



Evaluación In Vitro del Color de Resinas Compuestas de Esmalte Tonos
A2 y A3 con VITA Easyshade V

Alumnos: Danilo Giusto Ampuero
Fernanda Hitschfeld Puglisevich
Raimundo Sarmiento Oesterreich

Docente Guía: Rodrigo Rubio Aguilar
Cátedra de Operatoria Dental

Valparaíso - Chile
2017

Agradecimientos

Se agradece la especial colaboración de nuestro docente guía de tesis, Dr. Rodrigo Rubio, quien tuvo la capacidad de guiar nuestras ideas y proporcionarnos el apoyo necesario durante todo el proceso. Además debemos reconocer y agradecer el apoyo del Dr. Eduardo Cáceres para orientarnos en distintas etapas del desarrollo de nuestro trabajo, habiendo estado siempre muy disponible para ayudar en lo que pudiese.

Debemos expresar nuestros sinceros agradecimientos además a nuestras familias, sin los cuales no hubiésemos podido sobrellevar momentos de estrés y cansancio.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
1. COLOR.....	3
1.1 GENERALIDADES DEL COLOR.....	3
1.2 SISTEMAS DE COLOR.....	6
1.3 Determinación del Color Dentario.....	11
1.4 Vita Easyshade Compact (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania). 32	
2. HISTOLOGIA DENTAL.....	34
2.1 Esmalte.....	34
2.2 Complejo Dentino-Pulpar	34
3. RESINAS COMPUESTAS.....	35
3.1 Generalidades	35
III. MATERIALES Y MÉTODOS	43
1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	43
2. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	43
3. OBJETIVOS.....	43
3.1 Objetivos Generales.....	43
3.2 Objetivos Específicos.....	43
4. UNIVERSO Y MUESTRA	44
5. DEFINICIÓN DE VARIABLES	44
5.1 Variables Dependientes: Color	44
5.2 Variables Independientes: Valores CIE L*a*b correspondientes a cada muestra.....	45
6. DISEÑO DEL ESTUDIO	45
6.1 Color A2.....	46
6.2 Color A3.....	48
7. OBTENCIÓN DE MUESTRAS.....	49
7.1 Confección de Muestras	49
7.2 Rotulación, Etiquetado y Almacenaje de las Muestras:	55
7.3 Medición de las Muestras	55
7.4 Materiales utilizados para el estudio.....	57

7.5 Recolección de Datos.....	57
IV. RESULTADOS	58
1. ANÁLISIS DE DATOS.....	58
2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	58
2.1 Color A2.....	59
2.2 Color A3.....	64
V. DISCUSIÓN.....	70
VI. CONCLUSIONES.....	75
3.1 Objetivos Generales.	75
3.2 Objetivos Específicos.....	75
VII. RESUMEN.....	78
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
IX. ANEXOS.....	85

I. INTRODUCCIÓN

La odontología estética actual tiene como finalidad imitar la anatomía, textura y color dentario natural. En muchos aspectos, la selección del color es el factor más complicado de todos, esto se debe a la serie de factores que influyen en su selección. Sólo por enumerar algunos de ellos, los odontólogos deben considerar la tríada que forman el observador, las fuentes de luz y finalmente el objeto observado.

Sin duda, el color es uno de los parámetros de mayor peso cuando el paciente juzga la calidad de la restauración que le acaba de realizar su Odontólogo sobre todo en la región anterior. El alcanzar un perfecto mimetismo con los tejidos o los dientes circundantes se convierte así en un objetivo de primera importancia para el profesional de la Odontología y para el paciente. Por este motivo, el odontólogo está obligado a conocer y comprender todo lo relacionado con el cromatismo dentario y con los materiales de restauración, tanto en cerámicas como en resinas compuestas.¹

Tomando en cuenta las características cromáticas del diente, las empresas dentales han llevado a cabo una serie de esfuerzos para simplificar la selección del color, sin perder de vista la reproducción acertada del color individual en cuestión. Para ello, el primer esfuerzo real y precedente se encuentra por parte de la empresa VITA Zhanfabrik con su escala VITA Clásica, introducida el año 1956 en el mercado. Sobre esta escala básica de colores ordenados de forma práctica según las tonalidades cromáticas, algunas empresas dentales comenzaron la producción de resinas compuestas destinadas a restauraciones directas, tomando como referencia la escala VITAPAN Clásica.

La selección de color dentario se realiza comúnmente de manera visual. Este método se basa en la utilización de tablillas de color, siendo aún hoy la más utilizada a nivel mundial la VITA Clásica. Esto, pese a la introducción de guías de color que cubren de mejor manera la gama de colores dentarios y que la producción de dichas tablillas no está estandarizada.²

Desde ese punto de la historia odontológica hasta el día de hoy, mucho ha cambiado, las resinas compuestas del mercado han avanzado de forma constante en términos de resistencia física, contracción volumétrica, resistencia al desgaste y estabilidad de color, pero pese a la introducción de nuevas y mejores escalas de color de parte de la empresa VITA, los colores del mercado siguen siendo producidos en base a los tonos de la escala VITA clásica.

Existe una línea de investigación que ha desarrollado equipos para la medición de color, tanto del diente, como de los materiales restauradores, con el fin de facilitar la selección de color para el odontólogo. Así surgió la técnica de reproducción del diente por estratos, devolviendo capa a capa su anatomía, diferenciando dentina de esmalte e incluyendo efectos antes no incorporados. La técnica estratificada representa un nuevo nivel de dificultad a la hora de restaurar dientes de manera ideal, existiendo combinaciones y gamas de colores que son prácticamente indiferenciables al ojo

humano no entrenado, por lo que la medición instrumental del color se ha hecho más frecuente.

Los espectrofotómetros son instrumentos de medición de color, que pretenden solucionar dicho problema y su utilización parece ayudar en la selección objetiva de color dentario para restauraciones que requieren de una imitación cercana a la perfección. Por su parte la utilización de los mismos ha tenido una respuesta heterogénea de parte de los odontólogos, encontrando estudios que avalan su uso, como estudios que los descalifican por motivos clínicos y de implementación.

La escala Vitapan clásica es un buen punto de partida para determinar colores de resina compuesta. Sin embargo, muchos problemas se descubren al intentar integrar diferentes marcas de resina compuesta a una guía universal, y se ha demostrado que es necesario mejorar la estandarización de las resinas compuestas.³

Los sistemas de resinas compuestas que están basados en la escala VITA clásica deben ser medidos y evaluados en términos de cumplimiento y reproducción del color VITA que dicen representar, con el fin de comprobar si la resina compuesta A2 o A3, por ejemplo, de una marca comercial, varía respecto a otras. De acuerdo a lo planteado anteriormente, es que se realizó el siguiente estudio, donde se seleccionó un grupo de 7 resinas compuestas de esmalte del mercado en sus tonalidades más comunes A2-A3, para su medición instrumental mediante el espectrofotómetro VITA Easyshade V y así evaluar su reproducción de color respecto a la escala VITA Clásica correspondiente.

II. MARCO TEÓRICO

1. COLOR

1.1 GENERALIDADES DEL COLOR

Color es el estímulo producido por la radiación electromagnética reflejada de un objeto en el rango de los 400 – 700nm que incide en el ojo humano y que se traduce a nivel cerebral.⁴

Nuestro sistema visual sólo es capaz de detectar una pequeña parte del espectro electromagnético y se le denomina “espectro visible”. Así la retina humana sólo puede detectar longitudes de onda comprendidas entre los 380 (color violeta) y 780 (color rojo) nm. En ambos lados del espectro visible están las longitudes de onda infrarrojas y ultravioletas, que son invisibles al ojo humano.¹

El proceso básico de la percepción del color se puede describir como sigue. La luz es emitida por una fuente de luz. Esta luz puede llegar al ojo directamente, o puede golpear o pasar a través de un objeto. Si la luz interactúa con un objeto, parte de la luz es absorbida por el objeto. Las longitudes de onda que no son absorbidas (es decir, las que se reflejan, transmiten o emiten directamente al ojo) son percibidas por las células receptoras (es decir, bastones y conos) en el ojo y reconocidas por el cerebro como un color específico.⁵

Aunque el color es percibido generalmente como arte de, hay una ciencia verdadera detrás de la teoría del color. Isaac Newton fue el primero en romper la física del color. Encontró que un haz de luz blanca podía ser separado en colores componentes, o longitudes de onda, pasándolo a través de un prisma (Figura 1-1).

Fig. 1-1: La dispersión de la luz a través de un prisma rompe la luz en sus componentes de frecuencias coloreadas, que se llaman longitudes de onda.



Newton describió la serie continua de colores como un espectro, y nombró estos colores en el orden siguiente: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo, y violeta, según lo representado por la asociación mnemónica comúnmente usada Roy G. Biv. Estas longitudes de onda son percibidas por los tres tipos de receptores de color (llamados conos) en el ojo humano como variaciones de la luz roja, verde y azul. El ojo humano puede percibir sólo estas longitudes de onda de luz, de ahí el término espectro de luz visible. En términos físicos, las longitudes de onda de la luz visible

oscilan entre aproximadamente 400 y 700 nm (Figuras 1-2 y 1-3). Cada tonalidad se define con precisión por su longitud de onda o frecuencia¹ (Tabla I).⁵

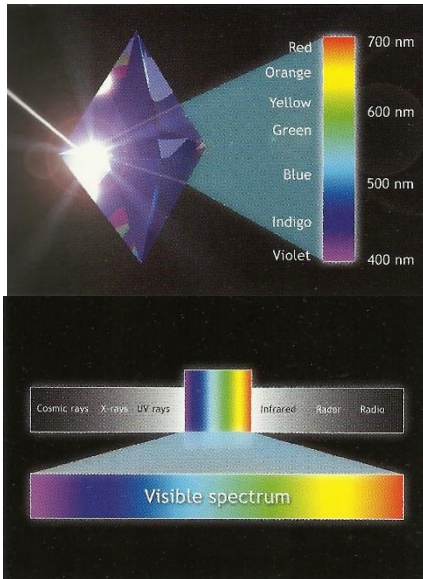


Fig. 1-2 Las longitudes de onda de la luz visible oscilan entre 400 nm (violeta) y 700 nm (rojo).⁵

Fig. 1-2 El espectro de luz visible en relación con todo el espectro electromagnético.⁵

TABLA I	Longitud de onda
Color	Longitud de onda (nm)
Rojo	650-800
Naranja	590-649
Amarillo	550-589
Verde	490-539
Azul	460-489
Índigo	440-459
Violeta	390-439
*1 nm = 0.000001 mm	

El avance significativo de Newton en el estudio de la ciencia del color cambió la atención a la fuente de luz. Su observación era simple: la luz blanca contiene todos los colores. Si un objeto parece ser un color particular, esto significa que la luz que llega a nuestros ojos al ver ese objeto de alguna manera ha sido cambiada por el objeto. En otras palabras, es la interacción de la luz con el objeto lo que permite la percepción del color. Por lo tanto, sin luz, no habría color.⁵

A menudo es difícil llegar a un consenso basado únicamente en la evaluación visual. Existen numerosos factores que influyen en la percepción del color del individuo, incluyendo condiciones de iluminación, efectos de fondo, falta de color, diferencias binoculares, fatiga ocular, edad y otros factores fisiológicos. Pero incluso en ausencia de estas consideraciones físicas, cada observador interpretará el color de forma diferente en función de sus experiencias pasadas con el color y las referencias de color

resultantes. Cada individuo también define verbalmente el color de un objeto de manera diferente.⁵

1.1.1 Color de los Pigmentos

Los colores del pigmento son los tonos inherentes de un objeto. Debido a que estos colores se perciben a través de la transmisión o la reflexión de la luz, son esencialmente los mismos que los colores sustractivos utilizados en la reproducción de color para medios reflectantes y transmisivos, como se ha discutido anteriormente. En odontología es imprescindible entender los colores de pigmento ya que son inherentes a materiales restauradores (por ejemplo, cerámica, compuestos y resinas acrílicas). Además, la comprensión de los colores primarios, secundarios y complementarios es fundamental para lograr tonalidades estéticas precisas.⁵

Los colores que componen la luz se clasifican en:

Colores primarios: Rojo, amarillo, azul.

Estos son los colores que se perciben cuando una de las longitudes de onda RGB es absorbida: El rojo se percibe cuando se absorbe el verde; el amarillo se percibe cuando se absorbe el azul; y el azul se percibe cuando se absorbe el rojo. Tienen como característica que no se pueden obtener por ninguna suma o resta de colores, la suma de ellos produce el color blanco y dependiendo de la cuantía en que los mezclamos podemos obtener todos los colores del espectro, incluso otros colores que en él no existen.⁵

Colores secundarios: Naranja, verde, violeta.

Los colores secundarios se forman combinando dos de los colores primarios: rojo y amarillo crean naranja; Amarillo y azul crean el verde; y azul y rojo crean violeta.⁵

Colores complementarios

Los colores complementarios son aquellos que, combinados en proporciones iguales, formarán un gris opaco que absorbe y refleja / transmite todas las longitudes de onda en cantidades iguales (Fig. 1-4). Los pares de color de pigmento complementarios son azul / naranja, rojo / verde y amarillo / violeta.⁵

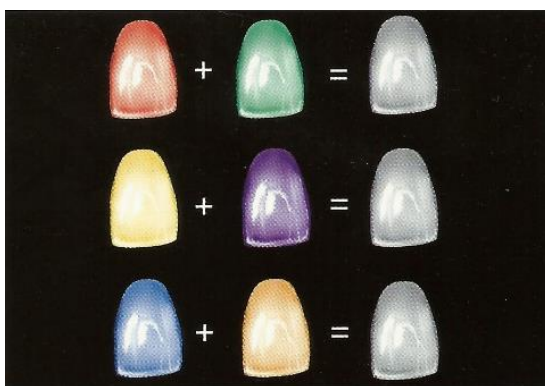


Fig 1-4. Cuando se suman colores complementarios, se neutralizan entre sí y forman el color gris. Esto es clínicamente significativo porque el color complementario se puede combinar para disminuir el valor de restauraciones excesivamente brillantes⁵

El principio aditivo de los colores complementarios se puede utilizar para alterar el valor de las restauraciones. Por ejemplo, si el valor de una restauración necesita ser bajado, el color complementario puede ser añadido a esa restauración para hacer que el tono sea más gris y por lo tanto de menor en valor (por ejemplo, el color A3 tiene un tono naranja, por lo tanto, hay que crear un valor más bajo).⁵

1.2 SISTEMAS DE COLOR

1.2.1 Sistema de Munsell

Al igual que los dientes y las restauraciones que estamos tratando de igualar, el color es verdaderamente multidimensional. A principios del siglo XX, el profesor Albert H. Munsell señaló que cada color tiene una relación lógica con todos los demás colores. Brindó claridad a la comunicación del color estableciendo un sistema ordenado para identificar con exactitud cada color. Esta "rueda de color" incluye las dimensiones del matiz, valor y croma (Figura 1-5 y 1-6).⁵

Las tres dimensiones se definen de la siguiente manera:

- **Matiz:** Sinónimo con el término coloreado. Se utiliza para describir los pigmentos de un diente o restauración dental (por ejemplo, rojo, azul o amarillo). Vale decir, es la característica que nos permite diferenciar un color de otro.⁵
- **Valor:** La oscuridad relativa o ligereza de la tonalidad. Cuanto mayor sea la cantidad total de luz reflejada, mayor será el valor. La escala de valores oscila entre un mínimo de 0 para el negro puro y un máximo de 10 para el blanco puro.⁵
- **Croma:** La intensidad o saturación y pureza del tono de color (matiz). Cuanto más se reflejan las longitudes de onda de un color particular que se refleja (con respecto a todas las otras longitudes de onda de color), mayor es el croma de ese tono (es decir, el color es más profundo y más puro).⁵

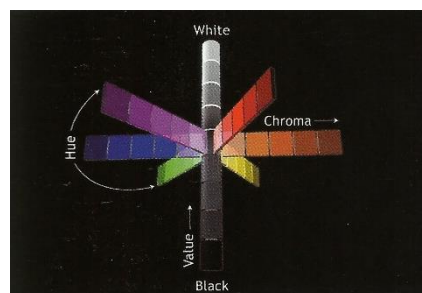


Fig 1-5 Rueda de colores de Munsell. El color se describe en términos de matiz, croma y valor.⁵

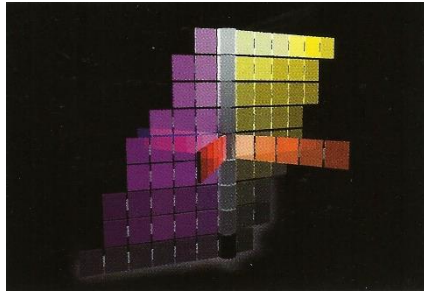


Fig 1-6 Rueda de color de Munsell en tres dimensiones. La forma de la rueda se inclina hacia el color rojo-morado ya que los seres humanos son visualmente más sensibles a estos colores.⁵

El sistema original de Munsell fue modificado más adelante para corregir algunos errores obvios en la localización de algunos colores. Las nuevas designaciones de color y coordenadas se conocen como modificaciones de Munsell, y el sistema se llama el Sistema de Munsell modificado.⁶

1.2.2 Modelo RGB (rojo, verde, azul)

El modelo RGB, es el modelo más clásico que responde a la teoría tricromática del color, y está basado en el sistema de coordenadas cartesianas, en el cual cada color aparece en sus componentes espectrales primarios de la luz: rojo (Red), verde (Green) y azul (Blue), y son mezclados de varias maneras para reproducirlas en una amplia gama de colores⁵ (Figura 1-7)

El diagrama de cromaticidad representa todos los colores que el ojo humano puede ver y apunta sólo a la parte cromática del color, vale decir matiz y saturación, sin considerar luminosidad. Los bordes del diagrama representan los colores puros, o sea de máxima saturación en donde cada uno de ellos está dado por su longitud de onda correspondiente.⁵

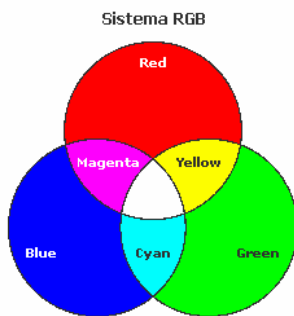


Fig 1-7. Sistema RGB ⁵

1.2.3 Sistema de color CIELAB

Para calcular la intensidad de la variación del color numéricamente y cuantitativamente, el espacio de color CIEL * a * b * fue definido por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) en 1978. El espacio de color CIEL * a * b * se compone de tres coordenadas: L *, a *, b *.⁷

La coordenada L * se refiere a la luminosidad de un objeto, en el cual sus valores pasan de L * = 0 (negro perfecto) a L * = 100 (blanco puro).⁷

La coordenada a^* indica la cromaticidad del eje rojo a verde, donde los valores positivos indican el color rojo y los valores negativos indican el color verde.⁷

La coordenada b^* indica la cromaticidad del eje amarillo al azul, los valores positivos indican el color amarillo y los valores negativos indican el color azul.⁷

La alteración total del color (ΔE) se calculó utilizando la fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2}$$

ΔE Representa la magnitud de la diferencia de color, pero no indica la dirección en los ejes de coordenadas.

En este espacio se encuentran todos los colores visibles para el ojo humano. A media altura del eje central vertical, se encuentran, el eje a^* con los colores verde y rojo y el eje b^* con los colores azul y amarillo. Los colores se desarrollan desde el eje central hacia la periferia, ganando progresivamente en saturación. Cuanto más alto esté localizado el plano cromático en el eje vertical, más claros parecen estos colores y cuanto más descienden, resultan más oscuros.⁸ (Fig.1-8).

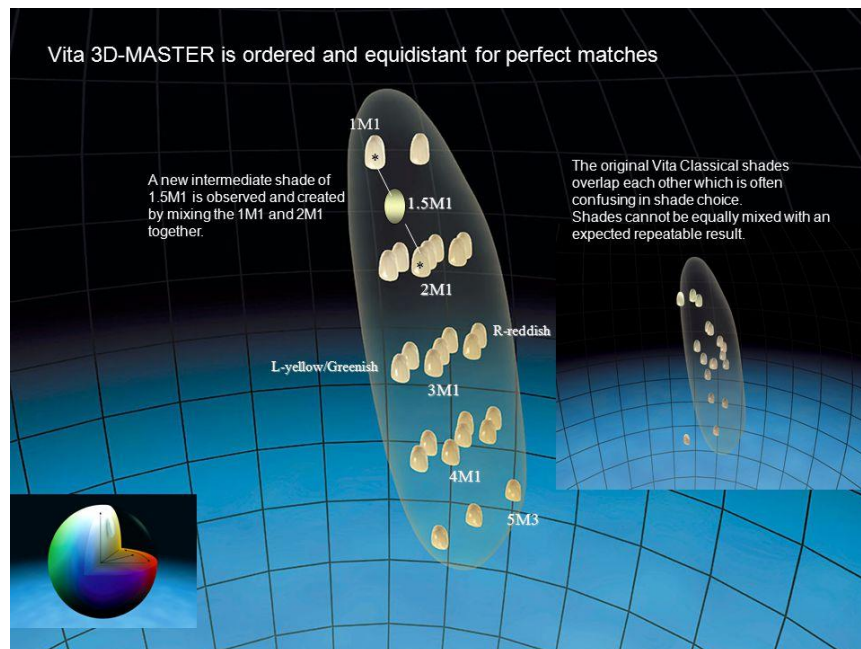


Figura nº 1-8: El esquema simboliza aquella zona del espacio cromático CIEL a^*b^* en la que se encuentran los colores dentales naturales. Además, se ubica la escala VITA 3D MASTER ordenada en luminosidad, croma y saturación. Más arriba se encuentran los dientes más claros; más abajo, los dientes más oscuros.⁸

1.2.3.1 Parámetro Delta E

Los sistemas digitales cuantifican el cambio de color en el espacio cromático como la distancia entre las posiciones de dos colores, inicial y final, a través del parámetro ΔE .⁹ (Fig. 1-9)

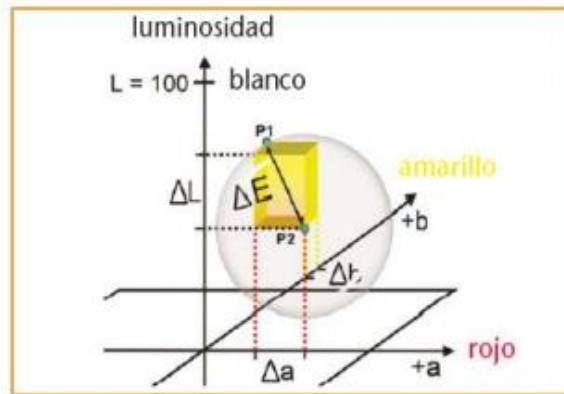


Fig 1-9: ΔE refleja la diferencia percibida por el ojo humano entre los colores localizados en los puntos P1 y P2. La diagonal entre los puntos P2 y P1 corresponde a la distancia cromática y es expresada con ΔE . Los valores de ΔE por debajo de 2 son difícilmente reconocidos por el ojo humano como una diferencia entre colores. La máxima distancia posible en el espacio cromático $L^*a^*b^*$ asciende a $\Delta E = 387$.⁹

Para la obtención de la fórmula ΔE , tres puntos de referencia son usados, los cuales han sido integrados en el siguiente cálculo matemático:

$$\Delta E^* = [(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Donde, ΔL^* , Δa^* , Δb^* indica la diferencia de cada una de las coordenadas

$$\Delta L^* = L^2 - L^1$$

$$\Delta a^* = a^2 - a^1$$

$$\Delta b^* = b^2 - b^1$$

Las coordenadas del color inicial se representan con los valores L^*1 , a^*1 y b^*1 , mientras que, las coordenadas del color final corresponden a los valores L^*2 , a^*2 y b^*2 . Por lo tanto, el valor ΔE corresponde a la diferencia total del color en los tres ejes: L^* , a^* y b^* .¹⁰

De la fórmula matemática, se deriva que ΔE indica la magnitud absoluta de la distancia cromática entre un color y otro, pero no expresa en qué dirección se orienta la desviación del color de la muestra.¹⁰

1.2.3.2 Valores Delta E y su Relevancia Clínica

Cuando se utilizan instrumentos para capturar el color de relevancia clínica, es importante definir los parámetros de diferencia de color. Los dos parámetros incluyen

la magnitud de diferencia de color (ΔE) que es perceptible y la que es aceptable por los observadores humanos.¹¹

El parámetro Delta E cobra especial importancia cuando hablamos de los cambios de color perceptibles al ojo humano, ya que dentro del rango de colores dentales, los valores Delta E pueden ser muy mínimos, resultando totalmente imperceptibles para el ojo humano.¹¹

La **perceptibilidad** y la **aceptabilidad** de los umbrales visuales se cuantifican sólo combinando los métodos de medida de color visual e instrumental.⁵

A. **Perceptibilidad.** Se refiere a la detección de la diferencia de color entre un diente y el color de una restauración adyacente. Cuando la diferencia de color entre dos objetos puede ser observado por el 50% de los observadores (el otro 50% no nota la diferencia), estamos hablando de un umbral de perceptibilidad de 50:50%.¹²

En odontología existe coincidencia de color cuando la diferencia de color está en o por debajo del umbral de perceptibilidad.¹² Empíricamente se acepta que el ojo humano, en condiciones controladas, puede distinguir diferencias en Delta E de 1 o mayores, sin embargo diversas fuentes señalan un rango entre valores de 3,3-3,7 como los valores mínimos que el ojo humano puede distinguir en condiciones clínicas normales.¹¹

B. **Aceptabilidad.** Se refiere a la aceptación del color de la restauración.¹³ Cuando la diferencia de color es considerada aceptable para el 50% de observadores (el otro 50% debería considerarlo inaceptable), esto corresponde a un umbral de aceptabilidad de 50:50%.⁵

1.2.4 Sistema de Color CIE L*C*H

El sistema de color CIE L*C*H, es semejante al CIE L*a*b, pero es preferido en algunas ocasiones por que se correlaciona mejor con la forma en que el ojo humano percibe el color. El espacio de color CIE L*C*H posee coordenadas cilíndricas en vez de rectangulares, como el CIE L*a*b y los valores de a*b son reemplazados por C y h respectivamente.

En este sistema, L indica luminosidad, C representa croma y H es el ángulo del matiz.

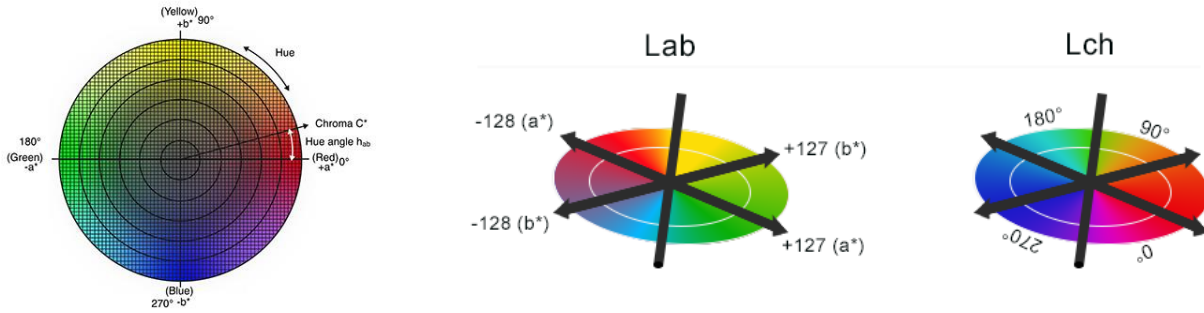


Figura nº 1-10:
 L*: Coordenada de Luminosidad (es igual que CIE L*a*b*).
 C*: Coordenada del Croma, la distancia del eje de Luminosidad.
 h*: El ángulo del Matiz, se escribe en grados, siendo 0° una ubicación en el eje a (+), continuando en 90° para el eje b (+) 180° para el eje a (-) y 270° para el eje b (-) y de vuelta a 360°.

Los instrumentos de medición del color cuantifican estos atributos del color y determinan la posición tridimensional del mismo dentro de las coordenadas de la esfera.¹⁴

1.3 Determinación del Color Dentario

La determinación del color puede ser realizado usando dos enfoques, visual e instrumental.

1.3.1 Selección Visual de Color

A. Visión Humana

Los requisitos principales para la percepción del color incluyen tres elementos variables: el objeto, una fuente de luz para la iluminación y un observador.¹⁵

A.1. Fuente de luz

La emisión de luz de una fuente se produce a través de un proceso químico o físico. Cada proceso libera más luz en ciertas longitudes de onda que en otros. Para crear una luz perfectamente blanca, una fuente de luz tendría que emitir exactamente la misma cantidad de cada longitud de onda. En algunos casos, los objetos emisivos están destinados a producir colores específicos. Estos objetos, tales como monitores de ordenador, producen color emitiendo luz con distintas composiciones de longitud de onda de luz roja, verde y azul.⁵

Ninguna fuente de luz puede emitir luz blanca perfecta, es decir, exactamente la misma cantidad de cada longitud de onda. Esto afecta a la percepción del color ya que sólo se producen ciertas longitudes de onda (colores) para interactuar con un objeto, lo que

explica por qué el mismo objeto, parecerá ser de colores diferentes cuando se utilizan fuentes de luz diferentes.⁵

A.1.1 Iluminación

El color no puede ser percibido ni evaluado correctamente sin una iluminación adecuada. No sólo es crucial tener suficiente iluminación para evaluar correctamente el color, sino que también es esencial para lograr la calidad adecuada de la iluminación. Esto se logra utilizando la intensidad de luz correcta y los iluminantes adecuados. Sin embargo, incluso cuando estas variables están bien controladas, hay ciertos desafíos clínicos asociados con la iluminación y la coincidencia de colores que deben ser considerados.⁵

A.1.2 Intensidad de luz

La intensidad de la luz es el regulador más común del diámetro de la pupila, que es un factor crucial en la coincidencia precisa del color. La identificación exacta del color sólo se determina en el centro del campo visual, es decir, lo que es percibido por la fovea. La fovea se encuentra en el centro de la retina y contiene una alta concentración de células de cono, que proporcionan la mayor agudeza visual y percepción de color más precisa. Gran parte del resto que se percibe es "sintetizado" por la corteza visual del cerebro. Por lo tanto, la lectura de color más precisa se obtiene por el ojo humano cuando se abre la pupila suficiente para exponer totalmente los conos en la fovea. Esto se logra manteniendo una intensidad de iluminación de 150 a 200 velas de pie, tal como se verifica mediante un medidor de luz (Fig. 1-11) que facilita un análisis de color preciso y una coincidencia.⁵

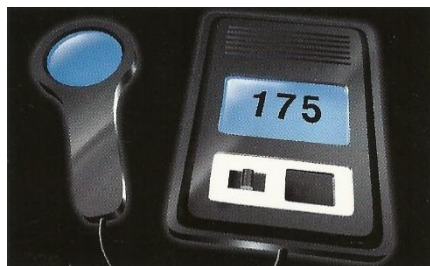


Fig 1-11 Un medidor de luz puede ser usado para evaluar la cantidad apropiada de luz (150 a 200 velas de pie) en el operatorio dental.⁵

A.1.3 Iluminantes Estándar

El tipo de iluminante utilizado puede afectar significativamente la percepción del color. Un sistema creado en 1931 por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) clasificó los iluminantes basados en su efecto sobre la percepción del color. Este sistema fue desarrollado para permitir a los fabricantes de productos tales como pinturas y tintas especificar y comunicar los colores de sus productos. En su informe, la CIE designó tres iluminantes estándar, A, B y C, a los que posteriormente añadieron una serie de iluminantes D, un iluminante E hipotético y, no oficialmente, una serie de fluorescentes (F). A continuación se presenta un breve resumen de estos.⁵

A: Una fuente de luz de tungsteno con una temperatura correlacionada de alrededor de 2.856 K, produciendo una luz rojo amarillenta (Figs. 1-12 y 1-13). Generalmente, se usa para simular condiciones de visión incandescentes (por ejemplo, bombillas de luz domésticas).⁵

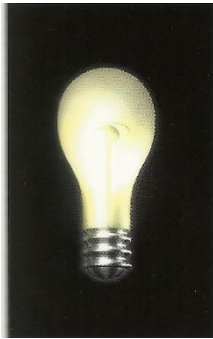


Fig. 1-12 El iluminante A representa condiciones de iluminación incandescente con una temperatura de color de aproximadamente 2,856 K.⁵

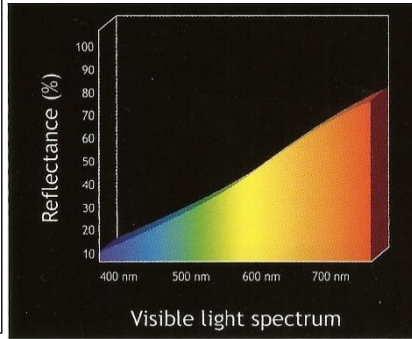


Fig. 1-13 Curva de reflectancia espectral para el iluminante A.⁵

B: Una fuente de luz de tungsteno acoplada con un filtro de líquido para simular la luz solar directa con una temperatura correlacionada de alrededor de 4,874 (Fig. 1-14). Rara vez se utiliza hoy.⁵

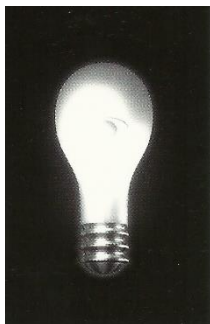


Fig. 1-14 El iluminante B representa la luz solar directa a unos 4,874 K.⁵



Fig. 1-15 El iluminante C representa la luz solar indirecta a unos 6,774 K.⁵

C: Una fuente de luz de tungsteno acoplada con un filtro de líquido para simular la luz solar indirecta con una temperatura correlacionada de aproximadamente 6.774 K (Fig. 1-15). Se utiliza en muchas cabinas de visualización porque la luz solar indirecta se considera una condición de visión común. Sin embargo, el iluminante C no es la simulación perfecta de la luz solar porque no contiene mucha luz ultravioleta (requerida cuando se evalúa la fluorescencia).⁵

D: Una serie de iluminantes que representan diferentes condiciones de luz diurna, medida por la temperatura de color. Los iluminantes D y D (llamados así porque sus temperaturas de color correlacionadas son de 5.000 y 6.500 K, respectivamente) se usan comúnmente como iluminantes estándar para cabinas de visualización de artes gráficas y corresponden a reflectancia de luz diurna azulada (Fig. 1-16). El iluminante D es casi idéntico al iluminante C excepto que es una mejor simulación de luz solar indirecta porque incluye un componente **ultravioleta** para una mejor evaluación de los colores **fluorescentes**.⁵

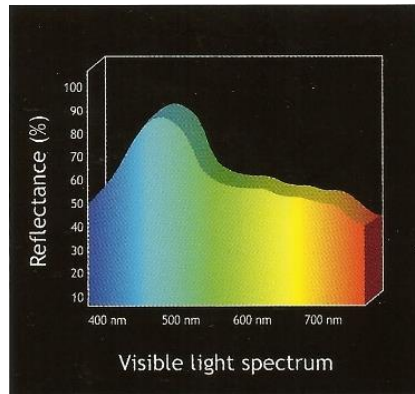


Fig. 1-16 Curva de reflectancia espectral para D_{50} iluminante que representa condiciones de luz azulada.⁵

E: Una fuente de luz teórica con cantidades iguales de energía en cada longitud de onda. Este iluminante no existe en realidad, pero es una herramienta útil para los teóricos del color.⁵

F: Una serie de fuentes de luz fluorescente. Debido a que las luces fluorescentes tienen picos agudos en sus curvas espectrales y por lo tanto desafían la definición por la temperatura de color, no se consideran oficialmente iluminantes estándar. Sin embargo, son frecuentes las condiciones de visión sintéticas que utilizan luz fluorescente, la CIE recomienda ciertas fuentes de luz para la evaluación de colores destinados a ambientes fluorescentes.⁵

A.2 El Objeto:

El color es una propiedad física de la luz que es modificado por el objeto y el aspecto total del material depende de la capacidad del objeto para modificar el color de la luz incidente. El color aparece ya que el material absorbe la luz visible radiante, con la excepción de la longitud de onda reflejada a los ojos del espectador. Un medio transparente permitirá que la luz visible pase a través de casi inalterada. Translúcida de dispersión objeto, transmitir y absorber porciones de longitudes de onda de la luz visible, mientras que los materiales opacos no transmiten, pero reflejan y absorben diferentes longitudes de onda de la luz visible.¹⁵

A.3 El Observador:

La luz visible entra en el ojo a través del área transparente de la córnea y es enfocada por la lente cristalina en la retina. La retina se compone de dos tipos de células fotosensibles especializadas y es el sistema receptor para la visión. Estas células receptoras especializadas se denominan bastones y conos, y contienen pigmentos fotosensibles.¹⁵

La retina es un computador biológico altamente sofisticado que captura una imagen con fotoreceptores y extrae diferentes características visuales para describir la escena visual a los altos centros cerebrales en términos simples y compactos. Aunque los fotoreceptores, conos y bastones, son solo dos de sesenta tipos de células de retina,

son excepcionalmente importantes: todas las formaciones de imagen de la visión dependen de su función apropiada.¹⁶

La visión humana está basada principalmente en conos. Los bastones se distribuyen en la periferia de la retina y son sensibles a bajas intensidades de luz. Los conos se concentran en el centro de la retina y trabajan a intensidades de luz altas.¹⁶

Los conos median la visión en condiciones iluminadas así como la percepción visual del color y de los detalles.¹⁷

Los bastones son mucho más sensibles que los conos a la intensidad luminosa, por lo que aportan a la visión del color aspectos como interpretar la saturación y las diferencias de luminosidad.¹⁸

B. La Luz

El color del diente está determinada por los efectos combinados de coloraciones intrínsecas y extrínsecas. El color del diente intrínseco está asociada con las propiedades de dispersión de la luz y de absorción del esmalte y la dentina. El color extrínseco se asocia con la absorción de los materiales (por ejemplo, té, vino tinto, clorhexidina, sales de hierro) sobre la superficie del esmalte y, en particular, el recubrimiento de película y que en última instancia causan manchas extrínsecas.¹⁵

B.1. Propiedades Ópticas de la Luz.

A continuación se exponen las principales características ópticas involucradas en la percepción del color dentario:

B.1.1 Reflexión:

Es el cambio de dirección de un rayo que ocurre en la superficie de separación entre dos medios. Cuando este fenómeno óptico ocurre, el rayo de luz puede reflejarse en la misma dirección en que venía o en otra dirección. La forma en que esto ocurra depende del tipo de superficie con quien la luz choca y el ángulo en que inciden en la superficie.¹⁹

Cuando la reflexión de la luz es mayor, el color del objeto tiende a ser más luminoso y de un valor más alto. La reflexión reduce la cantidad de luz que atraviesa el objeto. Por ejemplo, la translucidez de un vidrio arenado es mayormente reducida por la reflexión de luz en su superficie irregular, de esta forma el vidrio se torna más luminoso y más reflectante. El vidrio también se vuelve más opaco en su superficie por el límite de reflexión de la translucidez y transmisión de luz. Esta superficie no sólo modifica la percepción del color sino que también la translucidez y opacidad.¹⁹

B.1.2 Refracción

Así como la luz se puede reflejar, también se puede refractar. El fenómeno de la refracción se produce por el cambio de dirección de los rayos luminosos que pasan de un medio a otro a diferentes velocidades. Si un haz de luz se dispersa en una superficie translúcida, parte del rayo es reflejado y otra parte es refractado. Específicamente, la luz que penetra el cuerpo translucido va a cambiar de dirección.¹⁹

B.1.3 Absorción

La luz, además de ser reflejada y refractada también puede ser absorbida por la materia. Esta absorción es causada por una disminución de la radiación de energía luminosa cuando penetra un cuerpo opaco o atraviesa superficies transparentes. Las técnicas de absorción consisten en capturar las diferentes longitudes de onda que componen la luz blanca. En general los cuerpos no absorben todas las frecuencias del espectro de luz con la misma intensidad, es más, se produce una absorción selectiva.¹⁹

B.1.4 Transmisión

Transmisión de luz es otra propiedad de la luz y es considerada como doble refracción. Cuando se mira un cristal, es posible ver luz. Primero se produce una refracción inicial cuando pasa del aire al vidrio, después sigue su camino a través del vidrio y vuelve a refractar cuando llega al aire. En este proceso si el rayo de luz no es desviado de su trayectoria, se dice que la transmisión de luz es regular como en un vidrio transparente. Si la dirección del rayo de luz es en todas direcciones, se dice que ocurre transmisión difusa, es una propiedad típica del vidrio translucido. Si una dirección predomina sobre otra, se dice que hay transmisión mixta como en vidrio orgánico y cristales con superficies rugosas.¹⁹

B.1.5 Opacidad y Translucidez

La translucidez es el grado en que se transmite la luz, en lugar de absorberse o reflejarse. La translucidez más alta es la transparencia (es decir, toda la luz se transmite), mientras que la más baja es la opacidad (es decir, toda la luz se refleja o se absorbe). Los bordes incisales de los dientes naturales son translúcidos, y la determinación exacta de la translucencia es vital para el éxito estético de la restauración. El esmalte dental presenta distintos grados de translucidez que varían según la edad del individuo. Un error en la translucidez compromete en gran medida la apariencia natural de una restauración. Aunque actualmente no hay un método para cuantificar la translucidez en el entorno clínico, los médicos de laboratorio pueden usar un densitómetro para medir la cantidad de luz que se transmite a través de una restauración o una tabla de colores.⁵

La capacidad de un cuerpo de permitir el paso de luz a través de su interior se llama transmisión de luz. Un medio de transmisión se puede clasificar en 3 categorías que incluyen opaco, transparente y translúcido. Estas características dependen de cómo

un material específico o un cuerpo reaccionan a la luz incidente. Los cuerpos y materiales que tienen la habilidad de transmitir luz se dice que son transparente o translucido, esta última es la propiedad de una sustancia que permite el paso de luz pero la dispersa, por lo cual los objetos no se pueden ver claramente a través del material, por eso se puede describir como un estado entre opacidad completa y transparencia.^{19,20}

Cuando un material no permite el paso de luz se considera opaco, sólo absorbe o refleja luz pero no tienen la habilidad de transmitirla. Esta propiedad se llama opacidad total.^{19,20,21}

A diferencia de la materia opaca, un medio translúcido o transparente permite el paso de la luz a través de su interior. Cuando un material es transparente el observador puede ver a través de él sin distorsiones de la forma del objeto que se encuentra al otro lado. Los medios transparentes pueden presentar propiedades acromáticas o cromáticas. Cuando el medio es acromático no va a influenciar en la percepción del color del objeto cuando se ve a través del medio. Los medios cromáticos afectan el color del objeto observado cuando se ve a través de él, esta es una importante característica a considerar en las resinas de esmalte, ya que de esta manera van a influenciar en el color final de la restauración.¹⁹

Un material, sustancia u objeto se llama translúcido cromático cuando permite el paso de luz dispersando a través de su interior pero reflejando sólo una longitud de onda. Esta longitud de onda única provee color a este cuerpo translúcido. Es por eso que la percepción de color del mismo objeto a través de un cuerpo acromático translúcido es muy distinta a la del mismo objeto a través de un cuerpo cromático translúcido. Por lo tanto, la percepción del objeto es influenciada por el color del medio interpuesto.¹⁹

En la odontología, la dentina presenta translucidez cromática con una saturación que aumenta con el tiempo. El esmalte, sin embargo, presenta translucidez cromática y acromática. Aun cuando la mayoría de la veces el esmalte tiene poco color, con el tiempo se va volviendo más acromático. De acuerdo a muchos expertos en el tema, el esmalte tiende a tener aspecto blanco amarillento o blanco grisáceo.¹⁹

Cuando se refiere a resinas compuestas, se aplican los mismos principios. Las resinas de esmalte pueden ser pigmentadas presentando translucidez cromática y acromática. Por lo tanto, la elección del pigmento es muy importante porque la percepción del color de la resina compuesta de dentina va a ser influenciado por el color de la resina compuesta de esmalte seleccionado.¹⁹

La textura superficial también es una característica importante de un objeto que puede cambiar significativamente la percepción de su translucidez. A medida que más luz refleja un objeto, se observa menos absorción selectiva. Si las condiciones de la superficie permiten reflexión de luz, la transmisión se reduce de manera proporcional.¹⁹

B.1.6 Fluorescencia

La fluorescencia es la propiedad de una sustancia por la cual absorbe luz y luego espontáneamente la emite a una longitud de onda mayor. En la odontología se ha asumido, la fluorescencia, como la absorción de luz ultravioleta (UV) por una sustancia y su emisión a luz visible en el espectro azul.²²

En el diente humano, la dentina presenta mayor fluorescencia que el esmalte, debido a que la dentina contiene mayor cantidad de colágeno el que contiene aminoácidos como triptófano que emite fluorescencia.²³

La fluorescencia es una forma de fotoluminiscencia y es definida como la absorción de luz ultravioleta (1 a 400 nm luz fuera del espectro visible) por un objeto y su emisión espontánea a una longitud de onda mayor (430 – 450 nm dentro del rango de luz visible).²³

La fotoluminiscencia es observada mientras la sustancia es expuesta a la irradiación excitante y 10-8 segundos luego del cese de la fuente de luz.²³

En esmalte humano se observan 3 picks lumínicos distintivos entre los rangos de 350-360, 405-410, y 440-450 nm. El espectro fluorescente del esmalte natural tiene la forma de una banda ancha donde el máximo está a los 450 nm y lentamente decrece a los 680nm. Cuando la dentina es irradiada con luz de 365 nm, el pick de la fluorescencia azul se observa entre los 440+-10 nm.²³

La fluorescencia de materiales restauradores permite una representación más cercana al esmalte y la dentina humana, además de proveer un aspecto más blanco y brillante.²⁴

La fluorescencia es un ejemplo de característica óptica relevante en las restauraciones estéticas, porque si se utiliza una resina con poca fluorescencia el diente restaurado será más evidente que los vecinos.²⁵

Esta fluorescencia es policromática y más evidente cuando los dientes naturales son expuestos sobre luz negra, como en discotecas.²⁵

Debido a que los componentes básicos que forman los materiales de restauración no muestran propiedades de fluorescencia, parece que los dientes restaurados con estas resinas compuestas tienen un aspecto más oscuro en comparación con el diente natural. Para solucionar este problema los fabricantes han añadido agentes luminóforos de grupos metálicos de tierras raras como urópio, terbio, iterbio y cerio. La incorporación de estos pigmentos ha reproducido con éxito la fluorescencia de los dientes naturales para algunas resinas compuestas.²⁶

Por todas las razones mencionadas es que se indica que la fluorescencia es una propiedad muy importante en la estética final de la restauración.²⁷

B.1.7 Opalescencia

El ópalo es un mineral que se compone de esferas de sílica amorfa cementadas entre ellas con más sílica amorfa, por lo tanto, se produce una diferencia de refracción entre las esferas y el espacio entre ellas. Esta condición resulta en el fenómeno óptico de la opalescencia, dando una apariencia azulina bajo luz reflejada y una apariencia naranja café bajo luz transmitida. Esta situación se produce por partículas más pequeñas que la luz visible que se dispersa en un material translúcido de un menor índice de refracción. Cuando el índice de refracción excede 1.1, el material puede emitir opalescencia.²⁸

El esmalte dentario también tiene características opalescentes. Las características translúcidas del esmalte resaltan los componentes de las ondas de longitud corta creando los tonos gris azulados que son visibles en el halo incisal.^{28,29}

La opalescencia se comenzó a usar para dar vitalidad a la restauración y se incluyó como parámetro adicional a la determinación del color como el croma, matiz, valor y las caracterizaciones³⁰

La opalescencia se introdujo en los materiales dentales para producir el efecto lechoso iridiscente que presentan los dientes naturales. Las restauraciones que no son opalescentes, no pueden simular ese efecto. Para poder mejorar las propiedades ópticas de las resinas compuestas, se adicionaron varios rellenos (distintos índices de refracción) y pigmentos. La opalescencia se ha obtenido por la adición de óxido de titanio muy fino, alúmina y aditivos de zirconio.³¹

Para que se vea opalescencia, la resina debe ser translúcida, a medida que se aumenta el óxido de titanio, la resina se vuelve más opaca, por lo tanto, para intentar que sea una translucidez similar a la del esmalte natural, la concentración de este óxido debe ser menor al 0,25%.³¹

Los factores para maximizar la opalescencia de las resinas compuestas son las siguientes: presencia de uno o más tamaños de partículas en la fase interna entre 380 y 500 nm; gran diferencia en el índice de refracción entre la matriz y la fase interna; y alta dispersión en las partículas internas.³⁰

B.1.8 Metamerismo

Metamerismo se produce cuando la percepción del color de dos objetos es diferente, porque una de las variables de la tríada de color (objeto, fuente de luz, u observador) se altera, mientras que los otros dos siguen siendo los mismos. El fenómeno de dos objetos para emparejar en color bajo una condición pero que muestra diferencias evidentes bajo otra se llama metamerismo. Hay dos tipos de metamerismo: Metamerismo objeto y metamerismo observador.¹⁵

El metamerismo de objetos se produce cuando los dos elementos aparecen iguales en una condición de iluminación, pero aparecen de manera diferente cuando se cambia la fuente de luz. Para evitar el metamerismo, los objetos deben tener las mismas curvas de reflectancia espectral, ya que sólo los materiales con idénticas curvas de distribución de energía espectral coincidirán con todas las fuentes de luz. La combinación de colores no requiere que la fuente de luz y los objetos tengan el mismo espectro de reflectancia.¹⁵

El metamerismo observador ocurre cuando la fuente de luz permanece igual y el observador cambia, causado por estímulo visual humano o estímulo instrumental. Dado que la percepción del color depende de la sensibilidad fisiológica de la respuesta espectral de los conos en la fóvea y la interpretación psicológica del cerebro, se recomienda que un tercer observador.¹⁵

B.1.9 Iridiscencia

La iridiscencia es la propiedad de un objeto de cambiar el color visible de la luz al cambiar el ángulo de incidencia de los rayos de luz que iluminan el objeto desde la perspectiva del observador.³¹ Esta propiedad es la responsable de reflejar colores distintos, generalmente como los del arco iris.⁴

B.2 Propiedades Ópticas del Diente

El color de un diente está determinado por una combinación de sus propiedades ópticas. Cuando la luz encuentra un diente, se pueden describir cuatro fenómenos asociados con las interacciones del diente con el flujo de luz. Transmisión especular de la luz a través del diente, reflexión especular en la superficie, la reflexión de la luz difusa en la superficie y la absorción y dispersión de la luz dentro de los tejidos dentales.³⁴

Se ha demostrado que el color del diente es el resultado de la dispersión volumétrica de la luz, es decir, la luz iluminadora sigue caminos de luz altamente irregulares a través del diente antes de que emerja en la superficie de incidencia y llegue al ojo del observador.

El poder de dispersión óptica de los bloques de esmalte se midió en función de la disminución del contenido de minerales y se encontró que la desmineralización aumenta el coeficiente de dispersión en un factor de aproximadamente tres.

El color de un diente natural está determinado principalmente por el color y la reflectancia difusa de la dentina, esto en conjunto con el esmalte, que dispersa la luz da las características del diente.²⁹

Las características ópticas del diente humano son ser pequeños, curvados, multilaminados, translúcidos, y exhiben transmisión del color en todas las direcciones.⁵

B.2.1 Características del Diente Según la Edad

Los dientes más jóvenes presentan valores de color más alto y normalmente con nada o muy poca translucidez, esto es por la mayor cantidad de esmalte presente. El esmalte de los dientes más envejecidos se vuelve más delgado y más translúcidos incluso llegando a ser casi transparente. Además, los dientes más envejecidos presentan un valor de color mucho más bajo que los dientes jóvenes. Cuando este principio se aplica a resinas compuestas, especialmente a aquellas que restauran el esmalte natural perdido, es crítica una buena elección del grosor del material. Esto es importante porque un grosor pequeño puede cambiar significativamente el valor de la restauración y de este modo alterar la percepción del color debajo.¹⁹

Es sabido que un diente humano muestra un amplio rango de tonos y translucidez entre un paciente y otro y de un diente a otro dentro del mismo paciente, esto se produce en parte por factores relacionados a la edad y al sexo.³⁵

Edad	Valor	Croma	Translucidez	Brillo	Textura
Joven	-Blanquecinos -Son más luminosos Resinas: • Esmalte acromático de Alto Valor • Opacas	- Menor saturación	-Opacos	- Menor brillo (reflejan la luz en forma difusa)	- Rugosos - Micro-anatomía marcada
Adulto	-Grisáceos -Mayor contenido mineral Resinas: • Esmalte acromático de Bajo Valor • Con mayor saturación • Translúcidas	- Mayor saturación	-Mayor translucidez -Mayor opalescencia e iridiscencia	-Mas brillosos (reflejo especular)	-Lisos y pulidos

Tabla II: Como regla general los dientes jóvenes por el menor grado de calcificación y la mayor cantidad de textura superficial del esmalte se muestran más blanco u opacos, por lo tanto con mayor luminosidad (alto valor). Los dientes adultos se presentan con menor valor (más translúcidos) debido al mayor contenido de calcio de los tejidos y menor espesor del esmalte provocado por el desgaste del mismo.³⁶

C. Guías de Color

Para seleccionar el color del biomaterial que más se acerque al color del diente que queremos restaurar con él, utilizamos un intermediario que los compare y que son las guías de color. Aunque su uso es altamente subjetivo y con muchas variables, tales

como: condiciones de luz, experiencia de los observadores, fatiga del ojo humano y enfermedades ópticas que pueden llevar a inconsistencias y sesgos siguen siendo el método más aplicado frecuentemente en la odontología clínica.³⁷

Se considera que el uso de guías de color es un obstáculo para obtener resultados estéticos aceptables.³⁸ Ya en la década de 1970, Sproull encontró deficiencias de las guías disponibles, sugirió que una guía de colores ideal debe consistir en tablas de color que estén bien distribuidas y dispuestas de manera lógica en el espacio de color. Él recomendó una guía de colores basada en el sistema de orden de colores de Munsell.²⁸

Más aún hay estudios que han demostrado que los clínicos no concuerdan en la selección de color dentario de un mismo diente y no pueden duplicar su selección de color en un día diferente. Se necesita más ciencia y consistencia en los métodos de selección de color dentario.²⁸

Estudios concluyen que la selección de color visual por parte del odontólogo es menos precisa que lo obtenido con espectrofotómetro.^{5,39} Otro punto a considerar es que existen muchos inconvenientes asociados con estos métodos subjetivos como la naturaleza policromática de los dientes, las guías de color no cubren el rango completo del color dentario^{37,39,40}. Y el ordenamiento, las guías no son lineales, los colores percibidos entre tablas adyacentes tienen un intervalo inconsistente.¹⁰ Ninguna de las guías comercialmente disponibles son idénticas^{28,41}; existen tantas guías de color como fabricantes.

Un factor impreciso de las guías de color es que no son representativas del color verdadero y de la translucidez/opacidad de los materiales restaurativos^{28,41}

Requisitos de una Guía de Color:

- 1.- Estar confeccionada con el mismo material restaurador que se usará. No como hasta ahora sucede, en la mayoría de los casos que son de acrílico.²⁸
- 2.- Cuando se registra el color dentario, o que realmente se hace es igualar el matiz, saturación y luminosidad del diente respecto al de la guía, ante una determinada fuente lumínica.²⁸
- 3.- Si la guía está confeccionada con un material distinto al biomaterial que se aplicará, de inmediato se producirá una discrepancia colorimétrica por metamerismo.²⁸
- 4.- En la actualidad, algunas compañías han sacado unas guías, que usando como base acrílico, tienen una cavidad en donde se ha colocado el material como tal.²⁸
- 5.- Ojalá existiera una sola guía, universal, aplicable a todos los biomateriales. Lamentablemente hasta hoy, y a pesar de haberse adoptado la Escala de Color Vita, las guías siguen siendo discrepantes.²⁸

6.- El color de la guía debe ser igual al del biomaterial.²⁸

7.- Un factor que altera la percepción del color es su grosor, que puede ser alterado de acuerdo con el espesor de la guía.²⁸

A continuación se detallan las guías de color más usadas por los odontólogos para la selección dentaria.²⁸

C.1 Vita Classical o Vita Lumin (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania)

Para Vita Classical A, B, C, D representan los tonos rojo, amarillo, gris-rojo y amarillo-gris del diente respectivamente⁴⁰, los cuatro grupos se ordenan de acuerdo a croma ascendente.²⁸

Las dimensiones relativas a luminosidad y saturación, se anotan de 1 a 4. Cuando el valor disminuye el croma aumenta: A1 tiene alto valor y bajo croma, mientras que en A4 es al revés. Esta guía no está sistemáticamente ordenada, por ejemplo referente al valor por lo que hay quienes recomiendan reorganizar las guías de color en función de la luminosidad, en vez de la tonalidad, dado que nuestro ojo es más sensible a los cambios de claridad que a diferencias de tonalidad. Así la guía Vita Classical quedaría ordenada de la siguiente manera: B1A1, A2, D2, B2, C1, C2, D4, D3, A3, B3, A3,5, B4, C3, A4, C4 [Figura nº 1-17].²⁹



Figura nº 1-17

C.2 Chromascop (Ivoclar vivadent, Shaan Liechtenstein)

Introducida en 1990, se encuentra agrupada en cinco series por tono y luego agrupadas por croma y valor. El grupo 100 es blanco, grupo 200 es amarillo, el 300 es café claro, 400 es gris y 500 es café oscuro los grupos de tonalidades van de 100, 200, 300, 400 y 500 y las dimensiones relativas a luminosidad y saturación van de 10 a 40.^{28, 42}

C.3 Vitapan 3D Master (Vita Zahnfabrik)

La guía denominada Vitapan 3D-Master, de Vita, usa seis niveles diferentes de luminosidad para crear seis grupos de tablas que van desde 0 (el más claro), hasta 5 (el más oscuro). Tiene 3 niveles de croma, que van desde 2 (el menos cromático) a 3

(el más cromático), en cada grupo (excepto el grupo 1 que tiene 2 niveles de cromá). Los niveles intermedios de cromá (1.5 y 2.5) en los grupos 2, 3 y 4 están asociados con variaciones de tono de L (menos rojo) a R (más rojo).⁴³ En resumen, el primer paso es determinar la luminosidad del color de cinco grupos de luminosidad, seguido por tres grupos de saturación o cromá, y por último, un grupo de matiz.⁴¹



Figura nº 1-18

Actualmente se comparó los 2 sistemas de guía de color Vitapan (Classical y 3D master) u se concluyó que 3D-Master demostró un espacio más uniforme de color extendiendo los rangos de colores en la dirección deseada.²⁸

C.4 Guía Vita 3D Master Lineal

Una nueva versión de Vita 3D-Master es la guía lineal 3D-Master, que es una modificación de la anterior que contiene exactamente las mismas tablas, pero con una presentación simplificada y un procedimiento de toma de color de 2 pasos: sus contenedores solo tienen 6 tablas (paso uno) y 7 (paso dos) linealmente ordenadas en vez de 29 tridimensionalmente arregladas que requieren 3 pasos.²⁸

C.5 Guía Vintage Halo NCC

Esta guía consiste en 38 tablas divididas en 3 piezas de acuerdo a la luminosidad, es decir, de menor valor, estándar y de mayor valor. Las tablas son organizadas de acuerdo al cromá y matiz como la regulación de la guía de color de Vita Lumin. La secuencia de selección del color de este sistema es matiz, cromá y valor., lo cual es contrario a la guía Vitapan 3D-Master.⁴⁴

D. Proceso Clínico de Toma de Color

Hay muchas variables que afectan cómo se percibe un color. Las condiciones de iluminación, el entorno y el espectador desempeñan un papel vital en la percepción y evaluación del color.²⁸

La selección de color convencional implica una comparación visual directa de las diferentes muestras de color en una guía de colores con dientes naturales para determinar qué pestaña o combinación de pestañas constituye la mejor coincidencia. Hay una variedad de factores que pueden influir en esta determinación y deben ser considerados al emplear la selección visual de la tabla.⁵

D.1 Anatomía del Diente

La anatomía y el polimorfismo de los dientes únicamente influyen en sus propiedades ópticas y, por tanto, aumentan la complejidad de la correspondencia cromática en la odontología. Los dientes humanos son policromáticos con transiciones de color desde gingival a las superficies incisales / oclusales, mesial a distal, y de bucal a lingual. Estas transiciones se originan a partir de diferencias en el grosor del esmalte y la dentina y, además del color, influyen en otras propiedades ópticas de los dientes, incluyendo la translucidez. Debido a estas complejidades, la determinación de una base de color no es suficiente para obtener una combinación estética del color. El clínico debe coincidir con cada una de las secciones del diente: gingival, cuerpo e incisal. Uno de los primeros pasos en el análisis debe ser determinar si el diente es alto en opacidad o translucidez. Esta información ayudará en el proceso de selección de materiales. El clínico también debe encontrar el brillo, o el valor, para cada sección del diente. A continuación, se debe evaluar el croma o la saturación del color del diente. Un ejemplo de alto croma es la alta calidad naranja que se encuentra con frecuencia en los dientes de los pacientes ancianos.⁵

D.2 Iluminación y Medio Ambiente

Para obtener resultados óptimos, la correspondencia de color debe realizarse con iluminación corregida con una temperatura de color de 5.500 K a 6.500 K y con un índice de representación de color (CRI) de 90 o superior. Idealmente, los tonos también deben ser controlados con luz natural. El nivel de intensidad de la luz también es importante porque la iluminación correcta (o la intensidad de la luz incidente) puede ayudar a reducir la fatiga ocular. Una diferencia de intensidad demasiado grande entre la luz operativa y la luz ambiente puede provocar fatiga ocular. Una iluminación de 1.000 lux se considera óptima para las evaluaciones de color visual.⁵

Mientras que muchos odontólogos utilizan luces de techo fluorescentes con corrección de color, otros tipos de iluminación, tales como lámparas de piso, mesa o portátiles, también se pueden usar para sombrear las matemáticas. Muchas lámparas de mano que rodean los colores se reducen significativamente, especialmente si la luz del techo está apagada. No obstante, los colores circundantes intensos se deben evitar en las oficinas y los laboratorios dentales. Lo mismo es cierto para los colores fuertes en la cara del paciente (como el lápiz labial), que debe ser eliminado.⁵

D.3 Distancia y Posición

Al seleccionar el color para la restauración, la restauración puede tener una coincidencia perfecta, una coincidencia aceptable o un desajuste. Entre otros factores, la distancia de visualización afectará las posibilidades de un resultado exitoso. Cuando se hace coincidir una guía de la tablilla contra el fondo negro de la cavidad oral, los dientes adyacentes, el tejido gingival y la piel circundante, la comparación debe realizarse con los ojos del médico en la pestaña de dientes y tonos, que deben ponerse en contacto borde a borde. Se debe utilizar una tarjeta neutra gris claro como fondo para la coincidencia de colores.⁵

Cuando se trata de posicionamiento, el ángulo de iluminación y el ángulo de visión en relación con la superficie del diente son importantes. Aunque es posible una combinación diferente, las más adecuadas para las evaluaciones visuales de color en odontología son ya sea para que la iluminación provenga del techo, una sombra no debe ser emitida desde la nariz del paciente sobre el área que se tomara el color. Las lengüetas de la tablilla deben ser sostenidas al lado del diente y emparejado y alineado de modo que la luz refleje de la lengüeta de la cortina en la manera similar al diente natural.⁵

D.4 Tiempo y Duración

La sincronización y duración de la coincidencia de sombras durante una cita tendrá un impacto en los resultados y debe ser monitoreada. Los dientes deshidratados se vuelven más ligeros y necesitan tiempo para recuperar su coloración normal; Por lo tanto, la coincidencia de sombras debe realizarse al principio de la cita. Si es necesario, los dientes deben ser pulidos antes de comenzar a quitar la placa y las manchas y para ayudar a mantener los dientes húmedos durante la selección de la cortina. Otra razón para realizar la coincidencia de sombras temprano en la cita es evitar el potencial de fatiga ocular en el clínico.⁵

La retina exhibe la adaptación si un objeto se ve continuamente durante períodos de tiempo mayores de 15 segundos, haciendo que los colorantes similares empiecen a parecer iguales. Este fenómeno requiere miradas de corta duración para comparar el color de una muestra restauradora con la de un diente. Se recomiendan miradas de cinco segundos con períodos de descanso, en lugar de miradas prolongadas. Durante los períodos de descanso debe observarse una tarjeta gris claro neutra o un paño. Además, la primera impresión es con frecuencia la mejor en la coincidencia de colores, porque el fotopigmento se agota rápidamente en el mecanismo de percepción del color. Esto sugiere nuevamente que los ensayos de coincidencia de sombras deben limitarse a 5 a 7 segundos a la vez para prevenir la fatiga ocular.⁵

D.5 Ajuste de Lengüetas

El método de emparejamiento de colores utilizado variará dependiendo de la guía de colores utilizada. Como se describió anteriormente en este capítulo, el orden en el que se seleccionan o eliminan las pestañas (basado en matiz, croma o valor) depende del diseño del sistema. Una similitud entre todos los procesos de selección, sin embargo, es que las potenciales lengüetas o grupos de colores apropiados pueden ser dejadas de lado para una comparación adicional cuando son seleccionadas y las insatisfactoras pueden ser eliminadas, reduciendo así el número de elecciones y facilitando el proceso de selección.⁵

Sin embargo, ningún método puede salvaguardar completamente contra las complejidades del proceso psicofisiológico que es la correspondencia de colores visual. Los seres humanos no pueden ver el tono, el valor y el croma por separado, pero pueden ver los resultados de las diferencias en estas dimensiones de color, que se producen en una amplia variedad de relaciones. Un aumento en el croma se puede confundir fácilmente con una disminución de valor: Por ejemplo, aunque A1 de Vitapan Classical es más alto en valor, B1, debido a su croma inferior, se considera que es el color de la luz en Classical. Desde ese punto de vista, tal vez el enfoque es seleccionar el mejor partido sin entrar en las complicadas combinaciones de las tres dimensiones de color. Si selecciona dimensión por dimensión, se debe prestar atención especial al control de valor. Es importante porque la determinación del valor afecta directamente a los materiales y al tipo de restauración que se va a utilizar, que se correlacionan con el diseño de la preparación del diente requerido. También, se debe tener precaución cuando se trabaja con dientes recientemente blanqueados, que son de alto valor y tienen bajo nivel de croma. Un diente muy blanco a veces puede ser el más difícil porque no coincide con la mayoría de las guías de sombra tradicionales, y las pestañas de sombra blanqueadas son limitadas en su número y alcance.⁵

D.6 Protocolo Recomendado

1. El paciente elimina cualquier lápiz de labios u otro maquillaje que pueda afectar la coincidencia de la sombra. Si el paciente está usando ropa brillante, es prudente cubrir al paciente con un babero de color neutro.⁵
2. La estructura de diente existente sobre la que se va a fabricar la restauración se limpia y se evalúa (por ejemplo, para determinar si es vital o se ha descolorado por trabajos de endodoncia o restauraciones de metal anteriores). Esto influirá en el diseño de la preparación del diente y la selección del material.⁵
3. Se determina la translucidez y opacidad de los dientes naturales del paciente. Esto ayudará en el proceso de selección del material. También se debe anotar la rugosidad de la superficie, el brillo y las características de color local.⁵

4. La selección de la lengüeta se hace al principio de la cita, antes de que los ojos se fatiguen demasiado. Los ojos deben estar alineados uniformemente con el nivel de los dientes del paciente, a una distancia de 25 a 35 cm. Es importante no ver la comparación por más de 5 a 7 segundos a la vez para evitar fatigar los conos de la retina. Una tarjeta gris neutral debe ser observada entre ensayos.⁵

5. Las lengüetas de la cortina se deben sostener y alinear de modo que la luz se refleje de la lengüeta de la cortina y de los dientes naturales de una manera similar. Es importante determinar la sombra cuando los dientes están más hidratados, los dientes se secan durante los procedimientos de preparación y de impresión.⁵

6. Se utiliza una variedad de lengüetas de sombra para analizar el valor de la dentición opuesta en las áreas gingival, corporal e incisal. El valor se analiza primero, seguido de croma, luego tonalidad.⁵

7. El número de pestañas potencialmente coincidentes debe reducirse a unos pocos tan rápidamente como sea posible, y sólo estas pestañas deben utilizarse para completar la coincidencia de sombras.⁵

8. La selección final de la cortina puede ser verificada usando diferentes luces, ángulos de observación y distancias; Durante diferentes nombramientos; Y / o por diferentes clínicos.⁵

9. Una vez que emparejamiento ideal se ha seleccionado, una lengüeta de la cortina muy brillante y una lengüeta de la cortina muy oscura se fotografían al lado de los dientes a ser emparejados.⁵

10. La sonrisa completa es fotografiada.⁵

11. El clínico se comunica con el técnico y verifica la restauración al recibirla. Esta verificación debe realizarse bajo varias condiciones de iluminación (por ejemplo, luz corregida y luz natural) para asegurar la exactitud de la coincidencia.⁵

1.3.2 Selección Instrumental del Color

La subjetividad del ojo humano y la variabilidad de la iluminación pueden ser eliminadas usando artículos electrónicos en odontología).³⁸ Para resultados óptimos, estos aparatos deberían tener la suficiente precisión y lograr alta repetitividad con bajos errores de medida.⁴⁵

Los instrumentos para la toma de color abarcan los espectrofotómetros, espectralradiómetros, colorímetros y sistemas de análisis imagenológicos o una combinación de estos.⁵ Los más comunes son los colorímetros y espectrofotómetros, los cuales calculan el color dentario midiendo la cantidad de la composición espectral de la luz reflejada en la superficie del diente.

Hoy en día, instrumentos fotométricos y colorímetros han sido usados extensivamente en la investigación dental.²⁸ El principal inconveniente de estos sistemas electrónicos es su coste económico muy elevado en algunos casos y en ocasiones de alta complejidad técnica, lo que hace que algunos profesionales desestimen su utilización.¹⁸

Los colorímetros y espectrofotómetros pueden ser usados para describir el color dental usando las tres coordenada en el espacio del color desarrollado por la Comisión Internacional d'Eclairage (CIE) como la estándar internacional.

Los mapas cromáticos obtenidos con estos aparatos, suelen ser muy detallados y en ocasiones, es factible la selección de la guía de color en la que se prefiere la anotación, y algunos incluso permiten la personalización de las guías, que pueden confeccionarse con combinaciones particulares de materiales restauradores, lo que abre la puerta a su empleo intraoperatorio en restauración directa con resina compuesta o con sistemas de fabricación CAD-CAM de restauraciones en clínica.⁵

Sin embargo, estos instrumentos no son ideales para uso in vivo dado que son difícil de usar y requieren de la fabricación de un jig posicionador para asegurar una posición intraoral confiable cuando se miden cambios longitudinales en el color dentario, el cual puede ser costoso y consumidor de tiempo.^{46,47}

Los dispositivos de toma de color han sido usados para estudios de blanqueamiento de dientes para la documentación de cambios de color. Como se indicó anteriormente, uno de los problemas con la toma de color especialmente en estudios de blanqueamiento es la posición del dispositivo de la toma de color. Se requiere una superficie plana para permitir el posicionamiento preciso durante este procedimiento. En suma a ello, la toma de color en el borde incisal introduce errores debido a la translucidez del esmalte, permitiendo que se transmita más luz y no reflejandola hacia el dispositivo de toma de color.⁵ La pérdida de borde (edge loss) es el fenómeno que ocurre cuando la luz se dispersa y transmite a través del material translúcido, este originalmente debería ser visto por el ojo, pero en caso de los instrumentos evita que sean de uso común en la práctica dental.³⁸

Estudios han reportado que el desempeño de los instrumentos de toma de color no es necesariamente consistente bajo diferente iluminación, más aún es difícil determinar los efectos de una iluminación en particular en la percepción del color. Consecuentemente, a menudo se sugiere una iluminación controlada y estandarizada para la evaluación tanto instrumental como manual del color.¹⁰

De acuerdo a las definiciones ISO, la consistencia de una medición o instrumento de toma de color se expresa en su repetitividad, mientras que el grado de concordancia entre mediciones expresa la confiabilidad entre instrumentos.^{11,40,48,49,50,51,52,53} Cabe destacar que la concordancia entre instrumento es pobre en comparación con la intra-instrumentos.^{47,48,49,51,54,55}

Una diferencia significativa comparada con otras aplicaciones no dentales son que las propiedades ópticas del diente humano son: pequeños, curvados, multilaminados, translúcidos y exhiben transmisión del color en todas las direcciones (de gingival a incisal, de mesial a distal y de labial a lingual). Esto es por lo que la reposición precisa (medición de la misma área) es frecuentemente de crítica importancia para el uso clínico o de investigación en la toma de color.⁵

Como ventaja presentan la eliminación de la subjetividad en el proceso de toma de color, y una gran mejora en la reproductividad del mismo, la eliminación del factor ambiental en la toma de color, al utilizar fuentes de luz constantes y ser calibrados cada vez que se emplean.^{5,11,46} Por lo tanto, usando estos instrumentos generalmente es posible excluir errores y obtener una reproducción neutral de resultados. Sin embargo, cuando miramos la estructura en capas de un diente que consta de esmalte, dentina, cemento y pulpa, se hace obvio que la impresión visual es compleja porque determina un número limitado de la superficie así como los alrededores de los tejidos blandos.^{46,48}

1.3.2.1 Interpretación y Aplicación de Análisis de Datos de Color.

Los dispositivos miden la superficie completa del diente dando un mapa de color de gingival, cuerpo e incisal para la fabricación de restauraciones directas e indirectas. Estos sistemas dan una superposición virtual de color sobre la imagen digital en la pantalla del computador, usando la tabla propuesta de las medidas dentarias para la referencia visual y evaluación por el clínico o técnico. Para la medida de la superficie completa del diente los espectrofotómetros como el Crystaleye y SpectroShade proveen valores de la tabla de designación de color y la respectiva variación de color comparada con valores de la tabla de color en la memoria. Sin embargo, estos mapas son bidimensionales y ellos no necesariamente toman en cuenta la forma, textura y grosor de la restauración, el tipo de pilar y los diferentes materiales básicos (metal o cerámica). Además promedian los datos de color sobre la superficie completa del diente o grandes áreas definidas que pueden dar lugar a información inexacta.⁵

Los dispositivos que miden un área limitada lo hacen en áreas de 3 - 5 mm de diámetro. Es por esto que muchas áreas del diente deben ser consideradas para obtener una evolución representativa del color. Un mínimo de áreas de diente debe ser medidas las cuales son gingival, cuerpo e incisal (un total de tres). Deben ser evaluadas y archivadas para el técnico si se prescribe una restauración indirecta.⁵

La precisión de estos métodos depende de la geometría de los instrumentos y las propiedades de la superficie de los objetos. Después de la toma de color, la medición de los sistemas depende de la diferencia de color para generar un valor que se correlaciona con la respuesta visual de los observadores.⁵⁶

Actualmente todos los instrumentos de medición de color objetivos han sido desarrollados en base a respuesta visual de un observador estándar y estos son buenos sólo si hay concordancia entre ellos. Por lo tanto, la respuesta si se usa un

instrumento visual o un método instrumental para la toma de color en odontología es: cuando se posible, use ambos, son complementarios y pueden conducir a un resultado estético predecible.^{11,48,54,55}

1.3.2.2 Instrumentos Colorimétricos - Espectrómetros.

A continuación se muestra una tabla con la lista de instrumentos y software para la toma de color in vivo y sus propiedades.⁵

Tabla III - Instrumentos y software para la adaptación de color en odontología: tipos, área de medición y costo relativo (\$ 1000-7500)				
Producto	Fabricante	Tipo de dispositivo	Área de medición	Costo relativo
ClearMatch	Clarity Dental, Salt Lake City, UT	Software, análisis imagen digital	Imagen completa del diente	Bajo
CrystalEye	Olympus America, Center Valley, PA	Imagen Espectrofotómetro	Imagen completa del diente	Alto
Easyshade Compact	Vident, Brea, CA	Espectrofotómetro	Diámetro de la sonda de 5 mm	Bajo
Shade-X	X-Rite, Grandville, MI	Espectrofotómetro	Diámetro de la sonda de 3 mm	Bajo
ShadeVision	X-Rite, Grandville, MI	Espectrofotómetro	Imagen completa del diente	Moderado
SpectroShade Micro	MHT, Niederhasli, Switzerland	Espectrofotómetro	Imagen completa del diente	Moderado

Además de los instrumentos de la tabla existen muchos productos para la selección dentaria que actualmente se ha retirado del mercado, o son de disponibilidad limitada, o han sido rediseñados. La lista de ellos incluye Chromascan (Sterngold, Stamford, CT, USA)., Dental Color Analyze (Wolf Industries, Vancouver, Canadá)., Identacolor II (Identa, Holbeck, Dinamarca)., Digital Shade Guide DSG4 (A. Reith, Schorndorf, Alemania)., Ikam (Metalor Technologies, Attleboro, MA, USA)., ShadeEye NCC Chroma Meter (Shofu Dental, Menlo Park, CA, USA)., ShadeEye NCC Chroma Meter (Shofu Dental, Menlo Park, CA, USA)., Beyond Insight Shade Taking Device (Beyond Dental & Health, Beijing, China)., Shadescan (Cynovad, Montreal, Canada). y Vita Easyshade (Vita Zahnfabrik, Bad Saßkingen, Alemania).⁵

Una serie de instrumentos colorimétricos están disponibles comercialmente, tales como ShadeVision (X-Rite, Grand Rapids, MI, EE.UU.), que es un colorímetro, espectrofotómetro que no proporciona imágenes; y SpectroShade Micro (MHT Verona,

Italia). Y CrystalEye, que son los espectrofotómetros que también proporcionan imágenes.³⁷

Los instrumentos de medición de color pueden ser divididos en dos grupos dependiendo de la medición localizada (un punto) o bidimensional (2D) como colorímetros y espectrofotómetros.

El espectrofotómetro se encuentra entre los más precisos, usados y flexibles instrumentos dentro de la selección de color dentario. Miden la cantidad de la energía lumínica reflejada de un objeto a intervalos de 1-25 um a lo largo del espectro visible.⁵

El análisis de color espectrofotométrico de dientes naturales es más preciso y más reproducible comparado con la evaluación humana del color (83.3% comparado con 26.6%).^{5,55}

Un Espectrofotómetro tiene una fuente de radiación óptica, un medio de luz dispersa, un sistema de medición óptico, un detector y un medio convertidor de luz que obtiene una señal que puede ser analizada. Los datos obtenidos deben ser manipulados y traducidos para ser útiles en la profesión dental. Las mediciones obtenidas por estos instrumentos son frecuentemente clave para la guías de colores dentarios y convertidas en tablas equivalentes de color.⁵

Una ventaja significativa de los espectrofotómetros es la capacidad de analizar los componentes principales de un espectro y la habilidad de convertir medidas espectrofotométricas a variadas medidas de color.³⁷

Frecuentemente vienen adicionados programas computacionales con el aparato de medición espectrofotométrico para facilitar la conversión de reflectancia a los variados parámetros de color.^{57,58}

Recientemente se ha reportado mejores resultados con el espectrofotómetro que usando los métodos visuales en aproximadamente 47% de los casos, los cuales concuerdan con estudios independientes que documentan la supremacía de los espectrofotómetros de toma de color comparado con la evaluación visual del color.⁵

Los espectrofotómetros, por lo general, tiene mediciones más sistemáticas y precisas que los colorímetros debido a su capacidad para medir la cantidad de luz reflejada por los objetos en toda la gama de espectro visible.³⁷

1.4 Vita Easyshade Compact (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania).

Es un espectrofotómetro de contacto, inalámbrico, pequeño, portable, rentable, que opera con baterías y provee suficiente información para ayudar al análisis de color. Es posible realizar diferentes modos de medidas: diente entero, un área del diente (cervical, media y incisal), verificación de color de restauración (incluido el valor, cornea y matiz) y modo de tablas de color (para práctica y entrenamiento).⁵

Es un estudio en el que se compararon cinco dispositivos de toma de color (ShadesScan, Easyshade, Ikam, IdentaColor II y ShadeEye), cinco grupos A de las tablas clásicas fueron medida in Vitro cinco veces por dos operadores, mientras que 25 incisivos centrales superiores fueron medidos in vivo por un operador. La mejor precisión in vivo fue realizada por Easyshade e Ikam, mientras que el rendimiento de los otros instrumentos fue mejor in Vitro que in vivo.⁵



Figura N° 1-19: Vita Easyshade Compact. a). Calibración del instrumento, b). Medición del color. c) Valores de las mediciones de color comparadas con su correspondiente en Vitapan Clásico. d) Correspondencia de los valores con Vitapan 3D- Master.⁵

El VITA Easyshade® V es un espectrofotómetro dental, que permite determinar de forma precisa el color de los dientes naturales y de una amplia variedad de restauraciones. Esta versión del equipo (V) incluye conectividad con la aplicación VITA mobileAssist o el software PC VITA Assist, facilitando la visualización de contenidos fuera de la pantalla del espectrofotómetro.

Por medio de VITA vEye y VITA vBrain, se garantiza una determinación exacta del color dental para VITA classical A1–D4®, VITA SYSTEM 3D-MASTER®, VITABLOCS® y los colores blanqueados según la American Dental Association (ADA).

El sistema VITA Easyshade® ha sufrido cambios durante sus años en el mercado, mejorado aspectos como su pantalla, batería y software. El innovador concepto del software, unido a la red neuronal VITA vBrain, garantiza una determinación exacta del color dental en los sistemas cromáticos mundialmente consolidados VITA classical A1-D4, VITA SYSTEM 3D-MASTER, VITABLOCS y los colores blanqueados según la American Dental Association (ADA).⁵⁹

Las ventajas de la quinta versión del Easyshade se pueden enumerar destacando:

- Microcontroladores de 32 bits más recientes con núcleo ARM Cortex M3, que le otorga mayor y ofrece mayor número de aplicaciones.
- Permite seleccionar materiales CAD/CAM, para la posterior confección de dientes protésicos, selección de materiales de obturación directa y planificar correcciones estéticas con carillas.
- Facilita el proceso de planificación de un blanqueamiento profesional, al incluir nueva gama de colores.
- Aplicación para visualizar la transición del color natural de los dientes del paciente de incisal a cervical.

Para la utilización del VITA Easyshade se recomienda que la punta de 5 mm contacte en un ángulo de 90° la superficie del tercio medio del diente. En ese momento se toma el color y la pantalla muestra el color más cercano en la escala VITA clásica y la VITA 3D, además de esto, se puede acceder a los valores de CIE Lab. Para tener una certeza mayor al momento de la medición, el productor sugiere in vivo una toma de color hasta que un valor se repita, utilizando éste como el definitivo.⁵⁹

2. HISTOLOGIA DENTAL.

2.1 Esmalte

El esmalte es translúcido, y varía en color de amarillo claro a gris-blanco. También varía en grosor, desde un máximo de aproximadamente 2,5 mm sobre las superficies de trabajo hasta un borde de plumas en la línea cervical. Esta variación influye en el color del esmalte porque la dentina amarilla subyacente se ve a través de las regiones más delgadas.⁶⁰

2.2 Complejo Dentino-Pulpar

La dentina es la parte del tejido duro del complejo pulpa-dentina y forma la mayor parte del diente. La dentina es una matriz similar a un hueso caracterizada por múltiples túbulos dentinarios estrechamente empaquetados que atraviesan todo su grosor y contienen las extensiones citoplasmáticas de odontoblastos que una vez formaron la dentina y luego la mantienen. Los cuerpos celulares de los odontoblastos están alineados a lo largo del aspecto interno de la dentina, contra una capa de predentina, donde también forman el límite periférico de la pulpa dental.⁶⁰

Físicamente, la dentina tiene una calidad elástica que es importante para el correcto funcionamiento del diente debido a que la elasticidad proporciona flexibilidad y previene la fractura del esmalte quebradizo. La dentina y el esmalte se unen firmemente a la unión dentino-esmalte que aparece microscópicamente se ve como un borde festoneado bien definido. En la raíz del diente, la dentina está cubierta de cemento, y la unión entre estos dos tejidos es menos definida.⁶⁰

La pulpa dental es el tejido conectivo blando que ocupa la porción central del diente. El espacio que ocupa es la cavidad pulpar, que se divide en una porción coronal (o cámara pulpar) y una porción radicular (el conducto radicular).⁶⁰

3. RESINAS COMPUESTAS

3.1 Generalidades

En la actualidad hay una gran variedad de resinas compuestas para hacer restauraciones directas.

El objetivo final de la odontología estética es restaurar la parte perdida de los dientes a su forma natural, función y apariencia, este es un proceso complejo que requiere conocimiento detallado de la forma, textura superficial, translucidez y color de la restauración. Afortunadamente la técnica estratificada permite al clínico lograr restauraciones no perceptibles por los pacientes. Pero para ello se necesitan materiales de diferente translucidez: dentina, esmalte y efectos especiales. Así se logra reemplazar la dentina con una resina compuesta opaca y el esmalte con una resina compuesta más translúcida. En los últimos años ha habido una tendencia a aumentar el número de tonos en los sistemas de resinas compuestas, lo cual dificulta al clínico para realizar la restauración, y, además, el hecho de usar más resinas compuestas también aumenta el tiempo clínico para realizarlo. Existen dos tipos de resina compuesta: las resinas modernas de dos capas como Ceram X Duo que tienen resina de dentina y de esmalte y las resinas de más capas como el Filtek Z350XT que presentan capas de dentina, esmalte y body, pero en este último sistema se necesita más tiempo clínico para realizar el trabajo, pero los resultados son mejores, aunque con el otro sistema también se logran resultados aceptables⁶¹

Las resinas compuestas son materiales que están formados por diferentes elementos, por una matriz orgánica, que puede ser BIS-GMA o UDMA, entre otros; por plastificantes que sirven para bajar la viscosidad de la matriz orgánica (ej: TEGDMA); rellenos inorgánicos que son partículas con átomos de sílice de diferentes formas y tamaños, como cuarzo, sílice, cristales o vidrios de bario, etc; agentes de enlace que unen la matriz orgánica con los compuestos de relleno; sistema de activación que es un iniciador como el peróxido de benzoilo el cual debe ser activado, en el caso de los activados por luz se utiliza la canforquinona o la lucerina^{62,63,64}

Según el tamaño de las partículas del relleno, las resinas compuestas se pueden clasificar en macro partículas (partículas de aproximadamente 10 μ), minipartículas (partículas medianas de 1 a 5 μ), micropartículas (partículas pequeñas de 0,1-0,04 μ) o nanopartículas. Cuando se mezclan tamaños de partículas se llaman híbridos o microhíbridos. También existen las nano partículas que son combinaciones de partículas muy pequeñas (aprox. 5nm) y algunas partículas formando conglomerado. También existen las resinas compuestas nanohíbridas.⁶⁵

El tamaño de la partícula va a influir en la carga de relleno y en la facilidad de pulido, dureza, resistencia mecánica y en las propiedades ópticas de la resina.⁶⁵

Las partículas de una resina compuesta pueden ser obtenidas por trituración mecánica de un bloque de mayor tamaño o por tratamiento químico de los rellenos. Estas partículas van a tener composición y tamaños diferentes⁶⁶ y estas diferencias en los contenidos de relleno juegan un importante rol en las diferencias de color entre las resinas, a menor relleno, más translucidez de la resina.⁶⁷

El comportamiento clínico de las resinas compuestas ha sido mejorado considerablemente en los últimos años con la incorporación de nano rellenos para producir una resistencia mecánica y una resistencia al desgaste adecuada mientras se conservan las propiedades estéticas. Se han desarrollado sistemas que estabilizan la polimerización para permitir la estabilidad de color, mejoras para la disminución de la contracción de polimerización para lograr una mejor adaptación marginal, se han incorporado agentes radiopacos y se han mejorado los sistemas adhesivos para mejorar la adhesión de la resina al diente. Una de las grandes mejoras fue la incorporación de la nanotecnología. Las resinas compuestas con nano relleno muestran un aumento en la resistencia mecánica, superficies más lisas y brillantes, disminución de la contracción de polimerización manteniendo una baja viscosidad. Además muestran una alta translucidez, pulido y mantención del pulido similar a las resinas compuestas de micro relleno pero manteniendo las propiedades físicas y la resistencia al desgaste como las resinas compuestas microhíbridas.⁶⁸

Las resinas compuestas de nanorelleno e híbridos muestran una mejor estabilidad de color y translucidez en comparación con las resinas que sólo tienen micro relleno. Las resinas híbridas que contienen mezcla de nano y micro relleno en proporción 2:1 son las que muestran mejor estabilidad tanto en color y translucidez. Las resinas nanorelleno mostraron mejor estabilidad de opalescencia que las resinas compuestas híbridas.⁶⁸

Optimizando la morfología del relleno y el rango del tamaño de las partículas teniendo un tamaño promedio más pequeño, se reduce la contracción de polimerización y se mejoran las propiedades estéticas de material.⁶⁹

El tamaño de las partículas de relleno es uno de los parámetros que afecta las propiedades de las resinas compuestas. Pero las resinas compuestas dependen de muchas otras cosas como la estructura química, física y mecánica del monómero, de la matriz de polímeros, de los agentes de enlace y de la concentración, tipo, tamaño y distribución de las partículas, además, del proceso de foto-activación incluyendo la naturaleza del fotoiniciador y del activador, su concentración, la intensidad de la lámpara de fotocurado y el tiempo de exposición.⁷⁰

La nanotecnología se conoce como la producción y manipulación de materiales y estructuras en un rango de 0,1 a 100 nm que se hace por procesos físicos y químicos. En las resinas compuestas híbridas la partículas van de 0,04- 20 μ y de 0,7 a 3,6 μ en

resinas compuestas micro-híbridas. Actualmente las resinas compuestas de nanorelleno tienen partículas que van a de 5 a 100 nm.⁷⁰

Se ha descubierto que el contenido de relleno es el factor más importante en la determinación de las propiedades de las resinas compuestas.⁷⁰

Existen numerosos estudios que indican que hay muchos factores que contribuyen a cambiar las propiedades ópticas de las resinas como por ejemplo el tipo de matriz, la composición del relleno, las diferencias de los índices de refracción de las partículas inorgánicas y de la fase de matriz, el tamaño de las partículas de relleno, el rango del tamaño de las partículas e incluso aquellas partículas de pigmento. Por lo tanto, la matriz, el relleno y los aditivos van a influir en la translucidez y la fluorescencia de la restauración.⁶⁷

Es por esta razón, que dentro de las características básicas del material de relleno es que debe tener buenas propiedades ópticas y físicas, similares a las del tejido dental, el material debe ser de fácil manipulación y de fácil pulido. Además, el material debe tener una adhesión suficiente al tejido dental, no debe tener sabor y debe ser biocompatible.⁷¹

Entre los rellenos encontramos el cuarzo, cerámica y sílica. Con aumento de cantidad de relleno, disminuye la contracción de polimerización, pero por otro lado, la fuerza compresiva y tensión, el módulo elástico y la resistencia al desgaste estarían aumentadas.⁷¹

El contenido de relleno de las resinas compuestas se determina por la forma del relleno. En un estudio con diferentes tipos de resinas compuestas, aquellos materiales con rellenos de resina compuestas pre polimerizadas mostraron que tenían la menor cantidad de relleno y la menor fuerza flexural y dureza. Las resinas compuestas con rellenos redondos tienen mayores cantidades de relleno, lo que está asociado con mayor dureza y mayor fuerza flexural. Para resinas compuestas híbridas con mezclas de partículas no había una relación lineal entre relleno y fuerza flexural. La unión estable entre la matriz y el relleno va a determinar las propiedades del material.⁷¹

Los nanorelleno y los nanoclusters permiten la estabilidad a largo plazo y entrega las buenas propiedades de pulido de las resinas compuestas de microrelleno. La estabilidad mecánica de las resinas compuestas híbridas es por las partículas de gran tamaño o por los nanoclusters. Los nanoclusters se van deshaciendo de a poco por medio de las nanopartículas que lo componen, como estas partículas son más pequeñas que la onda de la luz visible, la superficie se mantiene pulida por más tiempo.⁷¹

Las resinas compuestas de microrelleno en general están hechas de sílica preparada por un proceso pirogénico y las partículas tienen un tamaño promedio de 0,04 μ . Estas partículas tienden a agregarse y las estructuras de estos agregados resultan en un relleno de baja carga, lo que se traduce en baja resistencia a las fuerzas y baja resistencia al desgaste.⁷¹

Las resinas compuestas híbridas, microhíbridas y nanohíbridas contienen una amplia gama de tamaños de partículas, esta amplia distribución de tamaños de partículas permite una mayor carga de relleno resultando en una mejor resistencia a las fuerzas y mejor resistencia al desgaste. Cuando estos materiales se someten a la abrasión, la resina alrededor de las partículas de mayor tamaño se pierde lo que produce partículas de relleno protruidas. A veces se pierde toda la partícula lo que lleva a formar pequeños cráteres, esto genera irregularidades en la superficie resultando en pérdida de reflectancia de la superficie de la resina compuesta.⁷¹

Los nanocomposite son aquellos que muchos de sus rellenos se preparan con un proceso sol gel, donde las partículas de relleno se hacen a partir de un precursor líquido. Una parte de este proceso es la sintetización donde a partir de partículas pequeñas se forman partículas más grandes y se produce una adhesión entre cada partícula pequeña. Luego se inventó el sistema de aglomerado de nanopartículas o nanoclusters, que se comporta como partículas más densas y permite una mayor carga de relleno, esto permite que el material tenga la fuerza y resistencia al desgaste similar a las resinas compuestas híbridas con un mejor pulido y propiedades ópticas.⁷¹

Cuando el color de una restauración se combina con la translucidez y la fluorescencia apropiada, la restauración puede llegar a ser prácticamente idéntica al diente natural, es por eso que las restauraciones deben reproducir no sólo el color y forma, sino también la translucidez y fluorescencia del diente natural.^{41,67}

Varios fabricantes ofrecen líneas de esmalte, dentina y body con diferentes niveles de opacidad y translucidez. Sin embargo no hay estandarización al respecto de las propiedades ópticas de estas categorías y los resultados pueden ser inesperados o decepcionantes. Reconocer el nivel de translucidez de la resina compuesta es tan importante que llega a ser comparable en importancia con la elección del tono de la resina compuesta, es por eso que muchos investigadores han medido la translucidez de resinas específicas con un rango de contraste o con un parámetro de translucidez. Es una ventaja para el clínico conocer la translucidez de una resina compuesta en relación a la estructura del diente natural. Es cierto que para restauraciones pequeñas el uso de una resina compuestas que iguale en tono con una opacidad intermedia, es sencillo y da resultados adecuados, sin embargo, en situaciones estéticas de mayor complejidad, se hace necesario aplicar varias capas de resina compuesta con diferente translucidez y opacidad para generar una estética óptima lo más parecido posible al diente natural. Tener la información de los grados de translucidez y opacidad de distintas resinas compuestas en distintos grosores es muy útil para predecir la habilidad de las resinas compuestas para bloquear el paso de luz a la estructura de un diente decolorado o de un fondo oscuro.³⁵

Un importante desafío en la clínica es restaurar la forma natural del diente. Esto incluye anatomía, profundidad y translucidez en las típicas condiciones adversas encontradas en las restauraciones dentales. Los clínicos tienen que lograr un contorno perfecto en un área que presenta poco espacio y poco grosor de material y la necesidad de usar materiales opacos en capas muy delgadas. Si se hace de manera incorrecta los

resultados pueden ser inexpresivos, restauraciones sin vida porque la translucidez y profundidad son características importantes cuando se quiere replicar la naturaleza.¹⁹

Entre las marcas comerciales no hay acuerdo general en los niveles de translucidez y opacidad de las resinas compuesta o su denominación. Esto, es avalado por la literatura ya que no hay ningún reporte a la fecha que estandarice estos materiales con respecto a estos temas, además, los fabricantes no entregan o entregan muy poca información al respecto. Sin embargo, hay términos como dentina artificial u opaca que son normalmente sinónimos de resinas compuestas de alta opacidad que presentan opacidad y translucidez similares a la dentina natural. Otros términos como esmalte artificial o body son usados para denominar resinas compuestas que presentan translucidez y opacidad, así como croma, similar al del esmalte natural. También hay resinas de esmalte que se llaman translucidos o incisales que tienen translucidez más alta que lo normal que ayudan a lograr áreas de alta translucidez.¹⁹

Recientemente se desarrollaron resinas compuestas que cambian el valor de la resina para alterar el valor de la restauración.¹⁹

Por otro lado, algunos autores dicen que las resinas body son resinas que tienen translucidez intermedia entre esmalte y dentina, esto permite al clínico sustituir ambos esmalte y dentina con una sola capa. Es por esto, que los conceptos de esmalte artificial y dentina artificial se refieren a resinas compuestas diseñadas para reemplazar las propiedades físicas y mecánicas como también de color y propiedades ópticas del diente.¹⁹

La dificultad más grande aparece al elegir el esmalte artificial, ya que cada fabricante ofrece propiedades individuales específicas y, además, existe una infinita variedad de nombres. Estas resinas normalmente están diseñadas para rellenar un área limitada de la restauración.¹⁹

Estudios recientes han mostrado que el material ideal para reemplazar a la dentina debe tener un tinte y opacidad uniformes, además de eso, una amplia gama de saturaciones. Este principio se basa en un estudio colorimétrico de valores de contraste del esmalte y dentina humanas haciendo innecesario elegir colores distintos al de la escala Vita A (A1 a A4) y B (B1 a B3). Los valores de las fluctuaciones de contraste en el mismo grupo no avalan el uso de diferentes niveles de translucidez y opacidad para dentina (translucido, regular y opaca).¹⁹

En el mismo estudio, los valores colorimétricos para el esmalte varían de acuerdo a la edad dental, por lo tanto, se debe tener una amplia gama de resinas compuestas de esmalte para reemplazar el tejido dental. En el caso de esmalte joven, la elección de la resina recae en un color blanco lechoso de baja translucidez. En caso de un esmalte adulto, la resina debe tener un color neutro de translucidez media. Para esmalte envejecido, las resinas deben tener alta translucidez y un tinte amarillento.¹⁹

Después de la elección de las resinas correctas es muy importante considerar el grosor del material en cada capa porque a mayor grosor se percibe una mayor intensidad del

color y una mayor opacidad. El manejo de estas capas es crucial para obtener la opacidad, la translucidez y el croma deseados.¹⁹

Cuando se aplica un sistema con dos resinas se usa el material más opaco como dentina y el material más translúcido como esmalte.¹⁹

En comparación con esta última técnica, la técnica policromática requiere de efectos de resina que van a dar un aspecto más natural a la restauración. De manera similar, los tintes permiten más caracterización de la restauración.¹⁹

En el tercio incisal, el desafío es aún más complejo ya que los rangos de translucidez y opalescencia son mayores, este fenómeno se ve más en dientes jóvenes y tiende a ser muy translúcida y se esparce desde la línea de los mamelones hasta el halo opaco incisal. Usar un material opalescente normalmente es insuficiente para replicar de manera apropiada este fenómeno en la restauración. Para ello se necesita un análisis detallado del patrón opalescente, es por eso, que cada caso debería ser llevado a cabo usando un acercamiento especial ya que la opalescencia presenta una alta variabilidad. Otra forma recomendada es usar una resina compuesta translúcida o incisal entre las capas de dentina y esmalte para llenar las áreas entre los lóbulos y el halo incisal.¹⁹

El grosor de esta capa se relaciona directamente con el grado de translucidez requerido para el tipo de efecto requerido. A mayor capa de resina translúcida va a aumentar la percepción de profundidad y va a permitir que la restauración se vea más natural.¹⁹

Las resinas de alta translucidez no se deben usar como capa final de la restauración ya que tienden a reducir el valor de la restauración y pueden modificar el croma.¹⁹

Se debe tener presente que el resultado final de la restauración va a depender de su grosor y de los distintos grados de translucidez y opacidad de las diferentes capas de resina compuesta. Al comparar dos discos de resinas compuestas de dentina de 1 y 2 mm de grosor respectivamente, ambos cubiertos por 1 mm de resina de esmalte, se advierte que a más grosor de dentina, se presenta mayor opacidad, croma y valor, sin embargo, al comparar 2 discos de resina de 1 mm de espesor de dentina con 1 mm y 2 mm de resina de esmalte, el último presentó un valor más bajo y croma más bajo. Por lo tanto, en relación a la última capa de esmalte, es importante no perder de vista que el grosor no debe ser menospreciado ya que las restauraciones con mucha resina de alta translucidez se vuelven grises y con menor valor.¹⁹

Es importante recordar que el grosor de la resina compuesta determina el límite entre translucidez y opacidad. A medida que el grosor de una resina compuesta translúcida cromático aumenta, el valor disminuye y el croma aumenta. Al aumentar el grosor de una resina compuesta opaca, tanto el valor como el croma aumentan. La percepción cromática de las estructuras translúcidas está muy relacionada con el fondo usado para su observación. El mismo cuerpo translúcido va a presentar diferencias cuando

se pone sobre un fondo negro y blanco por separado debido a la absorción y reflexión selectiva de las longitudes de onda particulares del fondo.¹⁹

Cuando se compara resinas compuestas sobre diferentes fondos de colores, el fondo blanco tiende a ser la mejor elección de cómo se va a ver en la restauración ya que el blanco resalta la saturación y valor en compensación de cualquier fondo cromático. Las resinas compuestas translúcidas son más sensibles a un fondo blanco que las resinas opacas ya que el valor y el croma son aumentados. Las resinas de alta opacidad tienen la habilidad de actuar como opacificadores enmascarando un sustrato cromático no deseado y aumentando el valor. Para el mismo material en varios grosores, una muestra delgada del material va a mostrar mucha menos saturación, y presentará una alta translucidez y ocurrirá todo lo contrario que en una muestra gruesa.¹⁹

El nivel de pulido de la superficie también cambia la percepción cromática de la resina compuesta y es inversamente proporcional a la luminosidad. Mientras más pulida la superficie, más transmisión de luz y consecuentemente menos luminosidad. Al revés, la falta de pulido causa que la superficie se vuelva más reflectante haciendo que la restauración se vea más luminosa.¹⁹

Otro aspecto importante es la foto-polimerización ya que a medida que se produce el fotocurado, se generan cambios ópticos. Normalmente las resinas compuestas de microrelleno son más translúcidas y poseen un croma más alto antes de la polimerización. Las resinas compuestas híbridas no polimerizadas se ven más opacos y tienen un croma menos intenso, pero una vez polimerizados, el croma y la translucidez aumentan, el valor disminuye y la resina compuesta se vuelve levemente más grisácea, el mismo fenómeno ocurre en superficies húmedas.^{19,61}

Se recomienda a los dentistas considerar el color de la dentina subyacente cuando usan resinas de esmalte cromático para así evitar variaciones cromáticas no deseadas. La estratificación de la resina de esmalte cromático translúcido sobre la dentina se hace después de una mezcla de colores subjetiva, el fenómeno resultante de la interacción de luz y la materia son de gran importancia para las restauraciones estéticas ya que permiten una reproducción fidedigna de las propiedades de la dentición natural, sin embargo, un análisis inadecuado del comportamiento óptico de la dentición natural puede llevar a una falla en el proceso restaurativo.¹⁹

3.2 Características específicas de resinas compuestas analizadas

Nombre Resina Compuesta	Empresa	Tipo de partícula	Tamaño de partícula promedio	Relleno	Tipo de Matriz Orgánica	Carga de Relleno	Grado de conversión	Contracción volumétrica	Resistencia Compresiva (MPa)
Filtek Z350XT ⁷²	3M Espe	Nanohíbrido con Nanocluster (nanofilled)	4 – 20 nm 0.6 – 10 micrones	sílice no zirconio clúster zirconio/sílice	Bis-GMA UDMA TEDGMA PEDGMA Bis-EMA	78,5 %	74,36% ⁷⁸	1,97%	370
IPS Empress® Direct ⁷³	Ivoclar Vivadent™	Nanohíbrido	0,4 µm – 15nm 0,7 µm	Vidrio de Bario Trifluoruro de Iterbio Óxidos mixtos	Matriz de monómero de dimetacrilato (20-21,5%) y copolímeros (77,5-79%)	77,5 - 79%	72.0 ± 8.3 ⁷⁹	1,6%	340 ⁸⁰
Herculite XRV™ ⁷⁴	Kerr™	Nanohíbrido	0,4 – 20 a 50 micras	-	-	79%	70.1 ± 7.9 ⁷⁹	2,7 %	462
Brilliant™ NG ⁷⁵	Coltène™	Nanohíbrido con Nanopartículas	0,6 µm 0,02 – 2,5	Metacrilato Vidrio Dental Sílice Dental	-	80%	-	2,2 %	383
Glacier ⁷⁶	SDI™	Híbrido - microrelleno	0,7 µm	-	-	77,5 %	-	1,5 %	375
Opallis ⁷⁷	FGM	Nanohíbrido	0,5 µm 0,4 -3,0	Bario aluminio silicato silanizados, dióxido de silicio	Bis (GMA) Bis (EMA) UDMA TEDGMA Carfonquina	78,5 – 79,8 %	35 a 45%	3,1 %	415

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

1. ¿Existen diferencias colorimétricas significativas de resinas compuestas de esmalte A2, respecto al color original del VITA Classic, al ser medidas con el espectrofotómetro VITA Easyshade V?
2. ¿Existen diferencias colorimétricas significativas de resinas compuestas de esmalte A3, respecto al color original del VITA Classic, al ser medidas con el espectrofotómetro VITA Easyshade V?

2. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.

1. Existen diferencias colorimétricas significativas en resinas compuestas de esmalte A2, respecto al color original del VITA Classic, al ser medidas con el espectrofotómetro VITA Easyshade.
2. Existen diferencias colorimétricas significativas en resinas compuestas de esmalte A3, respecto al color original del VITA Classic, al ser medidas con el espectrofotómetro VITA Easyshade.

3. OBJETIVOS.

3.1 Objetivos Generales.

1. Determinar si existen diferencias colorimétricas significativas en resinas compuestas de esmalte A2, respecto al color original del VITA Classic, al ser medidas con el espectrofotómetro VITA Easyshade.
2. Determinar si existen diferencias colorimétricas significativas en resinas compuestas de esmalte A3, respecto al color original del VITA Classic, al ser medidas con el espectrofotómetro VITA Easyshade.

3.2 Objetivos Específicos.

- Establecer las características colorimétricas específicas mediante el espectrofotómetro VITA Easyshade en CIELab para resinas compuestas de esmalte A2 o sus equivalentes en discos de 1 mm grosor.
- Establecer las características colorimétricas específicas mediante VITA Easyshade en CIELab para resinas compuestas de esmalte A3 o sus equivalentes en discos de 1 mm grosor.
- Determinar la existencia de diferencias colorimétricas estadísticamente significativas mediante VITA Easyshade en CIELab para resinas compuestas de esmalte A2 o sus equivalentes en discos de 1 mm grosor.

- Determinar la existencia de diferencias colorimétricas estadísticamente significativas mediante VITA Easyshade en CIELab para resinas compuestas de esmalte A3 o sus equivalentes en discos de 1 mm grosor.

4. UNIVERSO Y MUESTRA

El universo de este estudio son todas las resinas compuestas de esmalte A2 y A3. Según el estudio realizado por H. Osman Elamin et al cols., [Identifying the tooth shade in group of patients using Vita Easyshade] el color de diente más frecuente en la población de estudio es A2 y A3. [Figura n°1]

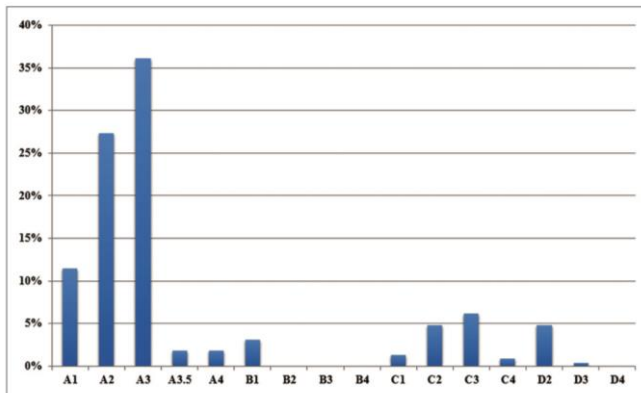


Table 1: Association between classical tooth shade and age (P=0.026)

Classical tooth shade	Age by group (%)				Total (%)
	10-20	21-30	31-40	41+	
A1	2 (0.9)	12 (5.3)	8 (3.5)	4 (1.8)	26 (11.5)
A2	16 (7)	27 (11.9)	12 (5.3)	7 (3.1)	62 (27.3)
A3	30 (13.2)	37 (16.3)	7 (3.1)	8 (3.5)	82 (36.1)
A3.5	0 (0)	2 (0.9)	2 (0.9)	0 (0)	4 (1.8)
A4	1 (0.4)	1 (0.4)	0 (0)	2 (0.9)	4 (1.8)
B1	0 (0)	4 (1.8)	0 (0)	3 (1.3)	7 (3.1)
C1	1 (0.4)	1 (0.4)	0 (0)	1 (0.4)	3 (1.3)
C2	1 (0.4)	6 (2.6)	3 (1.3)	1 (0.4)	11 (4.8)
C3	1 (0.4)	5 (2.2)	4 (1.8)	4 (1.8)	14 (6.2)
C4	1 (0.4)	0 (0)	1 (0.4)	0 (0)	2 (0.9)
D2	0 (0)	6 (2.6)	4 (1.8)	1 (0.4)	11 (4.8)
D3	0 (0)	1 (0.4)	0 (0)	0 (0)	1 (0.4)
Total	53 (23.3)	102 (44.9)	41 (18.1)	31 (13.7)	227 (100)

Figure 1: Classical tooth shade frequency

El muestreo fue seleccionado por conveniencia, y quedaron fuera de este estudio todas aquellas resinas compuestas de esmalte que ya no se encuentran disponibles en el mercado, y las marcas comerciales que no utilizan la nomenclatura del VITA Classic, ya que para efectos de este estudio, no sería posible compararlas.

5. DEFINICIÓN DE VARIABLES

5.1 Variables Dependientes: Color

Definición conceptual: Bajo condiciones naturales, la luz que ilumina un objeto es luz blanca, cual es la mezcla de todos los colores del espectro visible. Un objeto presenta un color cuando su superficie es capaz de absorber cierta longitud de onda específica de la luz incidente. Cuando una o más longitudes de ondas son reflejadas, un objeto se reconoce como un color específico.

Definición operacional: Son las diferencias matemáticas entre los valores de L*, a* y b* de los diferentes productos en cada tono. Se calcula con los promedios de los valores L*a*b* de las muestras mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta E^* = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$$

5.2 Variables Independientes: Valores CIE L*a*b correspondientes a cada muestra

Definición conceptual: Clasificación de color de manera tridimensional, donde el eje *L es de valor o brillo que va de 0 a 100 donde 0 es negro y 100 es blanco. El eje *a representa a la variación rojizo verdoso, donde los valores positivos del eje a corresponden a coloración rojiza y los valores negativos a coloración verdosa y el eje *b al amarillento azulado, donde los valores positivos corresponden al color amarillo y los valores negativos al color azul. En el caso que estos ejes sean 0 es porque son acromáticos.

Definición operacional: valores L* a* y b* del sistema CIE L*a*b obtenidos por medio de un colorímetro digital para cada muestra.

6. DISEÑO DEL ESTUDIO

Este estudio es de tipo descriptivo in vitro, basado en la elaboración, codificación y medición de color de 140 muestras de resina compuesta de color de esmalte de los tonos A2 y A3. Mediante un estudio piloto, se realizó el cálculo del tamaño muestral.

El estudio Piloto tiene por objeto poder presentar los datos adquiridos siguiendo la metodología establecida desde un comienzo para analizar la distribución de datos, el número de muestras por grupo y buscar una tendencia de los datos para aproximarse a los resultados del estudio real. Los estudios pilotos al mismo tiempo nos pueden mostrar detalles de nuestra metodología que deben ser pulidos para realizar la mejor investigación posible.

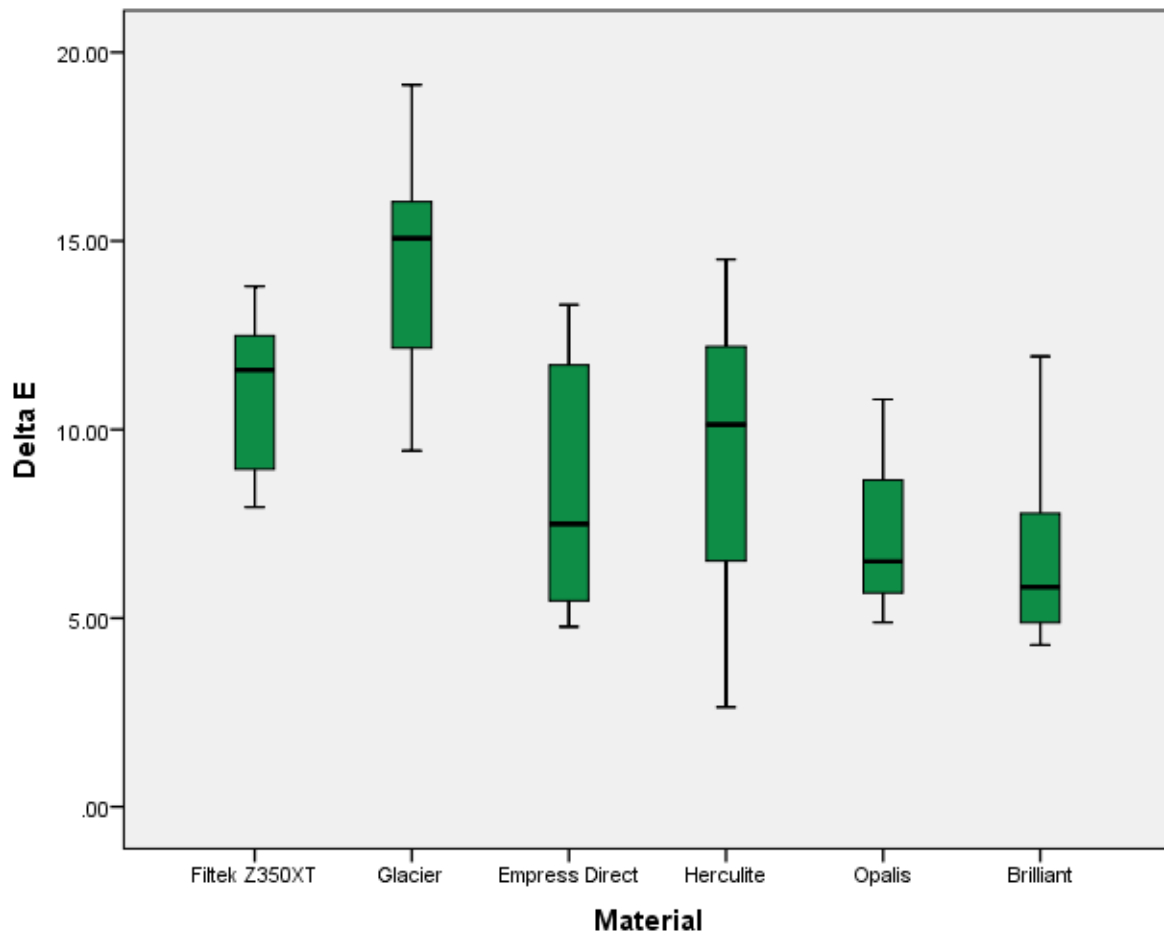
En este caso la metodología de estudio queda establecida por el grupo de trabajo y por lo tanto el objetivo principal de éste pasa a ser de importancia estadística solamente.

En este estudio lo que se realizó fue un análisis descriptivo de datos, un test estadístico de normalidad de distribución de datos y finalmente un ANOVA de 1 factor.

6.1 Color A2

6.1.1 Estudio descriptivo

Material	Media	Stdv
Filtek z350XT	10.98	2.143
Glacier	14.52	2.876
Empress Direct	8.39	3.328
Herculite	9.52	3.822
Opalis	7.15	1.934
Brilliant	6.88	2.697



Tests of Normality

Material	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Delta1 Filtek Z350XT	.198	10	.200 [*]	.909	10	.272
Glacier	.157	10	.200 [*]	.982	10	.973
Empress Direct	.274	10	.033	.847	10	.054
Herculite	.179	10	.200 [*]	.950	10	.666
Opalis	.204	10	.200 [*]	.915	10	.319
Brilliant	.225	10	.162	.832	10	.036

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

El test de normalidad nos muestra una tendencia a la normalidad de datos. El test de normalidad de datos fue realizado con el test de Shapiro-Wilk, indicado para un número de muestras pequeño. En general la distribución de datos tiende a la normalidad, si bien para el material Brilliant éste muestra una desviación de la normalidad, es necesario decir que ambos test son rígidos y que el test definido para analizar la hipótesis nula, el ANOVA, compensa este pequeño desvío de distribución.

6.1.2 ANOVA de 1 factor

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Delta1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	409.508 ^a	5	81.902	9.914	.000	.479	49.569	1.000
Intercept	5497.008	1	5497.008	665.382	.000	.925	665.382	1.000
Material	409.508	5	81.902	9.914	.000	.479	49.569	1.000
Error	446.118	54	8.261					
Total	6352.634	60						
Corrected Total	855.625	59						

a. R Squared = .479 (Adjusted R Squared = .430)

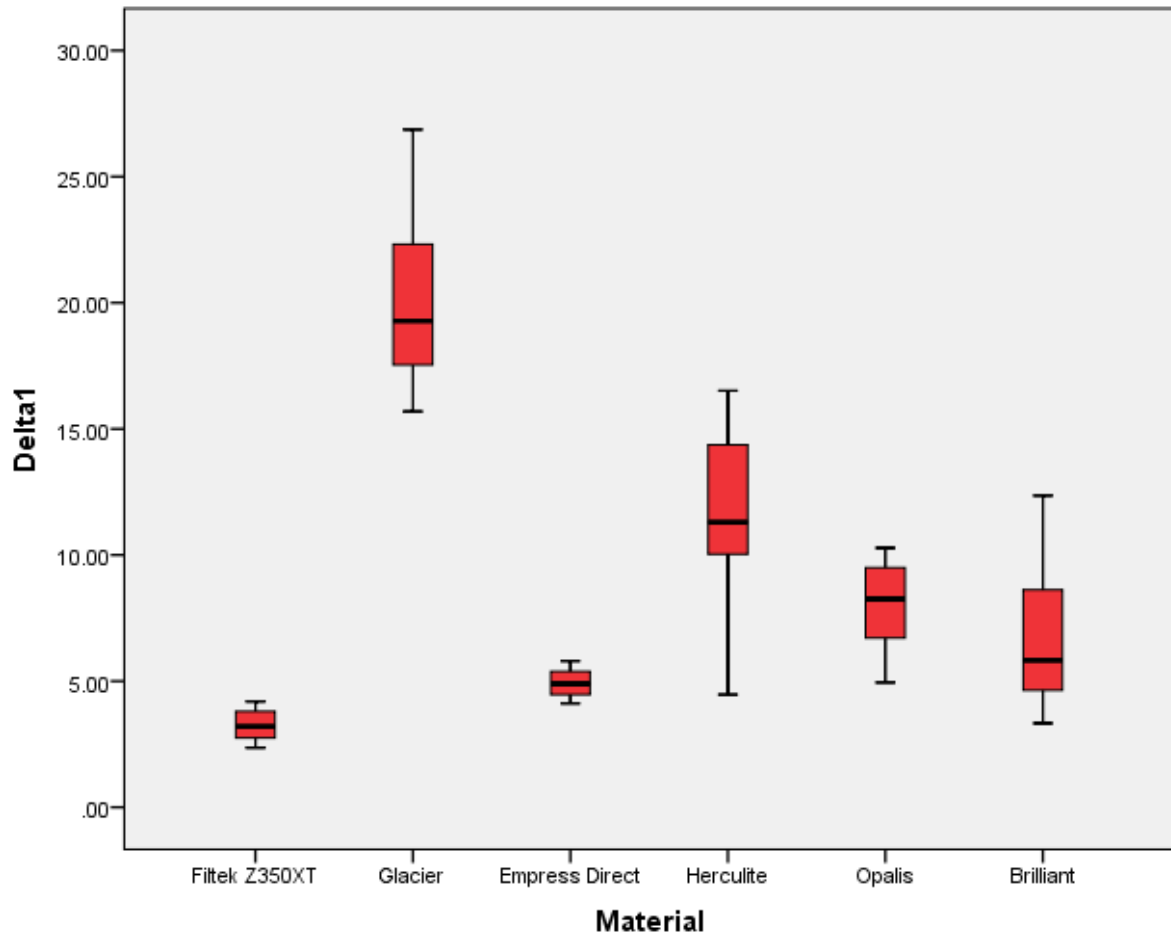
b. Computed using alpha = .05

ANOVA muestra una diferencia estadísticamente significativa y un poder suficiente para establecer que el número de muestras por grupo es suficiente para realizar el estudio.

6.2 Color A3

6.2.1 Estudio descriptivo

Material	Media	Stdv
Filtek z350XT	3.26	0.65
Glacier	20.15	3.532
Empress Direct	4.96	0.528
Herculite	11.17	3.745
Opalis	7.95	1.961
Brilliant	6.71	2.691



En este caso el test de normalidad de distribución de datos de Shapiro-Wilks nos muestra una distribución normal para todos los materiales.

Tests of Normality

Material	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Delta1 Filtek Z350XT	.179	10	.200 [*]	.926	10	.412
Glacier	.163	10	.200 [*]	.935	10	.503
Empress Direct	.151	10	.200 [*]	.966	10	.856
Herculite	.181	10	.200 [*]	.943	10	.590
Opalis	.215	10	.200 [*]	.894	10	.189
Brilliant	.186	10	.200 [*]	.925	10	.405

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

6.2.2 ANOVA de 1 factor

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Delta1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	1846.651 ^a	5	369.330	57.872	.000	.843	289.362	1.000
Intercept	4896.609	1	4896.609	767.276	.000	.934	767.276	1.000
Material	1846.651	5	369.330	57.872	.000	.843	289.362	1.000
Error	344.617	54	6.382					
Total	7087.877	60						
Corrected Total	2191.269	59						

a. R Squared = .843 (Adjusted R Squared = .828)

b. Computed using alpha = .05

En este caso ANOVA también muestra una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos y un poder suficiente para justificar el tamaño muestral del estudio.

7. OBTENCIÓN DE MUESTRAS

7.1 Confección de Muestras

Para la realización de las muestras se utilizaron sistemas de resina compuesta con fecha de vencimiento que supere la fecha de término de la fase experimental en al menos 6 meses. Se seleccionaron jeringas de los siguientes sistemas:

- Esmalte A2 y A3 - Filtek Z350 XT® 3MEspe™
- Esmalte A2 y A3 - Empress Direct® de Ivoclar Vivadent™

- Esmalte A2 y A3 - Brilliant NG® de Coltène™
- Esmalte A2 y A3 - Opallis® de FGM
- Esmalte A2 y A3 Herculite® XRV Ultra™
- Esmalte A2 y A3 Glacier SDI

El Operador A fue el encargado de confeccionar todas las muestras. Para cada jeringa de resina se confeccionaron discos con un grosor de 1 mm (+/-0,1mm) y un diámetro de 7 mm. Se utilizó un solo patrón confeccionado en metal de dos piezas, una base metálica y una tapa rosca en la que se ubica una apertura circular de 7mm de diámetro y 1 mm de profundidad.

Es importante recalcar que cada operador estuvo utilizando todas las barreras de seguridad para no contaminar las muestras (uso de guantes de vinilo, mascarilla, gorro clínico, traje clínico). También es importante mencionar que todo el procedimiento fue realizado en el Laboratorio de Operatoria de la Universidad de Valparaíso de Chile, con el objeto de que el procedimiento del experimento se llevará a cabo en las mejores condiciones posibles.



Imagen nº 1: Campo operatorio en el que se realizó la confección de muestras.

El proceso de confección de cada muestra fue el siguiente:

1. Se abrió el conformador y se limpió con una gasa estéril y alcohol al 90%.

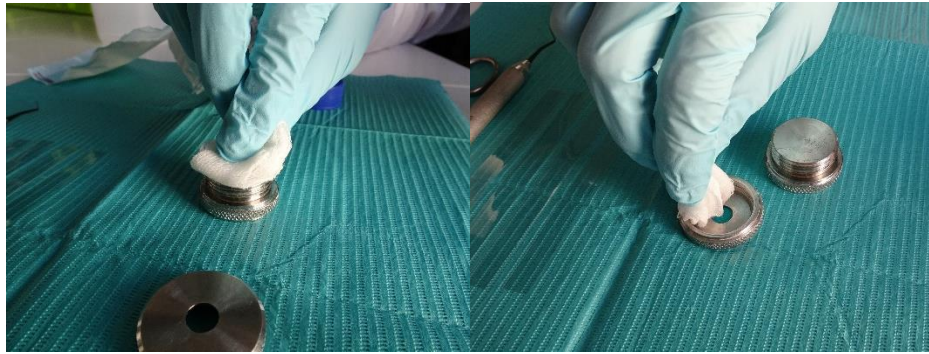


Imagen nº 2

Imagen nº 3

2. Se ubicó una lámina de poliacetato en la base del conformador.



Imagen nº 4.

3. Se cerró la tapa rosca sobre el conformador hasta quedar aprisionando la lámina de poliacetato.



Imagen nº 5.

4. Se porcionó desde la jeringa de resina compuesta con una espátula HU-Friedy XTS de PFI y se aplicó sobre el conformador llenándolo completamente en 1 incremento.

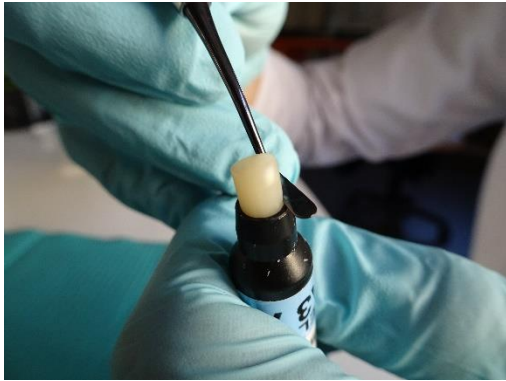


Imagen nº 6

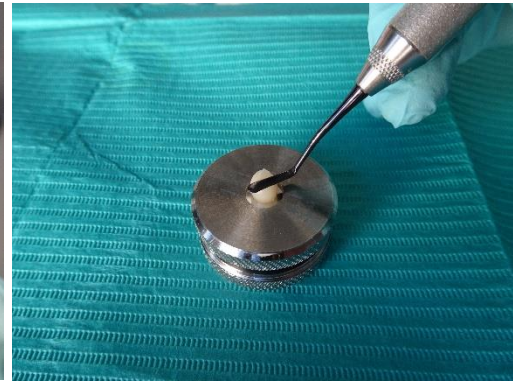


Imagen nº 7

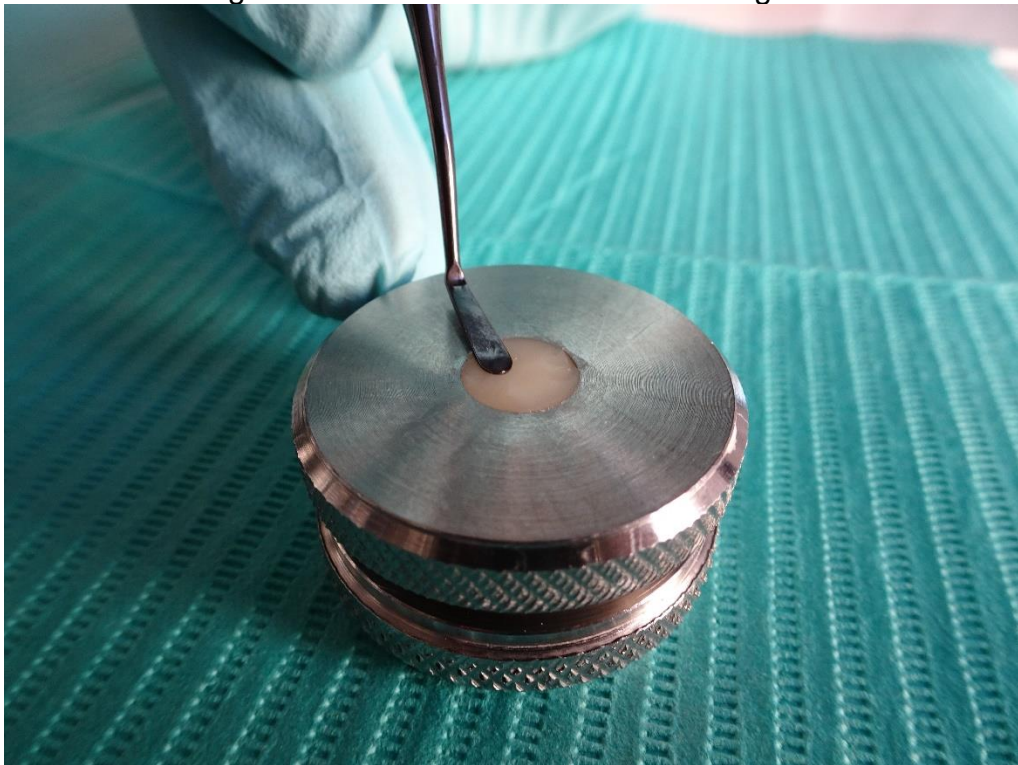


Imagen nº 8

5. Se colocó una lámina de poliacetato sobre el conformador y sobre esta una placa de Petri.

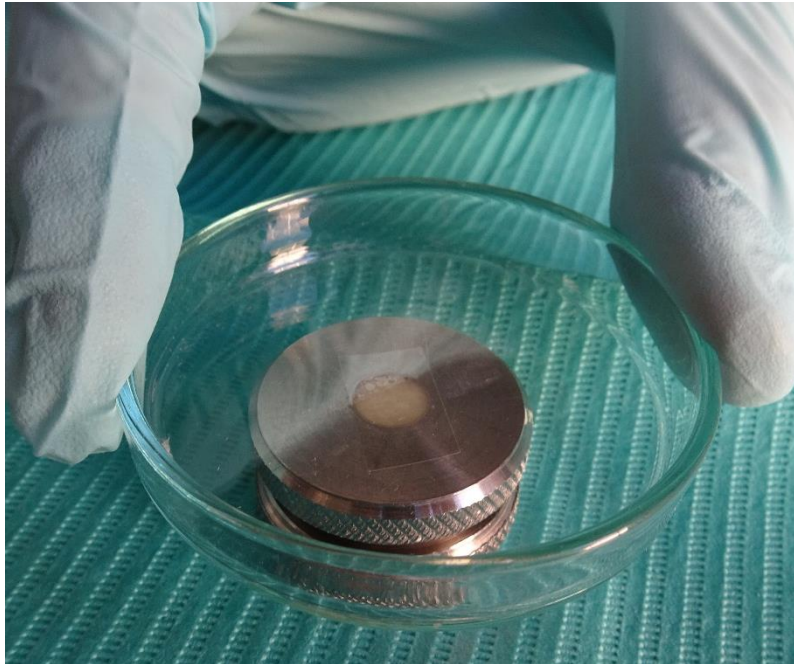


Imagen nº 9

6. Aplicando presión con la placa de Petri, se fotopolimerizó los discos inicialmente por 20 segundos.

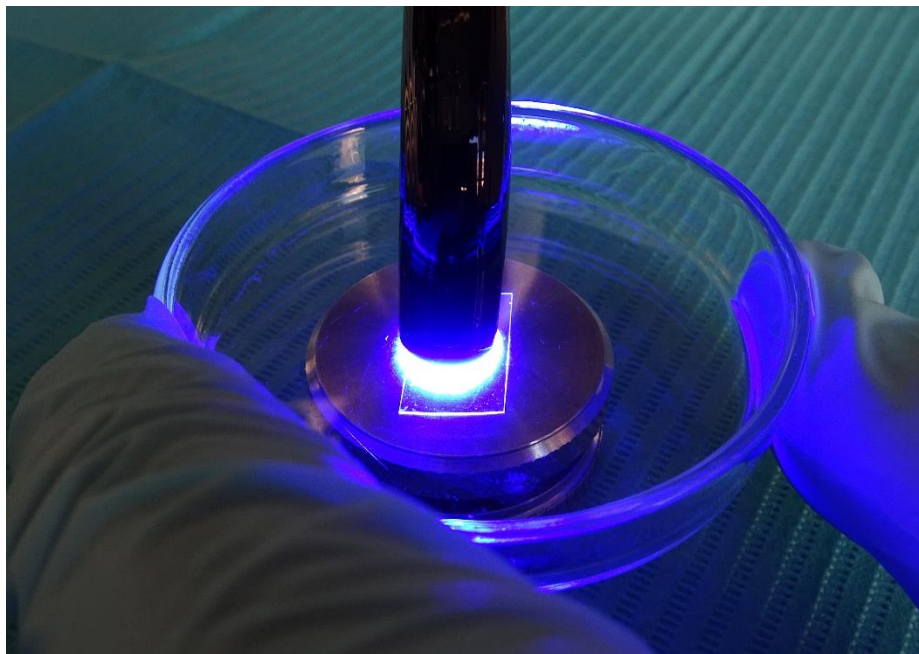


Imagen nº 10

7. Se realizó una segunda fotopolimerización de 20 segundos sin el portaobjetos, manteniendo la banda de poliacetato.

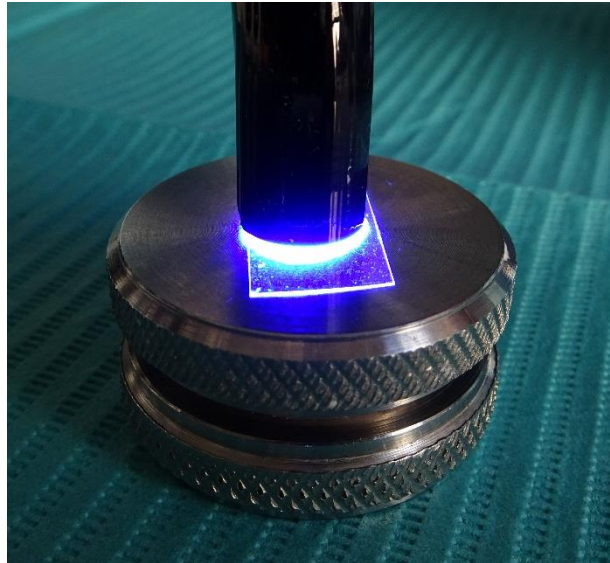


Imagen nº 11

8. Se abrió el conformador, dejando la tapa separada del conformador y se fotopolimerizó por la cara inferior del disco por 20 segundos.

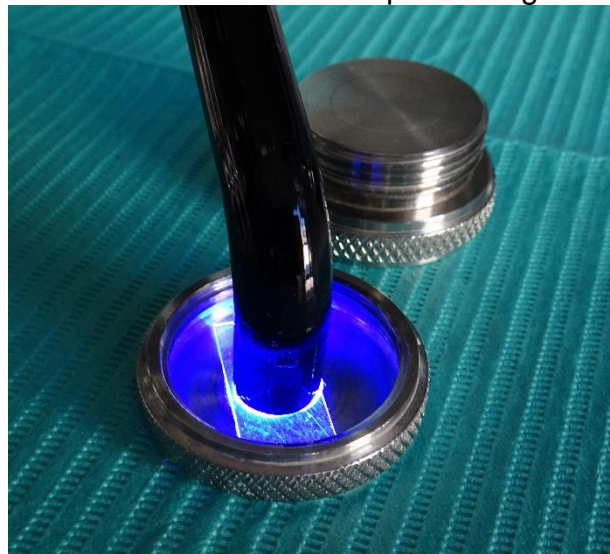


Imagen nº 12

9. Los discos fueron almacenados en bolsas plásticas rotuladas dentro de una caja plástica que fue codificada y dividida por tono y marca.

Cada fotopolimerización fue realizada con una lámpara LED Bluephase 5 con una intensidad constante, en las tres oportunidades.

7.2 Rotulación, Etiquetado y Almacenaje de las Muestras:

El Operador B fue el encargado de rotular, etiquetar y almacenar las muestras. Para cada jeringa de resina compuesta, se confeccionaron 10 discos, estos fueron envasados en bolsas plásticas individuales.

Las muestras fueron rotuladas según el alfabeto radial por el operador B, manteniendo la codificación como secreto, para garantizar mediciones sin sesgo.

Luego de ser rotuladas las bolsas con los discos, estas fueron separadas por tono y marca, para ser almacenadas sus respectivas cajas:

Resina/Tono	A2 o equivalente	A3 o equivalente
Brilliant NG® de Coltène™	Juliett	November
Filtek Z350 XT® 3MEspe™	Alfa	Mike
Empress Direct® de Ivoclar Vivadent™	Charlie	India
Herculite® XRV Ultra™	Golf	Delta
Opallis® de FGM	Lima	Kilo
Glacier SDI	Bravo	Foxtrot

7.3 Medición de las Muestras

Todas las mediciones fueron realizadas por el Operador C.

a) Mediciones de Grosor:

1. Se abrió la caja de discos de resina codificados y un operador que desconocía el significado de la codificación
2. Se sacó un disco de la bolsa y mediante un calibrador de grosores análogo metálico se midió, registrando el grosor en milímetros en la etiqueta de la bolsa individual
3. Se guardó el disco en la bolsa correspondiente y se continuó con el siguiente.
4. Esto se realizó para todas las muestras.
5. Posteriormente los datos del grosor fueron traspasados a una planilla de Excel, ordenándolos según la codificación de la bolsa.

**Ningún disco de grosor distinto a 1 mm (+/- 0,1mm) fue utilizado en el estudio.

b) Mediciones de color:

Se encendió el equipo Vita Easyshade y se conectó mediante bluetooth a un computador con el programa VITA Assist para la recolección de datos.

Posteriormente, se ubicó la muestra de resina compuesta seleccionada sobre un fondo negro opaco en el interior de una cámara oscura, diseñada especialmente para que

no existan fuentes de luz externas que alteren la medición, y que a su vez permita que el procedimiento pueda ser fotografiado y/o grabado.



Imagen nº 13



Imagen nº 14



Imagen nº 15

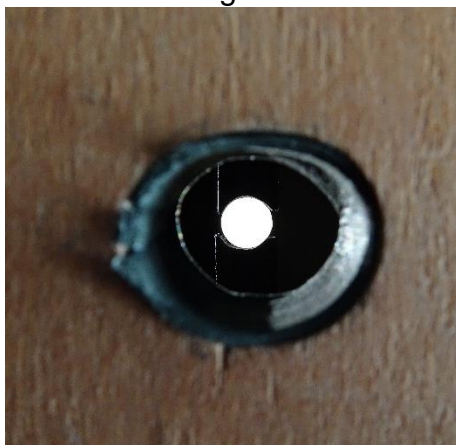


Imagen nº 16

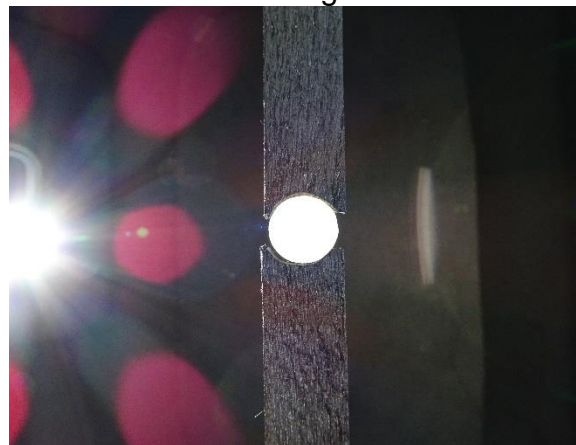


Imagen nº 17

Las mediciones fueron realizadas, de acuerdo con las especificaciones del fabricante, luego de calibrar el VITA Easyshade con su base, para cada medición de promedio color.

Cada medición del programa promedio de color, requiere según el fabricante al menos 5 tomas de color, por lo que se realizaron 7 tomas de color, cuyo promedio otorgó 1 medición de valores para CIEL a*b.

Esto se realizó 5 veces por cada muestra, obteniendo los datos desde la pantalla del computador y registrándolos en planillas de Excel® Office 365® versión 2016 de Microsoft™.

Para el cálculo de la diferencia de color de CIE L*a*b (E*) entre los tonos de esmalte y se utilizó la siguiente ecuación: $\Delta E^* = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$

Donde Δ son las diferencias matemáticas entre L*, a* y b* de los diferentes productos en cada tono. Para definir la relación entre las diferencias entre rangos colorimétricos y diferencias de percepción visual de color, se consideraron como diferencias perceptibles clínicamente aquellas diferencias colorimétricas mayores a 3.3.⁸¹

7.4 Materiales utilizados para el estudio

Para el presente estudio se utilizaron los siguientes materiales:

- 1 loseta de vidrio de 5mm de espesor, 10cm x 10cm.
- Bandas de poliacetato.
- Guantes de Nitrilo.
- Espátula de resina compuesta HU-Friedy XTS de PFI.
- Conformador de muestras metálico de 2 piezas con tapa rosca.
- Caliper análogo metálico.
- VITA Easyshade® V.
- Jeringas A2, A3, Herculite de Esmalte.
- Jeringas A2, A3, Brilliant NG de Esmalte.
- Jeringas A2, A3, Opallis FGM de Esmalte.
- Jeringas A2, A3, Empress® Direct de Esmalte.
- Jeringas A2, A3, Filtek X350XT® de Esmalte.
- Lámpara de fotocurado Bluephase 5.
- Cámara oscura.
- Paños de microfibra.
- Alcohol desnaturalizado al 90%.
- Microsoft Excel 2007.

7.5 Recolección de Datos

Para la obtención de los datos se encendió el equipo Vita Easyshade y se conectó mediante bluetooth a un computador con el programa VITA Assist. Las muestras fueron manipuladas con guantes de nitrilo y ubicadas sobre un fondo negro en el

interior de una cámara oscura especialmente diseñada, con el fin de evitar contaminaciones y fuentes de externas de luz.

Las mediciones fueron realizadas, de acuerdo con las especificaciones del fabricante, luego de calibrar el VITA Easyshde con su base, para cada medición de promedio color.

Cada medición del programa promedio de color, requiere según el fabricante al menos 5 tomas de color, por lo que se realizaron 7 tomas de color, cuyo promedio otorgó 1 medición de valores para CIEL a*b y CIEL H*c.

Esto se realizó 5 veces por cada muestra, obteniendo los datos desde la pantalla del computador y registrándolos en planillas de Excel® Office 365® versión 2016 de Microsoft™.

IV. RESULTADOS

1. ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de los datos se efectuó de acuerdo a los datos obtenidos en escala CIE L*a*b en los diferentes tipos de resinas compuestas sobre negro/azul. El análisis se realizó con el programa computacional para el análisis de datos Excel® Office 365® versión 2016 de Microsoft™.

Para el análisis estadístico en esta sección se utilizó la siguiente notación:

Al ser muestras pequeñas se utilizaron, se tomaron 5 mediciones de cada una, obteniendo un promedio de estos datos y desviaciones medias. Luego para medir la eficacia de la muestra se considera la desviación media respecto de la media aritmética, que se define como la media aritmética de los valores absolutos de las diferencias entre los valores de la variable y la media aritmética, y cuya expresión es la siguiente:

$$D_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k |x_j - \bar{x}| n_i$$

Con estos resultados se aplicaron las fórmulas para determinar TP y ΔE^* y dichos resultados fueron incorporados en una tabla y fueron comparados y descritos para cada tipo de resina.

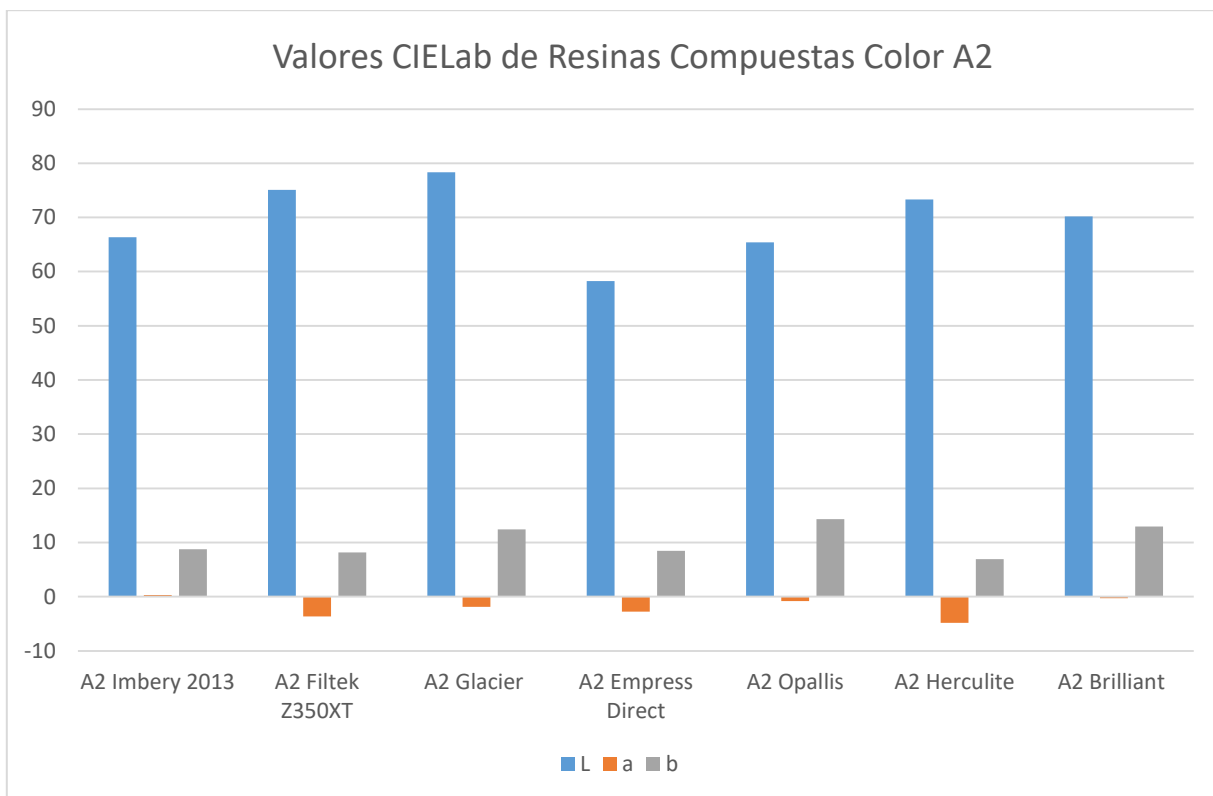
2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Programa computacional

- Excel® Office 365® versión 2016 de Microsoft™

Se realizó un estudio descriptivo y luego se analizaron los datos por el test ANOVA para los grupos de color A2 y A3 por separado, siendo comparados los valores de las mediciones con el valor respectivo CIELab.

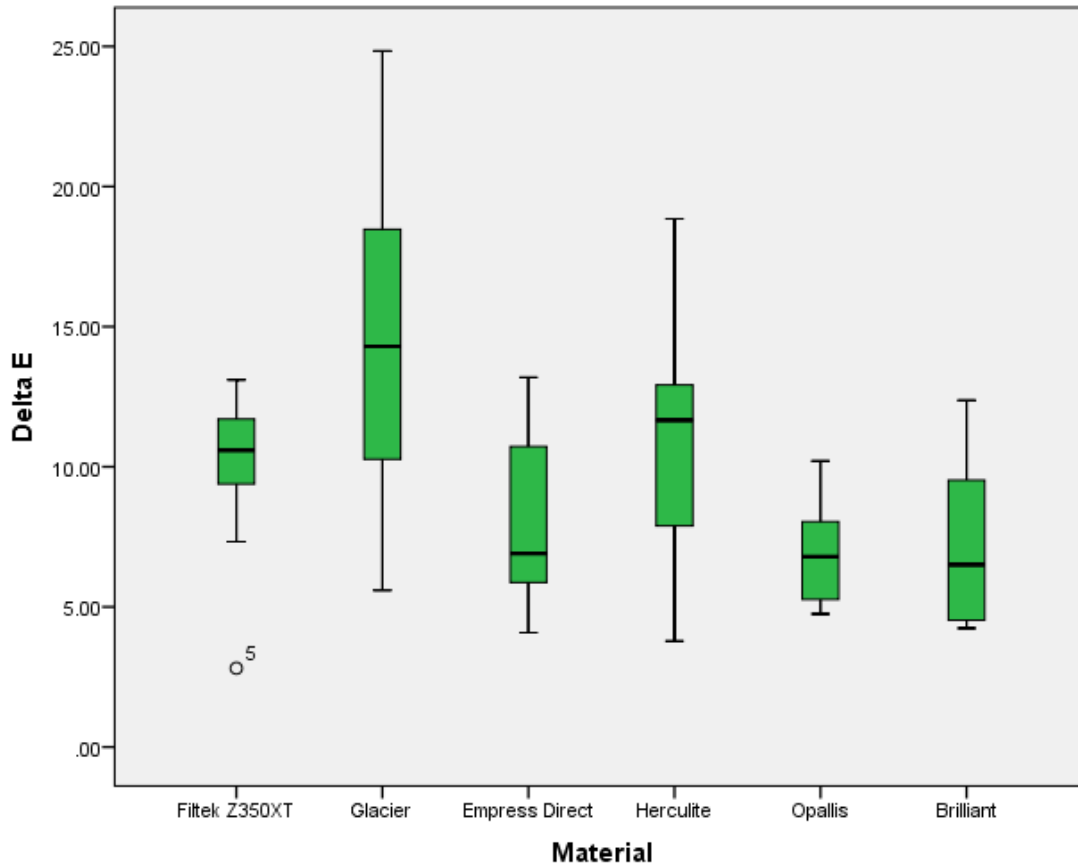
2.1 Color A2



2.1.1 Estudio descriptivo

Cada media obtenida refleja la diferencia numérica respecto a la referencia del valor CIELab del color A2 obtenido en el estudio de Imbery 2013, expresada como valor delta E, cabe destacar que menor delta E representa menor lejanía respecto al color que debería obtenerse idealmente al medir el disco de resina compuesta.

Material	Media	Stdv
Filtek z350XT	9.88	2.962
Glacier	14.37	5.775
Empress Direct	8.21	3.051
Herculite	10.84	4.799
Opallis	6.92	1.752
Brilliant	7.15	2.825



El gráfico de barras representa de manera visual la variación

Tests of Normality

Material	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Delta2 Filtek Z350XT	.235	10	.127	.853	10	.063
Glacier	.144	10	.200*	.977	10	.944
Empress Direct	.230	10	.143	.911	10	.291
Herculite	.133	10	.200*	.958	10	.763
Opalis	.127	10	.200*	.954	10	.715
Brilliant	.197	10	.200*	.896	10	.198

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

El test de normalidad de distribución de datos de Shapiro-Wilk nos muestra una distribución normal de datos y, por consiguiente, nos entrega la posibilidad de realizar un test de ANOVA de 1 factor para poder realizar el análisis de hipótesis nula.

2.1.2 ANOVA de 1 factor

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Delta2

F	df1	df2	Sig.
2.314	5	54	.056

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Material

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Delta2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	394.864 ^a	5	78.973	5.542	.000	.339	27.709	.985
Intercept	5485.719	1	5485.719	384.945	.000	.877	384.945	1.000
Material	394.864	5	78.973	5.542	.000	.339	27.709	.985
Error	769.535	54	14.251					
Total	6650.118	60						
Corrected Total	1164.398	59						

a. R Squared = .339 (Adjusted R Squared = .278)

b. Computed using alpha = .05

El test de ANOVA de 1 factor nos muestra una diferencia estadísticamente significativa para la variable Material ($p < .001$), en otras palabras, existe una diferencia estadísticamente significativa de mediciones de Delta E para los distintos grupos de materiales.

Para analizar que grupos difieren de otros, se realizó un análisis Post-Hoc de Tukey que presenta un buen poder de análisis.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Delta2

Tukey HSD

(I) Material	(J) Material	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Filtek Z350XT	Glacier	-4.4920	1.68823	.100	-9.4798	.4958
	Empress Direct	1.6660	1.68823	.920	-3.3218	6.6538
	Herculite	-.9650	1.68823	.992	-5.9528	4.0228
	Opalis	2.9550	1.68823	.506	-2.0328	7.9428
	Brilliant	2.7330	1.68823	.590	-2.2548	7.7208
Glacier	Filtek Z350XT	4.4920	1.68823	.100	-.4958	9.4798
	Empress Direct	6.1580*	1.68823	.007	1.1702	11.1458
	Herculite	3.5270	1.68823	.308	-1.4608	8.5148
	Opalis	7.4470*	1.68823	.001	2.4592	12.4348
	Brilliant	7.2250*	1.68823	.001	2.2372	12.2128
Empress Direct	Filtek Z350XT	-1.6660	1.68823	.920	-6.6538	3.3218
	Glacier	-6.1580*	1.68823	.007	-11.1458	-1.1702
	Herculite	-2.6310	1.68823	.629	-7.6188	2.3568
	Opalis	1.2890	1.68823	.972	-3.6988	6.2768
	Brilliant	1.0670	1.68823	.988	-3.9208	6.0548
Herculite	Filtek Z350XT	.9650	1.68823	.992	-4.0228	5.9528
	Glacier	-3.5270	1.68823	.308	-8.5148	1.4608
	Empress Direct	2.6310	1.68823	.629	-2.3568	7.6188
	Opalis	3.9200	1.68823	.203	-1.0678	8.9078
	Brilliant	3.6980	1.68823	.259	-1.2898	8.6858
Opalis	Filtek Z350XT	-2.9550	1.68823	.506	-7.9428	2.0328
	Glacier	-7.4470*	1.68823	.001	-12.4348	-2.4592
	Empress Direct	-1.2890	1.68823	.972	-6.2768	3.6988
	Herculite	-3.9200	1.68823	.203	-8.9078	1.0678
	Brilliant	-.2220	1.68823	1.000	-5.2098	4.7658
Brilliant	Filtek Z350XT	-2.7330	1.68823	.590	-7.7208	2.2548
	Glacier	-7.2250*	1.68823	.001	-12.2128	-2.2372
	Empress Direct	-1.0670	1.68823	.988	-6.0548	3.9208
	Herculite	-3.6980	1.68823	.259	-8.6858	1.2898
	Opalis	.2220	1.68823	1.000	-4.7658	5.2098

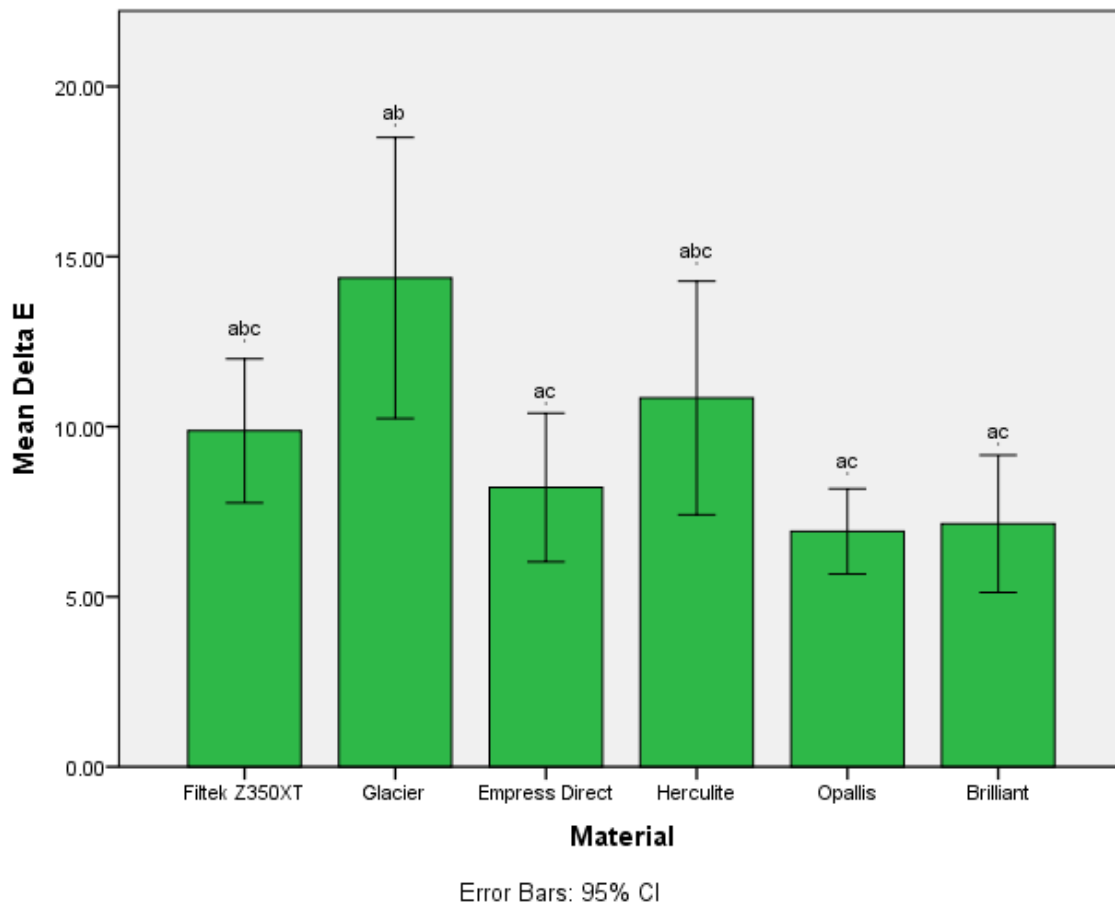
Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 14.251.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

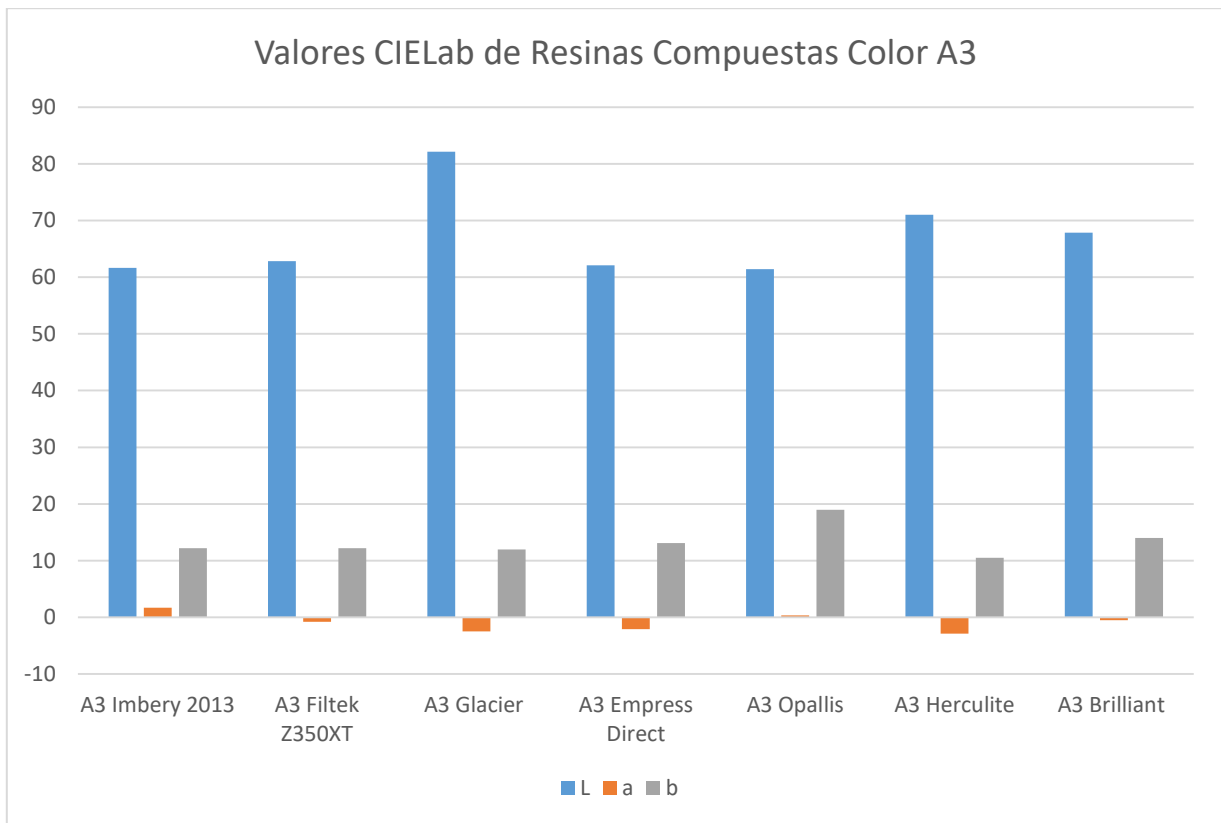
Material	Media (Stdv)
Filtek z350XT	9.88 (2.962) abc
Glacier	14.37 (5.775) ab
Empress Direct	8.21 (3.051) ac
Herculite	10.84 (4.799) abc
Opallis	6.92 (1.752) ac
Brilliant	7.15 (2.825) ac

Visualmente podemos ver estas diferencias en un gráfico de barras donde se incluyen los intervalos de confianza del 95%.



Donde se ve que Glacier tiene un Delta E estadísticamente mayor a Empress Direct, Opallis y Brilliant, pero que el resto de los grupos no presentan diferencias estadísticamente significativas en sus Delta E.

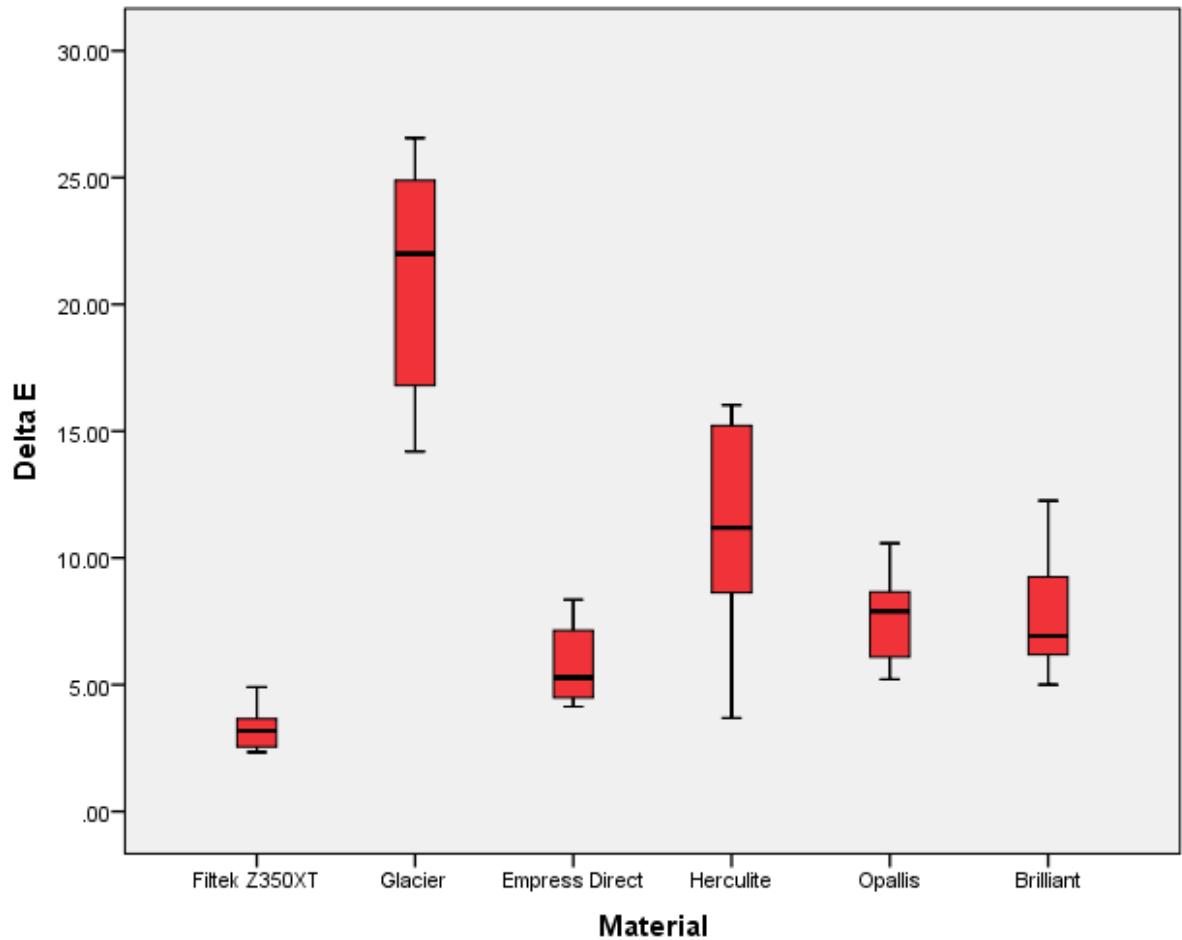
2.2 Color A3



2.2.1 Estudio descriptivo

Cada media obtenida refleja la diferencia numérica respecto a la referencia del valor CIELab del color A3 obtenido en el estudio de Imbery 2013, expresada como valor delta E, cabe destacar que menor delta E representa menor lejanía respecto al color que debería obtenerse idealmente al medir el disco de resina compuesta.

Material	Media	Stdv
Filtek z350XT	3.39	0.954
Glacier	21.05	4.814
Empress Direct	5.73	1.511
Herculite	10.79	4.49
Opalis	7.78	1.88
Brilliant	7.68	2.443



Tests of Normality

Material		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Delta2	Filtek Z350XT	.166	9	.200 [*]	.883	9	.169
	Glacier	.203	10	.200 [*]	.887	10	.156
	Empress Direct	.207	10	.200 [*]	.880	10	.130
	Herculite	.138	10	.200 [*]	.911	10	.285
	Opalis	.120	10	.200 [*]	.942	10	.576
	Brilliant	.306	10	.009	.856	10	.068

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

El test de normalidad nos sugiere una distribución normal de datos para los grupos.

Cabe destacar que para este color se omitió uno de los cálculos ya que se manifiesta como un valor extremo.

Si bien este valor afecta el cálculo de la Media del grupo Filtek Z350XT, no tiene mayor influencia en el resto del test estadístico.

2.2 ANOVA de 1 factor

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Delta2

F	df1	df2	Sig.
8.918	5	53	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Material

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Delta2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	1891.033 ^a	5	378.207	39.820	.000	.790	199.102	1.000
Intercept	5208.325	1	5208.325	548.371	.000	.912	548.371	1.000
Material	1891.033	5	378.207	39.820	.000	.790	199.102	1.000
Error	503.384	53	9.498					
Total	7724.489	59						
Corrected Total	2394.418	58						

a. R Squared = .790 (Adjusted R Squared = .770)

b. Computed using alpha = .05

El test estadístico ANOVA nos muestra una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de Materiales ($p < .001$).

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Delta2

Tukey HSD

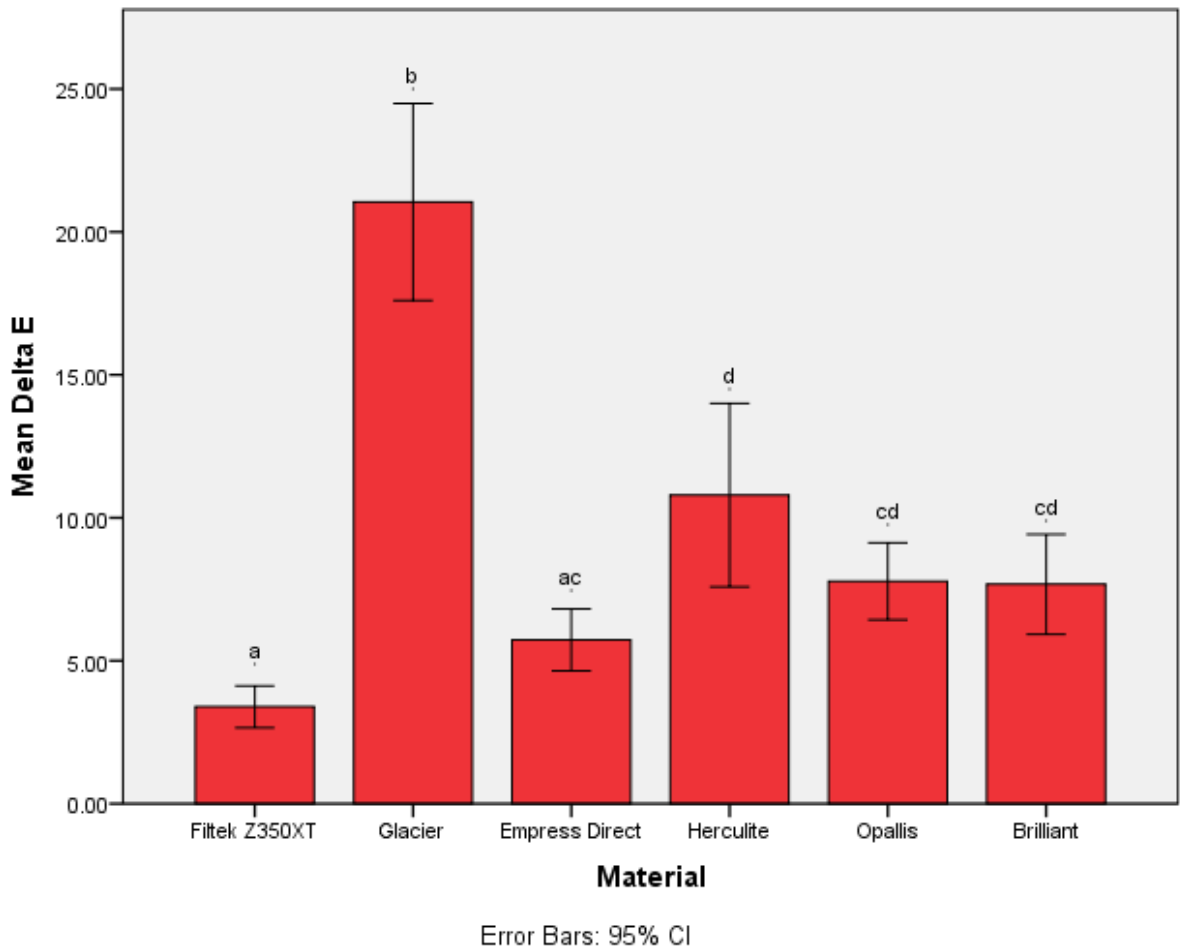
(I) Material	(J) Material	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Filtek Z350XT	Glacier	-17.6581*	1.41601	.000	-21.8446	-13.4717
	Empress Direct	-2.3421	1.41601	.567	-6.5286	1.8443
	Herculite	-7.4041*	1.41601	.000	-11.5906	-3.2177
	Opalis	-4.3921*	1.41601	.035	-8.5786	-.2057
	Brilliant	-4.2871*	1.41601	.042	-8.4736	-.1007
Glacier	Filtek Z350XT	17.6581*	1.41601	.000	13.4717	21.8446
	Empress Direct	15.3160*	1.37825	.000	11.2412	19.3908
	Herculite	10.2540*	1.37825	.000	6.1792	14.3288
	Opalis	13.2660*	1.37825	.000	9.1912	17.3408
	Brilliant	13.3710*	1.37825	.000	9.2962	17.4458
Empress Direct	Filtek Z350XT	2.3421	1.41601	.567	-1.8443	6.5286
	Glacier	-15.3160*	1.37825	.000	-19.3908	-11.2412
	Herculite	-5.0620*	1.37825	.007	-9.1368	-.9872
	Opalis	-2.0500	1.37825	.674	-6.1248	2.0248
	Brilliant	-1.9450	1.37825	.720	-6.0198	2.1298
Herculite	Filtek Z350XT	7.4041*	1.41601	.000	3.2177	11.5906
	Glacier	-10.2540*	1.37825	.000	-14.3288	-6.1792
	Empress Direct	5.0620*	1.37825	.007	.9872	9.1368
	Opalis	3.0120	1.37825	.262	-1.0628	7.0868
	Brilliant	3.1170	1.37825	.228	-.9578	7.1918
Opalis	Filtek Z350XT	4.3921*	1.41601	.035	.2057	8.5786
	Glacier	-13.2660*	1.37825	.000	-17.3408	-9.1912
	Empress Direct	2.0500	1.37825	.674	-2.0248	6.1248
	Herculite	-3.0120	1.37825	.262	-7.0868	1.0628
	Brilliant	.1050	1.37825	1.000	-3.9698	4.1798
Brilliant	Filtek Z350XT	4.2871*	1.41601	.042	.1007	8.4736
	Glacier	-13.3710*	1.37825	.000	-17.4458	-9.2962
	Empress Direct	1.9450	1.37825	.720	-2.1298	6.0198
	Herculite	-3.1170	1.37825	.228	-7.1918	.9578
	Opalis	-.1050	1.37825	1.000	-4.1798	3.9698

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 9.498.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Material	Media (Stdv)
Filtek z350XT	3.39 (0.954) a
Glacier	21.05 (4.814) b
Empress Direct	5.73 (1.511) ac
Herculite	10.79 (4.49) d
Opallis	7.78 (1.88) cd
Brilliant	7.68 (2.443) cd



El test Post-Hoc del análisis nos muestra que la resina compuesta Glacier posee un Delta E mayor al resto de las resinas, siendo estadísticamente distinta, seguido por Herculite que difiere estadísticamente de Empress Direct y Filtek Z350XT, pero no así de Opallis y Brilliant que además son estadísticamente iguales; y que Filtek Z350XT posee el Delta E menor del grupo solo siendo estadísticamente igual a Empress Direct.

La resina compuesta Empress Direct es estadísticamente igual a las resinas Opallis y Brilliant.

V. DISCUSIÓN

¿Cuál es la verosimilitud de los colores que entregan los fabricantes de los sistemas de resinas compuestas? Varios estudios han comparado la compatibilidad de compuestos de resina de designación de color idéntica y concluyeron que a menudo existe una escasa compatibilidad de color entre los pares de tonos.^{82, 83} De hecho, Paravina et al. concluyeron que el 75% de los pares de tonos que probaron mostraron un color "no coincidente". Así mismo el estudio de Da Costa et Al. 2010³, demostró que solo unas pocas marcas de resinas compuestas coincidieron con las tonalidades de la guía de colores de Vita correspondientes.

La determinación del color es un procedimiento delicado que se considera tiene un papel principal en el éxito clínico del tratamiento restaurador. Estudios previos mostraron que el análisis de tonalidades asistido por computadora es más preciso y consistente en comparación con el método visual, mientras que los espectrofotómetros son el estándar más confiable para los estudios de igualación de colores.^{84, 85}

La capacidad de estandarizar tonos de resinas compuestas de diferentes fabricantes a una única guía de color aún requiere una mayor exploración. Es por esta razón que cobra relevancia determinar, a través de una medición instrumental, si los sistemas de resinas compuestas que se rigen por la escala VITA clásica reproducen el color que indican.

Para dilucidar la respuesta a la pregunta propuesta al inicio de esta investigación, se midió el color de 6 sistemas de resinas compuestas de esmalte en sus tonalidades más comunes A2-A3, en muestras de 1 mm de grosor, mediante el espectrofotómetro VITA Easyshade V, y así evaluar su reproducción de color respecto a la escala VITA Clásica correspondiente. Cada media obtenida refleja la diferencia numérica respecto a la referencia del valor CIELab del color A2-A3 obtenido en el estudio de Imbery 2013, expresada como valor delta E. Cabe destacar que menor delta E representa menor lejanía respecto al color que debería obtenerse idealmente al medir el disco de resina compuesta.

Así se establecieron dos hipótesis de investigación a evaluar:

1. Existen diferencias colorimétricas significativas en resinas compuestas de esmalte A2, respecto al color original del VITA Classic, al ser medidas con el espectrofotómetro VITA Easyshade.
2. Existen diferencias colorimétricas significativas en resinas compuestas de esmalte A3, respecto al color original del VITA Classic, al ser medidas con el espectrofotómetro VITA Easyshade.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio experimental se confirman ambas hipótesis, ya que ninguna de las resinas compuestas evaluadas logra estar bajo el umbral mínimo de perceptibilidad. El valor delta E de las resinas compuestas

evaluadas supera el umbral mínimo de perceptibilidad cuyo rango es 3,33 a 3,7. (valores mínimos que el ojo humano puede distinguir en condiciones clínicas normales).¹¹

La única excepción en los resultados fue la resina compuesta Filtek Z350 XT en tono A3, el cual se encuentra bajo el umbral de perceptibilidad, y podría entonces concluirse que esta es la única resina compuesta que podría encontrarse en relación al color A3 de la escala Vita Clásica.

El resultado de Filtek Z350XT puede deberse a las características ópticas del composite, como ejemplo podría proponerse la menor translucidez en relación a las demás resinas compuestas. Esto debido a que tiene mayor grado de conversión por estar compuesto por partículas nanohíbridas y nanoclusters, o por el tipo de matriz orgánica que presenta la resina compuesta.^{86, 87}

Otros estudios realizados mediante la utilización del espectrofotómetro VITA Easyshade® Compact, al hacer lecturas de color de la resina compuesta Filtek Z350 en dos funciones "Diente Individual" y "Restauración" han encontrado diferencias de color de la resina compuesta estudiada y determinaron que el color A2 de la resina estudiada no correspondió al color A2 de la escala Vita Clásica.⁸⁸

Los resultados de este estudio son coincidentes con los hallazgos encontrados por Da Costa et al. 2010³, quienes concluyeron que hay una falta de coincidencia de color al comparar los tonos de esmalte (sin respaldo de dentina) de resina compuesta de todas las marcas con el VITA Clásica.

En cuanto a los resultados estadísticos de la medición del grupo de resinas compuestas tonos A2 la marca Glacier tiene un valor de delta E mucho mayor a cualquiera de las demás resinas, por lo que sería la marca que más se diferencia escapa del patrón color A2. Mientras que Glacier A3 tiene un Delta E estadísticamente mayor al resto de los sistemas resina compuesta. Lo que sugiere que el comportamiento del color, de estos sistemas de resina compuesta, podrían estar asociado a una consistencia de la marca, que representa un color que no solo está alejado de su valor VITA correspondiente, sino que también de todas las resinas compuestas A3 del mercado en Chile.

Así mismo, las marcas Filtek y Herculite marcan el punto medio de las resinas compuestas tono A2, lo que quiere decir que podrían ser utilizadas indiscriminadamente con las demás marcas de resinas compuestas analizadas sin notar diferencia significativa de sus tonos. *Es preciso mencionar que todo lo descrito anteriormente está basado en resultados estadísticos, considerando el parámetro delta E de las respectivas resinas compuestas.

Por otra parte, los resultados del estudio demuestran las diferentes naturalezas de las marcas de resinas compuesta, lo que podría ser de utilidad en la experiencia clínica, como lo es que en ambas tablas (A2-A3) donde se expresa el resultado del test Post-Hoc, en el que se puede observar que las resinas compuestas de marca Opallis y

Brilliant muestran valores de delta E estadísticamente idénticos, lo que representa una característica a considerar ya que indicaría su utilización indiferenciada durante el ejercicio de la profesión.

En relación a las mediciones del tono A3, los resultados obtenidos de este color se dispersan mucho menos que los resultados del color A2. Esto podría explicarse porque la saturación del grupo de resinas compuestas A3 es mayor, por ende el fondo no logran influir tanto en las mediciones de las muestras de este color.

De acuerdo a la investigación de Darabi y cols⁸⁹, ninguna de las resinas estudiadas en su estudio enmascaró la oscuridad de fondo cuando se usó en espesor de 0,5-1 mm, dando a entender que los valores CIELab de los sistemas de resina compuesta se verán alterados por un fondo oscuro, cuando se trabaje con estos espesores. Esto se condice con otros estudios que afirman que capas de resinas compuestas de espesores menores a 2 mm, son afectadas por el color del fondo.^{90, 91, 92}

Sin embargo, también es cierto que las propiedades ópticas de las resinas están muy influidas por otros factores aparte del espesor, que son, por ejemplo, la composición de la matriz de resina, la composición del relleno, la cantidad de relleno, los pigmentos y otros aditivos.⁵⁶

Yu y Lee el 2008, explicaron que los parámetros L* a* y b* disminuyeron cuando se tomaron los registros sobre fondo negro, esto indica que el fondo negro no sólo influye en la luminosidad de la restauración sino que también en el croma, es por eso que a veces en grandes clases III y IV de Black, se observan con una coloración grisácea ya que no hay estructura dentaria de soporte.⁹³

Es importante recalcar que Alghazali y cols. 2011, señalaron que el instrumento Easy Shade® no es el adecuado para medir muestras de composite con el sistema CIE L*a*b*, porque sus resultados son estadísticamente distintos a los entregados por un espectrofotómetro de laboratorio. Los valores entregados por Easy Shade® tienen diferencias mucho mayores a las clínicamente aceptables. Se cree que estas diferencias al medir con Easy Shade® se pueden deber a que mantener la punta activa del instrumento con la muestra de resina en 90° es muy complicado, por lo tanto, cualquier desviación va a generar un ángulo que va a modificar la entrada de luz y cambiaría la toma de color. Además, el espectrofotómetro Vita Easy Shade® usa sólo un calibrador de color, lo cual puede no ser suficiente para obtener una medición exacta. Por estas razones, se llegó a la conclusión que el Easy Shade® no es el instrumento más adecuado para obtener mediciones exactas de color en parámetros CIE L*a*b*.

Sin embargo esta variable fue controlada con la utilización de cámara oscura, la cual cumplió dos objetivos: 1) Mantener el espectrofotómetro en una angulación de 90° respecto a la muestra medida. 2) Evitar la contaminación de luz externa.

Por el contrario, Doziü et al. descubrieron que el espectrofotómetro VITA Easyshade es el instrumento más confiable tanto en circunstancias in vitro como in vivo.⁹⁴ También

es un instrumento de medición de color con valores de fiabilidad y precisión superiores al 90%.⁹⁵

Para términos de este estudio, se solicitaron los valores CIELab de los colores A2 y A3 de esmalte a la empresa VITA Zahnfabrik, con el fin de comparar los valores entregados de cada medición de este experimento, respecto a los valores de referencia que debería entregar la empresa creadora de esta escala. Sin embargo, la empresa VITA Zahnfabrik no accedió a nuestra petición, debido a que ésta no hace públicos los valores CIELab de referencia para sus colores VITA, con el fin de conservar los derechos de propiedad intelectual. Esto dificulta que otras empresas dentales logren la correcta repetición o reproducción de colores en los sistemas de resina compuesta que se rigen bajo esta escala, y también impide que exista un control de calidad del color de las propias tablillas que entrega la empresa VITA Zahnfabrik. Cabe destacar que tampoco existe distinción entre tejidos de esmalte y dentina, en la guía VITA Clásica.

Por otra parte, no existe una estandarización respecto a la confección de las guías de color (VITA Classic y VITA 3D Master). Las pestañas de tonos, producidas por el mismo fabricante, pueden variar en los parámetros observados dentro y entre varias guías que, una vez más, prueban la falta de precisión y falta de uniformidad de un método convencional.⁹⁶

Más aún, no existen estudios que asocien la utilización del VITA Easyshade a las tablillas VITA clásicas, que aparece experimentalmente en desuso, pero clínicamente sigue vigente y tiene la mayor parte del mercado de las restauraciones directas. Esta falencia implica la imposibilidad de intercambiar dientes entre tablas VITA.^{96,97} Cabe mencionar que para obtener una escala ideal de colores, esta debería ser fabricada con el mismo material que se utiliza en boca, incluyendo colores intermedio o semitonos (los cuales no abarca la escala VITA) ordenados por valor y saturación, a diferencia de la escala VITA clásica. Otro estudio determinó que los sistemas de tablillas VITA clásica pueden determinar valores inferiores al 50% de correcta selección de color.⁹⁸

Además, el ojo humano puede detectar diferencias muy pequeñas en el color, la gama de tonos disponibles en las guías de colores es inadecuada y no es posible traducir los resultados en especificaciones de color CIE.⁹⁶

En los resultados del presente estudio hay diferencias de los valores CIELab y los valores de delta E bastante considerables, esta diferencia puede tener su origen en la forma de elaboración de las muestras, en la forma de tomar las mediciones, y en el instrumento utilizado para tomar las mediciones de color.

Se tomaron distintas medidas para intentar resolver algunas de estas limitaciones, como lo fue la realización de un método estandarizado en la confección de las muestras (las cuales solo fueron realizadas por un operador), y en la medición de los discos con la confección de un posicionador y de una caja oscura, y la medición del instrumento el cual se mantuvo siempre sobre un 80% de carga.

Además, los valores obtenidos en este estudio representan discos de esmalte puro de 1 mm de grosor medido sobre un fondo negro, que evidentemente no representa un grosor habitual dentro de la anatomía dentaria, pudiendo ser un correcto acercamiento respecto a lo que sería el borde incisal. Para un estudio más acotado, podrían confeccionarse dientes de resina compuesta combinando anatómicamente dentina y esmalte, para lograr mediciones más cercanas a lo que sería un diente normal.

Para estudios futuros se recomienda hacer las muestras con un sistema mecanizado o por laboratorio, hacer las mediciones con un espectrofotómetro estandarizado para medir color de muestras. Se recomienda hacer más muestras y más mediciones por cada muestra para tener una base de datos más grande y que los valores obtenidos sean extrapolables; al igual que incrementar el espectro de marcas comerciales. Otra sugerencia para enriquecer la metodología de este estudio, se podría comparar los parámetros L^* , a^* y b^* entre las muestras tanto en el fondo negro como en el blanco y en un fondo del mismo material. O en su defecto, realizar un estudio con discos combinados esmalte y dentina, de la misma marca comercial.

Otra opción sería realizar un estudio respecto a la fórmula del Delta E, donde se puede analizar la ponderación que tienen parámetros L^* , a^* y b^* , tomando en consideración que para el ojo humano el eje L representa el más evidente al comprar la diferencia entre colores, elemento que permanece ajeno a la evaluación instrumental.

En cuanto a las sugerencias que se le harían al fabricante Vita Zahnfabrik para incluir en el diseño de su aparato Vita Easyshade V, se incluirían un posicionador para la toma de cada medición, un cargador alámbrico, para asegurar la carga necesaria para cada toma, o en su defecto una batería que asegurara la carga por más tiempo. Además, se aconseja la utilización de alguna pantalla para bloquear estímulos lumínicos externos que pudiesen variar las mediciones y finalmente la opción de poder leer valores CIELab en la pantalla del instrumento sin necesidad de conectarlo a algún monitor externo.

Como hemos observado en este estudio las marcas comerciales que se rigen según los valores de la tabla Vita Clásica, no se condicen cuantificablemente en sus resultados con los mismos valores de Vita, por lo que se sugiere la realización de tablas colorimétricas específicas para cada marca comercial, confeccionadas del mismo material de resina compuesta, con el afán de poder brindar al paciente una selección del color y una restauración final lo más parecida a su particular naturaleza.

Para finalizar ¿Las empresas fabricantes de sistemas de resinas compuestas realizan un real control de calidad del color que indican representar? Basado en los hallazgos de este estudio la respuesta sería no, debido a que ninguna de las mediciones realizadas en estos sistemas de resinas compuestas, cumple con el parámetro mínimo aceptable de perceptibilidad.

VI. CONCLUSIONES

3.1 Objetivos Generales.

1. Si existen diferencias colorimétricas significativas en resinas compuestas de esmalte A2, respecto al color original del VITA Classic, al ser medidas con el espectrofotómetro VITA Easyshade.
2. Si existen diferencias colorimétricas significativas en resinas compuestas de esmalte A3, respecto al color original del VITA Classic, al ser medidas con el espectrofotómetro VITA Easyshade, excepto para la resina compuesta Filtek Z350XT.

3.2 Objetivos Específicos.

- Establecer las características colorimétricas específicas mediante el espectrofotómetro VITA Easyshade en CIELab para resinas compuestas de esmalte A2 o sus equivalentes en discos de 1 mm grosor.

RESINA COMPUESTA	L	a	b
A2 Imbery 2013	66,33	0,30	8,73
A2 Filtek Z350XT	75,09	- 3,64	8,18
A2 Glacier	78,35	-1,89	12,40
A2 Empress Direct	58,23	- 2,722	8,46
A2 Opallis	65,41	- 0,822	14,31
A2 Herculite	73,31	- 4,082	6,92
A2 Brilliant	70,19	- 0,258	12,92

- Establecer las características colorimétricas específicas mediante VITA Easyshade en CIELab para resinas compuestas de esmalte A3 o sus equivalentes en discos de 1 mm grosor.

RESINA COMPUESTA	L	a	b
A3 Imbery 2013	61,65	1,71	12,20
A3 Filtek Z350XT	62,85	- 0,774	12,21
A3 Glacier	82,14	- 2,50	11,95
A3 Empress Direct	62,09	- 2,06	13,09
A3 Opallis	61,43	0,335	18,97
A3 Herculite	71,03	- 2,886	10,51
A3 Brilliant	67,84	- 0,478	13,99

- Determinar la existencia de diferencias colorimétricas estadísticamente significativas mediante VITA Easyshade en CIELab para resinas compuestas de esmalte A2 o sus equivalentes en discos de 1 mm grosor.
 - Se determinó con un intervalo de confianza del 95% la existencia de diferencias colorimétricas estadísticamente significativas mediante VITA

Easyshade en CIELab para resinas compuestas de esmalte A2 o sus equivalentes en discos de 1 mm grosor

- Determinar la existencia de diferencias colorimétricas estadísticamente significativas mediante VITA Easyshade en CIELab para resinas compuestas de esmalte A3 o sus equivalentes en discos de 1 mm grosor.
 - Se determinó con un intervalo de confianza del 95% la existencia de diferencias colorimétricas estadísticamente significativas mediante VITA Easyshade en CIELab para resinas compuestas de esmalte A3 o sus equivalentes en discos de 1 mm grosor, a excepción de la resina Filtek Z350XT.

Al realizar un análisis de los resultados obtenidos, encontramos una concordancia respecto a la evidencia bibliográfica sobre la cual se basa el estudio. La gran mayoría de las resinas compuestas del mercado no coinciden con el color VITA respectivo, presentando valores del Delta E por sobre el umbral de perceptibilidad de un observador no entrenado y la resina compuesta que representa su color de esmalte sería diferenciada por un observador entrenado al presentar un umbral de perceptibilidad elevado para un material dental.

Al graficar los resultados de los valores CIELab se hace visible la diferencia que existe entre los valores de referencia para los tonos A2 y A3 VITA Clásica, respecto a las resinas compuestas utilizadas en el estudio.

Respecto al análisis referente a los valores Delta E, en relación al umbral de perceptibilidad, encontramos que de las resinas compuestas estudiadas sólo una de ellas se encuentra bajo el umbral de perceptibilidad utilizado, que representa observadores no entrenados.

Los resultados obtenidos representan mediciones objetivas realizadas en condiciones ideales de luz y posición respecto a las muestras, condiciones que difícilmente se comparan a las de una consulta dental, donde el espectrofotómetro podría no ser tan preciso.

Dentro de las limitaciones del estudio, se determinó que la gran mayoría de las resinas compuestas de esmalte en sus tonos A2 y A3 VITA no representan el color VITA clásico, con la única excepción de la resina compuesta Filtek Z350XT A3.

Otro resultado del estudio es que pese a la diferente composición y especificaciones de las resinas compuestas, muchas de ellas pueden ser utilizadas dentro de su tono VITA A2 o A3, de manera indiferenciada respecto a sus resultados de color, lo que representa que la variedad de resinas compuestas no siempre es justificada en términos de color.

El análisis que precede debe relacionarse al proceso de distorsión del color VITA, respecto al color de las resinas compuestas, el que deberá ser evaluado paso a paso,

con el fin de mejorar el resultado final de las resinas compuestas y generar cambios respecto al estado del arte de la igualación de color “shade matching”.

Resulta claro para nosotros que es necesario entender y reevaluar el origen de la nomenclatura de las resinas compuestas que utilizamos día a día. Las tablas de color VITA clásica deberían homogeneizar su color y garantizar una reproducción fiel para cada una de sus tablas, pudiendo confiar en que cada una es imperceptiblemente distinta entre ellas incluso para la medición instrumental. Sobre esta mejora, podría estudiarse el color CIELab de las tablas VITA clásica y otorgar un valor estándar para el color VITA A2 y A3, haciendo una diferenciación entre esmalte y dentina.

Con estos avances, sería coherente por parte de los usuarios, exigir a las empresas de materiales dentales la representación fidedigna del color VITA respectivo, pero hoy por hoy no se justifica dicha exigencia por los motivos ya expuestos.

VII. RESUMEN

Se realizó un estudio descriptivo in vitro para determinar si los sistemas de resina compuesta del mercado regidos por la escala VITA clásica reproducen el color que presumen representar o, en su defecto, no lo hacen.

El procedimiento consistió en la medición de discos de resina compuesta de esmalte en tonalidades A2 y A3 de 6 marcas comerciales distintas. Los discos fueron confeccionados en 1mm de grosor y medidos con el espectrofotómetro Vita Easyshade V. Se utilizaron los valores CIELab y sus respectivos delta E como parámetros para la comparación de las mediciones, y se consideró los valores de la escala Vita Clásica obtenidos en el estudio de Imbery 2013 como valores referencia, ya que la empresa Vita no entregó la información solicitada de los valores CIELab para los tonos A2 y A3.

Según los resultados de este estudio se pudo comprobar ambas hipótesis, siendo esto expresado como la existencia de diferencias significativas entre las resinas compuestas de esmalte de diferentes marcas respecto al color original del VITA Clásico, al ser medidas con el espectrofotómetro VITA Easyshade V.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cristina Gómez Polo, Estudio in vitro sobre la estabilidad cromática de las resinas compuestas dentales, Universidad de Salamanca, 2013
2. C. Igiel et al., Dental color matching: A comparison between visual and instrumental methods, University Medical Center, 2016.
3. J. Da Costa et al., Comparison of Various Resin Composite Shades and Layering Technique with a Shade Guide, 2010.
4. Real Academia Española [R.A.E], Diccionario de la lengua española [Dictionary of the Spanish Language]. Madrid, 2017.
5. Stephen J. Chu, Richard D. Trushkowsky, Rade D. Paravina, Dental color matchin instruments and systems, Review of clinical and research aspects, Journal of Dentistry, 2010
6. Daniel Malacara, Color visión and colorimetry, theory and applications, second edition, 2011
7. Vanessa Dias da Silva, Eduardo Martinelli S de Lima, Caroline Dias, Leandro Berni Osorio, Analysis of the influence of food colorings in esthetic orthodontic elastomeric ligatures, The open dentistry journal, 2016
8. Vinaya Bhat et Al, Role of colors in prosthodontics: Application of color science in restorative dentistry, 2011.
9. Baltzer A., Kaufmann-Jonian V., La determinación del color del diente, Quintessen Zahntechnik, 2004
10. Youg-Keun Lee, Bin Yu, Seung-Hun Lee, Moon-Sang Cho, Chi-Youn Lee, Ho-Nam Lim, Shade Compatibility of esthetic restorative materials – a review, Dental Materials, 2010
11. Terence A. Imbery, Marc Geissberger, Foroud Hakim, Shaman Al-Anezi, Sorin Uram-Tuculescu, Riki Gottlieb, Cameron G. Estrich, Evaluation of four dental clinical spectrophotometers relative to human shade observation, 2013
12. Rade D. Paravina, Razvan Ghinea, Luis J. Herrera, Alvaro D. Bona, Christopher Igiel, Mercedes Linninger, Maiko Sakai, Hidekazu Takahashi, Esam Tashkandi, Maria del Mar Perez, Color difference thresholds in dentistry, 2015
13. Nabil Alghazali, Girvan Burnside, Mohammed Moallem, Phil Smith, Antony Preston, Fadi D. Jarad, Assessment of perceptibility and acceptability of color difference of denture teeth, 2012.
14. Data Color. 2011. [actualizado 14 Feb 2015; citado 4 abr 2017]. Disponible en: URL de la web: http://www.datacolor.com/product_industry/datacolor-select-gc/
15. Agrawal V, Kapoor S. Color and shade management in esthetic dentistry. Univ Res J Dent. 2013; 3:120-7.
16. Jacek Krol, and Botond Roska, Rods Feed Cones to Keep them Alive, Faculty of Medicine, University of Basel, 4056 Basel, Switzerland, 2013.
17. Jan M. Provis, Adam M. Dubis, Ted Maddess, Joseph Carroll Adaptation of the central retina for high acuity vision: Cones, the fovea and the avascular zone. Progress in Retinal and Eye Research 35. 2013; 63e81
18. James C. Ragain, A review of color science in dentistry: the process of color visión, Journal of dentistry, Oral disorders and therapy, 2015

19. Milko Villarroel, Newton Fahl, Andrea Maria de Sousa, Osmir Batista de Oliveira, Direct esthetic restorations base don translucency and opacity of composite resins, Wiley peiodicals, inc, 2011.
20. Marina da Rosa Kaizer, Pamela Gutheil Diesel, Andre Mallmann Leticia Borges Jacques. Ageing of silorane-based and methacrylate-based composite resins: Effects on translucency. Post-Graduate Program in Dentistry Sciences, Federal University of Santa Maria, Brazil, 2012.
21. Kanako Horie et al., Influences of composite–composite join on light transmission characteristics of layered resin composites. Tokyo Medical and Dental University, 2011.
22. Taciana Marco Ferraz Caneppele, Carlos Rocha Gomes Torres, Eduardo Bresciani. Analysis of the Color and Fluorescence Alterations of Enamel and Dentin Treated With Hydrogen Peroxide, Brazilian Dental Journal, 2015.
23. Young-Keun Lee, Fluorescence properties of human teeth and dental calculus for clinical applications, Journal of biomedical optics, 2015
24. Lefever, Dorien et al. Optical integration and fluorescence: A comparison among restorative materials with spectrophotometric analysis, 2010.
25. Souza et al., Comparative study of the fluorescence intensity of dental composites and human teeth submitted to artificial aging, General dentistry January, 2014.
26. Yu, B. & Lee, Y.K., Comparison of stabilities in translucency, fluorescence and opalescence of direct and indirect composite resins, 2013.
27. Francisco Lia Mondelli et al., Challenges of restoring an anterior maxillary tooth: The impact of fluorescence and the mock-up approach, 2012
28. Sikri V. Color: Implications in dentistry. Journal of Conservative Dentistry, Vol 13. Oct-Dec 2010
29. Rawa Abdullah Alammari, Assessment of color difference between the tooth as a whole and underlying dentin, University of Iowa, 2014
30. Lee Y., Lu H., Powers JM., Influence of fluorescent and opalescent properties of resin composites on the masking effect. J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 2006
31. Yu B., Ahn J., Lim J., Lee Y., Influence of TiO₂ nanoparticles on the optical properties of resin composites. Dental Materials, 2009.
32. Lee Y. et al., Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. Dental Materials, 24: 1243-7, 2008.
33. Sarah S. Mikhail, Scott R. Schricker, Shereen S. Azer, William A. Brantley, William M. Johnston, Journal of dentistry, 2013
34. Joiner et al., Tooth colour: a review of the literature. Journal of Dentistry, 2004.
35. Ryan EA., Tam LE., McComb D. Comparative Translucency of esthetic composite resin restorative materials. J Can Dent Assoc, 2010.
36. Cristian Higashi, Giovana Mongrueel Gomes, Eugenio Jose García, Osnara Maria Mongrueel Gomes, Joao Carlos Gomes, Color y características ópticas para restauraciones estéticas de dientes anteriores, Acta odontológica Venezolana, 2010

37. Shigemi Ishikawa-Nagai, Aki Yoshida, John D. Da Silva, Lloyd Miller, Spectrophotometric analysis of tooth color reproduction on anterior all-ceramic crowns: Part1, analysis and interpretation of tooth color, Wiley periodicals, 2010.
38. Hasan Suat Gokce Bulent Piskin, Dogan Ceyhan, Sila Mermut Gokce, Volkan Arisan, DDS: Shade matching performance of normal and color vision-deficient dental professionals with standard daylight and tungsten illuminants. 2010.
39. Hsu Zenn Yew, Colour changes in nano-filled and micro-hybrid composite resins on exposure to spices, The University of Adelaide, 2011
40. Alma Dozic, Aron K. Kharbanda, Hassib Kamell, Henk S. Brand, European dental students opinions about visual and digital tooth color determination system, Journal of Dentistry, 2011.
41. Joana Yumi Uchimura, Francielle Sato, Giselly Bianchi, Mauro Luciano Baesso, Rosángela Geritana Santana, Renata Correa Pascotto, Color stability over time if three resin-based restorative materials stored dry and in artificial saliva, Journal of esthetic and restorative dentistry, 2014.
42. Mark L. Pitel, Optimizing your shade-matching success: tips, tolos, and clinical techniques, Dentistry today, 2015
43. C. Gomez-Polo et al., Clinical Study of the 3D-Master Color System among the Spanish Population. Department of Orofacial Prosthesis, Faculty of Dentistry, Complutense University, Madrid, Spain, 2016.
44. S.E. Zhdanov, L.M. Lukinykh, M.L. Zhdanova, Aesthetic teeth restoration improvement, Mizhny Novgorod State Medical Academy, 2012
45. Lehmann, K., Igiel, C., Schemidtmann, I., Scheller, H., Four color-measuring device compared with a spectrophotometric reference system. Journal of color and appearance in dentistry 38: 65-70, 2010.
46. Young-Keun Lee, Bin Yu, Seung-Hun Lee, Moon-Sang Cho, Chi-Youn Lee, Ho-Nam Lim, Variation in instrument-based color coordinates of esthetic restorative materials by measurement method – a review, Dental Materials, 2010.
47. K Yuan, X Sun, F Wang, H Wang, J Chen, In vitro and in vivo evaluations of three computer-aided shade matching instruments, Operative dentistry, 2012.
48. Dubravka Knezović Zlatarić, Davor Illes, Iva Z. Alajbeg, Maja Zagar, In vivo and in vitro evaluations of repeatability and accuracy of Vita Easyshade advance 4.0 dental shade-matching device, Izvorni Znsnstveni Rad Original scientific paper, 2016.
49. M. Weyhrauch, C. Igiel, A.M. Pabst, S. Wentaschek, H. Scheller, K.M. Lehmann, Interdevice agreement of eight equivalent dental color measurement devices, Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 2015
50. Olms C, Setz JM., The repeatability of digital shade measurement – a clinical study. Clinical Oral Investigations. 17. 1161-1166, 2013.
51. Lehmann, Karl Martin; Devigus, Alessandro; Igiel, Christopher; Weyhrauch, Michael; Schmidtmann, Irene; Wentaschek, Stefan; Scheller, Herbert Are Dental Color Measuring Devices CIE Compliant, 2011.
52. M. Weyhrauch C. Igiel & A. M. Pabst & S. Wentaschek & H. Scheller & K. M. Lehmann. Interdevice agreement of eight equivalent dental color measurement device. University Medical Center of the Johannes Gutenberg University, 2015.

53. Constanze Olms, Jürgen M. Setz, The repeatability of digital shade measurement – a clinical study, Springer - Verlag, 2012
54. Knezović Zlatarić et al., In Vivo and in Vitro Evaluations of Repeatability and Accuracy of VITA Easyshade® Advance 4.0 Dental Shade-Matching Device, 2015
55. Andreas Zenthöfer, Tomas Cabrera, Nicoleta Corcodel, Peter Rammelsberg, Alexander J. Hassel, Comparison of the easyshade compact and advance in vitro and in vivo, Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 2013
56. Kim, J; Yu, B; Lee, Y, Correlations between Color Differences based on three color-difference formulas using dental shade guide tabs. Journal of Prosthodontics 18: 135-140, 2009.
57. Chikayuki Odaira, Sozo Itoh, Kanji Ishibashi, Clinical evaluation of a dental color analysis system: the Crystaleye Spectrophotometer, Journal of Prosthodontic Research, 2011.
58. G. Khashayar, A. Dozic, C.J. Kleverlaan, A.J. Feilzer, Date comparison between two dental spectrophotometers, Operative Dentistry, 2012.
59. Vita-Zahnfabrik. 2015. [actualizado 14 Feb 2015; citado 20 abr 2017]. Disponible en: URL de la web: <https://www.vita-zahnfabrik.com/es/VITA-Easyshade-26937,27568.html>
60. Antonio Nance, Ten Cate's Oral Histology, Development, Structure, and Function. 8th Edition, 2013.
61. Ostervemb N., Jorgensen JN., Horsted-Bindsley P., A new approach to compare the esthetic properties of different composite materials. J Esthet Restor Dent 23: 238-249., 2011.
62. Ikemura K. and Takeshi ENDO: A review of the development of radical photopolymerization initiators used for designing light-curing dental adhesives and resin composites, Dental Materials Journal, 2010.
63. Ario Santini, Iranzihuatl Torres Gallegos, Christopher M. Felix, photoinitiators in dentistry: A Review, 2013.
64. Tae-Yub Kwon, Rafat Bagheri, Young K. Kim, Kyo-Han Kim & Michael F. Burrow, Cure mechanisms in materials for use in esthetic dentistry. Journal of Investigative and Clinical Dentistry, 2012.
65. Jack L. Ferracane, Resin composite-state of the art, Dental materials, 2011.
66. Macchi R., Libro Materiales dentales. Cuarta edición. Editorial Panamericana. Pp 157-170., 2007.
67. Sarah S. Mikhail, Scott R. Schriker, Shereen S. Azer, William A. Brantley, William M. Johnston, Optical characteristics of contemporary dental composite resin materials, 2013.
68. Yu B., Lim HN., Lee YK., Influence of nano and micro filler proportions on the optical property stability of experimental dental resin composites. Materials and Design 31: 4719-4724., 2010.
69. Leprince J., Palin W., Mueller T., Devaux J., Vreven J., Leloup G., Investigating filler morphology and mechanical properties of low-shrinkage resin composite types. J Oral Rehabil. 37: 364-76., 2010.

70. Rastelli A., Jacomassi D., Faloni A., Queiroz T., Rojas S., Bernardi M., Bagnato V., Hernandez A., The filler content of the dental composites resins and their influence on different properties. *Microsc Res Tech.* 75: 758-65., 2012.
71. Zimmerli B., Strub M., Jeger F., Stadler O., Lussi A., Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 120: 972-86., 2010.
72. Perfil técnico del producto Flitek Z350Xt
73. Scientific documentation IPS Empress Direct
74. Herculite XRV característica del producto
75. Catálogo Brilliant NG
76. Glacier Especificaciones técnicas (SDI Dental Estéticos Productos)
77. Manual Opallis FMG
78. Melissa Lepesqueur et Al., Efectos sobre microdureza y grado de conversión de dos tipos de resinas sometidas a tratamientos de pospolimerización, 2015.
79. Abeer El Naga et Al., Egyptian dental journal effect of different light-curing units and modes on the degree of conversion, 2015.
80. Dalia A Abuelenain, et Al., Surface and mechanical properties of different dental composites, 2015.
81. Ruyter I., Nilner K., Moller B., Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers, 1987.
82. Paravina RD, Kimura M, Powers JM., Color compatibility of resin composites of identical shade designation. Quintessence, 2006.
83. Park S, Lee Y., Shade distribution of comercial resin composites and color difference with shade guide tabs, 2007.
84. Lu H, Roeder LB, Powers JM., Effect of polishing systems on surface roughness of microhybrid composites, 2003.
85. Brewer JD, Wee A, Seghi R., Advances in color matching, 2004.
86. Manuel Sarmiento et Al, Opacidad y translucidez de diferentes resinas compuestas de acuerdo a su tamaño de partícula y su aplicación clínica, 2012.
87. Natasha Azzopardi et Al., Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins, 2009.
88. Julia Késia G. Alves et Al., Composite color evaluation using a spectrophotometer in different modes of operation and storage conditions, 2014.
89. Farideh Darabi et Al., Translucency and Masking Ability of Various Composite Resins at Different Thicknesses, 2014
90. Jarad FD, Griffiths CE, Jaffri M, et al., The effect of bleaching, varying the shade or thickness of composite veneers on final colour: an in vitro study, 2008.
91. Lee YK, Lim BS, Kim CW., Difference in the colour and change of dental resin composites by the background, 2005.
92. Al-Jazairy YH, El-Hejazi AA., The color differences between different thicknesses of resin veneered over amalgam, 2005.
93. Ikeda T., Murata I., Sano H., Translucency of opaque-shade resin composites. *Am J Dent.* 17:127-30. 2004.
94. Doziy A, Kleverlaan CJ, El-Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G., Performance of five commercially available tooth color measuring devices, 2007.

95. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG., Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices, 2009.
96. Ana Todoroviü*, Aleksandar Todoroviü*, Aleksandra Špadijer Gostoviü*, Vojkan Laziü*, Biljana Milipiü†, Slobodan Djurišiü, Reliability of conventional shade guides in teeth color determination, 2017.
97. Kenneth A. King, DDS;1 and Waldemar G. deRijk, MS, PhD, DDS, Variations of L*a*b* Values among Vitapan Classical Shade Guides, 2007.
98. Alireza Pornasrollah et Al., Comparison of Color Match to Noritake and Vitapan Classical Shade Guides of Three Porcelain Systems, 2016.

IX. ANEXOS

1. Tabla 1: Muestras de esmalte 2017 A2

	L	A	B		L	A	B			
				Alfa 1						
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	79,10	-4,1	5,90	13,80		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	76,10	-4	6,80	10,85		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	71,10	-2,9	10,70	6,07		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	70,60	-3	10,80	5,78		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	71,40	-2,9	10,90	6,38	P. Alfa 1	8,58
				Alfa 2						
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	78,90	-4,4	5,60	13,78		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	76,90	-4,1	6,30	11,70		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	73,30	-3,4	8,80	7,89		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	74,60	-3,7	7,50	9,27		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	74,30	-3,7	7,70	8,98	P. Alfa 2	10,32
				Alfa 3						
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	74,20	-3,3	9,40	8,68		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	76,40	-3,9	7,40	10,99		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	75,00	-3,7	8,10	9,57		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	73,60	-3,4	9,40	8,18		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	77,40	-4,1	6,90	12,05	P. Alfa 3	9,30
				Alfa 4						
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	78,00	-4	7,60	12,49		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	77,70	-4,2	6,90	12,36		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	76,40	-3,7	8,10	10,85		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	76,80	-4	7,30	11,41		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	74,40	-3,5	8,70	8,92	P. Alfa 4	11,21
				Alfa 5						
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	77,30	-3,8	8,00	11,73		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	66,30	-1,7	10,70	2,81		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	65,70	-1,5	11,30	3,20		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	74,50	-3,6	8,50	9,06		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	76,60	-4,1	7,10	11,29	P. Alfa 5	7,62
				Alfa 6						
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	74,70	-3,5	8,80	9,19		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	74,80	-3,7	8,10	9,39		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	75,50	-3,8	7,60	10,11		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	74,50	-3,5	8,10	9,03		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	76,60	-4	7,20	11,24	P. Alfa 6	9,79
				Alfa 7						
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	76,90	-3,9	7,60	11,43		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	75,40	-3,7	8,40	9,92		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	76,00	-3,8	8,10	10,52		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	76,10	-3,6	8,50	10,52		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	73,50	-3,2	10,50	8,17	P. Alfa 7	10,11
				Alfa 8						
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	74,30	-3,7	8,00	8,95		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	75,60	-4	7,20	10,33		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	78,80	-4,1	6,60	13,39		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	79,20	-4,3	5,90	13,96		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	77,90	-4,2	6,30	12,65	P. Alfa 8	11,86
				Alfa 9						
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	77,20	-4,00	7,40	11,77		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	78,50	-4,2	6,90	13,10		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	74,50	-3,5	9,20	9,02		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	76,80	-4	7,50	11,39		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	78,60	-4,3	6,60	13,28	P. Alfa 9	11,71
				Alfa 10						
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	73,30	-3,5	8,90	7,94		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	72,70	-3,3	9,20	7,33		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	73,00	-3,4	9,10	7,64		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	71,80	-3,1	10,40	6,65		
A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	71,60	-3	10,30	6,41	P. Alfa 10	7,20

4						Bravo 1							
5	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	81,60	-2,1	13,00		16,04		
6	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	78,50	-1,6	14,40		13,56		
7	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	80,00	-2	13,30		14,60		
8	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	80,10	-2	13,30		14,69		
9	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	80,00	-1,8	13,60		14,66	P. Bravo 1	14,71
10													
11						Bravo 2							
12	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	83,00	-2,4	12,10		17,22		
13	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	81,10	-2,1	12,60		15,46		
14	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	84,50	-2,3	10,80		18,57		
15	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	81,30	-2,4	12,20		16,18		
16	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	81,30	-2,2	12,50		15,64	P. Bravo 2	16,61
17													
18						Bravo 3							
19	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	78,80	-2,10	12,30		13,37		
20	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	80,50	-2,7	11,00		14,66		
21	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	78,50	-2,4	12,00		12,89		
22	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	80,10	-2,6	11,20		14,29		
23	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	78,80	-2,2	12,40		13,24	P. Bravo 3	13,69
24													
25						Bravo 4							
26	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	77,30	-2,20	12,20		11,77		
27	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	90,80	-3,5	6,80		24,84		
28	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	85,10	-3,5	6,60		19,15		
29	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	89,00	-3,7	7,70		23,04		
30	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	85,40	-3,6	8,60		19,47	P. Bravo 4	13,65
31													
32						Bravo 5							
33	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	85,10	-2,30	10,70		19,14		
34	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	85,60	-3	10,40		19,62		
35	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	85,60	-3,1	10,00		19,61		
36	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	80,70	-2	13,20		15,22		
37	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	81,60	-2,2	12,30		15,88	P. Bravo 5	17,90
38													
39						Bravo 6							
40	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	81,70	-2,60	11,60		15,90		
41	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	79,50	-2,3	12,50		13,94		
42	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	81,00	-2,6	11,60		15,23		
43	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	81,30	-2,7	11,40		15,50		
44	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	80,30	-2,6	11,70		15,15	P. Bravo 6	15,14
45													
46						Bravo 7							
47	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	81,40	-2,40	12,10		15,68		
48	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	84,40	-3	10,70		18,47		
49	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	81,30	-2,7	11,20		16,05		
50	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	78,70	-1,9	13,30		13,37		
51	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	83,10	-2,3	10,70		17,19	P. Bravo 7	16,15
52													
53						Bravo 8							
54	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	80,20	-2,4	11,80		14,46		
55	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	66,90	0,40	16,00		7,29		
56	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	70,40	-0,4	13,70		6,46		
57	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	71,70	-0,8	14,20		7,74		
58	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	62,50	0,60	16,10		8,31	P. Bravo 8	8,85
59													
60						Bravo 9							
61	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	77,40	-1	13,60		12,16		
62	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	74,30	-0,7	14,30		10,27		
63	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	64,60	0,80	16,10		7,59		
64	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	74,50	-0,7	14,50		10,05		
65	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	65,10	0,70	16,00		7,38	P. Bravo 9	9,49
66													
67						Bravo 10							
68	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	74,60	-1,3	13,00		9,44		
69	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	66,40	-0,2	14,30		5,59		
70	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	67,00	-0,2	13,70		5,04		
71	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	65,10	0,00	14,70		6,10		
72	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	67,60	-0,4	13,50		4,99	P. Bravo 10	6,23
73													

4					Charlie 1								
5	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	65,00	-3,9	5,50	5,46				
6	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	64,10	-4,2	5,70	5,87				
7	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	57,20	-2,8	7,10	9,78				
8	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	60,50	-3,3	6,60	7,18				
9	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	55,90	-2,7	7,50	10,92	P. Charlie 1	7,84		
10													
11					Charlie 2								
12	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	55,70	-2,4	8,50	10,97				
13	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	62,10	-3,4	7,30	5,80				
14	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	60,20	-3,2	7,70	7,13				
15	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	54,30	-2,3	8,70	12,31				
16	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	53,80	-3,2	8,00	7,44	P. Charlie 2	8,73		
17													
18					Charlie 3								
19	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	61,70	-2,9	8,50	5,63				
20	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	60,70	-2,7	9,50	6,43				
21	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	58,00	-2,3	9,80	8,79				
22	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	57,60	-2,3	9,60	9,15				
23	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	55,50	-2	10,40	11,20	P. Charlie 3	8,24		
24													
25					Charlie 4								
26	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	53,40	-2,7	7,80	13,31				
27	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	61,60	-4,2	5,70	7,20				
28	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	53,60	-3,5	6,50	8,04				
29	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	54,80	-2,9	7,20	12,06				
30	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	56,50	-3,1	7,00	10,54	P. Charlie 4	10,23		
31													
32					Charlie 5								
33	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	55,00	-1,8	10,80	11,71				
34	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	56,30	-1,9	10,30	10,50				
35	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	53,30	-2,5	9,80	7,64				
36	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	58,30	-2,2	9,70	8,47				
37	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	55,40	-1,8	10,50	11,27	P. Charlie 5	9,32		
38													
39					Charlie 6								
40	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	64,70	-3,9	6,10	5,22				
41	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	56,00	-2,5	8,20	10,72				
42	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	57,70	-2,6	8,30	9,11				
43	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	55,20	-2,3	9,30	11,44				
44	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	55,00	-2,3	9,00	11,63	P. Charlie 6	9,62		
45													
46					Charlie 7								
47	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	63,10	-3,2	9,00	4,77				
48	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	64,70	-3,4	8,20	4,08				
49	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	62,90	-3,1	9,00	4,84				
50	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	54,90	-1,8	10,60	11,77				
51	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	55,60	-1,9	10,20	11,05	P. Charlie 7	7,30		
52													
53					Charlie 8								
54	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	54,80	-2,2	9,30	11,81				
55	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	53,40	-2,2	9,50	13,19				
56	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	62,60	-3,6	7,40	5,56				
57	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	54,70	-2,3	9,00	11,92				
58	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	54,40	-2,3	9,10	12,22	P. Charlie 8	10,94		
59													
60					Charlie 9								
61	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	57,80	-2,6	7,40	9,11				
62	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	60,80	-3,1	7,50	6,61				
63	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	55,30	-2,3	8,30	11,33				
64	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	57,30	-2,6	8,10	9,51				
65	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	61,50	-2,6	7,30	5,81	P. Charlie 9	8,47		
66													
67					Charlie 10								
68	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	61,60	-3,2	8,50	5,89				
69	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	54,90	-2,1	9,70	11,72				
70	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	55,40	-2,1	9,50	11,22				
71	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	54,50	-2	9,80	12,10				
72	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	64,20	-3,7	7,60	4,67	P. Charlie 10	9,12		
73													

4						Golf 1							
5	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	76,30	-5	5,10	11,86			
6	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	75,60	-5	5,30	11,22			
7	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	74,00	-4,7	6,40	9,45			
8	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	76,20	-5,1	5,10	11,82			
9	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	76,00	-5	5,20	11,58	P. Alfa 1	11,18	
10													
11						Golf 2							
12	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	73,80	-4,4	7,60	8,90			
13	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	77,60	-5	5,30	12,92			
14	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	78,40	-5,1	4,90	13,77			
15	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	83,20	-5,4	3,40	18,53			
16	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	81,80	-5,4	3,70	17,24	P. Golf 2	14,28	
17													
18						Golf 3							
19	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	73,40	-4,7	6,40	8,97			
20	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	77,10	-5,2	4,30	12,88			
21	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	80,00	-5,4	3,50	15,71			
22	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	78,40	-5,4	3,70	14,26			
23	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	76,70	-5,2	4,70	12,41	P. Golf 3	12,85	
24													
25						Golf 4							
26	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	79,50	-4,8	5,40	14,51			
27	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	83,70	-5,1	3,80	18,85			
28	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	82,70	-5	4,00	17,84			
29	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	65,40	-1,9	9,90	2,66			
30	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	65,00	-1,9	10,40	3,07	P. Golf 4	11,33	
31													
32						Golf 5							
33	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	77,60	-5,2	4,50	13,23			
34	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	72,60	-4,4	7,80	7,83			
35	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	75,80	-4,9	5,40	11,31			
36	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	77,30	-5,1	4,50	12,94			
37	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	75,70	-5	5,50	11,24	P. Golf 5	11,32	
38													
39						Golf 6							
40	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	76,80	-5	5,40	12,20			
41	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	80,10	-5,4	3,80	15,70			
42	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	70,30	-4	10,00	5,93			
43	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	78,50	-5,3	4,40	14,08			
44	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	70,80	-4,1	9,00	6,28	P. Golf 6	10,85	
45													
46						Golf 7							
47	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	76,00	-4,7	5,70	11,30			
48	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	76,70	-4,8	5,10	12,11			
49	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	65,70	-2,3	8,80	2,68			
50	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	62,60	-1,9	9,50	4,40			
51	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	75,50	-4,6	5,90	10,78	P. Golf 7	8,25	
52													
53						Golf 8							
54	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	71,40	-3,7	9,60	6,52			
55	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	74,20	-4,2	7,40	9,16			
56	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	76,60	-4,7	5,70	11,82			
57	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	74,90	-4,3	7,00	9,88			
58	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	78,40	-4,9	4,70	13,75	P. Golf 8	10,22	
59													
60						Golf 9							
61	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	66,70	-2,3	9,00	2,64			
62	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	63,20	-1,8	9,80	3,92			
63	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	68,00	-2,6	8,80	3,35			
64	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	65,80	-2,2	9,30	2,62			
65	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	61,70	-1,7	9,70	5,14	P. Golf 9	3,53	
66													
67						Golf 10							
68	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 1	63,60	-2	12,30	5,05			
69	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 2	64,80	-2,3	11,00	3,78			
70	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 3	62,90	-1,9	12,60	5,62			
71	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 4	63,10	-2	12,80	5,68			
72	A02	66,33	0,30	8,73		Medición 5	63,30	-2,1	12,70	5,54	P. Golf 10	5,13	
73													

3	L	A	B		L	A	B			
4					Juliett 1					
5	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	66,30	0,00	13,60	4,88	
6	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	74,60	-0,50	11,20	8,67	
7	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	73,40	-0,80	11,80	7,79	
8	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	71,80	-0,30	12,40	6,61	
9	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	70,10	-0,30	12,50	5,37	P. Juliett 1 6,66
10										
11					Juliett 2					
12	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	63,60	0,30	14,10	6,02	
13	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	66,00	-0,10	13,50	4,80	
14	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	65,80	0,00	13,20	4,51	
15	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	63,90	-0,40	12,80	5,46	
16	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	63,20	0,40	14,40	6,48	P. Juliett 2 5,45
17										
18					Juliett 3					
19	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	71,20	-0,10	13,60	6,90	
20	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	75,10	-0,70	12,30	9,52	
21	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	66,70	0,20	13,80	5,08	
22	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	74,90	-0,10	12,60	9,41	
23	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	64,00	0,60	15,20	6,88	P. Juliett 3 7,56
24										
25					Juliett 4					
26	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	69,30	-0,60	12,10	4,58	
27	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	68,10	-0,50	12,50	4,24	
28	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	66,80	-0,30	12,90	4,24	
29	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	62,50	0,30	14,50	6,93	
30	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	61,60	0,40	14,10	7,16	P. Juliett 4 5,43
31										
32					Juliett 5					
33	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	67,60	-0,20	12,80	4,29	
34	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	65,70	0,00	13,10	4,43	
35	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	65,40	0,00	12,80	4,19	
36	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	64,50	0,30	15,00	6,53	
37	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	63,90	-0,20	13,50	5,98	P. Juliett 5 5,08
38										
39					Juliett 6					
40	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	77,50	-0,40	12,30	11,94	
41	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	77,90	-0,70	13,00	12,37	
42	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	75,40	-0,10	13,10	10,08	
43	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	75,50	-0,10	13,00	10,12	
44	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	74,40	0,00	14,40	9,87	P. Juliett 6 10,88
45										
46					Juliett 7					
47	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	77,20	-0,70	11,40	11,24	
48	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	72,20	-0,20	12,10	6,79	
49	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	74,50	-0,90	12,10	8,92	
50	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	74,90	-0,60	11,90	9,18	
51	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	70,90	-0,20	12,60	6,01	P. Juliett 7 8,43
52										
53					Juliett 8					
54	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	73,20	-0,50	12,30	7,78	
55	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	70,60	-0,50	13,20	6,23	
56	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	66,40	0,10	13,70	4,97	
57	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	70,70	-0,10	12,10	5,53	
58	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	76,70	-0,90	11,20	10,73	P. Juliett 8 7,05
59										
60					Juliett 9					
61	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	68,80	-0,10	13,70	5,56	
62	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	75,60	-0,90	11,90	9,87	
63	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	71,80	-0,30	12,80	6,84	
64	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	67,80	-0,10	13,20	4,72	
65	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	71,40	-0,30	13,40	6,92	P. Juliett 9 6,78
66										
67					Juliett 10					
68	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 1	70,90	-0,60	11,90	5,63	
69	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 2	66,90	-0,20	13,20	4,53	
70	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 3	67,80	-0,30	12,50	4,09	
71	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 4	71,90	-0,90	11,80	6,47	
72	A02	66,33	0,30	8,73	Medición 5	70,60	-0,80	12,20	5,61	P. Juliett 10 5,27
73										

2. Tabla 2: Muestras de esmalte 2017 A3

					Mike 1					
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	61,10	-0,3	14,30	2,96		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	65,60	-1,2	12,10	4,31		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	58,40	-0,2	13,50	3,39		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	68,50	-1,8	10,30	7,81		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	67,90	-1,6	10,40	7,30	P. Mike 1	5,39
					Mike 2					
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	60,40	0,40	15,50	3,76		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	64,50	-0,5	12,80	3,66		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	59,60	0,10	14,40	3,41		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	66,20	-0,8	12,50	5,21		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	64,30	-0,6	12,60	3,54	P. Mike 2	3,31
					Mike 3					
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	59,10	-0,6	12,00	3,45		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	59,20	-0,7	12,10	3,44		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	63,60	-1,1	12,60	3,44		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	62,80	-1,1	11,20	3,20		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	61,00	-0,8	11,60	2,66	P. Mike 3	3,24
					Mike 4					
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	58,50	-0,2	14,20	4,19		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	57,40	-0,2	13,50	4,84		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	57,60	0,00	13,70	4,65		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	61,60	-0,3	11,30	2,76		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	59,10	-0,6	12,00	3,45	P. Mike 4	3,98
					Mike 5					
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	64,30	-1	12,00	3,80		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	61,20	-0,5	13,40	2,55		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	70,20	-1,6	10,00	3,43		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	61,30	-0,7	11,90	2,45		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	59,80	-0,4	13,40	3,05	P. Mike 5	4,26
					Mike 6					
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	58,50	0,10	14,00	3,37		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	62,20	-0,3	13,50	2,46		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	65,50	-0,3	12,70	4,68		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	61,60	-0,2	13,60	2,37		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	62,80	-0,7	12,00	2,68	P. Mike 6	3,23
					Mike 7					
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	62,50	-0,5	13,60	2,75		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	72,50	-2	9,30	11,83		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	73,10	-1,8	9,20	12,35		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	66,00	-1,2	10,80	5,42		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	67,30	-1,2	10,70	6,53	P. Mike 7	7,77
					Mike 8					
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	61,90	-0,8	12,60	2,55		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	59,60	-0,5	13,20	3,18		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	63,30	-1,1	11,10	3,44		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	60,10	-0,8	12,10	2,95		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	65,20	-1,3	11,80	4,67	P. Mike 8	3,36
					Mike 9					
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	62,30	-0,5	12,70	2,36		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	61,30	-0,5	12,30	2,34		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	61,80	-0,7	12,20	2,41		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	68,00	-1,2	10,80	7,12		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	66,50	-1	10,30	5,87	P. Mike 9	4,02
					Mike 10					
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	60,60	-0,3	12,00	2,82		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	59,80	-0,8	12,00	3,12		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	58,70	-0,6	12,00	3,75		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	62,40	-1,1	11,00	3,15		
A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	65,60	-1,3	10,40	5,28	P. Mike 10	3,63

	L	A	B		L	A	B		
					Foxtrot 1				
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 1	82,40	-2,5	12,50	21,17
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 2	84,80	-2,9	11,30	23,62
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 3	80,40	-2,3	13,10	19,20
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 4	77,20	-1,5	15,20	16,16
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 5	76,30	-1,4	15,60	15,93
									P. Foxtrot 1
									19,22
					Foxtrot 2				
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 1	78,80	-2,3	12,70	17,62
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 2	75,20	-1,4	15,10	14,20
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 3	75,50	-1,5	15,30	14,55
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 4	75,70	-1,6	14,80	14,67
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 5	75,20	-1,4	15,20	14,22
									P. Foxtrot 2
									15,05
					Foxtrot 3				
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 1	78,70	-1,7	14,50	17,54
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 2	78,80	-1,9	13,30	17,61
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 3	78,00	-1,7	14,60	16,87
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 4	78,40	-1,8	14,20	17,23
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 5	79,00	-2	13,80	17,81
									P. Foxtrot 3
									17,41
					Foxtrot 4				
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 1	78,50	-2,2	13,00	17,32
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 2	76,20	-1,7	14,30	15,09
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 3	76,80	-1,8	13,30	15,64
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 4	76,80	-1,9	14,00	15,68
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 5	77,20	-2	13,50	16,04
									P. Foxtrot 4
									15,95
					Foxtrot 5				
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 1	76,80	-1,6	14,60	15,69
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 2	78,00	-1,9	13,60	16,80
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 3	83,60	-3	10,20	22,54
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 4	83,90	-3,1	10,30	22,84
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 5	84,10	-3,1	10,10	23,06
									P. Foxtrot 5
									20,19
					Foxtrot 6				
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 1	80,10	-2,3	12,70	18,89
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 2	85,90	-3,2	10,30	24,81
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 3	87,80	-3,2	9,40	26,75
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 4	87,20	-3,3	9,50	26,18
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 5	88,40	-3,3	9,00	27,40
									P. Foxtrot 6
									24,81
					Foxtrot 7				
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 1	80,30	-2,2	13,10	19,66
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 2	81,60	-2,4	12,50	20,37
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 3	82,30	-2,5	12,40	21,08
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 4	82,70	-2,6	12,00	21,49
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 5	84,60	-2,9	11,40	23,42
									P. Foxtrot 7
									21,20
					Foxtrot 8				
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 1	85,60	-3,1	10,90	24,46
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 2	87,60	-3,2	9,80	26,52
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 3	88,90	-3,1	8,60	27,90
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 4	87,90	-3,1	9,70	26,80
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 5	89,00	-3,2	9,10	27,96
									P. Foxtrot 8
									26,73
					Foxtrot 9				
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 1	87,80	-3,2	8,50	26,86
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 2	87,50	-3,2	8,60	26,56
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 3	86,90	-3,3	9,00	25,94
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 4	85,70	-3,2	9,40	24,71
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 5	85,60	-3,2	9,40	24,61
									P. Foxtrot 9
									25,73
					Foxtrot 10				
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 1	83,50	-2,8	11,50	22,32
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 2	86,00	-3,1	10,30	24,89
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 3	86,50	-3,1	9,90	25,42
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 4	85,50	-3,1	10,40	24,40
A03	61,65	1,71	12,20		Medición 5	84,60	-3	10,80	23,47
									P. Foxtrot 10
									24,10

4					Kilo 1								
5	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	55,60	1,00	19,30	3,82				
6	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	61,20	0,40	19,10	7,04				
7	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	64,30	-0,8	15,10	5,03				
8	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	62,40	-0,3	16,30	5,17				
9	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	62,30	-0,2	17,10	5,30	P. Kilo 1	6,47		
10													
11					Kilo 2								
12	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	64,20	-0,8	15,60	4,34				
13	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	62,30	-0,4	16,80	5,21				
14	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	61,70	-0,1	17,80	5,89				
15	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	63,00	-0,5	16,40	4,93				
16	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	60,30	0,20	19,20	7,29	P. Kilo 2	5,65		
17													
18					Kilo 3								
19	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	61,10	-0,1	19,40	7,44				
20	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	63,50	-0,6	16,80	5,47				
21	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	61,20	-0,1	19,00	7,05				
22	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	58,00	0,30	18,60	7,50				
23	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	61,40	-0,2	18,40	6,43	P. Kilo 3	6,79		
24													
25					Kilo 4								
26	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	60,20	-0,1	18,50	6,71				
27	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	60,20	-0,2	17,80	6,09				
28	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	58,30	0,10	17,30	6,80				
29	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	56,30	0,10	17,40	7,63				
30	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	62,10	-0,7	16,50	4,35	P. Kilo 4	6,44		
31													
32					Kilo 5								
33	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	60,60	-0,2	16,70	5,00				
34	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	57,20	0,60	19,10	8,29				
35	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	63,50	-0,6	17,40	5,98				
36	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	63,10	-0,5	17,30	6,28				
37	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	56,80	0,70	19,00	8,41	P. Kilo 5	6,79		
38													
39					Kilo 6								
40	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	65,00	-0,1	18,50	7,36				
41	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	61,10	0,30	20,80	8,66				
42	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	64,40	0,10	18,60	7,15				
43	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	65,60	-0,3	17,30	7,22				
44	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	58,30	0,30	19,00	7,38	P. Kilo 6	7,55		
45													
46					Kilo 7								
47	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	62,50	0,60	21,60	9,50				
48	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	57,00	1,30	21,50	10,41				
49	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	63,00	0,50	20,80	8,79				
50	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	60,70	0,80	20,50	8,40				
51	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	63,50	0,30	20,20	8,33	P. Kilo 7	9,09		
52													
53					Kilo 8								
54	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	58,00	1,40	20,50	9,07				
55	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	64,50	0,60	20,20	8,56				
56	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	66,70	0,10	18,50	8,23				
57	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	57,30	1,50	20,40	9,02				
58	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	65,40	0,20	17,30	6,99	P. Kilo 8	8,38		
59													
60					Kilo 9								
61	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	56,30	0,30	19,30	9,41				
62	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	62,20	0,60	19,60	7,50				
63	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	58,60	1,00	19,50	7,94				
64	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	63,80	0,20	19,40	7,66				
65	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	57,30	1,10	19,80	8,50	P. Kilo 9	8,20		
66													
67					Kilo 10								
68	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	60,40	2,00	22,40	10,28				
69	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	64,80	1,40	22,30	10,58				
70	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	61,20	1,60	20,80	8,61				
71	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	61,30	1,60	22,40	10,20				
72	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	68,10	0,70	21,10	11,04	P. Kilo 10	10,14		
73													

4					November 1								
5	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	63,50	-0,20	15,20	8,62				
6	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	72,60	-0,60	13,80	11,30				
7	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	63,40	-0,20	15,10	8,49				
8	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	71,10	-0,3	15,20	10,12				
9	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	75,00	-0,6	12,70	13,56	P. November	10,42		
10													
11					November 2								
12	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	64,10	-0,20	15,60	4,61				
13	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	67,00	-0,50	14,40	6,19				
14	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	66,30	-0,50	14,00	5,45				
15	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	64,70	-0,3	15,30	5,20				
16	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	66,00	-0,50	15,50	5,89	P. November :	5,47		
17													
18					November 3								
19	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	63,50	-0,20	16,00	4,64				
20	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	68,10	-0,80	13,40	7,02				
21	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	66,30	-0,70	14,00	6,05				
22	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	60,80	0,10	15,80	4,03				
23	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	62,80	-0,2	14,80	3,42	P. November :	5,03		
24													
25					November 4								
26	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	66,40	-0,40	14,10	5,53				
27	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	68,00	-0,50	13,40	6,83				
28	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	71,40	-0,30	13,00	10,12				
29	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	66,60	-0,50	13,70	5,62				
30	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	73,20	-1,1	12,60	11,89	P. November :	8,00		
31													
32					November 5								
33	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	66,20	-0,40	13,30	5,30				
34	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	70,40	-1,00	13,50	9,25				
35	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	67,30	-0,60	14,20	6,36				
36	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	71,00	-0,30	12,30	9,73				
37	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	68,20	-0,50	13,50	7,03	P. November	7,65		
38													
39					November 6								
40	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	73,60	-0,50	14,40	12,35				
41	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	66,40	0,10	15,30	6,23				
42	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	70,00	-0,10	16,00	9,35				
43	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	65,50	0,30	16,30	5,80				
44	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	63,30	-0,10	15,60	8,56	P. November	8,46		
45													
46					November 7								
47	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	70,20	-0,50	13,70	8,96				
48	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	68,20	-0,60	13,20	7,02				
49	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	71,20	-0,30	12,30	9,92				
50	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	68,70	-0,8	13,40	7,58				
51	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	64,40	-0,3	14,20	3,95	P. November	7,43		
52													
53					November 8								
54	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	68,30	-0,60	12,60	7,62				
55	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	65,80	-0,70	13,60	5,00				
56	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	60,30	-0,30	15,10	3,78				
57	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	63,50	-1,00	12,70	8,32				
58	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	64,50	-0,60	14,00	4,09	P. November	5,76		
59													
60					November 9								
61	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	62,30	-0,10	14,70	3,33				
62	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	73,60	-1,00	12,40	12,26				
63	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	65,30	-0,20	15,00	4,38				
64	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	63,70	-0,50	14,00	8,54				
65	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	63,40	-0,40	12,30	8,06	P. November	7,43		
66													
67					November 10								
68	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 1	67,40	-0,30	11,60	6,12				
69	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 2	66,30	-0,40	12,20	5,66				
70	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 3	68,30	-0,60	12,50	7,62				
71	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 4	67,00	-0,40	12,10	5,75				
72	A03	61,65	1,71	12,20	Medición 5	67,30	-0,40	12,50	6,04	P. November	6,24		
73													