



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

**EVALUACIÓN DEL COLOR EN
FOTOGRAFÍAS DIGITALES UTILIZANDO
DOS MARCAS DE CÁMARA CON
DIFERENTES TÉCNICAS DE ILUMINACION Y
UNA TARJETA GRIS DE REFERENCIA**

Trabajo de investigación para obtener el Título Profesional de
Cirujano Dentista

Adriana Alessandra Gallo Lazarte
Camila Sofia Pinto Soto

Lima - Perú
2019

JURADO EXAMINADOR

Presidente: Delgado Cotrina, Leyla Antoinette

Calificador: Tay Chu Jon, Lidia Yileng

Calificador: Alexis Dominguez, John

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 10/07/19

CALIFICATIVO: 90

ASESORES

C.D. Sadith Quillay Castillo

Mg. C.D. Andres Kenichi Noborikawa Kohatsu

Departamento Académico de Clínica Estomatologica

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

A Dios, por demostrarnos tantas veces su existencia y habernos guiado en este camino.

A nuestros padres, por todo su esfuerzo continuo y apoyo incondicional en todo momento.

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos en especial a la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y a cada uno de sus docentes por todo el apoyo brindado a lo largo de nuestra carrera.

A nuestros asesores de tesis, Dra. Sadith Quillay y Dr. Ken Noborikawa, el más profundo agradecimiento por su apoyo, orientación y dedicación para la elaboración de este estudio de investigación.

Y a todas aquellas personas que hayan contribuido a la realización de este trabajo de investigación.

INDICE DE CONTENIDOS

Pág.

Introducción	1
Objetivos	5
Material y métodos	6
Resultados	10
Discusión	12
Conclusiones	17
Referencias bibliográficas	18
Tablas, gráficos y figuras	21

RESUMEN

Objetivo: Comparar la diferencia de color (ΔE) de distintas técnicas de fotografía dental utilizando dos cámaras DSLR para la evaluación del color, con y sin tarjeta gris. **Materiales y métodos:** Estudio transversal y observacional. 10 participantes seleccionados de la facultad de estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Se le tomo cuatro fotografías con una cámara Nikon D3400 y un lente de 105 mm y cuatro fotografías con una cámara Canon EOS T6 y un lente de 100 mm. a cada participante. A cada cámara se le incorporó distintos sistemas de iluminación: Twin flash; Twin flash y papel blanco de 80g.; Twin flash y un bouncer; Ring Flash. Las fotografías fueron tomadas con una tarjeta gris y evaluadas en el programa Classic Color Meter versión 1.8.1 para obtener las coordenadas de color de CIELAB. Seguidamente, se realizó el balance de blanco a las fotos originales, utilizando el programa Adobe Photoshop Lightroom Classic CC 2018 y se registró el color nuevamente mediante las coordenadas de color de CIELAB. **Resultados:** Los grupos Nikon TF (ΔE 3.46), Canon TF (ΔE 3.22) y Canon TF B (ΔE 2.82) fueron clínicamente aceptables ($\Delta E < 3.7$). El balance de blancos mejoro la evaluación de color en caso de Nikon TF P, Nikon RF y Canon TF ($p < 0.01$). **Conclusión:** Existió una diferencia de color significativa entre las técnicas Nikon TF P, Nikon RF y Canon TF luego de realizar el balance de blancos con una tarjeta gris.

Palabras claves: Color, sistemas de iluminación, cámaras fotográficas

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to compare color differences (ΔE) of distinct dental photographic techniques using two different DSLR cameras to evaluate tooth color, with and without the use of a grey reference card. **Materials and methods:** Transversal and observational study. Ten participants were selected from the faculty of stomatology from the Peruvian University Cayetano Heredia. Four photographs were taken with a Nikon D3400 camera and a 105mm lens, and four additional photographs were taken with a Canon EOS T6 camera and a 100mm lens, per participant. Each camera was equipped with different photographic illumination systems: twin flash; twin flash with 80g. white paper; twin flash with a bouncer; ring flash. Each photograph was taken with a grey reference card and analyzed with the Classic Color Meter 1.8.1 software, where the CIElab color coordinates were evaluated. Subsequently, each original photograph underwent white balance with the Adobe Photoshop Lightroom Classic CC 2018 software and then evaluated to obtain other CIElab color coordinates. **Results:** The equipment combinations Nikon TF (ΔE 3.46), Canon TF (ΔE 3.22) and Canon TF B (ΔE 2.82) all resulted as clinically acceptable ($\Delta E < 3.7$). Use of a grey reference card was significant when Nikon TF P, Nikon RF, Canon TF were used ($p < 0.01$). **Conclusion:** After white balancing with the use of a grey reference card, there was a significant color difference in the following equipment combinations: Nikon TF P, Nikon RF and Canon TF.

Keywords: Color, photographic lighting equipment, photographic cameras

INTRODUCCIÓN

La estética dental ha alcanzado un valor muy importante en la sociedad. Esto se refleja en la búsqueda de un resultado óptico aceptable de los tratamientos que los pacientes requieren y/o solicitan (1). La selección de color es un proceso en el que participan tres factores la fuente de luz, el objeto a evaluar y el observador (dentista/ paciente/ sociedad) (2).

Actualmente, los métodos para evaluar el color y el grado de pigmentación de los dientes pueden ser de evaluación subjetiva (visual) y objetiva (instrumental) (3). En el primero se utilizan unas guías de color y se determina por coincidencia, siendo considerado el método más usado, rápido y económico. Sin embargo, su mayor limitación es la variación que puede haber entre evaluadores y la influencia de esta en el resultado. Esta variación va estar determinada por factores como la percepción de color y la edad del observador y a variables ambientales (2).

Por otro lado, los métodos objetivos consisten en la colorimetría y la espectrofotometría. Estos son fáciles de utilizar con una adecuada capacitación y entrenamiento (4). No obstante, estos dispositivos presentan desventajas como el alto costo, y la variabilidad de los resultados al medir superficies dentales curvadas y translúcidas (5)(6). Esta última complicación se da porque en su diseño estos instrumentos presentan una punta de superficie plana, la que difícilmente puede ser colocada en íntimo contacto con la superficie dental. Asimismo, estos métodos suelen implicar la medición de pequeñas áreas de la estructura dentaria, dificultando

la medida del color de toda la superficie de un mismo diente (5)(6). Con respecto a la tasa de precisión en la toma de color con estas metodologías, se ha reportado que el método visual tiene 48% de precisión, la colorimetría 50% (7) y la espectrofotometría 83.3% (8).

Hoy en día las cámaras digitales, están siendo cada vez más utilizadas en consultorios y laboratorios dentales (9). La principal ventaja de esta herramienta es que permite fácilmente almacenar y transmitir información, lo que contribuye a una mejora en la comunicación entre dentistas y técnicos dentales (10). Dentro de la información que se puede transmitir se encuentran: el color de la superficie del diente, la textura y la morfología (11). Sin embargo, estas presentarían cierto grado de subjetividad debido a la falta de parámetros estandarizados (10), como la exposición, el balance de blancos, la velocidad de la película, la apertura y la fuente de luz que existe al momento de tomar una fotografía (10).

Existen propuestas, que, junto con las cámaras digitales, se han empleado para mejorar la toma del color como el uso de sistemas de iluminación, difusores y filtros de polarización (12). Actualmente, dentro de los sistemas de iluminación más utilizados tenemos el ring flash y el twin flash. A este último se le puede incorporar adicionalmente un bracket para mejorar el posicionamiento con respecto al objeto a evaluar (12). En un estudio previo, que comparo sistemas de iluminación para la selección de color, se encontró que cuando se utilizaba el Twin flash en combinación con otros accesorios no hubo diferencias significativas en la variación de color (ΔE). A diferencia del ring flash, el cual si obtuvo una mayor variación,

pudiendo ser disminuida ajustando el balance de blancos en la computadora con el uso de una tarjeta de gris durante el post procesado (13).

Con respecto a los difusores, estos son empleados en odontología para suavizar la luz del flash y evitar que esta sea reflejada excesivamente sobre el objeto evaluado (14). A pesar de la utilidad que representan estos elementos, estudios previos indican que estos pueden causar grandes distorsiones de color (14). Por último, el uso de filtros de polarización cruzada tiene como finalidad remover la luz difusa y eliminar la reflexión causada por el flash. Esto permite una mejor visualización del color de la dentina sin la obstrucción de las características del esmalte. De esta manera se proporciona un mapa cromático mejorado naturalmente (12)(14).

Las cámaras digitales de reflejo único (DSLR) son una opción conveniente, versátil y fácil de usar en odontología pues permiten la toma de retratos, imágenes de primer plano o macro de los dientes y modelos de estudio. Aunque resulta difícil recomendar marcas o modelos de cámaras, ya que el mercado cambia rápidamente, las marcas Nikon y Canon han sido las más utilizadas históricamente en fotografía (15). Las diferencias entre ambas van a ser mínimas en referencia a sus características, y están asociadas más a los modelos.

Aunque se conoce el buen funcionamiento de ambas marcas y la buena calidad de imágenes que proporcionan, existen reportes sobre un desempeño irregular de la cámara Canon al fotografiar tonalidades rojas. Un tema que aún no ha sido

comprobado científicamente. Si bien es cierto, existen estudios previos que evalúan el color, en donde utilizan diferentes combinaciones de accesorios, estos siempre han utilizado solo una marca de cámara, a pesar de la gran variedad que existe en el mercado. Es por ello que el propósito del presente estudio es comparar la diferencia de color de diferentes técnicas de fotografía dental utilizando dos cámaras DSLR para la evaluación del color de dientes, empleando la calibración del balance de blanco con y sin tarjeta gris.

OBJETIVOS

Objetivo general

Comparar la diferencia de color (ΔE) de distintas técnicas de fotografía dental utilizando dos cámaras DSLR para la evaluación del color de dientes, empleando la calibración del balance de blanco con y sin tarjeta gris.

Objetivos Específicos

1. Comparar la variación de color entre las diferentes técnicas de iluminación con una cámara Nikon.
2. Comparar la variación de color entre las diferentes técnicas de iluminación con una cámara Canon.
3. Comparar la variación de color y los valores de ΔL , Δa , Δb de las cámaras Nikon y Canon cuando se utilizó twin flash.
4. Comparar la variación de color y los valores de ΔL , Δa , Δb de las cámaras Nikon y Canon cuando se utilizó twin flash y papel.
5. Comparar la variación de color y los valores de ΔL , Δa , Δb de las cámaras Nikon y Canon cuando se utilizó twin flash y bouncer.
6. Comparar la variación de color y los valores de ΔL , Δa , Δb de las cámaras Nikon y Canon cuando se utilizó ring Flash.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue de tipo transversal y observacional. La muestra consistió en diez participantes entre las edades de 18-30 años, de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. De los cuales se tomo como unidad de estudio las fotografías de los mismos. La muestra fue determinada siguiendo las consideraciones de el estudio de Sampaio et al 2018. (13)

Los participantes fueron previamente evaluados mediante un examen intraoral, aquellos participantes que presentaron restauraciones y/o anomalías del esmalte en los dientes anterosuperiores fueron excluidos del estudio. Asimismo, pacientes en tratamiento de ortodoncia o con tratamiento de blanqueamiento en los últimos seis meses también. A los 10 participantes se les entregó y se les explicó en qué consistía el estudio y cada uno firmó un consentimiento informado.

Para las ocho tomas fotográficas se utilizó una cámara digital Nikon D3400 DSLR equipada con un lente de 105 mm y una cámara Canon EOS T6 DSLR equipada con un lente de 100 mm. Además, a ambas cámaras se les incorporó distintos sistemas de iluminación como twin flash; twin flash y papel blanco de 80g.; twin flash con un bouncer y ring flash. Para cada fotografía se empleó el uso de retractores labiales y una tarjeta de referencia gris y un trípode.

De esta manera se obtuvieron los siguientes grupos:

Grupo TF: Cámara Nikon + twin flash

Grupo TF P: Cámara Nikon + twin flash y papel blanco de 80g.

Grupo TF B: Cámara Nikon + twin flash y bouncer

Grupo RF: Cámara Nikon + ring flash

Grupo TF: Cámara Canon + twin flash

Grupo TF P: Cámara Canon + twin flash y papel blanco de 80 g.

Grupo TF B: Cámara Canon + twin flash y bouncer

Grupo RF: Cámara Canon + ring flash

La selección de variables fue hecha a partir del objetivo general “Comparar la diferencia de color (ΔE) de distintas técnicas de fotografía dental utilizando dos cámaras DSLR para la evaluación del color de dientes, empleando la calibración del balance de blanco con y sin tarjeta gris.” Teniendo las siguientes variables.

1) Color: Sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda. Es una variable tipo cuantitativa, continua y de intervalo. El color el diente puede ser expresado a través de las coordenadas L^* , a^* y b^* con los siguientes valores: L^* : 0 – 100, a^* : -128 – 127, b^* : -128 – 127. C. A partir de esto se puede obtener la variación de color denominado ΔE . Esta medida es la diferencia entre dos puntos de colores en un espacio tridimensional CIELab. El ΔE o variación de color se halla mediante la siguiente

$$\text{formula: } \Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

2) Sistemas de iluminación: La iluminación en fotografía es el conjunto de técnicas, materiales y efectos utilizados para iluminar una escena o sujeto. La luz es el factor más importante en el arte fotográfico, ya que se vale de ella para ser creada y su correcto control es determinante para el resultado final. Son de tipo cualitativa y escala politómica, nominal con los siguientes valores:

1: Twinflash,

2: Twinflash + papel blanco de 80 g.

3. Twinflash + bouncer

4. Ringflash

3) Cámara Fotográfica: Aparato o dispositivo que permite captar, registrar y reproducir imágenes. Es de tipo cualitativa y escala dicotómica, nominal con los siguientes valores: C1: Cámara Nikon, C2: Cámara Canon (Anexo 1)

Los investigadores recibieron una capacitación previa en el uso de equipos y dispositivos por parte de su asesor. Se contó con las autorizaciones de los ambientes en los que se llevó a cabo el estudio y la aprobación del proyecto por parte del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

a. Configuración de cámara

Ambas cámaras se estandarizaron previamente con los siguientes parámetros: exposición (1/125 s, f25), ISO (200), flash (ETTL), focus (1:1) y las fotografías tomadas en formato RAW.

b. Tomas fotográficas

Todas las fotografías fueron tomadas en un mismo día entre las 14:00-17:00 horas en un mismo ambiente. Los pacientes fueron sentados y ubicados con el plano oclusal paralelo al piso. Además, la distancia entre el lente y la pieza dental 11 (objeto a evaluar) fue de 13 cm. Esto se debió a la utilización de un lente macro que requiere una menor distancia comprado con un lente tradicional. Cada fotografía fue tomada en un intervalo de 1 minuto, en el cual los participantes mantuvieron la boca cerrada, para evitar la deshidratación de los dientes. Para cada toma fotográfica se utilizaron retractores labiales y una tarjeta gris de referencia.

c. Procesamiento de la fotografía

En primer lugar, se determinó el punto medio de la pieza 11 a cada fotografía mediante una línea vertical en sentido apico-coronal y una línea horizontal en sentido mesio-distal. De esta manera se pudo tomar el registro inicial de color en el punto medio de la pieza 11 para cada fotografía mediante el software Classic Color Meter versión 1.8.1 for MacIntosh AC; Ricci Adams. Este software nos proporcionó las coordenadas de color L^* , a^* y b^* , mediante el modelo cromático de color CIELab. Seguido de esto a las fotografías originales se les realizó la corrección de balance de blancos post procesado con el software Adobe Photoshop Lightroom Classic CC 2018. La corrección de balance de blancos se dio según la tarjeta de referencia gris (Genuine White Balance Reference: Michael Tapes Design) la cual está previamente calibrado con las coordenadas de L^*75 , $a^* 0$ y $b^* 0$. Seguido de esto, las fotografías corregidas fueron nuevamente evaluadas en el mismo punto central de la pieza 11 mediante el software Classic Color Meter versión 1.8.1 for MacIntosh AC; Ricci Adams, obteniendo un registro final de color con unos nuevos valores de las coordenadas L^* , a^* y b^* . Finalmente mediante Microsoft Excel y la fórmula de variación de color se obtiene los valores de ΔE para cada grupo de cámara + sistema de iluminación.

RESULTADOS

En el grafico 1 se muestran los valores promedio y los valores de desviación estándar de la variación de color (ΔE) de cada sistema de iluminación utilizado para cada equipo, con y sin tarjeta gris. Todos los grupos presentaron variación de color. Con el equipo Nikon TF (3.46; +/- 1.52), TF P (7.07; +/- 7.72), TF B (5.43; +/- 0.83), RF (13.84; +/- 2.52). Con el equipo Canon TF (3.22; +/- 1.99), TF P (5.7; +/- 2.34), TF B (2.82; +/- 0.81), RF (4.20; +/- 1.55). La mayor variación de color la obtuvo el equipo Nikon con sistema de iluminación RF.

En el grafico 1 al momento de analizar los valores de ΔE con respecto a los valores de aceptabilidad se encontró que los grupos Nikon TF P (ΔE 7.07), Nikon TF B (ΔE 5.43), Nikon RF (ΔE 13.84), Canon TF P (ΔE 5.7) y Canon RF (ΔE 4.20), superaron el umbral de aceptabilidad de ΔE 3.7.

La tabla 1 muestra los valores promedios de la variación de color (ΔE), de ambas cámaras con los diferentes sistemas de iluminación. En el equipo Nikon, se puede observar que los valores ΔE del sistema de iluminación TF presentó diferencias estadísticamente significativas con el sistema TF P ($p < 0.05$) pero no con el sistema TF B. Mientras que el sistema RF presentó diferencias con todos los sistemas de iluminación utilizados ($p < 0.05$). Del mismo modo, en el equipo Canon, el sistema de iluminación TF presentó diferencias estadísticamente significativas con el sistema TF P ($p < 0.05$) pero no con el sistema TF B ($p > 0.05$). Sin embargo, el sistema RF en este equipo no presentó diferencias estadísticamente significativas con ninguno de los sistemas de iluminación utilizados ($p > 0.05$).

Al momento de evaluar el mismo sistema de iluminación tanto en Nikon como en Canon se obtuvo diferencias estadísticamente significativas al utilizar los sistemas TF B y RF ($p < 0.05$).

En la tabla 2 mediante el análisis de varianza (ANOVA) se evalúa individualmente, si las variables repercutían en el color, se encontró que el tipo de cámara, el sistema de iluminación y ambos factores repercuten significativamente en la variación de color ($p < 0.01$).

En la tabla 3 se pueden observar los valores de L^* antes (ΔL_i) y después (ΔL_f) de realizar el balance de blancos mediante el software Lightroom 2018, Adobe Photoshop CC; Adobe Systems Inc. Se encontró diferencias estadísticamente significativas al utilizar Nikon TF P, Nikon RF, Canon TF ($p < 0.01$).

Asimismo, se pueden observar los valores de a^* , al comparar los valores de a antes (a_i) y después (a_f) de realizar el balance de blancos, se encontró diferencias estadísticamente significativas en los grupos Nikon TF, TF P, TF B ($p < 0.01$) y en Canon en los grupos TF P y TF B ($p < 0.01$).

Finalmente, se pueden observar los valores de b^* , al comparar los valores de b antes (b_i) y después (b_f) de realizar el balance de blancos, se encontró diferencias estadísticamente significativas en todos los grupos ($p < 0.01$).

DISCUSIÓN

En la actualidad, una de las principales ventajas de la fotografía dental es que permite registrar y transmitir información fácilmente entre profesionales (10). El color es parte de la información que puede ser transmitida a través de esta herramienta y este debería reproducir las tonalidades percibidas clínicamente. Sin embargo, el registro de color puede resultar difícil debido a las distintas condiciones de iluminación y de herramientas empleadas (16). Es por ello que la reproducción precisa del color en fotografía se ve facilitada al utilizar una tarjeta de referencia gris, con el método de balance de blancos post procesado, pues permite una estandarización de los colores en fotografías digitales (13).

En el presente estudio se evaluó los valores ΔE con el fin de determinar cuál de los sistemas de iluminación es el más apropiado para la evaluación del color empleando una tarjeta de referencia gris. Para ello, se utilizó dos marcas de cámaras DSLR, Nikon D3400 y Canon EOS T6, ambas de características similares, como el sensor CMOS y la cantidad de megapíxeles (17)(18). Para determinar la influencia de las variables tipo de cámara, sistemas de iluminación y ambos factores en la variación de color, se realizó la prueba Anova, resultando significativo para todas estas variables.

Según Johnston y Kao, el valor de percepción de color clínicamente aceptable es hasta ΔE 3.7 (19). Al evaluar el ΔE en el presente estudio, el sistema de iluminación TF, obtuvo valores similares al utilizarlo tanto con una cámara Nikon (ΔE 3.46)

como con una cámara Canon (ΔE 3.22), siendo ambos valores clínicamente aceptables. Mientras que, al evaluar el sistema RF, los valores para la cámara Nikon (ΔE 14.09) fueron estadísticamente mayores a los obtenidos con la cámara Canon (ΔE 4.20).

Se cree que la diferencia en el comportamiento del sistema de iluminación RF podría deberse a la marca empleada en el estudio. En ambos escenarios el flash fue utilizado en modo TTL (through the lens), este modo determina la exposición correcta de la fotografía mediante una medición que se consigue a través de un sensor localizado en el cuerpo de la cámara (12). Consecuentemente, para poder utilizar este modo, tanto el flash como la cámara deben de ser compatibles entre sí. En el caso de la cámara Canon, el uso del RF mostró valores ΔE menores, lo cual demuestra la compatibilidad entre ambos equipos. Contrariamente, los valores alcanzados al utilizar el sistema de iluminación RF con una cámara Nikon, nos indicaría una posible incompatibilidad. Algo que el clínico debería tener en cuenta, debido a que una incompatibilidad entre la marca del ring flash y la cámara empleada al momento de tomar una fotografía, puede repercutir en una descalibración del color.

Comparando los sistemas de iluminación TF y RF en el equipo Nikon no fueron similares a los obtenidos en el estudio de Sampaio et al, en el cual se utilizó una metodología y equipamiento similar (13). Esto podría deberse a que en el estudio de Sampaio et al, se optó por utilizar un lente de 85 mm en modo (1:1) siendo la distancia del lente al objeto a evaluar 80cm. Mientras que en el presente estudio se utilizó un lente tipo macro de 105 mm, por su uso cada vez más frecuente en algunas áreas de la odontología. Al ser un lente macro la distancia del lente al objeto a

evaluar fue más corta (13 cm), provocando una mayor cantidad de luminosidad a la fotografía (20).

A pesar de que el flash es una herramienta utilizada con la finalidad de ayudar a la iluminación de la fotografía del flash en algunas ocasiones se ve reflejada intensamente sobre el esmalte de los dientes. Por lo tanto, nos vemos obligados a agregar otros tipos de accesorios para reducir este efecto particular. Desafortunadamente, aquellos accesorios pueden presentar otras dificultades como se observó en el presente estudio. Al utilizar el sistema de iluminación TF P tanto para el equipo Nikon (7.07) como para el de Canon (5.70), resultó en valores de ΔE superiores al límite de aceptabilidad. Aunque el papel de 80g. sea económicamente más accesible, se evidencia una posible distorsión del color en las fotografías obtenidas. Existen otros tipos de accesorios que han obtenido ΔE inferiores, como en el caso del sistema de iluminación de TF B con un ΔE 5.43 para Nikon y ΔE 2.82 para Canon, esta diferencia puede deberse a que se utilizó un twin flash diferente calibrado para cada cámara. Asimismo, los resultados en el equipo Nikon para los sistemas de iluminación TF P y TF B fueron similares a los del estudio de Sampaio et al (13).

El balance de blancos es el encargado de eliminar tonalidades poco realistas de las fotografías. En otras palabras, se puede obtener una reproducción correcta o más estandarizada del color (16). Existen diferentes maneras de realizar un balance de blancos: automático, personalizado y durante post procesado. La primera opción se encuentra en el equipo, esta tiende erróneamente a agregar cian a la imagen para neutralizar los tonos gingivales rojos, mientras que agrega el azul para compensar los tonos amarillos de los dientes obteniendo un color inadecuado (21), siendo una

opción poco confiable (13). Al utilizar ajuste de blancos personalizados, se debe tomar una fotografía a una tarjeta de referencia gris en el mismo lugar y con la misma luz en donde posteriormente se realizará la toma fotográfica. Este método solo podrá neutralizar la luz más dominante que la cámara percibe (21). Mientras que, realizando el balance de blancos en un post procesado, se obtienen mejores resultados al tomar la fotografía en formato Raw. Este formato contiene toda la información del color captada por el sensor y de ese modo al realizar el balance de blanco no hay pérdida de la calidad de la imagen (21).

En este estudio se utilizó un software Adobe Photoshop Lightroom Classic CC 2018, para realizar el balance de blancos por ser un método efectivo y de bajo costo, semejante al método utilizado en el estudio de Sampaio et al (13). Asimismo, este software ayuda a la manipulación de imágenes, teniendo un rol significativo en la percepción visual del color.

Al comparar las fotografías antes y después de realizar el balance de blancos, hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$) en tres grupos, para el equipo Nikon al utilizar los sistemas de iluminación TF P y RF y para el equipo Canon al utilizar el sistema de iluminación TF. Este resultado nos indica que una tarjeta de referencia gris puede ayudar a mejorar la estandarización del color en estos casos (Tabla 3). Este estudio coincide con el de Sampaio et al, en que se debería emplear una tarjeta de referencia gris para el realizar el balance de blancos post procesado en el equipo Nikon con un sistema de iluminación RF. A pesar de tener esta gran

ventaja al usar una tarjeta de referencia gris, en los grupos restantes su efecto no fue estadísticamente significativo.

Las limitaciones en el presente estudio son el no haber incluido todos los sistemas de iluminación presentes en el mercado como el filtro de polarización cruzada. Estudios posteriores deben tener más combinaciones entre equipos. Además, de haber utilizado un ring flash Youngnou calibrado para Canon en una cámara Nikon, cuando existe en el mercado un ring flash Youngnou calibrado específicamente para Nikon. Esto es debido por la falta de disponibilidad al momento de realizar el estudio.

La importancia de este estudio es poder reconocer el comportamiento de los accesorios y las técnicas empleadas según la marca de cámara para disminuir las alteraciones en la toma de color de las fotografías. Como por ejemplo el utilizar una tarjeta de gris para el balance de blancos, y de ese modo poder registrar el color correctamente.

CONCLUSIONES

De forma general se concluye que, los sistemas de iluminación con una variación de color (ΔE) clínicamente aceptables fueron Nikon TF, Canon TF, Canon TF B.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Afroz S, Rathi S, Rajput G, Rahman SA. Dental esthetics and its impact on psycho-social well-being and dental self confidence: a campus based survey of north Indian university students. *J Indian Prosthodont Soc.* 2013;13(4):455-60.
2. Dagg H, O'Connell B, Claffey N, Byrne D, Gorman C. The influence of some different factors on the accuracy of shade selection. *Journal of Oral Rehabilitation* 2004;31:900–4. [[[]]
SEP]
3. Dozic A, Kleeverlaan CJ, El Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of ve commercially available tooth color measuring devices. *J Prosthodont* 2007; 16: 93–100.
4. McLaren K. Colour space, colour scales and colour difference. In: McDonald R, editor. *Colour physics for industry*. Huddersfield: H Charlesworth & Co. Ltd.; 1987. p. 97–115.
5. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent.* 2010; 38 Suppl 2:e2-16.
6. Bolt AR, ten Bosch JJ, Coops JC. Influence of window size in small-window colour measurement, particularly of teeth. *Phys Med Biol.* 1994;39:1133–1142. [[[]]
SEP]
7. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching *Journal of Prosthetic Denistry.* 1998; 80:642-8

8. Paul s, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CHF. Visual and spectrophotometric shadanalysis of human teeth. Journal of Dental Research. 2002;81:578-82.
9. Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Johnston WM. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. Dental Materials 2006;22:553-9.
10. Schropp L. Shade matching assisted by digital photography and computer software. J Prosthodont. 2009;18:235-41. ^[L]_[SEP]
11. Jarad FD, Russell MD, Moss BW. The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. Br Dent J. 2005;199(1):43-9
12. Terry DA, Snow SR, McLaren EA. Contemporary dental photography: selection and application. Compend Contin Educ Dent. 2008;29(8):432-6
13. Sampaio CS, Atria PJ, Hirata R, Jorquera G. Variability of color matching with different digital photography techniques and a gray reference card. J Prosthet Dent. 2019;121(2):333-339
14. Hein S, Zangl M. The use of a standardized gray reference card in dental photography to correct the effects of five commonly used diffusers on the color of 40 extracted human teeth. Int J Esthet Dent. 2016;11(2):246-59.
15. Ahmad I. Digital dental photography. Part 4: choosing a camera. Br Dent J. 2009;206(11):575-81.
16. Casaglia A, De Dominicis P, Arcuri L, Gargari M, Ottria L. Dental photography today. Part 1: Basic concepts. Oral Implantol 2016;8:122-9.
17. Nikon Inc.[internet].2019. Especificaciones tecnicas. [consultado 29 de mayo 2019]. Disponible en: <https://www.nikon.com.mx/nikon->

[products/product/dslr-cameras/d3400.html#tab-ProductDetail-ProductTabs-TechSpecs](https://www.canon.com/products/product/dslr-cameras/d3400.html#tab-ProductDetail-ProductTabs-TechSpecs)

18. Canon U.S.A. Inc. [Internet]. 2019. EOS Rebel T6. {consultado 29 de mayo 2019}. Disponible en: <https://cameradecision.com/compare/Nikon-D3400-vs-Canon-EOS-Rebel-T6>
19. Johnston W.M, Kao E.C. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. J Dent Res.1989; 68(5):819-822.
20. Murillo A. Análisis de la calidad de las fotografías intraorales realizadas por los residentes del posgrado de ortodoncia y ortopedia funcional de la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología entre el año 2009 y el año 2014. Rev. Electrónica de la facultad de odontología ULACIT. 2015; 8(1): 21-34.
21. Snow SR. Assessing and achieving accuracy in digital dental photography. J Calif Dent Assoc. 2009 ;37(3):185-91

Tabla N°1. Comparación de las medias de la variación de color ΔE y desviación estándar (DE) en fotografías digitales utilizando dos marcas de cámara con diferentes sistemas de iluminación y una tarjeta gris de referencia.

Cámara e Iluminación	COLOR ΔE			
	Nikon		Canon	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Twin flash	3.46A	1.52	3.22A	1.99
Twin flash y papel blanco de 80g.	7.07B	1.72	5.70B	2.34
Twin flash y bouncer	5.43ABa	0.83	2.82Aa	0.81
Ring flash	14.09Cb	2.52	4.20Ab	1.55

Letras mayúsculas diferentes en vertical: diferencia estadísticamente significativa (Prueba de Tukey $p < 0.05$)
 Letras minúsculas diferentes en horizontal: diferencia estadísticamente significativa (Prueba de T de student $p < 0.05$)

Tabla N°2. Análisis de varianza (ANOVA) para la variación del color (ΔE) en fotografías digitales utilizando dos marcas de cámaras con diferentes sistemas de iluminación y una tarjeta gris de referencia.

Cámara e Iluminación	gl	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	p
Cámara	1	248.84	248.84	21.24	<0.01
Iluminación	3	407.14	135.71	13.65	<0.01
Cámara + Iluminación	7	939.77	134.25	43.37	<0.01

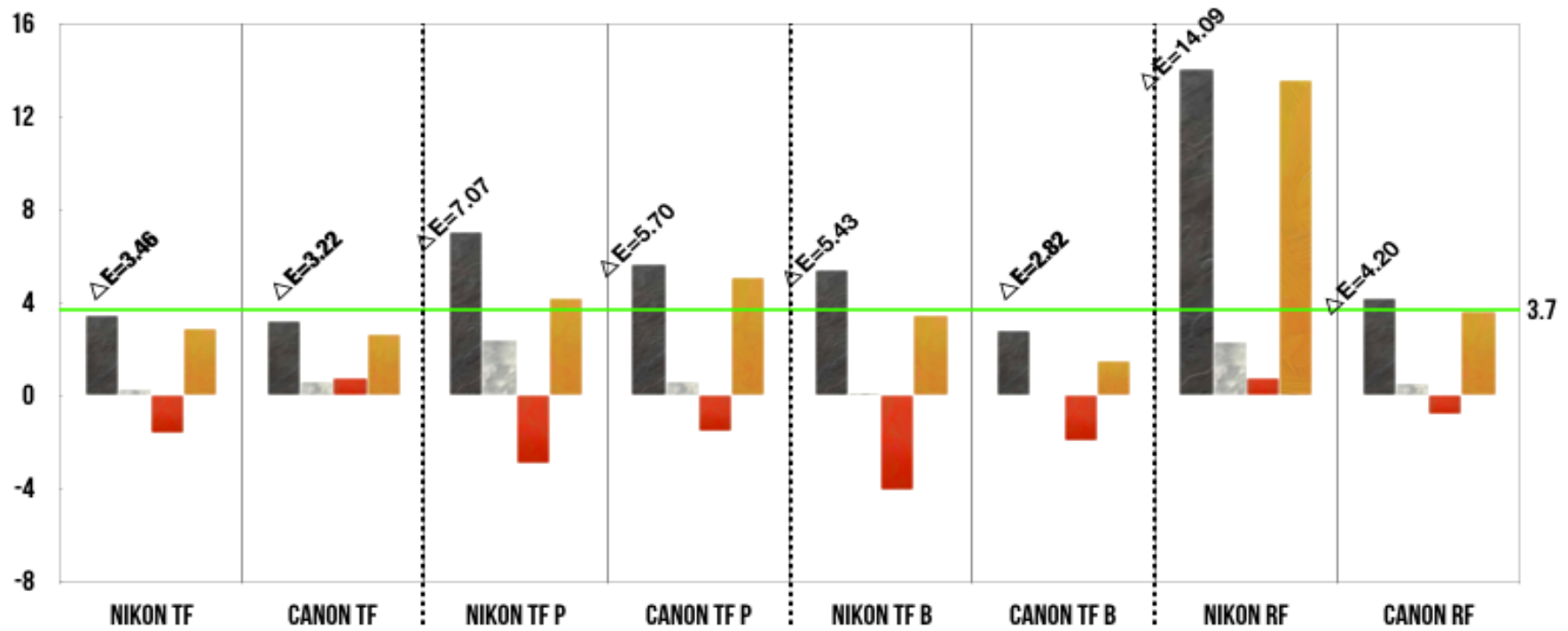
Prueba de Anova ($p < 0.01$)

Tabla N°3. Comparación de los valores promedio de L* a* y b* antes y después de la corrección de balance de blancos con la tarjeta gris de referencia.

Cámara e Iluminación	ΔL_i		ΔL_f		p*	a1		a2		p*	b1		b2		p*
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
Cámara Nikon + twin flash	73.03	3.14	73.30	3.02	0.2	5.98	1.75	4.44	1.79	<0.01	12.33	5.23	15.25	4.88	<0.01
Cámara Nikon + twin flash y papel blanco de 80gr.	60.91	4.32	61.55	4.16	<0.01	8.52	1.67	4.68	1.81	<0.01	8.11	4.57	14.47	4.42	<0.01
Cámara Nikon + twin flash y difusor	64.48	5.15	64.60	5.13	0.07	8.68	1.76	4.67	1.72	<0.01	12.43	5.38	15.92	4.86	<0.01
Cámara Nikon + ring flash	56.78	2.63	59.14	2.76	<0.01	2.83	1.47	3.59	1.47	0.07	-0.47	3.25	13.11	3.47	<0.01
Cámara Canon + twin flash	60.56	5.23	61.15	4.97	<0.01	4.73	2.26	5.52	1.67	0.11	11.99	5.26	14.75	3.49	<0.01
Cámara Canon + twin flash y papel blanco de 80 g.	63.58	5.35	65.17	2.61	0.18	6.76	2.78	5.23	2.23	<0.01	8.96	6.28	14.09	4.22	<0.01
Cámara Canon + twin flash y difusor	62.16	4.95	63.23	6.23	0.33	8.12	1.98	6.16	1.40	<0.01	14.06	4.51	15.57	3.57	<0.01
Cámara Canon + ring flash	60.82	6.64	61.38	6.22	0.13	4.36	1.45	3.61	1.00	0.02	8.31	4.05	11.91	2.84	<0.01

Análisis de T student p<0.01 muestras relacionadas

Gráfico N°1. Media de la variación de color (ΔE) y de las coordenadas ΔL^* , Δa^* y Δb^* en fotografías digitales utilizando dos marcas de cámaras con diferentes sistemas de iluminación y una tarjeta gris de referencia.



Cuadro de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Tipo / Escala	Valores
Color	Sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda.	Color del diente expresado a través de los valores en las coordenadas L*, a* y b* ΔE: variación de color es la diferencia entre dos puntos de colores en un espacio tridimensional CIELab.	ΔL: L*1 – L*2 Δa: a*1 – a*2 Δb: b*1 – b*2 $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$	Cuantitativa Continua Interválica	ΔE
Sistema de iluminación	La iluminación en <u>fotografía</u> es el conjunto de técnicas, materiales y efectos utilizados para iluminar una escena o sujeto.	Dispositivos que actúan como fuente de luz artificial para iluminar escenas fotográficas.	Registro del tipo de sistema de luz utilizado para el registro fotográfico.	Cualitativa Politómica Nominal	1: Twinflash 2: Twinflash + papel de 80 g. 3. Twinflash + bouncer 4. Ringflash
Cámara fotográfica	Aparato o dispositivo que permite captar, registrar y reproducir imágenes.	Dispositivo que realizara las tomas fotográficas.	Registro del tipo de cámara con la que se realizaran las tomas fotográficas.	Cualitativa Dicotómica Nominal	C1: Cámara Nikon C2: Cámara Canon