sup>73</sup>

**i. Estabilidad del color:** los composites pueden alterar su color debido a manchas superficiales asociadas a la penetración de colorantes de alimentos y cigarrillo, y por decoloración interna, que ocurre por un proceso de foto oxidación de las aminas terciarias.<sup>1,66</sup> Las resinas compuestas químicamente activadas son menos estables en cuanto al mantenimiento del color<sup>1,75</sup>, pues las aminas aromáticas se usan en mayor concentración en este tipo de resina, y debido a que son reactivas pueden causar decoloración del material.

www.bdigital.ula.ve

## 2.2.2 COLOR

### 2.2.2.1 Concepto

El color es nuestra sensación cromática y se basa en la relación entre estímulo/receptores, en que el elemento determinante para el surgimiento del color es la luz. No obstante es necesario comprender que los estímulos que causan la sensación del color están divididos en dos grupos: uno basado en la propia radiación luminosa, llamado color-luz, y otro basado en la sustancia material que recibe, absorbe, reflecta y refleja la luz para el observador, determinada como luz-pigmento.<sup>5</sup>

La sensación que llamamos color sería la correspondiente a la longitud de onda de la radiación lumínica que alcanza al ojo, se ésta corresponde con la de un color del arco iris veremos dicho color, si contiene las longitudes de

onda combinadas de dos colores percibimos un color nuevo compuesto por ambas, y cuando las contiene todas vemos el color resultante como blanco, el color negro sería la ausencia de radiación visible.<sup>75</sup>

### 2.2.2.2 Características del color

**a. Matiz:** es la longitud de onda dominante de un color, es lo que llamaríamos: azul, rojo, verde, amarillo, entre otros.<sup>3</sup> También es conocido como tonalidad y se refiere al tipo específico de longitud de onda (verde, rojo, azul, amarillo, etc.) que no es absorbida por los objetos y por lo tanto es reflejada hacia nuestros ojos.<sup>75</sup>

Cardoso define al matiz como “Es el nombre del color; la calidad que distingue una familia de color de otra, y siempre debe ser seleccionado bajo una luz apropiada”.<sup>74</sup>

A medida que pasan los años, el tono de la dentición permanente en un individuo joven es sometido a factores extrínsecos e intrínsecos, como por ejemplo los alimentos y bebidas, lo que trae como consecuencia el cambio de esta propiedad.<sup>4</sup>

**b. Valor:** es la cantidad de “brillo”, “luminosidad” o “gris” que tiene el color, que tan claro u oscuro es; se mueve dentro de una escala acromática, por lo que son sólo tonos que van desde el blanco hasta el negro, con toda la gama de grises en el medio.<sup>3</sup> Está relacionado también con la opacidad y translucidez, cuanto mayor el valor, más opaco y blanquecino será el objeto y cuanto menor valor, más translúcido o grisáceo.<sup>76</sup>

**c. Cromo:** se refiere a la saturación de color, la cantidad de color existente en éste. La mejor forma de explicarlo es con un vaso de agua. Cuando se toma un vaso de agua y se empieza a colocar gota a gota cualquier color de pintura, el color del agua se va tornando más saturado, más fuerte, conforme se van agregando más gotas del color.<sup>3</sup>



McLaren lo define como, la intensidad, concentración o cantidad de un tono dado (por ejemplo amarillo más claro o más intenso).<sup>77</sup> Un matiz será menos o más saturado, cuanto mayor o menor sea la cantidad del color.<sup>4</sup>

**d. Fluorescencia:** está relacionada con luminiscencia, que son los fenómenos de emisión de luz sin incandescencia. De esta forma, la fluorescencia es la emisión de luz visible que ocurre cuando cuerpos fluorescentes (que poseen fluróforo) son expuestos a rayos excitantes (rayos de alta energía), tales como rayos ultravioleta.<sup>5</sup>

La fluorescencia se refiere a la habilidad de un material de absorber la luz y difundirla de regreso con una longitud de onda mayor.<sup>84</sup> Se sabe que tanto la dentina como el esmalte son estructuras fluorescentes, siendo en la dentina esa característica más acentuada.<sup>76,98</sup> Los dientes naturales cuando son sometidos a una fuente de rayos ultravioletas exhiben fluorescencia que va de un blanco intenso hasta un azul claro, potenciando la vitalidad de los mismos y haciendo que los dientes parezcan más blancos y claros en la presencia de éstas luces.<sup>76</sup>

**e. Opalescencia:** es una propiedad óptica que imprime en el esmalte la capacidad aparente de poseer diferentes coloraciones en función de los rayos luminosos.<sup>66,77</sup> Con iluminación directa, los cristales de hidroxiapatita permiten el paso de ondas largas, principalmente el rojo y el naranja, en cuanto a las ondas cortas (verde, violeta y azul) son reflejadas dando al esmalte un efecto azul-grisáceo. Ésta característica posee mayor evidencia en el tercio incisal debido a que en esa zona existe poca o ninguna cantidad de dentina, la opalescencia se da en todo el esmalte dental.<sup>76,77</sup>

### 2.2.2.3 Percepción del color

Existen tres aspectos que determinan la percepción del color:

**a. Fuente de luz:** es la que lleva las ondas lumínicas, estimula los eventos sensoriales para la visión.<sup>35,66</sup>

**b. El objeto:** el objeto está sujeto a una serie de fenómenos ópticos cuando la luz incide sobre él, entre éstos tenemos la reflexión, la refracción y absorción.<sup>4,66</sup>

- ❖ Reflexión: el color que vemos corresponde a la parte del espectro que se refleja y llega al ojo. Si la fuente de luz tiene todos los colores del espectro se produce una lectura verdadera, si la luz carece de un determinado color la lectura es falsa.<sup>4</sup> En este proceso la luz es reflejada cuando regresa al medio de donde vino.<sup>3,4</sup>
- ❖ Refracción: la luz se propaga en línea recta a velocidad constante en un medio uniforme. Si cambia el medio, la velocidad cambiará también y la luz viajará en línea recta a lo largo de una nueva trayectoria. La desviación de un rayo de luz cuando pasa oblicuamente de un medio a otro se conoce como refracción.<sup>4,66</sup>
- ❖ Absorción: el color es el resultado de la absorción. La luz pasa a través de un filtro, llegan al ojo y son percibidos como el color del filtro.<sup>4</sup>

**c. El observador:** por medio de la visión el ser humano capta el estímulo permitiéndole distinguir los colores.<sup>4</sup>

El proceso visual inicia cuando la luz reflejada de los objetos entra al ojo y es enfocada por la córnea y el cristalino para formar una imagen definida en la retina.<sup>35,66</sup>

El ojo humano tiene en la retina dos tipos de sensores para captar la radiación electromagnética: los bastones y los conos.<sup>76</sup>

Los bastones permiten ver detalles muy finos, debido al elevado número de detectores, y además, son muy sensibles, por lo que podemos discernir entre variaciones muy pequeñas de intensidad, es decir funcionan más en la noche.<sup>4,3,66</sup> Los bastones se encargan de interpretar el valor y el brillo.<sup>3</sup>

Los conos son los responsables de detectar detalles más sutiles y permiten ver los colores. Si la iluminación disminuye los conos pierden su

utilidad, por esta razón no se pueden ver colores en la oscuridad.<sup>76</sup> Los conos interpretan las dimensiones del tono y el croma.<sup>3</sup>

#### 2.2.2.4 Métodos de medición del color

Existen dos formas:

a. El modo visual: en este tipo de método se usa un testigo que es la guía de color como la Vita tradicional, Vita Lumin Vacuum.<sup>4</sup>

b. El modo instrumental: mediante el uso de aparatos electrónicos (colorímetro, espectrofotómetro o analizadores digitales de color) varían desde los más simples hasta los más complejos, según las capacidades y los precios.

El uso extensivo de espectrofotómetros y colorímetros ha sido reportado en el campo de la investigación su uso común en la práctica clínica se ve limitada debido al alto costo, su limitada capacidad de medir el color en objetos translucentes (como lo son los dientes), tamaño y estandarización.<sup>3</sup>

Espacio del Color CIElab 1976. Este es uno de los métodos de medición de color instrumental y fue desarrollado por la *Comission Interantionale d'Eclairage* (Comisión Interancional de la Iluminación) denominado CIElab. Este sistema es un modelo cromático usado normalmente para describir todos los colores que puede percibir el ojo humano.<sup>66,76</sup>

El sistema de color CIElab es definido por tres coordenadas colorimétricas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . La coordenada  $L^*$  representa la claridad, la coordenada  $a^*$  corresponde a los colores rojo y verde, y la coordenada  $b^*$  corresponde a los colores amarillo y azul.<sup>66,76</sup>

El procesamiento digital de imágenes usando el sistema CIELAB puede realizarse usando el software *Adobe® Photoshop®* (*Adobe Systems Incorporated, USA*) que es una aplicación que se utiliza para la edición y retoque de imágenes en diversos formatos.<sup>3,4,66</sup>

*Photoshop*® trabaja con modos, espacios y modelos de color. Los modelos de color describen los colores que se ven en las imágenes digitales y con los que se trabaja. Cada modelo de color como, por ejemplo, RGB, CMYK o HSB representa un método diferente de descripción de colores. Un espacio de color es una variante de un modelo de color que tiene un rango específico de colores.<sup>66</sup>

Cada dispositivo (ya sea monitor o impresora) dispone de su propio espacio de color, por lo que sólo puede reproducir los colores de su gama. Cuando una imagen pasa de un dispositivo a otro, los colores de la imagen pueden cambiar porque cada dispositivo interpreta los valores RGB o CMYK según su propio espacio de color.<sup>66</sup>

El modo de color CIE L\*a\*b\* se basa en la percepción humana del color. Los valores numéricos de L\*a\*b\* describen todos los colores que ve una persona con una capacidad de visión normal. Como L\*a\*b\* describe la apariencia del color en lugar de la cantidad de colorante necesaria para que un dispositivo (como un monitor, una impresora o una cámara digital) produzca el color, L\*a\*b\* se considera un modelo de color independiente de dispositivo.<sup>3,76</sup>

#### 2.2.2.5 Guías de color dentario

Existen diversos tipos de guías, entre las cuales podemos mencionar:

- **Guía Vita tradicional:** es una guía de matices, la cual está dispuesta en orden decreciente, del valor más claro al valor más oscuro, de izquierda a derecha.<sup>4</sup>

Miyashita explica que esta guía se organiza en 4 matices: A (amarillo/marrón), B (amarillo), C (gris) y D (rosa/gris), los cuales son matices bastante semejantes, pues se tratan de subtonalidades de amarillo.<sup>4</sup> Al utilizarla, lo primero que se determina es a qué grupo pertenece el diente, es

decir, al grupo A, B, C o D, por lo que primero determinamos es el tono. Además hay varios niveles de cromatismo para el mismo tono. La luminosidad disminuye con el número. Esta guía consta de las siguientes tablillas: A1; A2; A3; A3.5; A4; B1; B2; B3; B4; C1; C2; C3; C4; D2; D3 y D4.<sup>78</sup>

- **Guía VitaPan 3D-Master:** establece grupos por su luminosidad, decreciendo del 1 al 5, que a su vez se divide en subgrupos según la saturación cromática creciente de 1 a 3, y a continuación se determina si dentro de esos grupos, se mantiene en el tono de color medio M, o deriva hacia el amarillo L o al rojo R.<sup>78</sup>

### 2.2.3 AGENTES PIGMENTARIOS

Córdova y De la Torre definen un cromóforo como el “conjunto de átomos que pertenecen a una molécula y a su vez le confieren su color. Cuando una molécula absorbe ciertas longitudes de onda de luz visible y transmite o refleja otras, la molécula muestra su color”.<sup>79</sup>

Existen diferentes sustancias o agentes, los cuales presentan grupos cromóforos, que al entrar en contacto con la cavidad bucal, causan pigmentación en las piezas dentales restauradas o sanas. Estas sustancias o agentes se encuentran en los alimentos y bebidas que consumimos a diario.<sup>4</sup>

Por otro lado, Jacobsen considera que las resinas compuestas son los principales materiales que se utilizan para restaurar la estructura dental pero a pesar de su evolución deben ser utilizadas con cautela, ya que cambian de color ligeramente durante el proceso de polimerización y se pigmentan con el tiempo.<sup>80</sup>

Las variaciones o cambios de color en las resinas compuestas pueden deberse a:<sup>4</sup>

- Decoloraciones en la superficie.
- Cambios cromáticos o de translucidez.
- Decoloraciones en desajustes marginales.

Las resinas compuestas sufren alteraciones de color en un período de 2 a 3 años, pudiendo ocurrir por manchas superficiales relacionadas con la penetración de colorantes contenidos en los alimentos.<sup>4</sup> En la superficie de la restauración ocurre un ablandamiento de la resina, permitiendo la pigmentación. La alteración del color puede deberse también a una decoloración interna que ocurre como resultado de un proceso de fotooxidación de algunos componentes químicos de las resinas, siendo las aminas (activadoras del proceso de polimerización) responsables de esta alteración cromogénea.<sup>64</sup>

### **Tipos de pigmentación**

#### **❖ Pigmentación extrínseca.**

Es causada principalmente por los colorantes presentes en las bebidas y en la comida a través de la absorción y la adsorción. Numerosos estudios in vitro han demostrado que bebidas comunes como el café, el té, el vino tinto, jugos de frutas, coca cola, entre otros, pueden causar cambios significativos en el color de la superficie de las restauraciones de resina compuesta<sup>81</sup>; también fumar y algunos medicamentos (inducen una superficie rugosa) lo que contribuye el desarrollo de pigmentaciones exógenas en restauraciones de resinas.<sup>82</sup>

Además de los efectos obvios de los colorantes, la pigmentación extrínseca también está asociada a las propiedades químicas y físicas de las resinas. La composición de la matriz de resina afecta la absorción de agua,

la solubilidad, la hidrofilia y la microestructura, lo que influye en la estabilidad del color a largo plazo. Las resinas que contienen en mayor cantidad Bis-GMA pueden tener mayores características hidrofílicas y aumentar la absorción de agua en mayor medida que aquellas que contienen mayor cantidad de UDMA. Agregar pequeñas cantidades de TEGDMA a la matriz de resina de Bis GMA puede aumentar significativamente la absorción de agua de las resinas. La composición del TEGDMA le confiere una alta afinidad a la molécula de agua y por ello resulta en un aumento de las propiedades hidrofílicas de esas resinas. Es por ello que las resinas con propiedades hidrofílicas y con una alta absorción de agua son más susceptibles a ser pigmentadas, ya que los colorantes son más propensos a ser absorbidos hacia la matriz de la resina. También diferentes autores han especulado con respecto a si el relleno inorgánico de las resinas afecta la estabilidad del color, dado que su tamaño, tipo, distribución y afinidad con la matriz de la resina puede influenciar la absorción y adsorción de los colorantes.<sup>81</sup>

Diferentes autores sugieren que existen al menos tres mecanismos que posiblemente contribuyen a la formación de manchas extrínsecas:

- a. Producción de componentes pigmentados en placa por bacteria cromogénica.
- b. Retención de sustancias pigmentantes provenientes de la dieta.
- c. Formación de productos pigmentados por la transformación química de los componentes de la biopelícula dental.<sup>82</sup>

#### ❖ **Pigmentación intrínseca**

La pigmentación intrínseca es determinada por la calidad de la matriz de la resina, la foto iniciador y el relleno inorgánico. Estudios recientes han demostrado que los efectos de la decoloración intrínseca eran menores en resinas completamente polimerizadas y que no presentaban cambios de color perceptibles clínicamente luego de ser almacenados en agua, solo

presentaban cambios visibles al ser expuestos a colorantes de la dieta y colorantes químicos y cuando la resina no estaba totalmente polimerizada.

Estos hallazgos sugieren que la pigmentación extrínseca es el factor principal que afecta la estabilidad del color y el éxito a largo plazo de las restauraciones de resina.<sup>81</sup>

#### **2.2.4 CAFÉ**

Se conoce como café a los granos obtenidos de la planta cafeto, los cuales tostados y molidos son usados principalmente para preparar y tomar como una infusión.<sup>83</sup> El café es una bebida muy apetecida por sus características organolépticas, convirtiéndola en una de las más consumidas en el mundo. Contiene una inmensa variedad de compuestos químicos responsables de su calidad sensorial y de sus efectos fisiológicos, como por ejemplo la cafeína, que es un estimulante reconocido del sistema nervioso central y que incide en el estado de alerta del individuo.<sup>84</sup>

##### Composición

Entre las más de 1000 sustancias químicas distintas que lo componen se incluyen aminoácidos y otros compuestos nitrogenados, polisacáridos, azúcares, triglicéridos, ácido linoleico, diterpenos (cafestol y kahweol), ácidos volátiles (fórmico y acético) y no volátiles (láctico, tartárico, pirúvico, cítrico), compuestos fenólicos (ácido clorogénico), trimetilxantina conocida como cafeína, sustancias volátiles (sobre 800 identificadas de las cuales 60-80 contribuyen al aroma del café), vitaminas, minerales. Otros constituyentes como las melanoidinas derivan de las reacciones de pardeamiento no enzimático o de la caramelización de carbohidratos que ocurren durante el tostado. Existen variaciones importantes en la concentración de estos componentes según la variedad de café y el grado de tostado.<sup>84</sup>

##### Consumo mundial



Según la organización internacional del café la producción mundial de café en 2017/18 será de alrededor de 158,78 millones de sacos y las proyecciones futuras estiman un alza sostenida hasta el 2020, donde se espera un consumo de 175 millones de sacos de 60 kg.<sup>85</sup>

#### Importancia científica

El café ha sido ampliamente utilizado en el ámbito odontológico para estudiar la alteración del color de las resinas al interactuar con esta sustancia, debido a su capacidad de pigmentación la cual se debe a la presencia de moléculas de pigmentos amarillos y su afinidad a la cadena de polímeros presente en las resinas.<sup>86</sup>

### 2.2.5 VINO TINTO

El vino tinto es un tipo de vino procedente mayormente de mostos de uvas tintas, con la elaboración pertinente para conseguir la difusión de la materia colorante que contienen los hollejos de la uva. En función del tiempo de envejecimiento que se realice en la bodega y en la botella, pueden obtenerse vinos jóvenes, crianzas, reservas o grandes reservas. También se le conoce como vino rojo.<sup>87</sup>

El vino tinto es la bebida que le sigue en consumo al té y al café, siendo los compuestos fenólicos los responsables del color rojo del vino tinto, participan en las características sensoriales del vino y en las transformaciones durante el envejecimiento del mismo. En los vinos existen diferentes familias de compuestos fenólicos: taninos, polímeros de antocianógenos y catequinas, antocianinas, flavonas y ácidos fenólicos.<sup>87</sup>

### 2.2.6 COCA COLA

La Coca Cola es la bebida más vendida en todo el mundo, pero este tipo de sustancia tiene un alto nivel de azúcar, lo cual la hace muy dañina para la

salud, además presenta un componente muy especial el ácido fosfórico el cual es utilizado como aditivo, y es causante de la desmineralización ósea, así como una poca absorción de calcio y hierro, además presenta un alto contenido de cafeína y colorante color caramelo de un alto nivel de tinción y causante de ansiedad, insomnio, aceleración del metabolismo y nerviosismo, la Coca Cola tiene como ingredientes: agua carbonatada, azúcar, color caramelo, ácido fosfórico, saborizante y cafeína.<sup>88</sup>

El efecto erosivo de esta bebida depende no sólo de su potencial erosivo, sino de las características individuales del paciente: capacidad buffer y rango flujo salival, al igual que la formación de la película adquirida; la cual pueden actuar como agente quelante, capaz de captar los minerales (calcio) del esmalte o la dentina, aumentando así el grado de infrasaturación y favoreciendo una mayor desmineralización, debido a la cantidad de ácidos adicionados para determinar el sabor y su calidad (46). Además, por su alto contenido de azúcar causa enfermedades como sobrepeso y obesidad, aumenta el colesterol, también provoca caries dentales, diabetes y grasa en la sangre. Puede suprimir el sistema inmune, ocasiona hiperactividad, ansiedad, dificultades para concentrarse, e irritabilidad en los niños.<sup>88</sup>

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Diseño de la investigación**

El diseño de la presente investigación es de tipo experimental, la cual se define como un tipo de investigación, en donde el investigador manipula algunas condiciones, características o fenómenos del objeto o sujeto de estudio, tratando de causar algún cambio en dichas condiciones, es decir, el investigador altera, modifica, cambia, varía, entre otros, para obtener un resultado diferente a la condición original.<sup>89</sup> En el presente estudio se tuvo un ambiente controlado, en donde se manipuló intencionalmente el tipo de resina compuesta sumergiéndola en los agentes pigmentarios para así observar los efectos de estos sobre las mismas. De corte longitudinal, porque los datos procesados se midieron varias veces en el objeto de estudio o unidad de análisis (momentos 0; 1; 2; 3 y 4). Finalmente es tipo prospectivo porque en primer lugar se plantearon las hipótesis y luego se obtuvieron los resultados.<sup>89</sup>

#### **3.2 Sistema de variables**

##### **3.2.1 Variable dependiente**

Estabilidad del color de las resinas compuestas en función de Luminosidad (L) y Croma (C).

##### **3.2.2 Variables independientes**

- Tipo de resina compuesta
- Tipo de agente pigmentario
- Marca de la resina compuesta
- Tiempo de exposición de las muestras al Café, Vino tinto y Coca Cola

### 3.3 Muestras

#### 3.3.1 Criterios de inclusión y exclusión

- ❖ Las muestras deben estar totalmente lisas y sin defectos estructurales como líneas de fractura y/o burbujas.
- ❖ Las muestras no pueden tener ningún tipo de deterioro físico-mecánico, ni químico para poder estar dentro de la experimentación.

#### 3.2.1 Distribución de las muestras

La muestra consistió en 180 ejemplares, conformados por discos de cada uno de los diferentes tipos de resina BRILLIANT EverGlow™ (Coltène/Whaledent. Altstätten Switzerland) y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE, St Paul, MIN USA) con las siguientes características:

- Dimensiones: 2mm de largo y 5mm de diámetro.
- Colores utilizados para BRILLIANT EverGlow™: Esmalte (translúcido); Body A1/B1 y Dentina OA1.(Ver tabla 3)
- Colores utilizados para Filtek™ Z350 XT: Body B1, esmalte A1 y dentina A. (Ver tabla 3)
- Las muestras se repartieron en 10 especímenes por color, los cuales fueron sumergidos en los diversos agentes pigmentarios.
- Los 180 discos se organizaron de la siguiente manera:

#### Grupo 1: Resina Filtek™ Z350 XT

Café	Vino tinto	Coca cola
Body B1: 10 muestras	Body B1: 10 muestras	Body B1: 10 muestras
En A1: 10 muestras	En A1: 10 muestras	En A1: 10 muestras
Dn A1: 10 muestras	Dn A1: 10 muestras	Dn A1: 10 muestras

Tabla 1: Resinas Filtek™ Z350 XT

### Grupo 2: Resina BRILLIANT Everglow™

Café	Vino tinto	Coca cola
A1/B1: 10 muestras	A1/B1: 10 muestras	A1/B1: 10 muestras
Trans: 10 muestras	Trans: 10 muestras	Trans: 10 muestras
OA1: 10 muestras	OA1: 10 muestras	OA1: 10 muestras

Tabla 2: Resina BRILLIANT Everglow™

Tabla 3. Composición, lote y características de las resinas compuestas utilizadas en la investigación.

Composite/ Fabricante	Relleno %Peso	Relleno Químico	Matriz	Relleno Forma/Tamaño	Lote	Color	Tipo
3M, FiltekZ350. 3M/ESPE, USA	74,6	Si y Zr	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA y TEGDMA	Aglomerados esféricos de 0,6 – 1,4 µm / 0,075 µm + 0,02 – 0,075 µm	N90105 6	B1	Nanorelleno
3M, FiltekZ350. 3M/ESPE, USA	74,6	Si y Zr	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA y TEGDMA	Aglomerados esféricos de 0,6 – 1,4 µm / 0,075 µm + 0,02 – 0,075 µm	N88198 5	EnA1	Nanorelleno
3M, FiltekZ350. 3M/ESPE, USA	74,6	Si y Zr	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA y TEGDMA	Aglomerados esféricos de 0,6 – 1,4 µm / 0,075 µm + 0,02 – 0,075 µm	N96267 6	DnA1	Nanorelleno
BRILLIANTEverGlow™ (Coltène/Whaledent. Altstätten Switzerland)	79	Si y Ba	Bis-GMA, Bis-EMA	Partículas de ≤ 1 µm /	H36687	Trans	Hibrida/prepolimerizados
BRILLIANTEverGlow™ (Coltène/Whaledent. Altstätten Switzerland)	79	Si y Ba	Bis-GMA, Bis-EMA	Partículas de ≤ 1 µm /	H63204	A1/B1	Hibrida/prepolimerizados
BRILLIANTEverGlow™ (Coltène/Whaledent. Altstätten Switzerland)	79	Si y Ba	Bis-GMA, Bis-EMA	Partículas de ≤ 1 µm /	H39912	OA1	Hibrida/prepolimerizados

### **3.4 Técnica e instrumento de recolección de datos.**

La técnica para la recolección de datos de la presente investigación fue la observación técnicamente asistida. Se utilizó un escáner HP deskjet 2280 para obtener las imágenes de muestras y los softwares Classic Color Meter versión 2.0.1 (212) y  $\Delta E$  Calculator versión (1.2) mediante la escala de color CIE L\*a\*b\*; esto para la determinación del color de las muestras pre y post exposición a los agentes pigmentarios.

Como instrumento de recolección de datos se utilizó el programa *Microsoft Office Excel 2016*, en el cual se registró el valor del color inicial de las muestras y el valor del color final de las mismas.

### **3.5 Materiales, instrumental y equipos.**

#### **3.5.1 Materiales**

- Resinas compuestas BRILLIANT EverGlow™ (Coltene/Whaledent. Altstätten Switzerland)
- Resinas compuestas Filtek™ Z350 XT(3M ESPE, St Paul, MIN USA)
- Esmalte para uñas REVLON
- Discos Sof-lex, (3M-ESPE, St Paul, MIN USA)
- Banda de celuloide

#### **3.5.2 Instrumental**

- Espátulas para resina.
- Molde COLTENE para realizar los discos de resina
- Pincel
- Placas Petri dobles
- Loleta de vidrio
- Calibrador metálico
- Mandril para discos Sof-lex 3M-ESPE(St Paul, MIN USA)

### 3.5.3 Equipos

- Lámpara de fotocurado marca Gnatus® Optilight Max inalámbrica
- Micromotor NSK (contra-ángulo)
- Escáner, HP deskjet 2280
- Computador

## 3.6 Procedimiento

### 3.6.1 Obtención de las muestras

En los moldes se realizaron las muestras de resina compuesta BRILLIANT EverGlow™ (Coltène/Whaledent. Altstätten Switzerland) y Filtek™ Z350 XT (3M ESPE, St Paul, MIN USA) que se fotocuraron usando una lámpara marca Gnatus® Optilight Max inalámbrica durante 40 segundos. Antes de fotocurarlas, las muestras se presionaron con una banda de Mylar para tener una superficie más lisa y sin defectos. Las muestras fueron pulidas con los sistemas de Discos Sof-lex 3MESPE (St Paul, MIN USA) utilizando grano medio, fino y ultrafino.<sup>31</sup> La parte no pulida de la muestra se marcó con el esmalte de uñas REVLON para poder identificar de manera más fácil el área que va a ir en contacto directo con el agente pigmentario, posteriormente las muestras se midieron con el calibrador metálico antes y después del pulido, esto con la finalidad de controlar los espesores de las mismas y así garantizar que todas tuvieran la misma medida.

### 3.6.2 Proceso de envejecimiento de las muestras

Las muestras fueron sometidas a un proceso de envejecimiento mediante la inmersión en agua destilada durante 24 horas, esto con el fin de simular el medio bucal.

### **3.6.3 Exposición de las muestras a los distintos agentes pigmentarios (Café, Vino tinto y Coca cola)**

Los discos de resina se distribuyeron en 9 placas Petri las cuales fueron rotuladas para identificar el color y la marca de las resinas, cada placa contenía 20 muestras (10 a cada lado). Dichas placas fueron llenadas con los diferentes líquidos con una medida de 5ml. Las muestras de resina también fueron rotuladas, esto con la finalidad de identificar cada una y así evitar confusiones en cada toma del color.

Cada grupo de muestras fueron sumergidas por un período de 28 días. La solución de café se preparó hirviendo 50ml de agua para luego ser mezclada con un 1,5gr de Café, el Vino tinto se mantuvo a temperatura ambiente y la Coca Cola se refrigeró en la nevera a una temperatura de 4°C aproximadamente. Los diferentes líquidos se cambiaban a diario, esto con la finalidad de mantener la frescura de los mismos.

En cada cambio de los líquidos, las muestras eran lavadas con agua destilada por un tiempo aproximado de 2 minutos y para el momento del escaneo para la determinación del color, las muestras se secaban con toallas de papel. El procedimiento se realizó según el protocolo seguido por Materan y Torrellas en el año 2014 .

### **3.7 Análisis de las imágenes**

Los discos de resina fueron escaneados en una resolución de 1200 DPI y las imágenes fueron guardadas en formato TIFF. Luego de que las imágenes fueron procesadas, se procedió a realizar la determinación del color en los diversos momentos (0;1; 2; 3 y 4) con los softwares para Mac Classic Color Meter versión 2.0.1 (212) y Delta E ( $\Delta E$ ) Calculator versión (1.2) mediante el sistema de coordenadas de color CIElab, tomando en cuenta solo los valores de Luminosidad (L) y Cromo (C). Se utilizó como zona de referencia para la



toma del color un solo punto, el cual se tomó en cuenta en la misma ubicación para que la medida fuera lo más exacta posible, por último los datos recogidos fueron vaciados en una hoja de registro del *Microsoft Office Excel 2016*.

### **3.8 Análisis de los datos**

Para el análisis de los resultados se utilizó una prueba de medidas repetidas del método estadístico ANOVA multivariado. Se realizó una prueba de comparaciones múltiples HSD Tukey para las comparaciones inter-grupo y el método Bonferroni para las comparaciones intra-grupo. El valor de “p” quedó establecido en 0,05 y como programa estadístico se empleó SPSS19.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

Los resultados fueron tabulados en una planilla de registro diseñada para tal fin. A continuación se presentan tablas y gráficos que señalan los resultados de esta investigación.

#### **4.1 Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Luminosidad. Momento 0.**

Se realizó la estadística descriptiva para determinar la influencia de agentes pigmentarios en la estabilidad del color en función de la Luminosidad (L) de las resinas compuestas estudiadas. Se usó como medida de tendencia central el promedio y desvío como medida de dispersión.

- 1) Para el nivel marca en función al tipo de resina podemos observar que las resinas Z350 presentan valores superiores en comparación a la marca Everglow. Para Z350, los valores más altos fueron observados en el tipo dentina 81,89 (,86) seguido por cuerpo 75,83 (1,05) y por último el esmalte 71,76 (1,51). En el caso de las resinas Everglow se aprecia que la dentina arrojó valores superiores 75,03 (0,85), seguido de cuerpo 70,00 (0,65) y por último el esmalte 68,33 (0,83).(Ver tabla 4) (Gráfico 1).
- 2) Para el nivel pigmento en función a la marca se puede apreciar que para Z350 que los pigmentos tienen valores similares. Café 76,60 (1,30), seguido por el Vino tinto 74,46 (1,13) y por último la Coca Cola 76,42 (0,98). En el caso de las resinas Everglow se puede apreciar que también los tres pigmentos demuestran valores similares: Vino

tinto 71,28 (3,04), Café 71,07 (2,90) y Coca Cola 71,01 (3,05). (Ver tabla 4) (Gráfico 2).

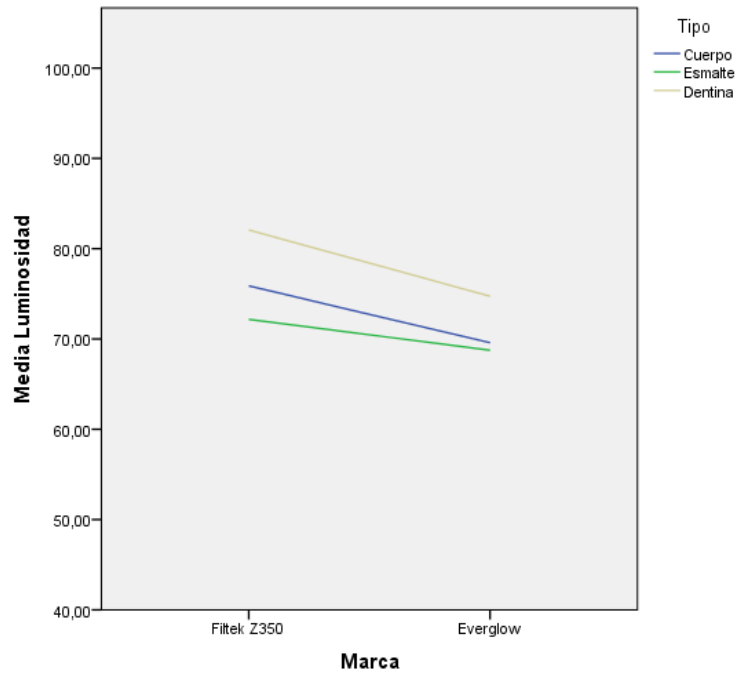
3) Para el nivel tipo en función al pigmento se observan los siguientes resultados:

- Dentina: obtuvo valores superiores en comparación al cuerpo y el esmalte. Café 78,39 (1,04), Vino tinto 78,53 (,71) y Coca Cola 78,46 (,79). (Ver tabla 4) (Gráfico 3)
- Cuerpo: Vino tinto 73,29 (3,16), Café 72,81 (3,11) y Coca Cola 72,64 (3,05). (Ver tabla 4) (Gráfico 3)
- Esmalte: Café 70,30 (2,30), Coca Cola 70,05 (2,17) y Vino tinto 69,79 (1,92). (Ver tabla 4) (Gráfico 3).

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

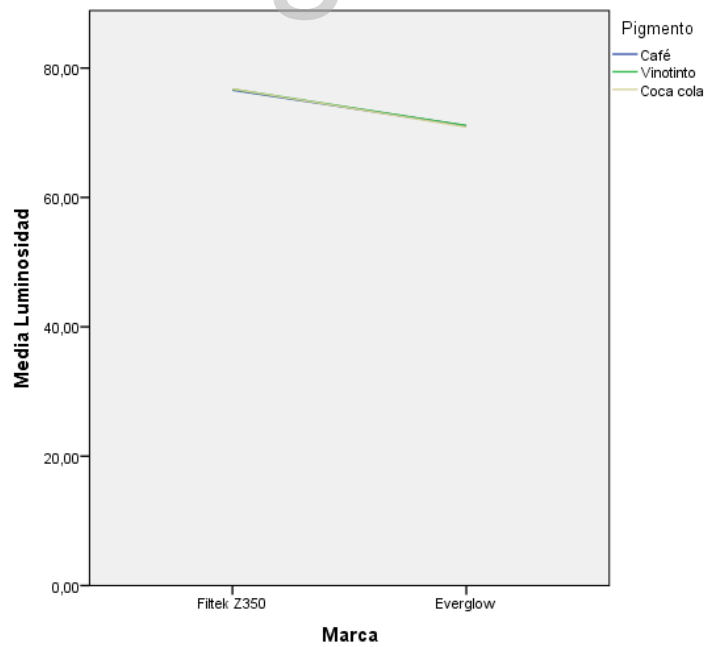
	Marca	Tipo	Pigmento	Media	Desv. Típ.	N
LMO	Filtek Z350	Cuerpo	Café	75,70	1,09	10
			Vino Tinto	76,25	1,12	10
			Coca Cola	75,55	,90	10
			Total	75,83	1,05	30
		Esmalte	Café	72,13	1,69	10
			Vino Tinto	71,33	1,47	10
			Coca Cola	71,83	1,39	10
			Total	71,76	1,51	30
		Dentina	Café	81,97	1,13	10
			Vino Tinto	81,81	,79	10
			Coca Cola	81,88	,65	10
			Total	81,89	,86	30
	Total	Café	76,60	1,30	30	
		Vino Tinto	76,46	1,13	30	
		Coca Cola	76,42	,98	30	
		Total	76,49	1,13	90	
	Everglow	Cuerpo	Café	69,92	,83	10
			Vino Tinto	70,33	,62	10
			Coca Cola	69,74	,33	10
			Total	70,00	,65	30
		Esmalte	Café	68,47	,96	10
			Vino Tinto	68,25	,59	10
			Coca Cola	68,27	,97	10
			Total	68,33	,83	30
Dentina		Café	74,81	,96	10	
		Vino Tinto	75,25	,64	10	
		Coca Cola	75,04	,94	10	
		Total	75,03	,85	30	
Total	Café	71,07	2,90	30		
	Vino Tinto	71,28	3,04	30		
	Coca Cola	71,01	3,05	30		
	Total	71,12	2,97	90		
Total	Cuerpo	Café	72,81	3,11	20	
		Vino Tinto	73,29	3,16	20	
		Coca Cola	72,64	3,05	20	
		Total	72,91	3,06	60	
	Esmalte	Café	70,30	2,30	20	
		Vino Tinto	69,79	1,92	20	
		Coca Cola	70,05	2,17	20	
		Total	70,05	2,11	60	
	Dentina	Café	78,39	1,04	20	
		Vino Tinto	78,53	,71	20	
		Coca Cola	78,46	,79	20	
		Total	78,46	,84	60	
Total	Café	73,83	2,15	60		
	Vino Tinto	72,10	2,97	60		
	Coca Cola	71,99	2,85	60		
	Total	72,64	2,65	180		

**Tabla 4.** Valores de media y desviación típica del total para Luminosidad para el momento 0



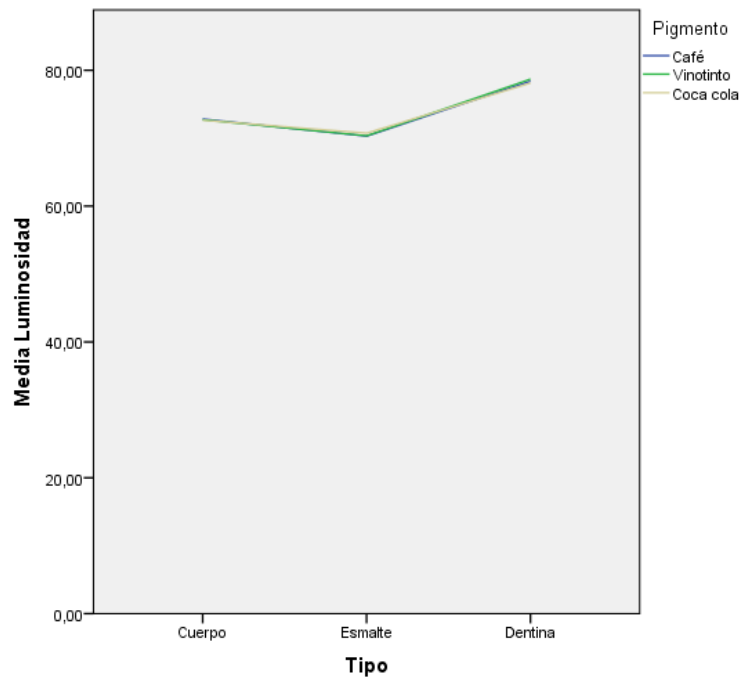
**Gráfico 1.** Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Luminosidad.

Momento 0. Tomado del autor.



**Gráfico 2.** Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para

Luminosidad. Momento 0. Tomado del autor.



**Gráfico 3.** Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad.

Momento 0. Tomado del autor.

## 4.2 Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Luminosidad. Momento 1.

- 1) Para el nivel marca en función al tipo de resina en el momento 1 podemos observar que los valores en ambos grupos de resinas disminuyeron. Para Z350, se observa que la dentina es superior 80,77 (0,94), seguido por cuerpo 72,83 (1,36) y por último el esmalte 69,61 (1,57). En cuanto a las resinas Everglow se aprecia que la dentina arrojó valores superiores 73,98 (1,24), seguido por cuerpo 68,37 (1,51) y por último el esmalte 66,71 (1,24). (Ver tabla 5) (Gráfico 4).
- 2) Para el nivel pigmento en función a la marca se puede apreciar que hubo un cambio en los valores de los pigmentos. Para Z350 la Coca Cola demuestra valores superiores 75,39 (4,54), seguido por el Café

74,22 (4,93) y por último el Vino tinto 73,58 (5,16). En el caso de las resinas Everglow se puede apreciar que entre los tres pigmentos mantienen los valores similares siendo la Coca Cola 70,18 (3,69) la de mayor valor, seguido por el Café 70,13 (3,11) y por último el Vino tinto 68,74 (3,27). (Ver tabla 5) (Gráfico 5).

3) Para el nivel tipo en función al pigmento se observan los siguientes resultados:

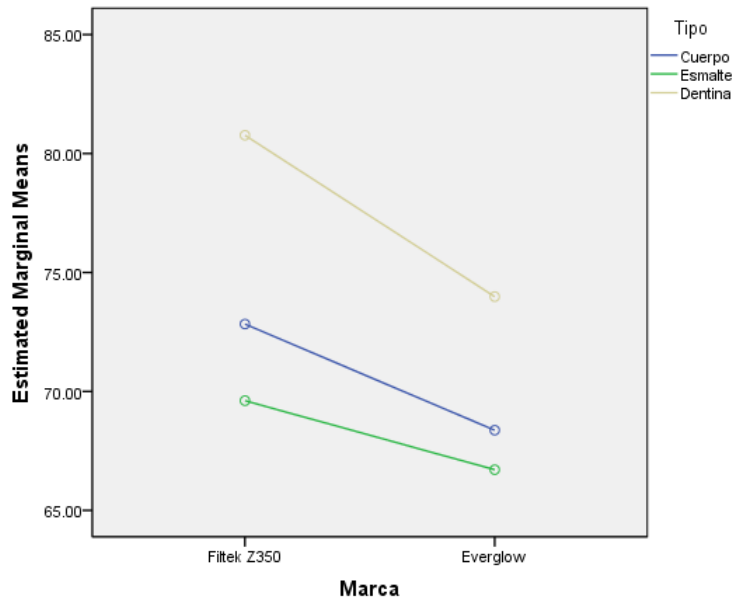
- Dentina: Coca Cola 78,09 (3,57), Café 77,32 (3,35) y Vino tinto 76,71 (3,87). (Ver tabla 5) (Gráfico 6).
- Cuerpo: Coca Cola 71,29 (2,50), Café 71,09 (2,43) y Vino tinto 69,41 (2,75). (Ver tabla 5) (Gráfico 6).
- Esmalte: Coca Cola 68,96 (2,73), Café 68,13 (1,31) y Vino tinto 67,37 (1,48). (Ver tabla 5) (Gráfico 6).

www.bdigital.ula.ve

Marca	Tipo	Pigmento	Media	Desv. Tip.	N	
LM1	Filtek Z350	Cuerpo	Café	73,19	1,17	10
			Vino Tinto	71,87	1,32	10
			Coca Cola	73,42	1,13	10
			Total	72,83	1,36	30
	Esmalte	Café	69,01	1,17	10	
		Vino Tinto	68,49	,67	10	
		Coca Cola	71,32	1,04	10	
		Total	69,61	1,57	30	
	Dentina	Café	80,47	1,00	10	
		Vino Tinto	80,39	,37	10	
		Coca Cola	81,43	,98	10	
		Total	80,77	,94	30	
	Total	Café	74,22	4,93	30	
		Vino Tinto	73,58	5,16	30	
		Coca Cola	75,39	4,54	30	
Total		74,40	4,89	90		
Everglow	Cuerpo	Café	68,98	1,16	10	
		Vino Tinto	66,95	,90	10	
		Coca Cola	69,16	1,35	10	
		Total	68,37	1,51	30	
	Esmalte	Café	67,25	,75	10	
		Vino Tinto	66,26	1,20	10	
		Coca Cola	66,61	1,54	10	
		Total	66,71	1,24	30	
	Dentina	Café	74,16	,80	10	
		Vino Tinto	73,02	1,18	10	
		Coca Cola	74,76	1,10	10	
		Total	73,98	1,24	30	
	Total	Café	70,13	3,11	30	
		Vino Tinto	68,74	3,27	30	
		Coca Cola	70,18	3,69	30	
Total		69,68	3,39	90		
Total	Cuerpo	Café	71,09	2,43	20	
		Vino Tinto	69,41	2,75	20	
		Coca Cola	71,29	2,50	20	
		Total	70,60	2,66	60	
	Esmalte	Café	68,13	1,31	20	
		Vino Tinto	67,37	1,48	20	
		Coca Cola	68,96	2,73	20	
		Total	68,16	2,02	60	
	Dentina	Café	77,32	3,35	20	
		Vino Tinto	76,71	3,87	20	
		Coca Cola	78,09	3,57	20	
		Total	77,37	3,59	60	
	Total	Café	72,18	4,58	60	
		Vino Tinto	71,16	4,93	60	
		Coca Cola	72,78	4,87	60	
Total		72,04	4,82	180		

**Tabla 5.** Valores de media y desviación típica del total de Luminosidad para el momento 1

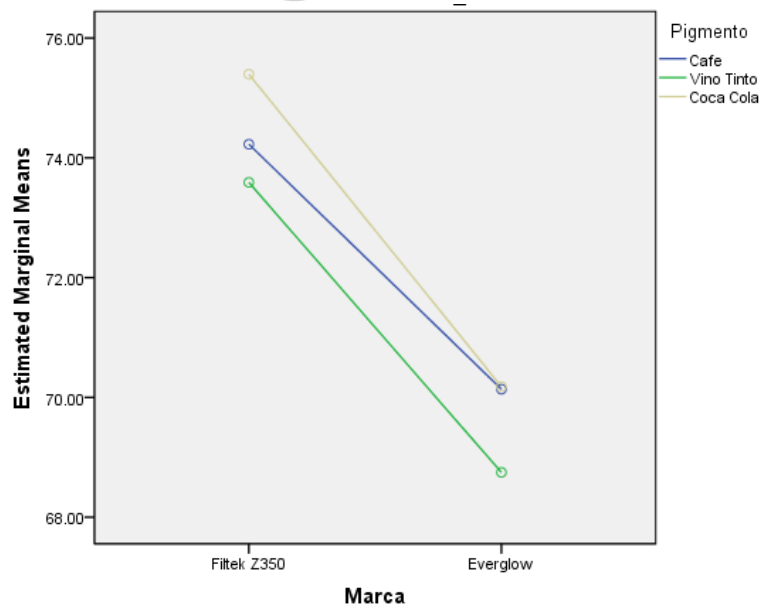




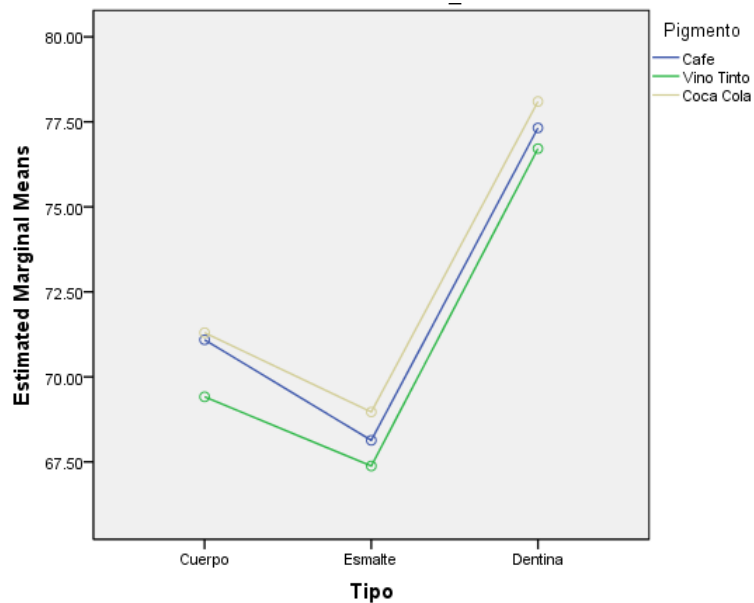
**Gráfico 4.** Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Luminosidad.

Momento 1. **Tomado del autor.**

www.bdigital.ula.ve



**Gráfico 5.** Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 1. **Tomado del autor.**



**Gráfico 6.** Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 1. **Tomado del autor.**

www.bdigital.ula.ve

### 4.3 Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Luminosidad. Momento 2.

- 1) Para el nivel marca en función al tipo de resina en el momento 2 podemos observar que las resinas Z350 mantienen valores superiores en comparación a la marca Everglow. Para Z350, se observa que hay un descenso en los valores de la dentina 79,90 (1,08) pero sigue siendo superior, seguido por cuerpo 70,70 (1,29) y por último el esmalte 67,06 (1,81). En cuanto a las resinas Everglow podemos decir que hay una disminución en los valores. La dentina sigue arrojando valores superiores 72,26 (1,30), seguido por cuerpo 66,57 (1,47) y por último el esmalte 63,98 (1,44). (Ver tabla 6) (Gráfico 7).
- 2) Para el nivel pigmento en función a la marca se puede apreciar que hubo un cambio en los valores de los pigmentos. Para Z350 la Coca

Cola es superior 73,71(5,42), seguido por el Vino tinto el cual aumenta de valor con respecto al momento 1 72,24(5,32) y por último el Café 71,71 (6,06). Para las resinas Everglow se puede apreciar que el Café 68,04 (3,59) y la Coca Cola 67,93 (4,30) tienen valores similares seguidos por Vino tinto 66,85 (3,28). (Ver tabla 6) (Gráfico 8).

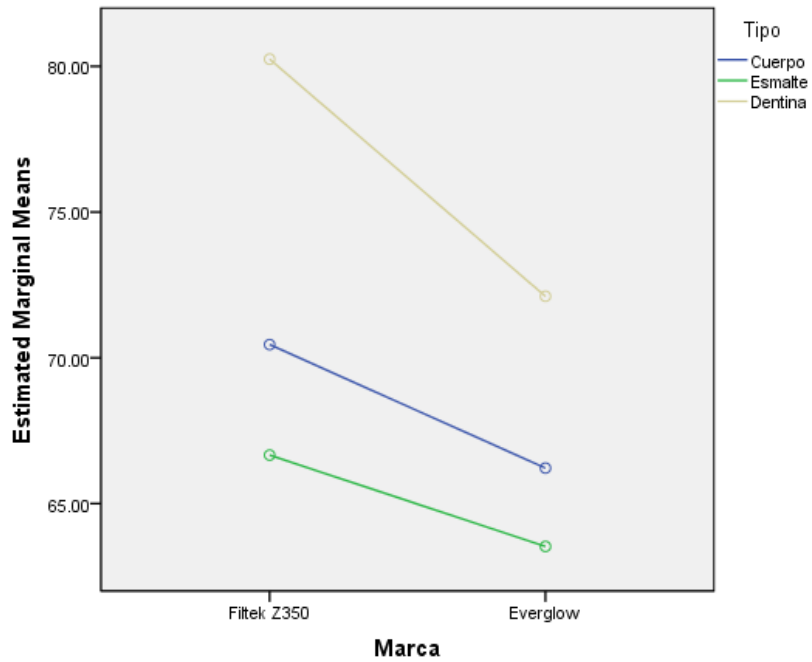
3) Para el nivel tipo en función al pigmento se observan los siguientes resultados:

- Dentina: Coca Cola 76,97 (4,18), Café 76,08 (3,54) y Vino tinto 75,20 (4,33). (Ver tabla 6) (Gráfico 9).
- Cuerpo: Coca Cola 69,40 (2,32), Café 68,67 (2,18) y Vino tinto 67,84 (2,79). (Ver tabla 6) (Gráfico 9).
- Esmalte: Coca Cola 66,10 (3,35), Vino tinto 65,59 (1,67) y Café 64,88 (,90). (Ver tabla 6) (Gráfico 9).

www.bdigital.ula.ve

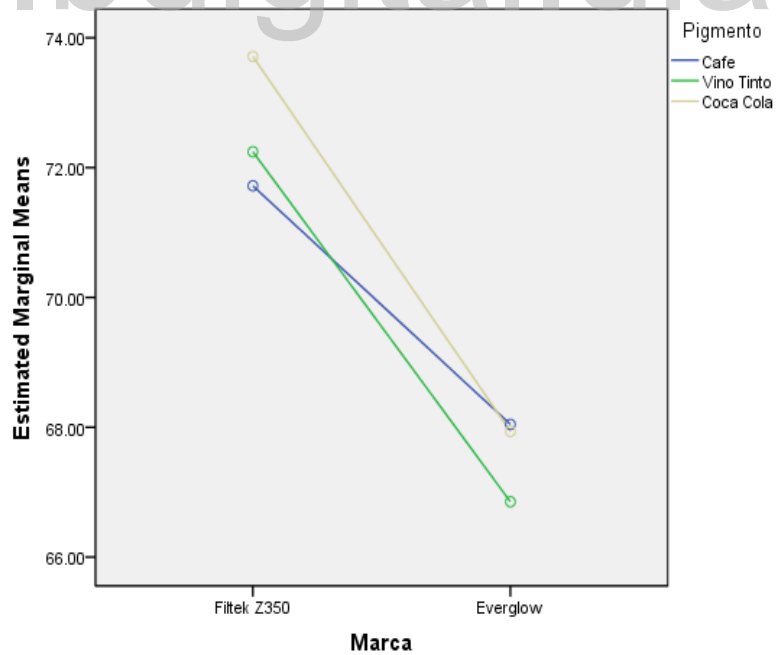
Marca	Tipo	Pigmento	Media	Desv. Tip.	N	
LM2	Filtek Z350	Cuerpo	Café	70,43	1,56	10
			Vino Tinto	70,40	,93	10
			Coca Cola	71,26	1,23	10
			Total	70,70	1,29	30
	Esmalte	Café	65,27	,92	10	
		Vino Tinto	67,02	,85	10	
		Coca Cola	68,90	1,28	10	
		Total	67,06	1,81	30	
	Dentina	Café	79,44	,89	10	
		Vino Tinto	79,30	,52	10	
		Coca Cola	80,97	,89	10	
		Total	79,90	1,08	30	
	Total	Café	71,71	6,06	30	
		Vino Tinto	72,24	5,32	30	
		Coca Cola	73,71	5,42	30	
		Total	72,55	5,61	90	
Everglow	Cuerpo	Café	66,91	,86	10	
		Vino Tinto	65,27	,99	10	
		Coca Cola	67,53	1,48	10	
		Total	66,57	1,47	30	
	Esmalte	Café	64,49	,74	10	
		Vino Tinto	64,16	,83	10	
		Coca Cola	63,30	2,16	10	
		Total	63,98	1,44	30	
	Dentina	Café	72,72	,76	10	
		Vino Tinto	71,11	1,45	10	
		Coca Cola	72,96	,75	10	
		Total	72,26	1,30	30	
	Total	Café	68,04	3,59	30	
		Vino Tinto	66,85	3,28	30	
		Coca Cola	67,93	4,30	30	
		Total	67,61	3,74	90	
Total	Cuerpo	Café	68,67	2,18	20	
		Vino Tinto	67,84	2,79	20	
		Coca Cola	69,40	2,32	20	
		Total	68,64	2,49	60	
	Esmalte	Café	64,88	,90	20	
		Vino Tinto	65,59	1,67	20	
		Coca Cola	66,10	3,35	20	
		Total	65,52	2,24	60	
	Dentina	Café	76,08	3,54	20	
		Vino Tinto	75,20	4,33	20	
		Coca Cola	76,97	4,18	20	
		Total	76,08	4,03	60	
	Total	Café	69,88	5,27	60	
		Vino Tinto	69,54	5,15	60	
		Coca Cola	70,82	5,66	60	
		Total	70,08	5,36	180	

**Tabla 6.** Valores de media y desviación típica del total de Luminosidad para el momento 2



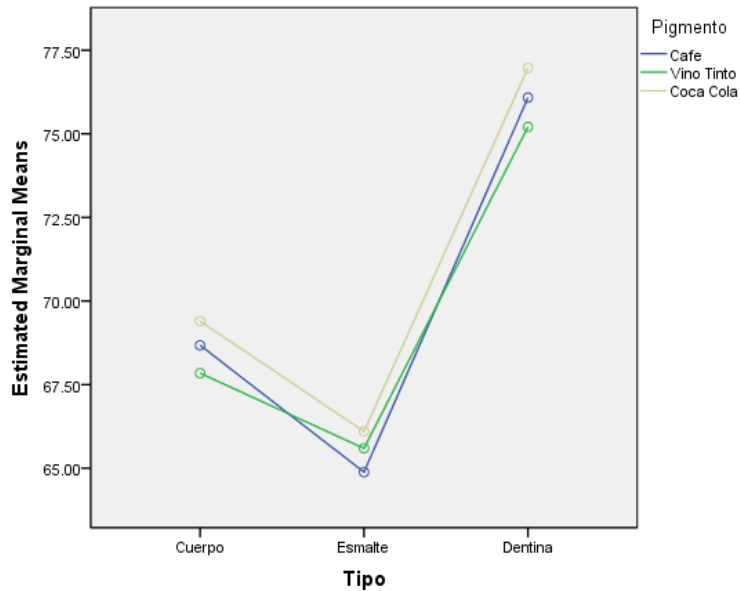
**Gráfico 7.** Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Luminosidad.

Momento 2. Tomado del autor.



**Gráfico 8.** Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para

Luminosidad. Momento 2. Tomado del autor.



**Gráfico 9.** Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 2. **Tomado del autor.**

#### 4.4 Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Luminosidad. Momento 3.

- 1) Para el nivel marca en función al tipo de resina en el momento 3 podemos observar que las resinas Z350 mantienen valores superiores en comparación a la marca Everglow. Para Z350, se observa que la dentina sigue siendo superior 79,58 (1,20), seguido por cuerpo 69,85 (1,74) y por último esmalte 66,41 (2,02) . En cuanto a las resinas Everglow podemos decir que estas mantienen valores similares al momento 2. Dentina 72,24 (1,30) , seguido por cuerpo 66,14 (1,68) y por último el esmalte 62,79 (1,41) . (Ver tabla 7) (Gráfico 10).
- 2) Para el nivel pigmento en función a la marca se puede apreciar para Z350 la Coca Cola es superior 73,41 (5,65), seguido por el Vino tinto 71,44 (5,67) y por último el Café 70,99 (6,12). Para las resinas Everglow se puede apreciar que el Café 67,35 (4,00) y la Coca Cola

67,28 (4,99) tienen valores similares seguidos por el Vino tinto 66,55 (3,55).(Ver tabla 7) (Gráfico 11).

3) Para el nivel tipo en función al pigmento se observan los siguientes resultados:

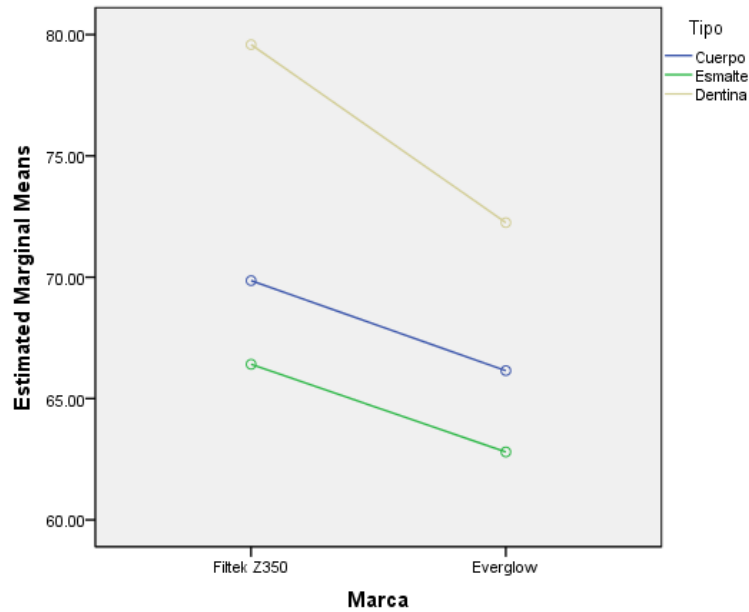
- Dentina: Coca Cola 77,03 (3,99), Café 75,61 (3,53) y Vino tinto 75,10 (4,08).(Ver tabla 7) (Gráfico 12).
- Cuerpo: Coca Cola 68,89 (2,75), Café 67,99 (2,11) y Vino tinto 67,12 (2,48). (Ver tabla 7) (Gráfico 12).
- Esmalte: Coca Cola 65,12 (3,88), Vino tinto 64,77 (1,61) y Café 63,91 (1,06). (Ver tabla 7) (Gráfico 12).

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

	Marca	Tipo	Pigmento	Media	Desv. Tip	N
LM3	Filtek Z350	Cuerpo	Café	69,53	1,23	10
			Vino Tinto	69,27	1,36	10
			Coca Cola	70,77	2,24	10
			Total	69,85	1,74	30
		Esmalte	Café	64,57	,98	10
			Vino Tinto	66,04	,83	10
			Coca Cola	68,61	1,52	10
			Total	66,41	2,02	30
		Dentina	Café	78,88	1,10	10
			Vino Tinto	79,00	,23	10
			Coca Cola	80,87	,78	10
			Total	79,58	1,20	30
	Total	Café	70,99	6,12	30	
		Vino Tinto	71,44	5,67	30	
		Coca Cola	73,41	5,65	30	
		Total	71,95	5,85	90	
	Everglow	Cuerpo	Café	66,45	1,63	10
			Vino Tinto	64,96	,90	10
			Coca Cola	67,02	1,77	10
			Total	66,14	1,68	30
		Esmalte	Café	63,25	,66	10
			Vino Tinto	63,50	1,10	10
			Coca Cola	61,63	1,57	10
			Total	62,79	1,41	30
Dentina		Café	72,34	1,20	10	
		Vino Tinto	71,20	1,20	10	
		Coca Cola	73,20	,63	10	
		Total	72,24	1,30	30	
Total	Café	67,35	4,00	30		
	Vino Tinto	66,55	3,55	30		
	Coca Cola	67,28	4,99	30		
	Total	67,06	4,19	90		
Total	Cuerpo	Café	67,99	2,11	20	
		Vino Tinto	67,12	2,48	20	
		Coca Cola	68,89	2,75	20	
		Total	68,00	2,52	60	
	Esmalte	Café	63,91	1,06	20	
		Vino Tinto	64,77	1,61	20	
		Coca Cola	65,12	3,88	20	
		Total	64,60	2,51	60	
	Dentina	Café	75,61	3,53	20	
		Vino Tinto	75,10	4,08	20	
		Coca Cola	77,03	3,99	20	
		Total	75,91	3,90	60	
Total	Café	69,17	5,45	60		
	Vino Tinto	68,99	5,29	60		
	Coca Cola	70,35	6,12	60		
	Total	69,50	5,63	180		

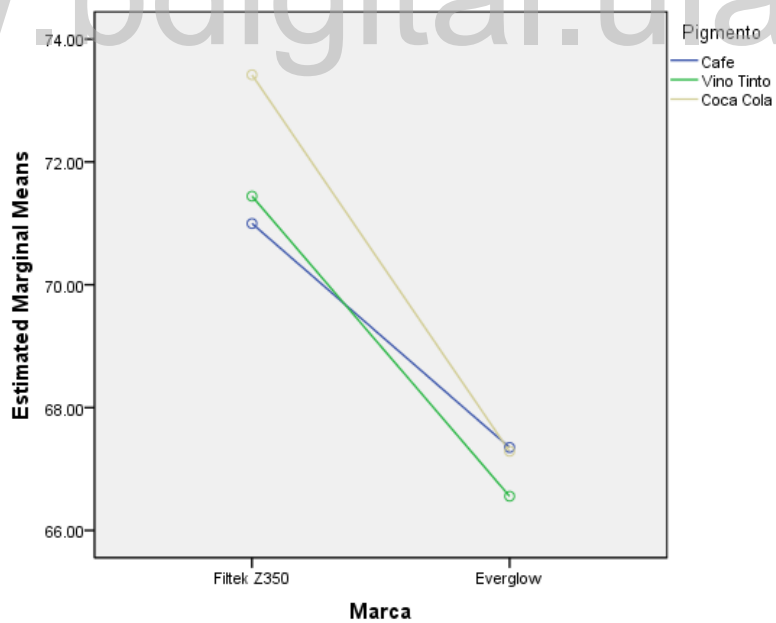
**Tabla 7.** Valores de media y desviación típica del total de Luminosidad para el momento 3



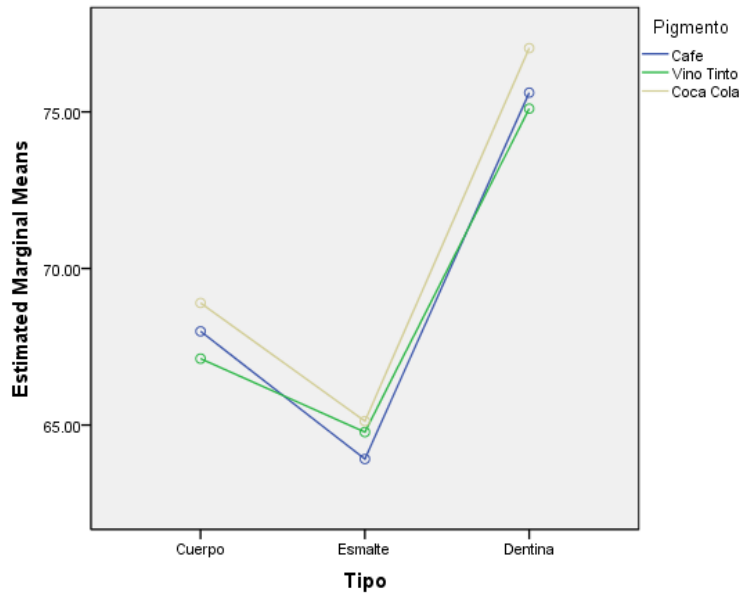


**Gráfico 10.** Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Luminosidad.

Momento 3. **Tomado del autor.**



**Gráfico 11.** Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 3. **Tomado del autor.**



**Gráfico 12.** Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 3. **Tomado del autor.**

www.bdigital.ula.ve

#### **4.5 Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Luminosidad. Momento 4.**

- 1) Para el nivel marca en función al tipo de resina en el momento 4 podemos observar que las resinas Z350 mantienen valores superiores en comparación a la marca Everglow. Para Z350, se observa que la dentina es superior 79,26 (1,32), seguido por cuerpo 68,98 (1,88) y por último el esmalte 64,90 (1,54). En cuanto a las resinas Everglow podemos decir que la dentina sigue siendo la que presenta mayor valor 71,89 (1,59), seguido por cuerpo 65,16 (1,63) y por último el esmalte 62,04 (1,55). (Ver tabla 8) (Gráfico 13).
- 2) Para el nivel pigmento en función a la marca se puede apreciar que para Z350 la Coca Cola es superior 72,06 (6,77), seguido por el Vino tinto 70,74 (5,90) y por último el Café 70,35 (6,21) . Para las resinas

Everglow se puede apreciar que la Coca Cola 66,94 (5,30) y el Café 66,18 (4,43) mantienen valores similares seguidos por el Vino tinto 65,97 (3,41) . (Ver tabla 8) (Gráfico 14).

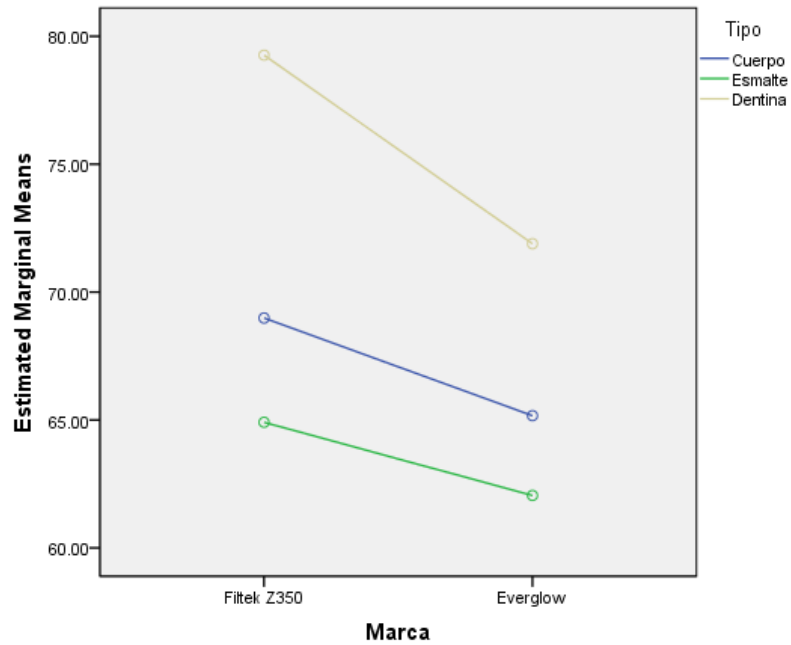
3) Para el nivel tipo en función al pigmento se observan los siguientes resultados:

- Dentina: Coca Cola 77,09 (3,88), Café 75,09 (3,51) y Vino tinto 74,54 (4,27). (Ver tabla 8) (Gráfico 15).
- Cuerpo: Coca Cola 67,85 (3,03), Café 66,94(2,37) y Vino tinto 66,43 (2,24). (Ver tabla 8) (Gráfico 15).
- Esmalte: se observa un cambio en cuanto al valor de los pigmentos, el Vino tinto presenta valores superiores 64,10 (1,54), Coca Cola 63,55 (2,93) y Café 62,77 (1,36). (Ver tabla 8) (Gráfico 15).

www.bdigital.ula.ve

Marca	Tipo	Pigmento	Media	Desv. Tip	N	
LM4	Filtek Z350	Cuerpo	Café	68,94	1,22	10
			Vino Tinto	68,37	1,01	10
			Coca Cola	69,63	2,83	10
			Total	68,98	1,88	30
	Esmalte	Café	63,78	,95	10	
		Vino Tinto	65,19	,82	10	
		Coca Cola	65,74	1,96	10	
		Total	64,90	1,54	30	
	Dentina	Café	78,32	1,07	10	
		Vino Tinto	78,67	,48	10	
		Coca Cola	80,80	,51	10	
		Total	79,26	1,32	30	
	Total	Café	70,35	6,21	30	
		Vino Tinto	70,74	5,90	30	
		Coca Cola	72,06	6,77	30	
		Total	71,05	6,27	90	
	Everglow	Cuerpo	Café	64,93	1,21	10
			Vino Tinto	64,48	1,10	10
			Coca Cola	66,08	2,08	10
			Total	65,16	1,63	30
Esmalte		Café	61,76	,88	10	
		Vino Tinto	63,01	1,30	10	
		Coca Cola	61,36	1,91	10	
		Total	62,04	1,55	30	
Dentina		Café	71,86	1,32	10	
		Vino Tinto	70,42	,74	10	
		Coca Cola	73,38	,99	10	
		Total	71,89	1,59	30	
Total		Café	66,18	4,43	30	
		Vino Tinto	65,97	3,41	30	
		Coca Cola	66,94	5,30	30	
		Total	66,36	4,42	90	
Total		Cuerpo	Café	66,94	2,37	20
			Vino Tinto	66,43	2,24	20
			Coca Cola	67,85	3,03	20
			Total	67,07	2,59	60
	Esmalte	Café	62,77	1,36	20	
		Vino Tinto	64,10	1,54	20	
		Coca Cola	63,55	2,93	20	
		Total	63,47	2,11	60	
	Dentina	Café	75,09	3,51	20	
		Vino Tinto	74,54	4,27	20	
		Coca Cola	77,09	3,88	20	
		Total	75,57	3,99	60	
	Total	Café	68,26	5,74	60	
		Vino Tinto	68,36	5,35	60	
		Coca Cola	69,50	6,56	60	
		Total	68,71	5,90	180	

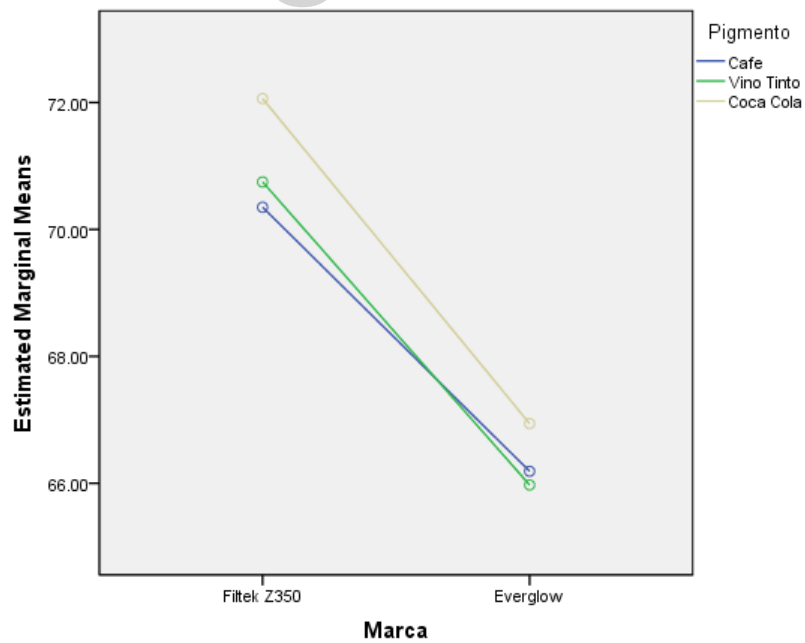
Tabla 8. Valores de media y desviación típica del total de Luminosidad para el momento 4



**Gráfico 13.** Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Luminosidad.

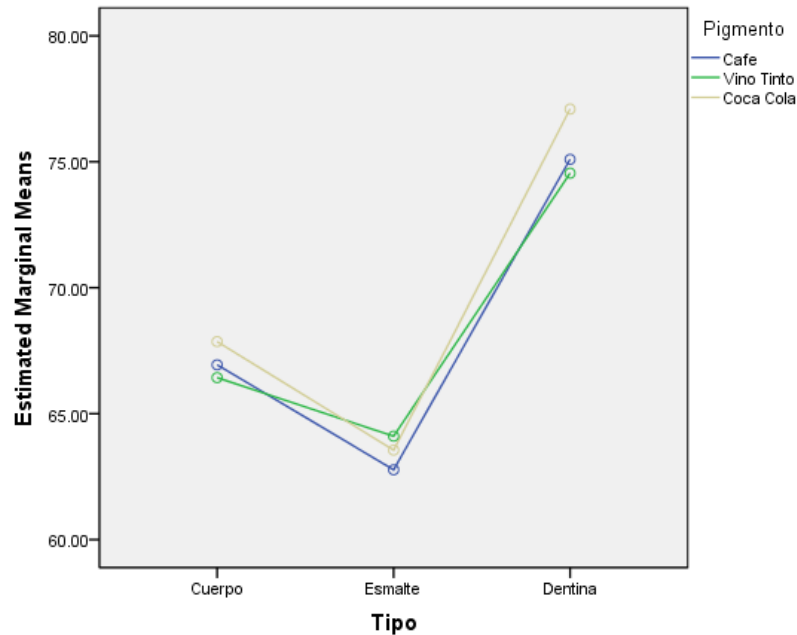
Momento 4. **Tomado del autor.**

www.bdigital.ula.ve



**Gráfico 14.** Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para

Luminosidad. Momento 4. **Tomado del autor.**



**Gráfico 15.** Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Luminosidad. Momento 4. **Tomado del autor.**

#### 4.6 Efectos inter-sujetos para Luminosidad

Efectos inter-sujetos para las variables marca , tipo y pigmento con un valor de  $p=0,000$ ; con diferencias estadísticas significativas; por lo cual se rechaza la hipótesis de nulidad.(Ver tabla 9).

Por otra parte se puede observar que la interacción marca-pigmento no presentó significancia estadística con un valor de  $p=0,063$ . Lo que quiere decir que los diferentes pigmentos afectaron indistintamente tanto a una marca como a la otra, por lo cual no se acepta la hipótesis de nulidad. (Ver tabla 9).

Medida:Luminosidad

(L)

Variable transformada:Promedio

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	4485899,996	1	4485899,996	1492390,200	,000
Marca	4468,343	1	4468,343	1486,549	,000
Tipo	14485,662	2	7242,831	2409,579	,000
Pigmento	169,490	2	84,745	28,193	,000
Marca * Tipo	258,499	2	129,249	42,999	,000
Marca * Pigmento	16,890	2	8,445	2,809	,063
Tipo * Pigmento	89,925	4	22,481	7,479	,000
Marca * Tipo *	154,405	4	38,601	12,842	,000
Pigmento					
Error	486,948	162	3,006		

Tabla 9. ANOVA Univariado para Luminosidad en función de marca, tipo y pigmento.

#### 4.7 Comparaciones múltiples para Luminosidad

Empleando una prueba de Tukey HSD, se establecieron comparaciones múltiples (Ver tabla 10) entre cada tipo de resina compuesta (esmalte, cuerpo y dentina) en donde se observa que cada una de ellas fueron significativamente diferente. La dentina fue la que obtuvo el valor más alto para Luminosidad (75,98), seguido por cuerpo (69,44) y luego esmalte (66,36). Esto quiere decir que los tipos de resinas estudiadas se comportaron de manera diferente.

Tukey HSD<sup>a,b,c</sup>

Tipo	N	Subconjunto		
		1	2	3
Esmalte	60	66,36		
Cuerpo	60		69,44	
Dentina	60			75,98
Sig.		1,000	1,000	1,000

Tabla 10. Comparaciones Múltiples HSD de Tukey para las diferencias Inter sujeto en función al tipo de resina compuesta.

"Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos. Basadas en las medias observadas El término de error es la media cuadrática(Error) = ,601."

Empleando una prueba de Tukey HSD, se establecieron comparaciones múltiples entre cada pigmento (Ver tabla 11) (Vino Tinto, Café y Coca Cola) en donde se observa que cada uno de ellas fueron significativamente diferente. De los pigmentos, la Coca Cola fue la que obtuvo el valor más alto para Luminosidad (71,09), seguido por Café (70,66) y Vino tinto (70,03). Lo que quiere decir que los tres agentes pigmentarios se comportaron de manera diferente.

Tukey HSD<sup>a,b,c</sup>

Pigmento	N	Subconjunto		
		1	2	3
Vino Tinto	60	70,03		
Café	60		70,66	
Coca Cola	60			71,09
Sig.		1,000	1,000	1,000

**Tabla 11.** Comparaciones Múltiples HSD de Tukey para las diferencias Inter sujeto en función al pigmento.

"Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos. Basadas en las medias observadas El término de error es la media cuadrática(Error) = ,601."

#### 4.8 Efectos intra-sujetos para Luminosidad

Para el análisis de los diferentes momentos en la medición del color con respecto a la estabilidad del color en función Luminosidad (L) de las resinas compuestas (Ver tabla 12) podemos observar que hubo una disminución progresiva de los valores, observando la mayor diferencia con respecto al valor inicial (momento 0) 72,64 (IC95 72,48-72,81) en el momento 4 68,71 (IC95 68,50-68,91), es decir a los 28 días. Cabe destacar que en el momento 2 (día 14) 70,08 (IC95 69,91-70,25) es en donde observa una disminución considerable de los valores.



Medida:Luminosidad (L)

Estabilidad_Color	Media	Error típico	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
0	72,64	,082	72,48	72,81
1	72,04	,081	71,88	72,20
2	70,08	,084	69,91	70,25
3	69,50	,094	69,32	69,69
4	68,71	,103	68,50	68,91

**Tabla 12.** Efectos intra-sujetos de la variable estabilidad del color en función a la Luminosidad (L) en los diferentes momentos.

#### 4.9 Comparación por pares para Luminosidad

Para realizar las comparaciones por pares en la medición de la variable estabilidad del color en función de Luminosidad (L) de las muestras con cada uno de los diferentes tiempos de inmersión, se efectuó una prueba de Bonferroni con un valor de  $p \leq 0,05$ ; lo que indica que los 5 momentos demostraron cambios estadísticamente significativos. (Ver tabla 13).

Medida :Luminosidad (L)

(I) Estabilidad_Color	(J) Estabilidad_Color	Diferencia de medias (I-J)	ErrorTip.	Sig. <sup>a</sup>	Intervalo de confianza al 95% para la Diferencia <sup>a</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
0	1	.602 <sup>*</sup>	,108	,000	,294	,909
	2	2.564 <sup>*</sup>	,110	,000	2,252	2,876
	3	3.139 <sup>*</sup>	,114	,000	2,813	3,465
	4	3.937 <sup>*</sup>	,129	,000	3,570	4,305
1	0	-.602 <sup>*</sup>	,108	,000	-,909	-,294
	2	1.962 <sup>*</sup>	,074	,000	1,752	2,171
	3	2.537 <sup>*</sup>	,090	,000	2,280	2,794
	4	3.336 <sup>*</sup>	,107	,000	3,030	3,641
2	0	-2.564 <sup>*</sup>	,110	,000	-2,876	-2,252
	1	-1.962 <sup>*</sup>	,074	,000	-2,171	-1,752
	3	.575 <sup>*</sup>	,078	,000	,354	,797
	4	1.374 <sup>*</sup>	,118	,000	1,039	1,709
3	0	-3.139 <sup>*</sup>	,114	,000	-3,465	-2,813
	1	-2.537 <sup>*</sup>	,090	,000	-2,794	-2,280
	2	-.575 <sup>*</sup>	,078	,000	-,797	-,354
	4	.798 <sup>*</sup>	,130	,000	,429	1,168
4	0	-3.937 <sup>*</sup>	,129	,000	-4,305	-3,570
	1	-3.336 <sup>*</sup>	,107	,000	-3,641	-3,030
	2	-1.374 <sup>*</sup>	,118	,000	-1,709	-1,039
	3	-.798 <sup>*</sup>	,130	,000	-1,168	-,429

**Tabla 13.** Comparaciones por pares de Bonferroni para estimar diferencias en la variable estabilidad del color en función de Luminosidad (L) en los diferentes momentos. Basadas en las medias marginales estimadas. \*\*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05. a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

#### 4.10 Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Cromo (C). Momento 0.

Se realizó la estadística descriptiva para determinar la influencia de agentes pigmentarios en la estabilidad del color en función del Cromo (C) de las resinas compuestas estudiadas. Se usó como medida de tendencia central el promedio y desvío como medida de dispersión.

1) Para el nivel marca en función al tipo de resina podemos observar que en el caso de las resinas Z350 la dentina es superior 10,23 (,47) en comparación al cuerpo 4,77 (,78) y esmalte 2,96 (,73). Para Everglow la dentina es la que presenta un valor superior de 8,16 (,83), seguido por esmalte 4,90 (,94) y por ultimo cuerpo 4,46 (,86).(Ver tabla 14) (Gráfico 16).

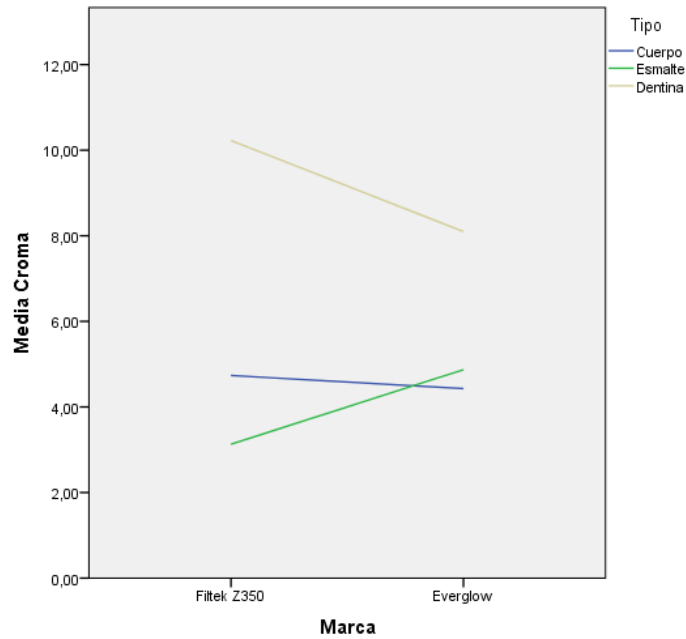
2) Para el nivel pigmento en función a la marca en el momento 0 se puede apreciar que en las resinas Z350 el Vino tinto 6,02 (,59) es superior seguido por Café 5,99 (,74) y luego la Coca Cola 5,93 (,67). Para el grupo de Everglow Vino tinto presenta valores superiores 6,13 (1,63) seguido por Café 5,75 (1,88) y Coca Cola 5,64 (2,10). (Ver tabla 14) (Gráfico 17).

3) Para el nivel tipo en función al pigmento se observan los siguientes resultados:

- Dentina: Vino tinto 9,26 (,61), Coca Cola 9,19 (,73) y Café 9,12 (,64). (Ver tabla 14) (Gráfico 18).
- Cuerpo: Vino tinto 4,83 (,71), Café 4,63 (,87) y Coca Cola 4,37 (,78). (Ver tabla 14) (Gráfico 18).
- Esmalte: el Vino tinto presenta valores superiores 4,14 (1,46), Café 3,85 (1,29) y Coca Cola 3,81 (1,11). (Ver tabla 14) (Grafico 18).

Marca	Tipo	Pigmento	Media	Desv. Tip.	N	
CMO	Filtek Z350	Cuerpo	Café	4,82	,86	10
			Vino Tinto	4,73	,92	10
			Coca Cola	4,74	,61	10
			Total	4,77	,78	30
	Esmalte	Café	2,96	,90	10	
		Vino Tinto	2,91	,52	10	
		Coca Cola	3,02	,79	10	
		Total	2,96	,73	30	
	Dentina	Café	10,19	,46	10	
		Vino Tinto	10,44	,34	10	
		Coca Cola	10,05	,63	10	
		Total	10,23	,47	30	
	Total	Café	5,99	,74	30	
		Vino Tinto	6,02	,59	30	
		Coca Cola	5,93	,67	30	
		Total	5,98	,67	90	
Everglow	Cuerpo	Café	4,44	,88	10	
		Vino Tinto	4,93	,71	10	
		Coca Cola	4,00	,79	10	
		Total	4,46	,86	30	
	Esmalte	Café	4,74	,99	10	
		Vino Tinto	5,38	,93	10	
		Coca Cola	4,59	,79	10	
		Total	4,90	,94	30	
	Dentina	Café	8,06	,83	10	
		Vino Tinto	8,08	,89	10	
		Coca Cola	8,33	,84	10	
		Total	8,16	,83	30	
	Total	Café	5,75	1,88	30	
		Vino Tinto	6,13	1,63	30	
		Coca Cola	5,64	2,10	30	
		Total	5,84	1,87	90	
Total	Cuerpo	Café	4,63	,87	20	
		Vino Tinto	4,83	,81	20	
		Coca Cola	4,37	,78	20	
		Total	4,61	,83	60	
	Esmalte	Café	3,85	1,29	20	
		Vino Tinto	4,14	1,46	20	
		Coca Cola	3,81	1,11	20	
		Total	3,93	1,29	60	
	Dentina	Café	9,12	,64	20	
		Vino Tinto	9,26	,61	20	
		Coca Cola	9,19	,73	20	
		Total	9,19	,66	60	
	Total	Café	5,87	,93	60	
		Vino Tinto	6,07	,96	60	
		Coca Cola	5,79	,87	60	
		Total	5,91	,92	180	

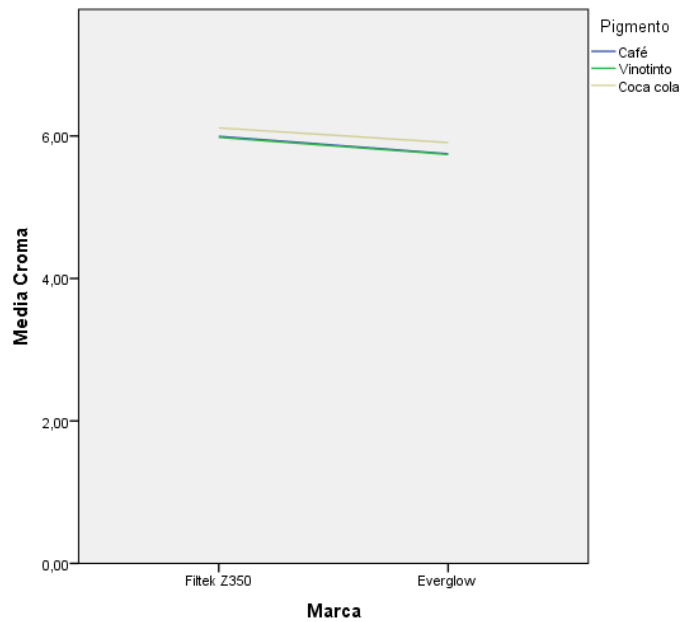
Tabla 14. Valores de media y desviación típica del total de Cromo para el momento 0



**Gráfico 16.** Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Cromo.

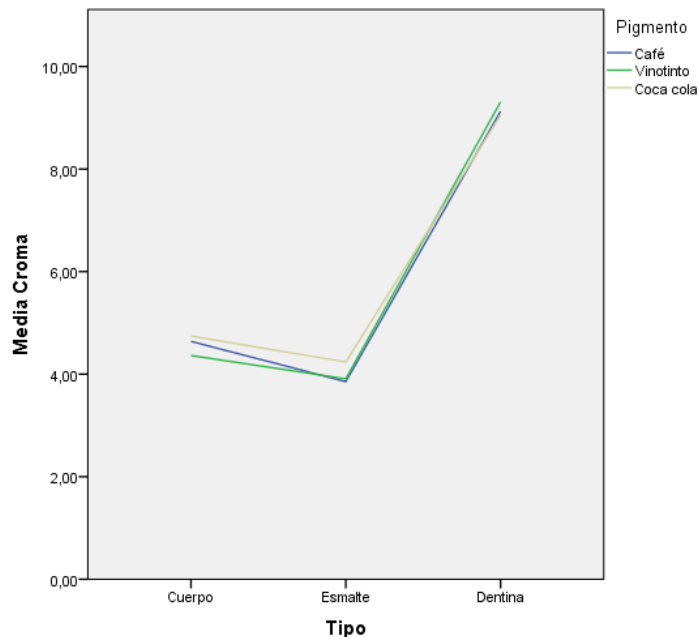
Momento 0. Tomado del autor.

www.bdigital.ula.ve



**Gráfico 17.** Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Cromo.

Momento 0. Tomado del autor



**Gráfico 18.** Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Croma.

Momento 0. Tomado del autor.

#### 4.11 Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Croma (C). Momento 1.

- 1) Para el nivel marca en función al tipo de resina podemos observar cambios en cuanto a los valores de las resinas. Para Z350 la dentina tiene un valor mayor 9,39 (2,41) que cuerpo 3,81 (2,22) y esmalte 3,46 (1,30). Para Everglow la dentina aunque disminuye sus valores sigue siendo superior 6,75 (2,44), seguido por cuerpo 3,85 (1,45) y esmalte 3,84 (2,63). (Ver tabla 15) (Gráfico 19).
- 2) Para el nivel pigmento en función a la marca se puede apreciar que en las resinas Z350 el Vino tinto es superior 6,92 (3,02), seguido por Coca Cola 6,71 (3,16) y por ultimo Café 3,03 (2,50). Para Everglow la Coca Cola es mayor 6,40 (1,75) que el Vino tinto 6,00 (1,73) y el Café 2,53 (1,64). (Ver tabla 15) (Gráfico 20).

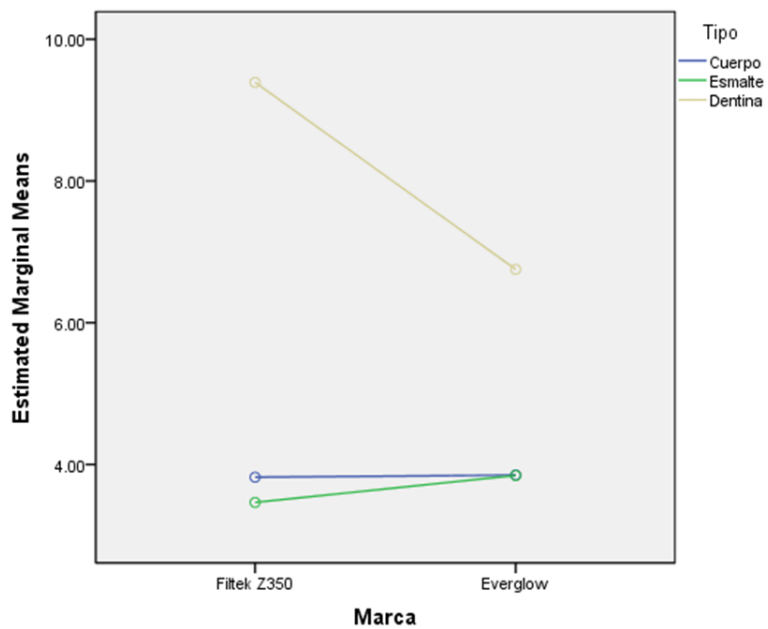
3) Para el nivel tipo en función al pigmento se observan los siguientes resultados:

- Dentina: Coca Cola 9,73 (1,36), Vino tinto 9,53 (1,56) y Café 4,94 (1,91). (Ver tabla 15) (Gráfico 21).
- Cuerpo: Vino tinto 4,96 (1,12), Coca Cola 4,88 (1,13) y Café 1,65 (,83). (Ver tabla 15) (Gráfico 21).
- Esmalte: Coca Cola 5,05 (,95), Vino tinto 4,89 (,79) y Café 1,01 (,85). (Ver tabla 15) (Gráfico 21).

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

Marca	Tipo	Pigmento	Media	Desv. Tip.	N	
CM1	Filtek Z350	Cuerpo	Café	1,12	,74	10
			Vino Tinto	5,56	1,05	10
			Coca Cola	4,76	1,34	10
			Total	3,81	2,22	30
	Esmalte	Café	1,72	,42	10	
		Vino Tinto	4,25	,41	10	
		Coca Cola	4,41	,31	10	
		Total	3,46	1,30	30	
	Dentina	Café	6,25	1,43	10	
		Vino Tinto	10,96	,37	10	
		Coca Cola	10,96	,37	10	
		Total	9,39	2,41	30	
	Total	Café	3,03	2,50	30	
		Vino Tinto	6,92	3,02	30	
		Coca Cola	6,71	3,16	30	
		Total	5,55	3,39	90	
Everglow	Cuerpo	Café	2,17	,53	10	
		Vino Tinto	4,36	,86	10	
		Coca Cola	5,01	,93	10	
		Total	3,85	1,45	30	
	Esmalte	Café	,30	,48	10	
		Vino Tinto	5,53	,50	10	
		Coca Cola	5,69	,96	10	
		Total	3,84	2,63	30	
	Dentina	Café	3,64	1,39	10	
		Vino Tinto	8,10	,72	10	
		Coca Cola	8,51	,69	10	
		Total	6,75	2,44	30	
	Total	Café	2,03	1,64	30	
		Vino Tinto	6,00	1,73	30	
		Coca Cola	6,40	1,75	30	
		Total	4,81	2,60	90	
Total	Cuerpo	Café	1,65	,83	20	
		Vino Tinto	4,96	1,12	20	
		Coca Cola	4,88	1,13	20	
		Total	3,83	1,86	60	
	Esmalte	Café	1,01	,85	20	
		Vino Tinto	4,89	,79	20	
		Coca Cola	5,05	,95	20	
		Total	3,65	2,07	60	
	Dentina	Café	4,94	1,91	20	
		Vino Tinto	9,53	1,56	20	
		Coca Cola	9,73	1,36	20	
		Total	8,07	2,75	60	
	Total	Café	2,53	2,15	60	
		Vino Tinto	6,46	2,48	60	
		Coca Cola	6,56	2,53	60	
		Total	5,18	3,03	180	

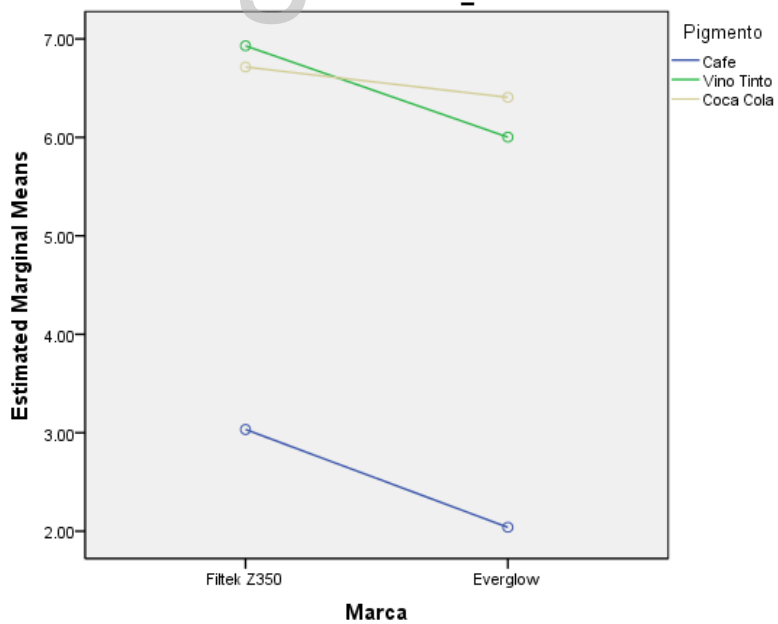
Tabla 15. Valores de media y desviación típica del total de Croma para el momento 1



**Gráfico 19.** Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Croma.

Momento 1. Tomado del autor.

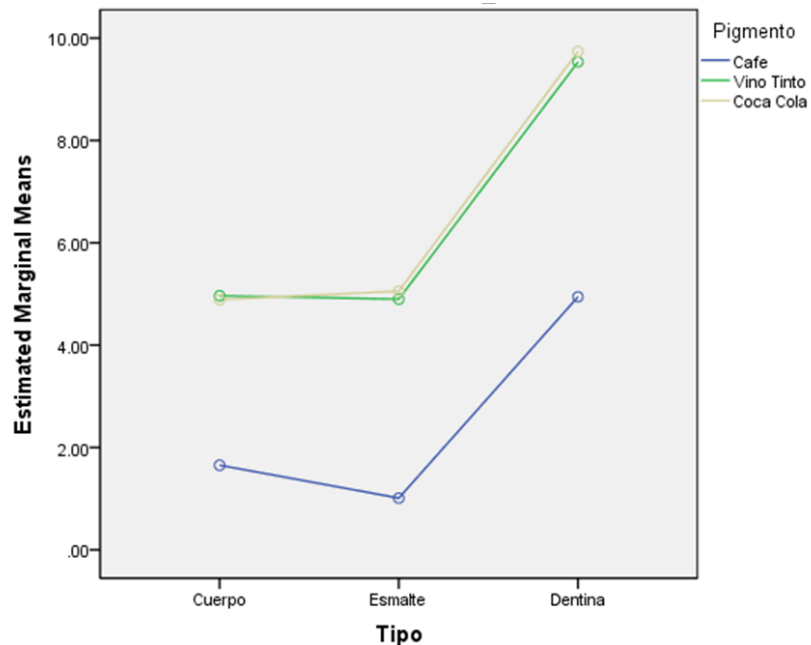
www.bdigital.ula.ve



**Gráfico 20.** Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Croma.

Momento 1. Tomado del autor.





**Gráfico 21.** Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Croma.

Momento 1. Tomado del autor.

#### 4.12 Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Croma (C). Momento 2.

- 1) Para el nivel marca en función al tipo de resina en el momento 2 podemos observar lo siguiente: Para Z350 la dentina tiene un valor mayor de 11,00 (1,23), seguido por cuerpo 4,70 (1,50) y esmalte 3,77 (1,15). En cuanto a las resinas Everglow la dentina sigue siendo superior 8,31 (1,38), el esmalte aumenta sus valores 5,37 (1,12) y por último cuerpo 4,67 (,80). (Ver tabla 16) (Gráfico 22).
- 2) Para el nivel pigmento en función a la marca se puede apreciar que en las resinas Z350 el Vino tinto es superior 7,09 (2,90), seguido por Coca Cola 5,37 (3,63) y por ultimo Café 6,99 (3,68). Para Everglow hay un cambio en los valores y el café es mayor 6,82 (2,26) seguido

por el Vino tinto 6,27 (1,54) y por último Coca Cola 5,26 (1,65). (Ver tabla 16) (Gráfico 23).

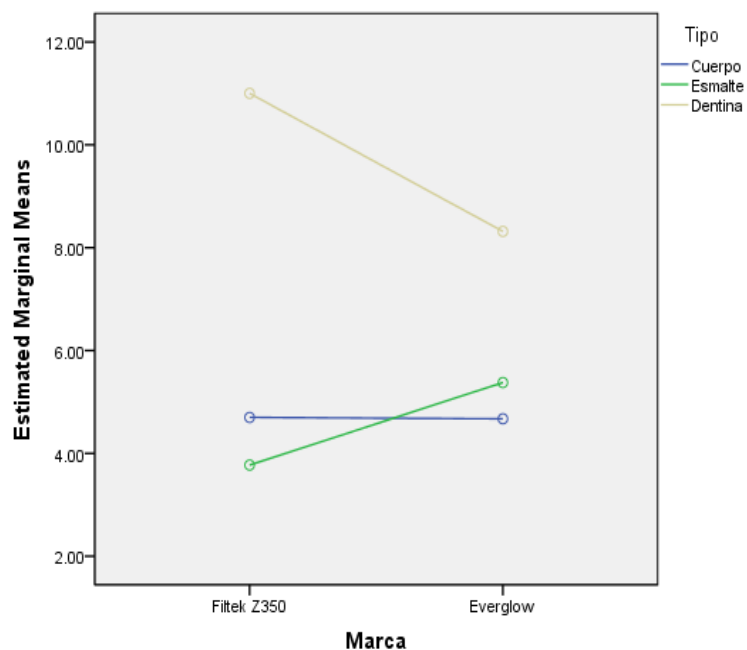
3) Para el nivel tipo en función al pigmento se observan los siguientes resultados:

- Dentina: Café 10,66 (1,97), Vino tinto 9,51 (1,63) y Coca Cola 8,80 (1,57). (Ver tabla 16) (Gráfico 24).
- Cuerpo: se observan valores similares entre Café 5,17 (,91) y Vino tinto 5,16 (,91) y por último Coca Cola 3,71 (1,14). (Ver tabla 16) (Gráfico 24).
- Esmalte: Vino tinto 5,37 (,96), Café 4,89 (1,23) y Coca Cola 3,45 (1,19). (Ver tabla 16) (Gráfico 24)

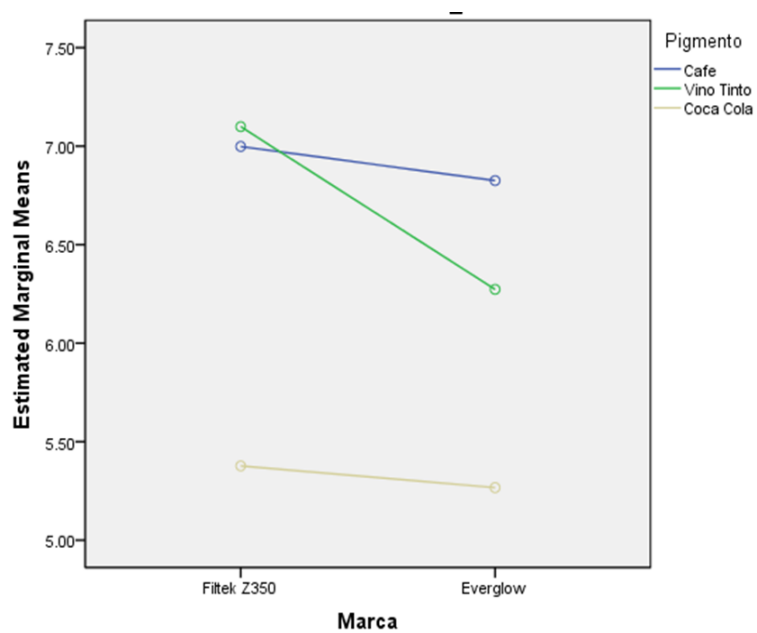
[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

Marca	Tipo	Pigmento	Media	Desv. Tip.	N
CM2 Filtek Z350	Cuerpo	Café	5,22	1,05	10
		Vino Tinto	5,64	,95	10
		Coca Cola	3,23	1,27	10
		Total	4,70	1,50	30
	Esmalte	Café	3,97	,77	10
		Vino Tinto	4,64	,45	10
		Coca Cola	2,70	1,15	10
		Total	3,77	1,15	30
	Dentina	Café	11,80	1,64	10
		Vino Tinto	11,00	,37	10
		Coca Cola	10,20	,78	10
		Total	11,00	1,23	30
	Total	Café	6,99	3,68	30
		Vino Tinto	7,09	2,90	30
		Coca Cola	5,37	3,63	30
		Total	6,49	3,47	90
Everglow	Cuerpo	Café	5,12	,81	10
		Vino Tinto	4,69	,58	10
		Coca Cola	4,20	,78	10
		Total	4,67	,80	30
	Esmalte	Café	5,82	,85	10
		Vino Tinto	6,10	,75	10
		Coca Cola	4,20	,63	10
		Total	5,37	1,12	30
	Dentina	Café	9,52	1,63	10
		Vino Tinto	8,02	,76	10
		Coca Cola	7,40	,51	10
		Total	8,31	1,38	30
	Total	Café	6,82	2,26	30
		Vino Tinto	6,27	1,54	30
		Coca Cola	5,26	1,65	30
		Total	6,12	1,94	90
Total	Cuerpo	Café	5,17	,91	20
		Vino Tinto	5,16	,91	20
		Coca Cola	3,71	1,14	20
		Total	4,68	1,20	60
	Esmalte	Café	4,89	1,23	20
		Vino Tinto	5,37	,96	20
		Coca Cola	3,45	1,19	20
		Total	4,57	1,39	60
	Dentina	Café	10,66	1,97	20
		Vino Tinto	9,51	1,63	20
		Coca Cola	8,80	1,57	20
		Total	9,65	1,87	60
	Total	Café	6,91	3,03	60
		Vino Tinto	6,68	2,34	60
		Coca Cola	5,32	2,80	60
		Total	6,30	2,81	180

**Tabla 16.** Valores de media y desviación típica del total de Croma para el momento 2



**Gráfico 22.** Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Croma. Momento 2. Tomado del autor.



**Gráfico 23.** Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 2. Tomado del autor.

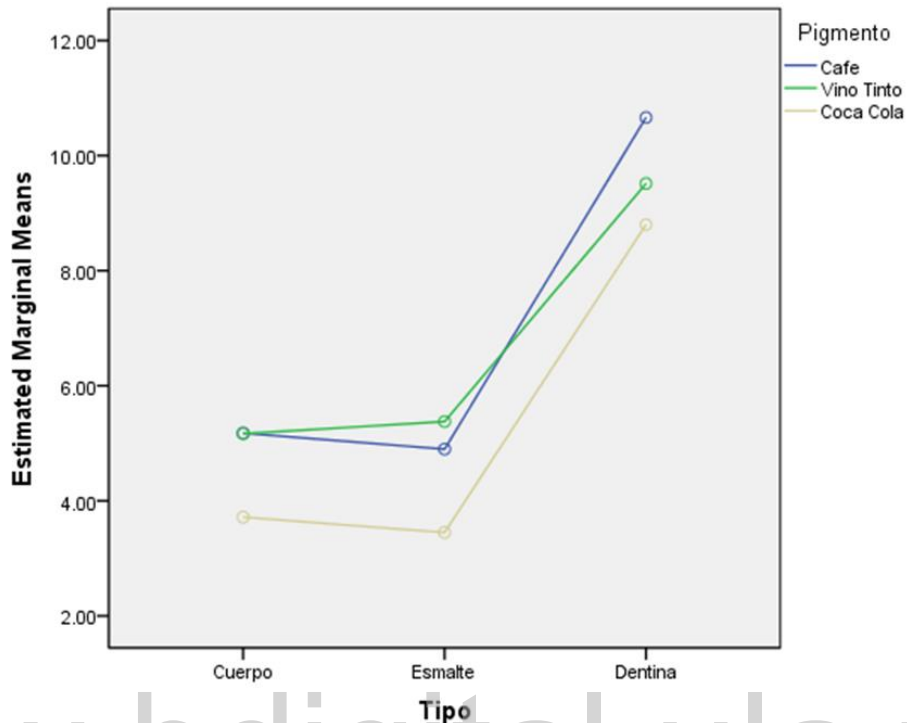


Gráfico 24. Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 2. Tomado del autor.

#### 4.13 Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Croma (C). Momento 3.

- 1) Para el nivel marca en función al tipo de resina en el momento 3 podemos observar lo siguiente: Para Z350 la dentina tiene un valor mayor de 10,97 (1,29), seguido por cuerpo 4,59 (1,53) y esmalte 3,89 (1,29). En cuanto a las resinas Everglow la dentina sigue siendo superior 8,55 (1,53), esmalte 5,18 (1,54) y por último cuerpo 4,66 (,89). (Ver tabla 17) (Gráfico 25).
- 2) Para el nivel pigmento en función a la marca se puede apreciar que en las resinas Z350 el Vino tinto es superior 7,28 (2,86), seguido por Café 6,95 (3,77) y por ultimo Coca Cola 5,22 (3,48). Para Everglow el café

es mayor 6,97 (2,51), seguido por el Vino tinto 6,47 (1,51) y por último Coca Cola 4,94 (1,96). (Ver tabla 17) (Gráfico 26).

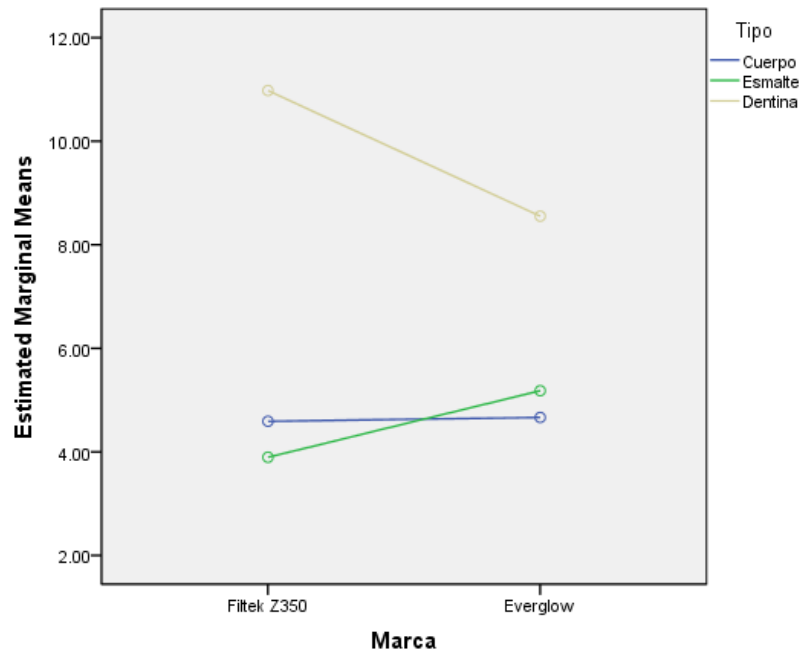
3) Para el nivel tipo en función al pigmento se observan los siguientes resultados:

- Dentina: Café 10,95 (1,83), Vino tinto 9,70 (1,61) y Coca Cola 8,63 (1,41). (Ver tabla 17) (Gráfico 27).
- Cuerpo: Vino tinto 5,46 (,78), Café 4,86 (,95) y por último Coca Cola 3,55 (1,13). (Ver tabla 17) (Gráfico 27).
- Esmalte: Vino tinto 5,47 (,88), Café 5,07 (1,40) y Coca Cola 3,06 (1,11). (Ver tabla 17) (Gráfico 27)

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

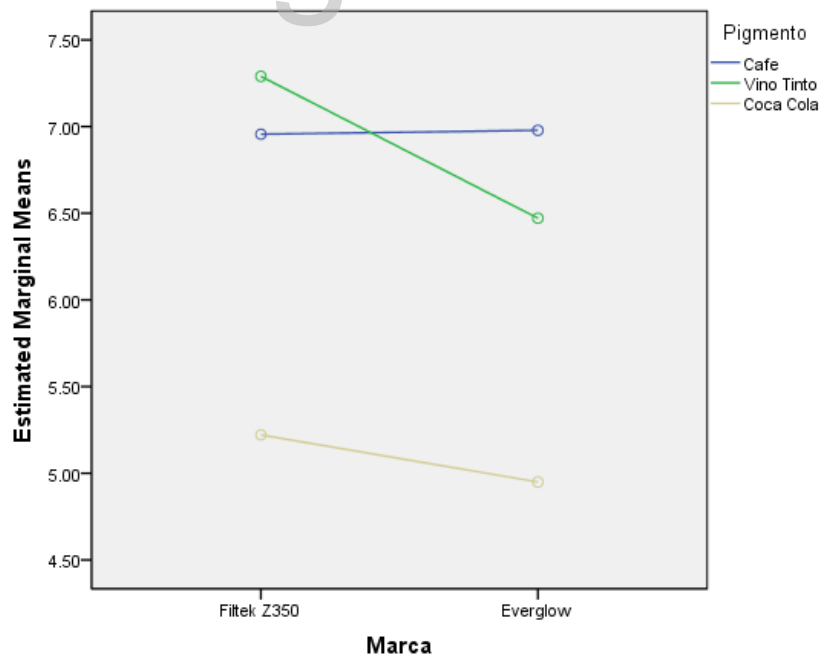
Marca	Tipo	Pigmento	Media	Desv. Tip.	N	
CM3	Filtek Z350	Cuerpo	Café	4,75	,88	10
			Vino Tinto	5,87	,79	10
			Coca Cola	3,14	1,41	10
			Total	4,59	1,53	30
	Esmalte	Café	4,13	,90	10	
		Vino Tinto	4,84	,56	10	
		Coca Cola	2,71	1,26	10	
		Total	3,89	1,29	30	
	Dentina	Café	11,98	1,43	10	
		Vino Tinto	11,14	,43	10	
		Coca Cola	9,80	,68	10	
		Total	10,97	1,29	30	
	Total	Café	6,95	3,77	30	
		Vino Tinto	7,28	2,86	30	
		Coca Cola	5,22	3,48	30	
		Total	6,48	3,48	90	
	Everglow	Cuerpo	Café	4,97	1,06	10
			Vino Tinto	5,05	,54	10
			Coca Cola	3,96	,56	10
			Total	4,66	,89	30
Esmalte		Café	6,02	1,17	10	
		Vino Tinto	6,09	,67	10	
		Coca Cola	3,42	,86	10	
		Total	5,18	1,54	30	
Dentina		Café	9,93	1,63	10	
		Vino Tinto	8,26	,84	10	
		Coca Cola	7,46	,83	10	
		Total	8,55	1,53	30	
Total		Café	6,97	2,51	30	
		Vino Tinto	6,47	1,51	30	
		Coca Cola	4,94	1,96	30	
		Total	6,13	2,19	90	
Total		Cuerpo	Café	4,86	,95	20
			Vino Tinto	5,46	,78	20
			Coca Cola	3,55	1,13	20
			Total	4,62	1,24	60
	Esmalte	Café	5,07	1,40	20	
		Vino Tinto	5,47	,88	20	
		Coca Cola	3,06	1,11	20	
		Total	4,53	1,55	60	
	Dentina	Café	10,95	1,83	20	
		Vino Tinto	9,70	1,61	20	
		Coca Cola	8,63	1,41	20	
		Total	9,76	1,86	60	
	Total	Café	6,96	3,18	60	
		Vino Tinto	6,88	2,31	60	
		Coca Cola	5,08	2,81	60	
		Total	6,31	2,90	180	

**Tabla 17.** Valores de media y desviación típica del total de Croma para el momento 3



**Gráfico 25.** Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Cromat.

Momento 3. Tomado del autor.



**Gráfico 26.** Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Cromat.

Momento 3. Tomado del autor.



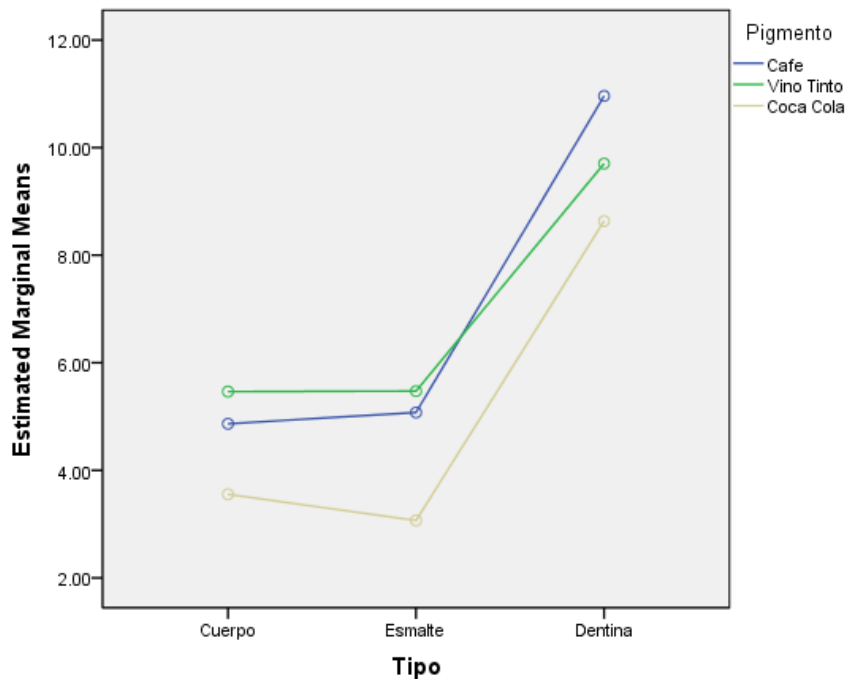


Gráfico 27. Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 3. Tomado del autor.

#### 4.14 Valores de media y desviación típica para estabilidad del color en función de Croma (C). Momento 4.

- 1) Para el nivel marca en función al tipo de resina en el momento 4 podemos observar lo siguiente: Para Z350 la dentina tiene un valor mayor de 12,73 (10,57), seguido por cuerpo 4,46(1,67) y esmalte 3,85 (1,67). Para Everglow la dentina sigue siendo superior 8,71 (1,65), esmalte 4,86 (1,92) y por último cuerpo 4,59 (1,29). (Ver tabla 18) (Gráfico 28).
- 2) Para el nivel pigmento en función a la marca se puede apreciar que en las resinas Z350, el Café aumenta de valor 8,87 (11,87) en comparación al momento 3, seguido por Vino tinto 7,45 (2,67) y por último Coca Cola 4,72 (3,60). Para Everglow el Vino tinto es mayor

6,96 (1,63), seguido por el Café 6,84 (2,52) y por último Coca Cola 4,36 (2,36). (Ver tabla 18) (Gráfico 29).

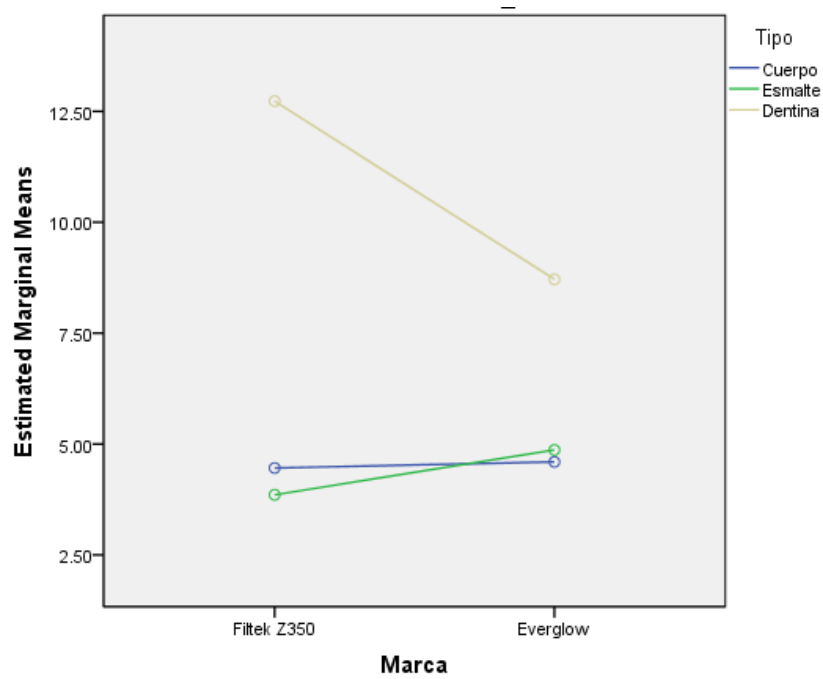
3) Para el nivel tipo en función al pigmento se observan los siguientes resultados:

- Dentina: Café 13,74 (12,97) , Vino tinto 9,95 (1,30) y Coca Cola 8,47 (1,36). (Ver tabla 18) (Gráfico 30).
- Cuerpo: Vino tinto 5,63 (,93), Café 4,97 (,95) y por último Coca Cola 2,97 (1,01). (Ver tabla 18) (Gráfico 30).
- Esmalte: Vino tinto 6,03 (,81), Café 4,86 (1,03) y Coca Cola 2,47 (,94). (Ver tabla 18) (Gráfico 30).

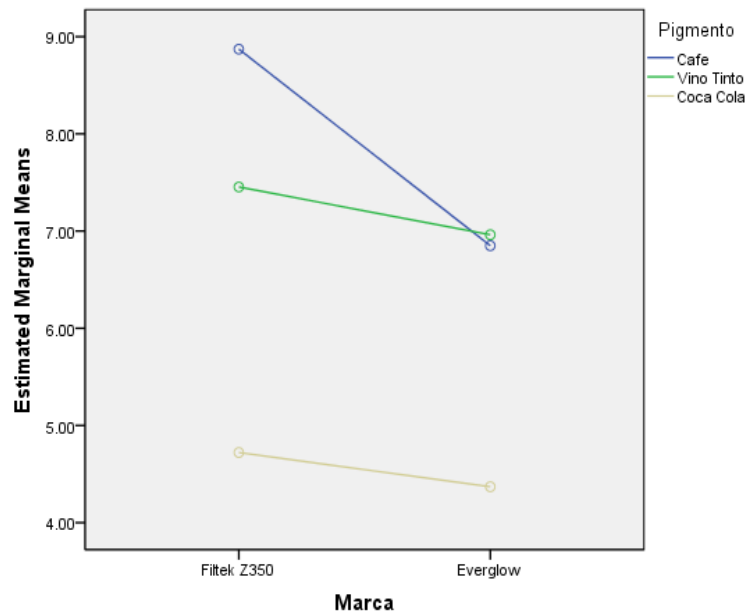
[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

Marca	Tipo	Pigmento	Media	Desv. Tip.	N	
CM4	Filtek Z350	Cuerpo	Café	4,83	1,22	10
			Vino Tinto	5,84	,80	10
			Coca Cola	2,69	1,06	10
			Total	4,46	1,67	30
	Esmalte	Café	4,20	,70	10	
		Vino Tinto	5,47	,77	10	
		Coca Cola	1,89	,76	10	
		Total	3,85	1,67	30	
	Dentina	Café	17,58	17,86	10	
		Vino Tinto	11,03	,54	10	
		Coca Cola	9,57	,69	10	
		Total	12,73	10,57	30	
	Total	Café	8,87	11,78	30	
		Vino Tinto	7,45	2,67	30	
		Coca Cola	4,72	3,60	30	
		Total	7,01	7,40	90	
	Everglow	Cuerpo	Café	5,11	,62	10
			Vino Tinto	5,42	1,04	10
			Coca Cola	3,25	,94	10
			Total	4,59	1,29	30
Esmalte		Café	5,53	,87	10	
		Vino Tinto	6,60	,32	10	
		Coca Cola	2,47	,94	10	
		Total	4,86	1,92	30	
Dentina		Café	9,90	1,95	10	
		Vino Tinto	8,86	,81	10	
		Coca Cola	7,38	,89	10	
		Total	8,71	1,65	30	
Total		Café	6,84	2,52	30	
		Vino Tinto	6,96	1,63	30	
		Coca Cola	4,36	2,36	30	
		Total	6,06	2,49	90	
Total		Cuerpo	Café	4,97	,95	20
			Vino Tinto	5,63	,93	20
			Coca Cola	2,97	1,01	20
			Total	4,52	1,48	60
	Esmalte	Café	4,86	1,03	20	
		Vino Tinto	6,03	,81	20	
		Coca Cola	2,18	,89	20	
		Total	4,36	1,86	60	
	Dentina	Café	13,74	12,97	20	
		Vino Tinto	9,95	1,30	20	
		Coca Cola	8,47	1,36	20	
		Total	10,72	7,77	60	
	Total	Café	7,86	8,51	60	
		Vino Tinto	7,20	2,21	60	
		Coca Cola	4,54	3,02	60	
		Total	6,53	5,53	180	

Tabla 18. Valores de media y desviación típica del total de Croma para el momento 4



**Gráfico 28.** Representación de la interacción Marca-tipo en la estabilidad del color para Croma. Momento 4. Tomado del autor.



**Gráfico 29.** Representación de la interacción Marca-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 4. Tomado del autor.

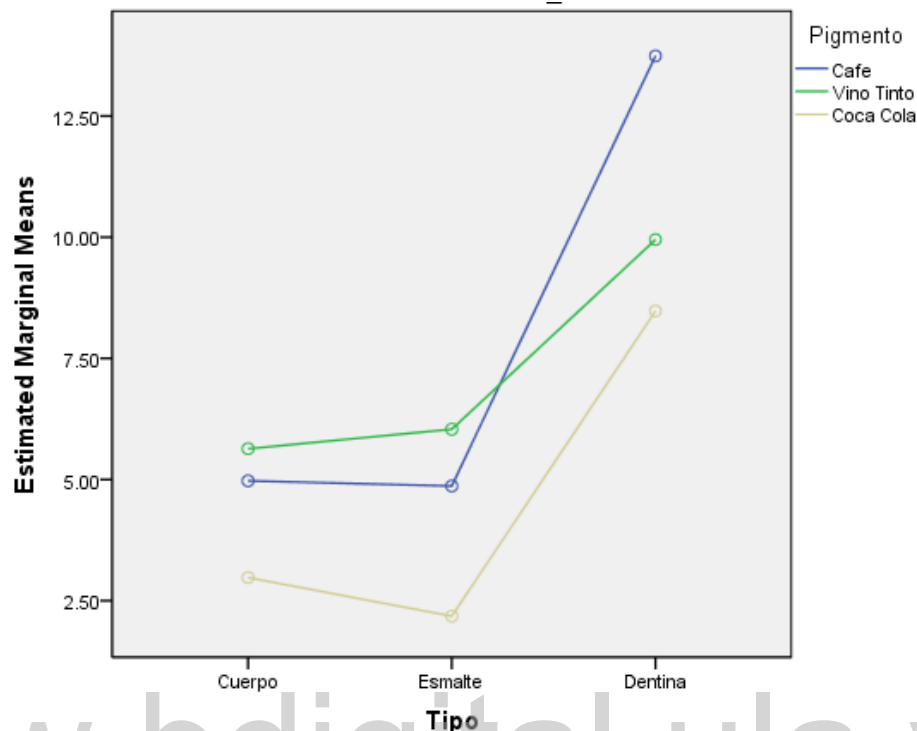


Gráfico 30. Representación de la interacción Tipo-pigmento en la estabilidad del color para Croma. Momento 4. Tomado del autor.

#### 4.15 Efectos inter-sujetos para Croma

Efectos inter-sujetos para las variables tipo y pigmento con un valor de  $p=0,000$ ; con diferencias estadísticas significativas; por lo cual se rechaza la hipótesis de nulidad (Ver tabla 19). La variable marca no presentó significancia estadística con un valor de  $p=0,267$ , es decir, que ambas marcas fueron afectadas por los pigmentos de la misma manera, por lo cual no se acepta la hipótesis de nulidad. (Ver tabla 19).

Medida:  
Variable transformada: Promedio

Croma

(C)

Fuente	Suma de cuadrados Tipo III	df	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	31144,602	1	31144,602	7260,236	,000
Marca	6,877	1	6,877	1,603	,207
Tipo	4312,417	2	2156,209	502,642	,000
Pigmento	227,291	2	113,646	26,492	,000
Marca * Tipo	339,386	2	169,693	39,558	,000
Marca * Pigmento	32,932	2	16,466	3,838	,024
Tipo * Pigmento	160,178	4	40,044	9,335	,000
Marca * Tipo * Pigmento	82,218	4	20,555	4,792	,001
Error	694,940	162	4,290		

Tabla 19. ANOVA Univariado para Croma en función de marca, tipo y pigmento

#### 4.16 Comparaciones múltiples para Croma

Empleando una prueba de Tukey HSD, se establecieron comparaciones múltiples (Ver tabla 20) entre cada tipo de resina compuesta (esmalte, cuerpo y dentina) en donde se observa que la dentina (8,97) es significativamente diferente al esmalte (4,21) y cuerpo (4,45). Esto quiere decir que la dentina se comportó de manera diferente al esmalte y cuerpo, y que el cuerpo y el esmalte se comportaron igual.

Tukey HSD<sup>a</sup>,b,c

Tipo	N	Subconjunto	
		1	2
Esmalte	60	4,21	
Cuerpo	60	4,45	
Dentina	60		8,97
Sig.		,317	1,000

Tabla 20. Comparaciones Múltiples HSD de Tukey para las diferencias Inter sujeto en función al tipo de resina compuesta.

"Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos. Basadas en las medias observadas El término de error es la media cuadrática(Error) = ,858."

Empleando una prueba de Tukey HSD, se establecieron comparaciones múltiples entre cada pigmento (Ver tabla 21) (Vino Tinto, Café y Coca Cola) en donde se observa que la Coca Cola (5,20) es

significativamente diferente al Vino tinto (6,41) y al Café (6,02). Lo que quiere decir que la Coca Cola es diferente al café y Vino tinto, y que el Café y el vino tinto se comportaron igual.

Tukey HSD<sup>a,b,c</sup>

Pigmento	N	Subconjunto	
		1	2
Coca Cola	60	5,20	
Café	60		6,02
Vino Tinto	60		6,41
Sig.		1,000	,065

**Tabla 21.** Comparaciones Múltiples HSD de Tukey para las diferencias Inter sujeto en función al pigmento.

<sup>a</sup>Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos. Basadas en las medias observadas El término de error es la media cuadrática(Error) = ,858

#### 4.17 Efectos intra-sujetos para Croma

Para el análisis de los diferentes momentos en la medición del color con respecto a la estabilidad del color en función del Croma (C) de las resinas compuestas (Ver tabla 22) podemos observar un aumento progresivo a través del tiempo de los valores, y que la mayor diferencia con respecto al valor inicial 5,07 (IC95 4,95-5,18) se obtuvo en el momento 4 6,53 (IC95 5,90-7,17), es decir a los 28 días. Cabe destacar que en el momento 2 (día 14) es en donde se observa un aumento considerable en los valores, posterior a este momento se pueden ver valores similares.

Medida:Croma

Estabilidad_Color	Media	Error típico	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
0	5,07	,060	4,95	5,18
1	5,18	,062	5,06	5,31
2	6,30	,071	6,16	6,44
3	6,31	,073	6,16	6,45
4	6,53	,321	5,90	7,17

**Tabla 22.** Efectos intra-sujetos de la variable estabilidad del color en función al Croma (C) en los diferentes momentos

#### 4.18 Comparación por pares para Cromo

Para realizar las comparaciones por pares en la medición de la variable estabilidad del color en función del Cromo (C) de las muestras con cada uno de los diferentes tiempos de inmersión, se efectuó una prueba de Bonferroni con un valor de  $p \leq 0,05$ ; lo que indica diferencias significativas del momento 0 con respecto a los momentos 2,3 y 4 a excepción del momento 1 en donde no existe diferencia con un valor de  $p=1,000$ .(Ver tabla 23).

Momento 1: existen diferencias significativas con un valor de  $p=0,000$  con respecto a los momentos 2,3 y 4 a excepción del momento 0 en donde no existe diferencia con un valor de  $p=1,000$ . (Ver tabla 23).

Momento 2: existen diferencias significativas con un valor de  $p=0,000$  con respecto a los momentos 0 y 1 pero no existe diferencia con un valor de  $p=1,000$  con respecto a los momentos 3 y 4. (Ver tabla 23).

Momento 3: existen diferencias significativas con un valor de  $p=0,000$  con respecto a los momentos 0 y 1 pero no existe diferencia con un valor de  $p=1,000$  con respecto a los momentos 2 y 4. (Ver tabla 23)

Momento 4: existen diferencias significativas con un valor de  $p=0,000$  con respecto a los momentos 0 y 1 pero no existe diferencia con un valor de  $p=1,000$  con respecto a los momentos 2 y 3. (Ver tabla 23).



Medida:Croma

(I) Estabilidad_Color	(J) Estabilidad_Color	Diferencia de medias (I-J)	Error tip.	Sig. <sup>a</sup>	Intervalo de confianza al 95% para la Diferencia <sup>a</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
0	1	-,117	,080	1,000	-,345	,110
	2	-1.236*	,092	,000	-1,499	-,973
	3	-1.241*	,094	,000	-1,510	-,972
	4	-1.468*	,331	,000	-2,410	-,525
1	0	,117	,080	1,000	-,110	,345
	2	-1.119*	,063	,000	-1,297	-,941
	3	-1.123*	,066	,000	-1,312	-,934
	4	-1.350*	,338	,001	-2,312	-,389
2	0	1.236*	,092	,000	,973	1,499
	1	1.119*	,063	,000	,941	1,297
	3	-,004	,056	1,000	-,163	,155
	4	-,231	,339	1,000	-1,195	,732
3	0	1.241*	,094	,000	,972	1,510
	1	1.123*	,066	,000	,934	1,312
	2	,004	,056	1,000	-,155	,163
	4	-,227	,334	1,000	-1,178	,724
4	0	1.468*	,331	,000	,525	2,410
	1	1.350*	,338	,001	,389	2,312
	2	,231	,339	1,000	-,732	1,195
	3	,227	,334	1,000	-,724	1,178

**Tabla 23.** Comparaciones por pares de Bonferroni para estimar diferencias en la variable estabilidad del color en función al Croma (C) en los diferentes momentos. Basadas en las medias marginales estimadas.\*\*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05. a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

La estabilidad del color es fundamental para el rendimiento clínico y estético a largo plazo de las restauraciones dentales. La decoloración de los materiales restauradores se considera uno de los principales problemas asociados con su fracaso clínico. El éxito de las restauraciones dentales depende de la coincidencia del color de los dientes y la estabilidad del color de los materiales.<sup>12,20,25,26,29,30</sup> En este estudio se evaluó la estabilidad del color en función de Luminosidad (L) y Cromo (C) de dos sistemas de resinas compuestas luego de ser sometidos en diversos períodos de tiempo a los efectos de tres bebidas como lo son el Café, Vino tinto y Coca Cola. Para este estudio se escogió la resina BRILLIANT Everglow™ pues, al ser relativamente nueva en el mercado, existen pocos estudios científicos que respalden la estabilidad del color de la misma. Se incluyó también una resina a base de metacrilato como lo es Filtek™ Z350 XT ya que son de las más utilizadas en el ámbito odontológico, existe gran evidencia científica sobre la misma y sirven para comparar el comportamiento de la resina BRILLIANT Everglow™.

Previo a la toma del color, se realizaron las muestras que iban a ser analizadas. Uno de los procedimientos que más se ha reportado en la literatura consiste en colocar una banda de Mylar en la superficie del disco de resina antes de polimerizar. Según los estudios, este protocolo proporciona a la resina una superficie más lisa y sin defectos que utilizando cualquier otro sistema de pulido.<sup>4,12,26,31,90</sup> En el presente estudio, aunque no se toma en cuenta como variable a estudiar, se realizó un protocolo de pulido con el sistema Discos Sof-lex 3MESPE (St Paul, MIN USA) se utilizó el grano medio, fino y ultrafino<sup>31</sup>, este se realizó con presión constante y en una sola

dirección durante 20 segundos y en condiciones húmedas como en los estudios reportados por Ramírez.<sup>36</sup> Cabe destacar que el protocolo de pulido se incluye en la realización de las muestras con la finalidad de recrear los procedimientos reales bajo los cuales son hechas las resinas compuestas en la práctica clínica diaria. Por último, el protocolo de la elaboración de las muestras de resina fueron hechas por un solo operador calibrado.

Seguidamente las muestras se mantuvieron en agua destilada a  $37^{\circ}\text{C}\pm 1$  durante 24 horas para completar la polimerización y lograr la rehidratación de las mismas tal como se describió en estudios consultados<sup>91</sup>; luego se realizó la toma de color inicial y posteriormente la inmersión de las muestras en Café; Vino tinto y Coca cola. En la bibliografía se reportan tiempos de inmersión desde 24 horas, 48 horas, 1, 2, 3, 4, 8 y 12 semanas, 1, 7, 10, 14, 21, 28, 30 y 56 días<sup>4,12,20,21,23,24,26,27,28,26,27,28,29,30,31,33</sup>. En este estudio, la inmersión se realizó durante 28 días y se dividió en cinco momentos: color inicial (momento 0), 7 días (momento 1), 14 días (momento 2), 21 días (momento 3) y 28 días (momento 4). En el caso del café, este periodo de exposición equivale a aproximadamente entre 2 años de consumo.<sup>92</sup>

Para evaluar la estabilidad del color de resinas compuestas se procedió a la inmersión de los discos en los agentes pigmentarios (Café, Vino tinto y Coca cola) los cuales han sido utilizados en otras investigaciones y que son descritos en la literatura como sustancias con alta capacidad de pigmentación<sup>4,12,23,24,27,28,,29,32,33</sup>. En algunos estudios la muestras pueden ser sumergidas por tiempos prolongados o por ciclos, intercalando la inmersión entre la sustancia experimental y una sustancia control como por ejemplo saliva artificial<sup>19,25,31</sup>, agua destilada<sup>22,27,30,33</sup>, cloramina T<sup>28</sup> ó simplemente dejando las muestras fuera de la sustancia pigmentante durante algunas horas entre un periodo de exposición y otro<sup>31</sup>.

Para la evaluación del color se empleó el sistema CIEL\*a\*b el cual es un método estandarizado para medir las variaciones de color basándose en la percepción humana. El sistema CIEL\*a\*b mide la estabilidad del color según la variación de la ecuación de delta E ( $\Delta E$ ) la cual representa la magnitud de la diferencia, en la diferencia de color donde la coordenada L\* representa la luminosidad y a\* y b\* la cromacidad<sup>66</sup>.

Además, ha sido ampliamente utilizado en investigaciones previas<sup>12,21,23,25,26,27,28,29,31,32,33</sup> debido a su eficacia para evaluar los cambios de color de manera objetiva y repetible. Paravina y cols., en una revisión sistemática realizada en el 2019 reportan que los valores de  $\Delta E$  deben estar en un rango  $\leq 2.7$  para ser clínicamente aceptables.<sup>93</sup>

Como instrumento de recolección de datos se ha evidenciado como los más utilizados el espectrofotómetro<sup>12-28-29-31,32,33</sup>, colorímetro<sup>31,94,95</sup> y sistemas de análisis digital como el escáner y la fotografía digital<sup>4,86</sup> gracias a que son métodos objetivos, reproducibles y rápidos. El espectrofotómetro es un instrumento que permite detectar diferencias de  $\Delta E^* < 1.5$  las cuales no pueden ser percibidas por el ojo humano que necesitan tener un valor  $\Delta E$  de 3,7 para ser considerada clínicamente perceptible<sup>96</sup>. Sin embargo, debido a la imposibilidad de los autores para utilizar un espectrofotómetro en la presente investigación, se realizó la observación asistida con escáner calibrándolo a 1200 DPI para garantizar la misma calidad en la imagen en cada toma de color y las mediciones se hicieron con softwares computarizados.

Los softwares utilizados fueron Classic Color Meter y el Delta E ( $\Delta E$ ) calculator para Mac. Las ventajas de utilizar estos programas en vez de un espectrofotómetro es la posibilidad de estudiar una zona de las unidades de análisis y no solo la reflexión de luz de un punto específico del material. Se utilizó el nivel L (luminosidad) del sistema de color L \* a \* b y el croma (C) calculado a partir de este sistema por el Delta E ( $\Delta E$ ) calculator. Cal y

colaboradores en el 2006<sup>97</sup> compararon los métodos digitales y el espectrofotómetro, obteniendo que los métodos digitales se correlacionaron con los del espectrofotómetro, especialmente para los valores  $a^*$  y  $b^*$ .

Es importante destacar que el no poder simular las condiciones de la cavidad bucal en la realización de este estudio con respecto a la temperatura, presencia de saliva, pH y en que no todas las superficies de una restauración están en contacto con las sustancias pigmentantes en condiciones reales, se consideran dificultades que pudieran haber influido en los resultados.

Al procesar los resultados se evidenció que si existen diferencias en la estabilidad del color ( $\Delta E$ ) para luminosidad (L) y croma (C) entre una marca de resina y otra.

Con respecto a la variable luminosidad (L) podemos decir que en el sistema de color CIE  $L^*a^*b^*$  el valor de  $L^*$  es una medida de la luminosidad de un objeto (valor) donde cero representa un negro perfecto y 100 representa un perfecto difusor de la luz.<sup>33</sup>

Desde la toma del color inicial (momento 0) podemos observar que las resinas Filtek™ Z350 arrojaron valores superiores en cuanto a Luminosidad (L) en comparación con las resinas BRILLIANT Everglow™, los valores de luminosidad disminuyeron en los distintos tiempos de inmersión (desde el momento 0 hasta el momento 4) para ambos grupos. En general, es en el momento 2 (14 días) en donde se observa una disminución considerable de los valores para luego mantenerse estable hasta el momento 4 (28 días). Resultados similares fueron evidenciados en una investigación en donde todas las muestras mostraron valores disminuidos de  $L^*$  en todos los grupos después de la tinción, lo cual hace que se vean más oscuras.<sup>98</sup>

En cuanto al tipo de resina podemos observar que para la marca Filtek™ Z350, la dentina demostró valores superiores para luminosidad (L) en comparación al cuerpo y esmalte durante los 28 días del experimento. Cabe

destacar que aunque la dentina presentó los valores más altos, estos no fueron clínicamente perceptibles en comparación con el tipo cuerpo que si demostró un cambio clínicamente perceptible durante el momento 1. El esmalte tampoco presentó cambios clínicamente perceptibles durante los 28 días.

Para la marca BRILLIANT Everglow™ la dentina demostró valores superiores para luminosidad (L) en comparación al cuerpo y esmalte durante los 28 días del experimento. Con respecto a este grupo podemos destacar que a pesar de que hubo una disminución en los valores de los 3 tipos de resinas, los cambios no fueron clínicamente perceptibles.

Otro de los niveles estudiados en esta investigación ha sido la influencia que tienen los agentes pigmentarios sobre los tipos de resinas incluidas en este estudio.

Podemos decir que la dentina presentó valores superiores en los 4 momentos, sin embargo estos cambios no fueron clínicamente perceptibles. Con respecto al agente pigmentante, el vino tinto fue la bebida que más influyó sobre la estabilidad del color de las mismas, seguido por el café y luego la Coca cola.

Para el tipo de resina cuerpo hay una disminución progresiva de los valores de luminosidad (L) en los 4 momentos. Se observó un cambio clínico perceptible en el momento 2 al ser sumergida en el café, sin embargo, el Vino tino fue la bebida que más influyó en la estabilidad del color de la misma, seguido por la Coca cola. No se observaron cambios clínicos perceptibles para ambos pigmentos.

El esmalte fue el tipo de resina que presentó los valores más bajos durante los 4 momentos. Al igual que los otros dos tipos de resina. La bebida que más influyó en la estabilidad del color fue el vino tinto pero no se observaron cambios clínicamente perceptibles, seguido por el café cuyo

cambio clínicamente perceptible se observó en el momento 2 y por último la Coca cola en donde tampoco se observan cambios clínicos perceptibles.

Es importante resaltar que para ambos grupos de resinas, el esmalte fue el que obtuvo los valores más bajos en cuanto a luminosidad (L). Estudios realizados anteriormente informan que la translucidez de los compuestos a base de resina está influenciada principalmente por cambios en la luminosidad<sup>32</sup> y que la translucidez del composite es el resultado no solo del aumento de croma, sino también del contenido de relleno y las adiciones de pigmento que difunden el espectro de luz.<sup>33</sup>

Otra variable a estudiar en esta investigación fue el Croma (C). Este se refiere a la saturación del color de la muestra, a la cantidad de color presente.<sup>66,100</sup> En este estudio los valores de croma aumentaron progresivamente a través del tiempo en todas las muestras al ser sumergidas en Café, Vino tinto y Coca cola. Podemos observar que las resinas Filtek™ Z350 demostraron valores superiores en cuanto a Croma (C) en comparación con las resinas BRILLIANT Everglow™ desde el momento 0 hasta el momento 2. Para el momento 3 y 4 se observan valores similares en ambas marcas. Podemos resaltar que en el momento 2 (14 días) es en donde se observa un aumento considerable de los valores para luego mantenerse estable hasta el momento 4 (28 días).

En cuanto al tipo de resina podemos observar que la marca Filtek™ Z350, la dentina demostró valores superiores para Croma (C) en comparación al cuerpo y esmalte durante los 28 días del experimento. Cabe destacar que aunque la dentina presentó los valores más altos, estos no fueron clínicamente perceptibles. Luego sigue el tipo cuerpo y por último el esmalte, ambos tipos tampoco presentaron cambios clínicamente perceptibles.

Para la marca BRILLIANT Everglow™ la dentina demostró valores superiores para Croma (C) en comparación al cuerpo y esmalte durante los

28 días del experimento. Ninguno de los 3 tipos de resinas presentaron cambios clínicamente perceptibles. Es importante señalar que en el momento 2 hay un cambio y que el tipo de resina esmalte demuestra valores superiores en comparación al tipo cuerpo de BRILLIANT Everglow™ y al esmalte de la marca Filtek™ Z350.

Para el estudio del nivel tipo-pigmento para la variable Cromo (C), podemos decir que la dentina fue la resina que presentó valores superiores en los 4 momentos, se observaron cambios clínicamente perceptibles en los momentos 1,2 y 4. Con respecto al agente pigmentante, el vino tinto y el café fueron las bebidas que más influyeron sobre la estabilidad del color de las mismas, la Coca cola fue la que menos pigmentó.

Para el tipo de resina cuerpo hay una disminución de los valores para Cromo (C) en el momento 1, luego se observa un aumento en el momento 2 para mantenerse con valores similares hasta el momento 4. Se observan cambios clínicos perceptibles en el momento 1 y 2 al ser sumergida en el café, el Vino tinto también influyó en la estabilidad del color de esta resina, la Coca cola no influyó en la estabilidad del color. No se observaron cambios clínicos perceptibles para ambos pigmentos.

El esmalte fue el tipo de resina que presentó los valores más bajos durante los 4 momentos. Al igual que los otros dos tipos de resina, las bebidas que más influyeron en la estabilidad del color fueron el vino tinto que no produjo cambios clínicamente perceptibles y el café el cual ocasionó un cambio clínicamente perceptible en el momento 1 y 2. Por último la Coca cola en donde no se observan cambios clínicos perceptibles.

Algunos estudios informaron que el cambio de color más pronunciado de las resinas compuestas se produjo después de 30 días.<sup>19</sup> Otros, informaron que el cambio de color de la resina compuesta se produjo hasta el día 14 y luego se estabilizó, por lo que señalaron que se podrían utilizar 14 días como referencia para la comparación de color<sup>12</sup>. Estos resultados son similares a



los arrojados en este estudio en donde podemos observar que para la variable Cromo (C) el cambio de color en ambas marcas de resinas compuestas se produjo hasta el día 14 (momento 2) para luego observar un comportamiento estable hasta el día 28 (momento 4).

Las restauraciones de resina compuesta se ven afectadas por el cambio de color debido al proceso de envejecimiento. Los estudios señalan que este efecto puede estar relacionado con factores como la formulación del material, los procesos de acabado y los factores de coloración involucrados en la restauración. Los materiales de resina son propensos a los cambios de color en entornos in vivo e in vitro cuando se exponen a bebidas comunes como el café, té, vino tinto entre otras.<sup>101</sup>

Diferentes autores concuerdan en que en general, la matriz de la resina puede influenciar la estabilidad del color, ya que afecta la absorción de agua, la solubilidad, la hidrofilia y la microestructura, lo que influye en la estabilidad del color a largo plazo<sup>4,12,24,28</sup>. Las resinas utilizadas en este estudio tienen en su composición monómeros como TEGDMA, Bis-GMA, Bis-EMA y UDMA en el caso de Filtek™ Z350, mientras que la resina BRILLIANT Everglow™ contiene Bis-GMA y Bis-EMA.

Diversos estudios informaron que la absorción de agua induce un enlace más débil entre la matriz de resina y las partículas de carga, y las microgrietas o espacios producidos en la interfase entre la matriz y el relleno permiten la penetración de manchas y la decoloración de restauraciones compuestas<sup>4,12,23,24,29,32,33</sup>. Por lo tanto, las resinas compuestas que consisten en mayores cantidades de la matriz de resina, mayores partículas de carga, y baja concentración de partículas de relleno podrían tener una mayor tendencia a la decoloración<sup>12</sup>. Además, se ha informado que el tipo de matriz de resina desempeña un papel importante en la susceptibilidad a la tinción<sup>12,101</sup>. El dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA) consiste en grupos hidrófilos y por lo tanto las resinas que contienen gran cantidad de este

monómero en su composición demuestran una alta predisposición a la absorción de agua. El bisfenol A glicol dimetacrilato (Bis-GMA) también se considera un monómero con características hidrofílicas y aumenta la absorción de agua en las resinas. Por otra parte, el dimetacrilato de bisfenol A etil-glicol (Bis-EMA) y el dimetacrilato de uretano (UDMA) son altamente hidrofóbicos. El monómero UDMA tiene menor potencial de pigmentación debido a que posee baja viscosidad, baja absorción de agua y exitosa polimerización con luz visible <sup>12,102</sup>

Tomando en cuenta los datos anteriormente expuestos y basándonos en los resultados de esta investigación podríamos inferir que las resinas Filtek™ Z350 y BRILLIANT Everglow™ son resinas susceptibles a los cambios de color causados por los agentes pigmentarios por lo cual se rechaza la hipótesis de nulidad de este estudio.

Se sabe que la dieta es la principal fuente de ácidos y manchas relacionadas con la degradación de los compuestos. Las modificaciones en la dieta y el estilo de vida inducen a las personas a elegir algunas bebidas como refrescos, jugos y café que pueden teñir las resinas compuestas. Con respecto al potencial erosivo de las bebidas, varios estudios han proporcionado pruebas claras de que el tipo y la concentración de ácidos, el pH y la capacidad buffer son factores de riesgo potenciales para la degradación del material dental.<sup>31</sup> En este estudio se observó la estabilidad del color de dos marcas de resinas compuestas Filtek™ Z350 y BRILLIANT Everglow™ que se sumergieron en distintos líquidos (café, vino tinto y Coca cola) por un período de 0, 7, 14, 21 y 28 días. Todos los líquidos utilizados en el estudio fueron seleccionados como agentes colorantes debido a su consumo constante en la vida diaria.

La susceptibilidad a la pigmentación por parte de las resinas compuestas sumergidas en ciertas bebidas utilizadas en este estudio concuerda con los resultados de otras investigaciones.<sup>4,12,23,24,27,28,29,30,31,32,33</sup>

Para la variable Luminosidad (L) los resultados de esta investigación reflejan que en las muestras se determinó un valor más bajo tanto en Filtek™ Z350 como en BRILLIANT Everglow™ después de la inmersión en los distintos tiempos en las bebidas. El vino tinto es la bebida que más altera el color de las muestras para ambos grupos de resinas compuestas, seguido por el café, y por último la Coca cola lo cual está en concordancia con otros estudios realizados<sup>4,28,29</sup>. Filtek™ Z350 demostró valores superiores en los 4 momentos en comparación a las resinas BRILLIANT Everglow™.

En cuanto a la variable Cromo (C) podemos decir que los valores para ambos grupos de resinas aumentaron a medida de que las muestras fueron sumergidas en los distintos tiempos. El vino tinto y el café demostraron ser las bebidas con mayor influencia en la estabilidad del color de las resinas. La Coca cola fue la que menos pigmentó<sup>4,28,29</sup>. Cabe destacar que Filtek™ Z350 y BRILLIANT Everglow™ presentaron cambios similares en cuanto a los valores.

El mayor grado de pigmentación del vino puede deberse a su color altamente oscuro y a su poca traslucidez, lo que infiere un mayor grado de sustancias colorantes en su composición, por otra parte, el efecto reportado del alcohol sobre la matriz orgánica de las resinas compuestas puede estar influenciando también a la resina, haciéndola más susceptible a los pigmentos presentes en el vino.<sup>4,28</sup> De Alencar<sup>24</sup> analizó el color, el pulido, la rugosidad superficial de los compuestos de nanopartículas y nanohíbridos después de la inmersión en agua destilada, jugo de acai, jugo de uva y vino tinto. Las muestras se dividieron en cuatro grupos de acuerdo con la solución de almacenamiento y se evaluaron durante 1, 2, 4, 8 y 12 semanas y después del pulido entre cada inmersión. Los resultados mostraron que después de 2 semanas, hubo cambios estadísticamente significativos en el color de ambas resinas en todos los grupos. Se llegó a la conclusión de que el vino tinto produjo el mayor cambio de color en los nanocompuestos. El

repulido de las restauraciones redujo el cambio de color en todos los grupos. En el presente estudio, no se realizó repulido, sin embargo, los resultados obtenidos con el vino fueron similares.

Llena y col.<sup>99</sup> evaluó la estabilidad del color de resinas nanohíbridas después de su inmersión durante 4 semanas en cuatro bebidas: vino tinto, café, cola y agua destilada. Todas las bebidas produjeron oscurecimiento más allá de los límites clínicamente aceptables. El vino tinto fue la bebida que produjo más manchas, seguido del café y la cola. Aunque la mayoría de las resinas estudiadas no son las mismas que las de la presente investigación, los resultados con respecto a los efectos de los agentes pigmentarios coincide con los resultados de nuestro estudio.<sup>26</sup>

El café altera el color de la resina debido a que los colorantes presentes en su composición penetran el *composite* por mecanismos de adsorción reteniéndose en la superficie del mismo y por absorción incorporándose a la resina compuesta<sup>4,12,28</sup>. El cambio de color de las resinas compuestas al estar en contacto con café puede producirse debido a que los agentes de pigmento del café pueden ser compatibles con la matriz polimérica, facilitando la absorción y penetración de las moléculas de tinción en el material.<sup>29</sup>

En los estudios realizados por Romero y Sosa exponen resultados similares a los de este estudio, en donde el café produjo manchas en las resinas en menor proporción que el vino tinto, esto podría deberse a que presenta un color menos oscuro y más translucido que el del vino tinto, además de la falta de alcohol en su composición<sup>4,28</sup>.

Debido a que es una solución oscura, el café posee una gran cantidad de pigmentos que pueden depositarse en la mayor parte del material restaurador, absorber más luz y aumentar la difusión de la luz, lo que resulta en una mayor opacidad. Sin embargo, los compuestos de resina aún pudieron retener su carácter de alta translucidez con el tiempo. Los cambios

más apreciables de la exposición al café se relacionaron con el tono y particularmente el croma<sup>32</sup>. Hallazgos similares fueron encontrados en nuestro estudio en donde los cambios clínicamente perceptibles se observaron en las muestras sumergidas en este pigmento y para la variable Cromo (C).

Otros estudios anteriores corroboran los resultados de esta investigación en donde compararon el comportamiento de los compuestos a base de resina después de la inmersión en diferentes bebidas y observaron que las bebidas con pigmentos amarillentos tenían más probabilidades de causar alteraciones significativas en el color<sup>12,26,32</sup>

Los diferentes resultados de estabilidad del color pueden estar relacionados con la composición del material. El vino tinto y el café indujeron un  $\Delta E^*$  más alto tanto para IPS Empress Direct como para Filtek™ Z350<sup>29</sup>, lo que coincide con los hallazgos de nuestro estudio. Los agentes del pigmento del café pueden ser compatibles con la matriz polimérica, facilitando la absorción y penetración de las moléculas de tinción en el material. , la alta temperatura de la solución de café puede aumentar el proceso de decoloración. El etanol presente en el vino tinto y otras bebidas alcohólicas puede alterar las propiedades físicas de los materiales restauradores e inducir el ablandamiento de sus superficies, facilitando la absorción de las moléculas de tinción.<sup>29</sup>

Poggio y col.<sup>26</sup> evaluó la estabilidad del color de diferentes materiales de restauración después de la exposición a diferentes soluciones de tinción (café, Coca cola y vino tinto). La coca cola y el vino tinto no influyeron en la estabilidad del color de todos los materiales restauradores, excepto Filtek™ Z350. El Café causó un cambio de color significativo en todos los tipos de resinas compuestas probadas. La exposición a largo plazo a algunas bebidas (café y vino en particular) puede afectar significativamente la estabilidad del

color de los materiales restauradores estéticos modernos, independientemente de las composiciones de los materiales.

El cambio de color del compuesto Filtek™ Z350 después de la inmersión en los distintos agentes pigmentarios, podría explicarse por el menor porcentaje de UDMA en la composición del material. Podemos decir que según los fabricantes, Filtek™ Z350 tienen aproximadamente 10% de UDMA. Recordemos además que Filtek Z350 también se compone de los monómeros más hidrófilos Bis-GMA y TEGDMA. Como consecuencia, podríamos esperar un mayor cambio de color durante la exposición a los agentes pigmentarios. Hasta donde sabemos, en la literatura, no hay informes que hayan evaluado y comparado decoloración de las resinas BRILLIANT Everglow™. De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio podemos inferir que este grupo de resinas también son susceptibles a los cambios de color producidos por agentes pigmentarios, debido a que contienen en su matriz monómeros hidrófilos como Bis-GMA y Bis-EMA.

En cuanto a la bebida Cola cola, se esperaba que la acidez junto con el colorante provocara un mayor grado de pigmentación en las muestras de resina, sin embargo, fue la bebida que menos pigmentó, posiblemente por su alta traslucidez, pH bajo y su poca cantidad de pigmento.<sup>31</sup>

Basándonos en las dificultades encontradas en esta investigación se recomienda realizar estudios a largo plazo donde se simule de manera más apropiada las condiciones de la cavidad bucal para evidenciar el efecto de los agentes pigmentarios sobre la estabilidad del color de resinas compuestas.

Mejorar las condiciones del envejecimiento sometiendo las muestras a procesos de termociclado.

Tomar como referencia 15 días para el período de inmersión de las muestras en los agentes pigmentarios.

Los resultados de la presente investigación proporcionan cierto criterio de elección al momento de escoger el tipo de resina compuesta que mejor se adapte a la restauración a elaborar.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## **CAPÍTULO VI**

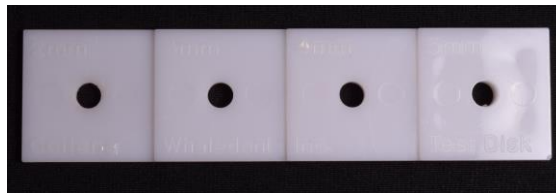
### **CONCLUSIONES**

- Las resinas Filtek™ Z350 y BRILLIANT Everglow™ son susceptibles a ser pigmentadas en cuanto a Luminosidad (L) y Cromo (C) cuando son expuestas a Café, Vino tinto y Coca cola durante determinados períodos de tiempo.
- Los pigmentos utilizados afectaron de manera similar a las resinas Filtek™ Z350 y BRILLIANT Everglow™ .
- Independientemente de la marca, el esmalte es el tipo de resina que demostró menos estabilidad del color en cuanto a Luminosidad (L) y Cromo (C) en comparación al cuerpo y la dentina.
- El Vino tinto fue la bebida que más afectó la estabilidad del color de los compuestos de resina, seguido por el Café y por último la Coca cola quien demostró ser la bebida con menos potencial de pigmentación.



## APÉNDICES

**Apéndice 1. Molde plástico de la marca Coltene para elaboración de las muestras.**



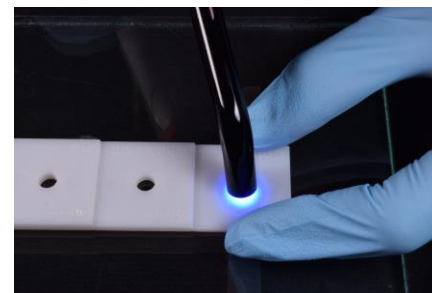
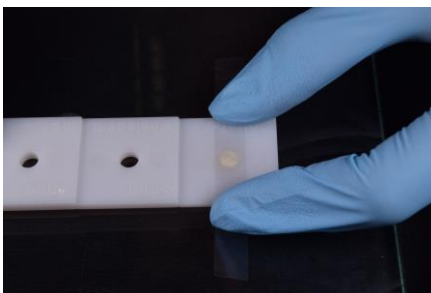
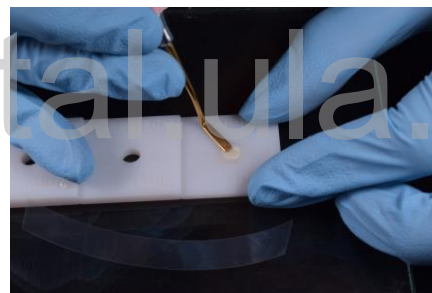
**Apéndice 2. Material e instrumental utilizado para elaboración de las muestras.**



**Apéndice 3. Resinas compuestas utilizadas en el estudio.**



**Apéndice 4. Realización de las muestras.**



**Apéndice 5. Proceso de pulido de las muestras.**

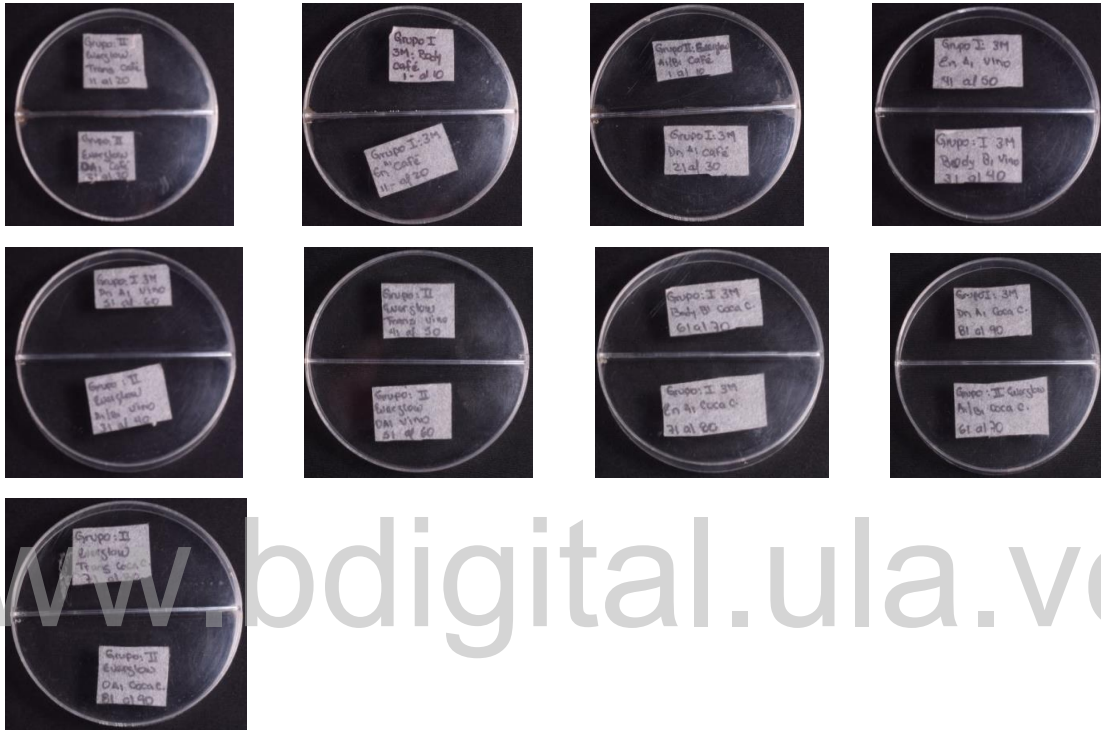


[www.bdigitalula.ve](http://www.bdigitalula.ve)

**Apéndice 6. Un calibrador metálico para medición de las muestras antes y después del pulido.**



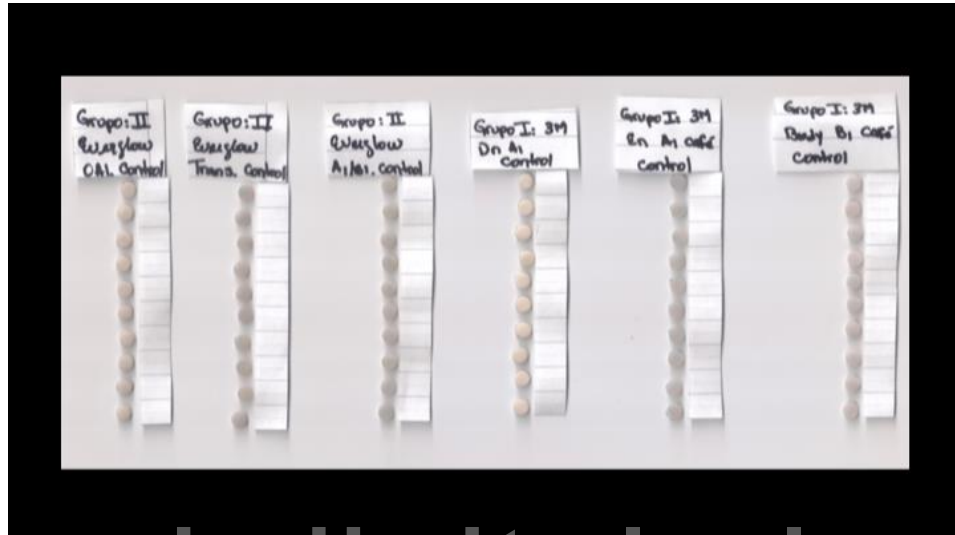
**Apéndice 7. Placas Petri rotuladas con los distintos agentes pigmentarios, marca y tipo de resina.**



**Apéndice 8. Muestras sumergidas en los distintos agentes pigmentarios**



Apéndice 9. Imagen digital de las muestras escaneadas.



[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## REFERENCIAS

- 1) Rodríguez, D.; Pereira, N. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*. 2008; (46): 3.
- 2) Ferracane, J. Resin composite- State of the art. Elsevier. *Dental materials*. 2008; (27):29-38.
- 3) Lafuente, D. Física del Color y su utilidad en Odontología *Revista Científica Odontológica*, vol. 4, núm. 1, -junio, 2008, pp. 10-15 Colegio de Cirujanos Dentistas de Costa Rica San José, Costa Rica.
- 4) Sosa D, Peña D, Setien V RJ. Alteraciones del color en cinco resinas compuestas para el sector posterior pulidas y expuestas a diferentes bebidas. *Rev Venez Investig Odontol la IADR [Internet]*. 2014;2(2):92 – 105. Disponible en: <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/rvio/article/view/5282>
- 5) Kina, S.; Bruguera, A. Invisible. Restauraciones estéticas cerámicas. Sao Paulo-Brasil. Artes Médicas. 2008.
- 6) Chain, M.; Baratieri, L. Restauraciones Estéticas con Resinas Compuestas en Dientes Posteriores (1era ed. María Cibelle González Pelizzari Alonso, Trad.). Sao Paulo-Brasil. Artes Médicas. 2001.
- 7) Andrade, J.; Belandria, L.; Molina, P.; Ramírez, R.; Setién, V. Incremento de volumen de cavidades clase I en molares humanos durante el reemplazo de restauraciones de resinas compuestas y amalgama por diferentes por diferentes grupos de operadores y su relación con el MIO. *Acta Odontológica Venezolana*. 2008; (46):3.
- 8) Borges, A.; Gómez, S.; Guerrero, J.; Noriega, M. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de diferentes resinas comerciales, frente a la acción de una bebida gaseosa. *Revista Odontológica Mexicana*. 2010; (14):1.
- 9) Hervás, a.; Martínez, M.; Cabanes, J.; Escribano, A.; Fos Galve, P. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. 2006.
- 10) Henostroza, G. Estética en odontología restauradora (1era edición). España. Editorial Ripano.
- 11) Bernal, C.; Medeiros, C.; Braz, R. Rehabilitación estética por medio de facetas directas-presentación de casos clínicos. *Acta Odontológica Venezolana*. 2009; (47)
- 12) Özdaşa, D.; Kazakb, M.; Çilingirc, A.; Subaşıd, M.; Tiryakie, M.; Günalf; S. Color Stability of Composites After Short-term Oral Simulation: An in vitro Study. *The Open Dentistry Journal*, 2016, 10, 431-437
- 13) Nagatomi, H.; Miura, H.; Miyasaka, M.; Yoshimine, M. The effects of various finishing materials on the gloss and the color change of indirect prosthetic resin composites. *Journal of medical and dental sciences*. 2008; (55)1:1-6.
- 14) Aybala, E.; Erdemir, U.; Ersahana, S.; Sahinkesen, G.; Toksoy, F.; Yamanel, K. Influence of Different Drinks on The Color Stability of Resins Composites. *European Journal of Dentistry*. 2009; 3:50-56.

- 15) Nakaoki, Y.; Omata, Y.; Sano, H.; Sidhu, S.; Tanaka, T.; Uno, S.; Yoshida, S. Staining of Hybrid Composites with Coffee, Oolong tea, or Red Wine. *Dental Materials Journal*. 2006; (1):125-131.
- 16) Güler, A.; Güler, E.; Kulunk, T.; Kurt, S.; Yilmaz, F. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *The Journal of Prosthetic dentistry*. 2005; (2):118-124.
- 17) Edición especial estrategia (en línea). Mercado del café. 2009. Disponible en: URL: [www.estrategia.cl/especiales/2009/Esp\\_Nescafe](http://www.estrategia.cl/especiales/2009/Esp_Nescafe).
- 18) Sakaguchi R, Powers J. Craig's restorative dental materials. thirteen e. United states: ELSEVIER; 2012.
- 19) Domingos, P.; García, P.; Oliveira, A.; Palma-Dibb, R. Composite resin color stability: influence of light sources and immersion media. *J Appl Oral Sci*. 2011;19(3):204-11.
- 20) Wedad, Y.; Awliya, A.; Deemah J.; Al-Alwani, B.; Eftekar, S.; Gashmer, B. Wedad, Y.; Awliya, A.; Deemah J.; Al-Alwani, B.; Eftekar, S.; Gashmer, B. The effect of commonly used types of coffee of resin-based composite restorations. *The Saudi Dental Journal* (2010) 22, 177–181.
- 21) Bansal; K.; Acharya, S.; Saraswhati, V. Effect of alcoholic and non-alcoholic beverages on color stability and surface roughness of resin composites: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2012 Jul-Sep; 15(3): 283–288
- 22) Reza, M.; Sharafi, A.; Kazemi, S.; Khazaei, S.; Shirani, F. Comparison of color stability of a composite resin in different color media. *Dent Res J (Isfahan)*. 2012 Jul-Aug; 9(4): 441–446.
- 23) Vishal, J.; Platt, P.; Moore, K.; Spohr, A.; Borges, G. Original Color stability, gloss, and surface roughness of indirect composite resins. *Journal of Oral Science*. 2013; 55 (1): 9-15.
- 24) Leite, M.; Silva, F.; Meireles, S.; Duarte, R.; Andrade, A. The effect of drinks on color stability and surface roughness of nanocomposites. *Eur J Dent*. 2014 Jul-Sep; 8(3): 330–336.
- 25) Da Silva, T.; Sales, A.; Pucci, C.; Borges, A.; Torres, C. The combined effect of food-simulating solutions, brushing and staining on color stability of composite resins. *Acta Biomaterialia Odontológica Scandinavica*, 2017. 3(1): 1–7.
- 26) Poggio, C.; Vialba, L.; Berardengo, A.; Ricaldone, F.; Colombo, M.; Beltrami, R.; Scribante, A. Color Stability of New Esthetic Restorative Materials: A Spectrophotometric Analysis. *J. Funct. Biomater*. 2017; 8,26.
- 27) Barutcigil, C.; Barutcigil, K.; Mustafa, M.; Üндar, A.; Burak, Y. Color of bulk-fill composite resin restorative materials. *J. Esthet. Restor. Dent*. 2017;1–6.
- 28) Romero, H. Efecto de diferentes bebidas en la estabilidad de color de las resinas compuestas para restauraciones directas. *RAAO*. 2017. LVI (1) 2.
- 29) Ribeiro, J; Peralta, S; Salgado, V.; Guerra, L. In situ evaluation of color stability and hardness' decrease of resin-based composites. *J Esthet Restor Dent*. 2017;1–6.

- 30) Kumar, M.; Ajay, R.; Miskeen, S.; Chittrarasu, M.; Navarasu, M.; Rgavendran, N.; Burhanuddin, O. Color Stability Assessment of Two Different Composite Resins with Variable Immersion Time Using Various Beverages: An In vitro Study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2017 Nov; 9(1):S161–S165.
- 31) Ozera, E; Pascon, F.; Bortolazzo, A.; Puppini-Rontani, C.; Rogéria de Castilho, A.; Correr-Sobrinho, L.; Bolzan de Paula, A. Color Stability and Gloss of Esthetic Restorative Materials a f t e r C h e m i c a l C h a l l e n g e s. *Brazilian Dental Journal* (2019) 30(1): 52-57.
- 32) Piccoli, YB.; Lima, VP.; Basso, GR.; Salgado, VE.; Lima, GS.; Moraes, RR. Optical Stability of High-translucent Resin-based Composites. *Operative Dentistry*. DOI: 10.2341/18-025-L.
- 33) Rasha, A. Color stability of Lucirin-photo-activated resincomposite after immersion in different staining solutions: a spectrophotometric study. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry* 2019;11 297–311
- 34) Schwartz, R.; Summitt, J.; Robbins, J.; Dos Santos, J. Fundamentos en Odontología Operatoria. 1<sup>era</sup> Edición. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica. Caracas-Venezuela. 1999.
- 35) Anusavice, K. PHILLIPS. Ciencias de los materiales dentales. Undécima Edición. Editorial Elsevier. España. 2004.
- 36) Ramírez, R.; Kaplan, A. Correlación entre la morfología del relleno, la matriz y el acabado con las propiedades flexurales y la pérdida en composites directos. *RAOA*. 2011.99.(1):63-75.
- 37) Labella, R.; Lambrechts, P.; Van Meerbeek, B.; Vanherle, G. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dent Mater.* 15:128-37. 1999.
- 38) Combe, E.; Burke, F. Contemporary Resin-based Composites Materials for Direct Placement Restorations: Packables, Flowables and Others. *Dent Update.* 27: 326-336. 2000.
- 39) Hervás, a.; Martínez, M.; Cabanes, J.; Escribano, A.; Fos Galve, P. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. 2006.
- 40) Summitt, J.; Robbins, J.; Hilton, T.; Schwartz, R.; Dos Santos, J. Fundamentals of Operative Dentistry. A Contemporary Approach. Editorial Quintessence. Chicago-USA. 2006.
- 41) Albers, H. Odontología Estética. Selección y colocación de Materiales. Primera edición. Labor. Barcelona. p. 21-25. 1988.
- 42) Gerald, S.; Perdigao, J. Microleakage of a New Restorative System in Posterior Teeth. *J Dent Res.* 81:1276. 2003.
- 43) Bowen, R. Properties of silica reinforced polymer for dental restoration. *J. Am Dent Assoc.* 66:57-64. 1963.
- 44) Schmiidsedeir J. Atlas de Odontología Estética. Edición Española. Ed. Masson. Barcelona, (1999).



- 45) Sabbagh, J.; Ryelandt, L.; Bachérius, L.; Biebuyck, J.; Vreven, J.; Lambrechts, P.; Leloup, G. Characterization of the inorganic fraction of resin composite. *Journal of Oral Rehabilitation*.31:1090-1101. 2004.
- 46) Yearn, J. Factors affecting cure of visible light activated composites. *Int. Dent. J.* 35:218-225. 1985.
- 47) Rueggeberg, F.; Caughman, W.; Curtis, J.; Davis, H. Factors affecting cure at depths within light activated resin composites. *Am J. Dent.* 6:91-95. 1993
- 48) Brenna, F. *Odontología restauradora. Procedimientos terapéuticos y perspectivas de futuro.* Editorial Elsevier. España. 2010.
- 49) Kim, KH.; Ong JL.; Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *J Prosthet Dent.*87(6):642-9. 2002.
- 50) Lutz, F.; Phillips, R. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent.*50(4):480-8. 1983.
- 51) Lang, B.; Jaarda, M.; Wang, R. Filler particle size and composite resin classification systems. *J Oral Rehabil.*19: 569-584. 1992.
- 52) Wakefield, C.; Kofford K. *Advances in restorative materials.* Dent Clin North Am.45:7-29.2001.
- 53) Fahl, N Jr. Achieving ultimate anterior esthetics with a new microhybrid composite. *Compend Contin Educ Dent (Suppl).* (26):4-13. 2000.
- 54) Devoto, W.; Saracinelli, M.; Manauta J. Composite in everyday practice: how to choose the right material and simplify application techniques in the anterior teeth. *Eur J Esthet Dent.* 5(1):102-24. 2010.
- 55) Yin, R.; Heiss, M.; Sharp, L.; Suh, B. Development and physical properties of a new low shrinkage composite. *J. Dent. Res.*80: 514. 2002.
- 56) Sockwell, C. Clinical evaluation of anterior restorative materials. *Dent Clin North Am.*20(2):403-22. 1976.
- 57) Fortin, D.; Vargas, M. The spectrum of composites: New techniques and materials. *J AM Dent Assoc.*131(1). 26-37. 2000.
- 58) Olmez, A.; Oztas, N.; Bodur, H. The effect of flowable resin composite on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *Oper Dent.* 29:713-9. 2004.
- 59) Yacizi, A.; Ozgunaltay, G.; Dayangac, B. The effect of different types of flowable restorative resins on microleakage of Class V cavities. *Oper Dent.*28: 773-8. 2003.
- 60) Suzuki, S. Does the wear resistance of packable composite equal that of dental amalgam? *J Esthet Restor Dent.*16:355-65. 2004.
- 61) Perry, R.; Kugel, G.; Leinfelder K. One year clinical evaluation of SureFil packable composite. *Compend Contin Educ Dent.* 20(6):544-53. 1999.
- 62) De Souza, FB.; Guimaraes, RP.; Silva, CH. A clinical evaluation of packable and microhybrid resin composite restorations: one-year report. *Quintessence Int.* 36:41. 2005.

- 63) Kreulen, C.; Van Amerongen, W. Wear measurements in clinical studies of composites resin restorations in the posterior region: A review. *J Dent. Child.* 58:109-123. 1991.
- 64) Materán, P., Torrellas, J. Estabilidad del Color de Dos Resinas Compuestas Sometidas al Efecto del Café Utilizando Cuatro Sistemas de Pulido. Estudio in Vitro. (Tesis de grado)Venezuela: Universidad de Los Andes, Facultad de Odontología. 2014.
- 65) Leinfelder, K. Using composite resin as a posterior restorative material. *JADA.* 122:65. 1991.
- 66) Cuevas, C. Preparación y valoración de resinas compuestas para uso dental en nuevas matrices orgánicas. (Tesis de pregrado). México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Facultad de Odontología. 2012.
- 67) Craig, R. *Materiales de Odontología Restauradora.* Décima edición. Editorial Harcourt Brace. Madrid. España. (1998).
- 68) Chains, B. Polymers in the service of prosthetic dentistry. *J. Dent.*12:203. 1984.
- 69) Santos, J.; Leinfelder K. O estágio atual das resinas compostas. *Rev. Ass. paul. Cirurg. Dent.* 36(3):322-5. (1982).
- 70) Braga, R.; Ferracane J. Alternatives In Polymerization Contraction Stress Management. *Crit. Rev. Oral. Biol. Med.*15(3): 176 - 184. 2004.
- 71) Chapman, R.; Nathanson, D. Excessive wear of natural tooth structure by opposing composite restorations. *J. Am Dent. Assoc.*106:51-53. 1983.
- 72) Kreulen, C.; Van Amerongen, W. Wear measurements in clinical studies of composites resin restorations in the posterior region: A review. *J Dent. Child.*58:109-123. 1991.
- 73) Nocchi, E. *Odontología Restauradora. Salud y estética.* 2º edición. Argentina. p.34-138.2008
- 74) Cardoso, R.; Goncalves, E. *Estética Odontológica: Nueva generación* (20<sup>va</sup> ed.; María Cibelle González Pelizzari Alonso; Trad). Brasil. Editora Artes Médicas. 2003.
- 75) García, E.; Gomes, J.; Higashia, C.; Mongruel, G.; Mongruel, O. Color y características ópticas para restauraciones estéticas de dientes anteriores. *Acta Odontológica Venezolana.* 49(4). 2011.
- 76) Cortés, J. La Percepción del Color. 2000. Disponible: URL: <http://personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm>.
- 77) McLaren, E. El color y la comunicación. Una técnica para analizar, evaluar y determinar el color de las restauraciones. *DENTAL TRIBUNE Hispanic & Latin America*12(5). 2009.
- 78) Miyashita, E.; Mallat, E. *Fundamentos de Estética Bucal en el Grupo Anterior.* Barcelona, España. Editorial Quintessence. 2001.
- 79) Córdova, J.; De La Torre, A. *Procedimientos endoscópicos en gastroenterología.* (2da edición). México. Editorial Panamericana. 2009.

- 80) Jacobsen, P. Restorative dentistry. An integrated approach. Reino Unido. (2da edición). Editorial Blackwell Munksgaard. 2008.
- 81) Ren YF, Feng L, Serban D, Malmstrom HS. Effects of common beverage colorants on color stability of dental composite resins: The utility of a thermocycling stain challenge model in vitro. *J Dent*. 2012;40(SUPPL. 1):48-56.
- 82) ALShetili MS, Al-Omari M. Color stability of nano-filled, micro-hybrid, and silorane-based dental composite resin materials. *Saudi J Oral Sci*. 2016;3(1):42.
- 83) Familia Café de Colombia. <http://www.cafedecolombia.com/familia>. Accessed August 7, 2019.
- 84) Gotteland M, Saturnino P. Algunas Verdades Sobre El Café Some Trues Concerning the Coffee. *Rev Chil Nutr*. 2007;34(2). <http://www.redalyc.org/pdf/469/46934202.pdf>.
- 85) OIC. El mercado de café finalizó 2017/18 en excedente. 2018:7.
- 86) Arocha MA, Mayoral JR, Lefever D, Mercade M, Basilio J, Roig M. Color stability of siloranes versus methacrylate-based composites after immersion in staining solutions. *Clin Oral Investig*. 2013;17(6):1481-1487.
- 87) Pineda, A.; Larrucea, C. Dental bleaching regression caused by chromogenic beverages. *In vitro*. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral. 5(2); 57-65, 2012.
- 88) Sampedro, A.; 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. Tesis de grado. Universidad San Francisco de Quito.2014.
- 89) Fernández, C.; Hernández, R.; Baptista, P. Metodología de la investigación. 3era edición. México. 2003.
- 90) Kocaağaoğlu, H.; Aslan, T.; Gürbulak, A.; Albayrak, H.; Taşdemir, Z.; Gumus, H. Efficacy of Polishing Kits on the Surface Roughness and Color Stability of Different Composite Resins. Downloaded free from <http://www.njcponline.com> on Monday, November 26, 2018, IP: 200.75.120.87.
- 91) Mior Azrizal MI, Wan Zaripah, Wan Bakar, Husein A. A comparison of staining resistant of two composite resins. *Arch Orofac Sci [Internet]*. 2009;4(1):13-6. Disponible en:[http://www.dental.usm.my/aos/docs/Vol\\_4/Issue\\_1/1316\\_zaripah.pdf](http://www.dental.usm.my/aos/docs/Vol_4/Issue_1/1316_zaripah.pdf).
- 92) Ardu S, Duc O, Di Bella E, Krejci I. Color stability of different composite resins after polishing. *Soc Nippon Dent Univ* 2018. 2018.
- 93) Paravina R, Perez M, Ghinea R. Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *J Esthet Restor Dent*. 2019;1-10.
- 94) Ertaş E, Güler A, Yücel AC, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J [Internet]*. 2006;25(2):371-6. Disponible en: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/25/2/25\\_2\\_371/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/25/2/25_2_371/_pdf)

- 95) Fujita M, Kawakami S, Noda M, Sano H. Color change of newly developed esthetic restorative material immersed in food-simulating solutions. *Dent Mater J* [Internet]. 2006;25(2):352-9. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16916240>
- 96) Taşkınısel E, Ozel E, Oztürk E. Effects of sports beverages and polishing systems on color stability of different resin composites. *J Conserv Dent*. 2014;17(4):325-329.
- 97) Cal E, Gu P. Comparison of digital and spectrophotometric measurements of colour shade guides. 2006;(1).
- 98) Yıldız E, Simsek M, Ozsevik As, Usumez A, Sirin Karaarslan E. Color stability and surface roughness of polished anterior restorative materials. *Dent Mater J*. 2015;34(5):629-639. doi:10.4012/dmj.2014-344.
- 99) Llena, C.; Fernández, S.; Forner, L. Color stability of nanohybrid resin-based composites ormocers and compomers. *Clin Oral Invest*. 2016.
- 100) Khalaj, K.; Soudi, A.; Tayefi-Nasrabadi, M.; Keshvad, M. The evaluation of surface sealants' effect on the color stability of Nano-hybrid composite after polishing with One-Step system (*in-vitro*). *J Clin Exp Dent*. 2018;10(9):e927-32.
- 101) Vichi, A.; Ferrari, M.; Davidson, C. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dental Materials* (2004) 20, 530–534.
- 102) Topcu FT, Sahinkesen G, Yamanel K, Erdemir U, Oktay EA, Ersahan S. Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *Eur J Dent* [Internet]. 2009;3(1):50-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2647959/pdf/0030050.pdf>