

Repetibilidad, precisión y ergonomía de tres dispositivos para la medición del color dental

Título corto: Evaluación del color de los dientes

Massimo Del Fabbro^{1*}, Rafael Bettach^{2*}, Lorena Karanxhá³, Silvio Taschieri⁴

1 Profesor asociado, Departamento de Ciencias Biomédicas, Quirúrgicas y Dentales, Università degli Studi di Milano, Milán, Italia. Jefe de Sección de Fisiopatología Oral, IRCCS Istituto Ortopedico Galeazzi, Milán, Italia

2 Profesor asociado adjunto, Universidad de Nueva York, Nueva York, NY, EE.UU.; práctica privada, Gretz-Armainvilliers, Francia;

3 Estudiante de doctorado, Università degli Studi di Milano, Milán, Italia.

4 Investigador Académico, Departamento de Ciencias Biomédicas, Quirúrgicas y Dentales, Università degli Studi di Milano, Milán, Italia. Jefe de la Sección de Endodoncia y Cirugía de Implantes, Clínica Dental, IRCCS Istituto Ortopedico Galeazzi, Milán, Italia

* Estos dos autores contribuyeron igualmente al estudio.

Autor correspondiente:

Prof. Massimo Del Fabbro

Departamento de Ciencias Biomédicas, Quirúrgicas y Dentales, Università degli Studi di Milano, Milán, Italia, IRCCS Istituto Ortopedico Galeazzi,

Via Riccardo Galeazzi 4

20161 Milán, Italia

Teléfono +39 02 50319950

Fax +39 02 50319960

Correo electrónico: massimo.delfabbro@unimi.it

Abstracto

Objetivos: El objetivo de este estudio fue comparar el rendimiento de tres dispositivos espectrofotómetros comerciales para medir el color de los dientes: Easyshade, SpectroShade y Rayplicker.

Métodos: Se evaluaron tres características diferentes: repetibilidad, precisión y ergonomía. Para la evaluación de la repetibilidad, se detectó con cada dispositivo el color de la cara vestibular de 50 dientes recién extraídos implantados en modelos de arco de yeso. Tres operadores diferentes repitieron las mediciones bajo tres fuentes de luz diferentes. Para la evaluación de la precisión se *in vitro* se siguió el protocolo en 60 coronas metal-cerámicas. Por último, se realizó un cuestionario entre los operadores para evaluar las características ergonómicas de los dispositivos.

Resultados: La repetibilidad de SpectroShade fue similar a la de Rayplicker (71% y 70% respectivamente), mientras que la de Easyshade fue significativamente menor (59%). Los tres dispositivos funcionaron de manera similar en términos de precisión. Rayplicker fue el más fácil de usar, mientras que SpectroShade fue el menos.

Conclusiones: Si bien no hubo diferencias significativas entre SpectroShade y Rayplicker en cuanto a repetibilidad y precisión, este último mostró una ventaja distinguida en términos de ergonomía.

Significación clínica: la elección del dispositivo más confiable y fácil de usar para la evaluación del color dental, así como una interacción en tiempo real con el laboratorio dental, puede tener un impacto relevante en la satisfacción tanto del clínico como de los pacientes al finalizar el procedimiento restaurador.

Palabras clave: medición del color; espectrofotómetro; color de los dientes; sombra de dientes

Introducción

Una bonita sonrisa afecta directa y positivamente al bienestar psicológico y a la autoestima de un individuo. Por tanto, un tratamiento satisfactorio en la odontología contemporánea, no puede descuidar la dimensión estética [1]. Entre los muchos parámetros que determinan el resultado de un tratamiento estético en odontología, el color de los dientes es uno de los más importantes [2]. Una discrepancia de color influye inmediatamente en la satisfacción de los pacientes y lleva a la decepción. Al mismo tiempo, la selección del color que coincida con el de los dientes naturales representa uno de los problemas más desafiantes de la odontología actual. [3] Actualmente hay dos formas disponibles para medir el color de los dientes, con diferencias mejoradas en su rendimiento: el método visual tradicional y el método asistido por dispositivo [4]. El método visual se utiliza comúnmente para evaluar el color de los dientes y sus resultados pueden mejorarse constantemente mediante capacitación [5]. Sin embargo, tiene algunas limitaciones importantes derivadas de factores relacionados con la calidad de la fuente de luz, las características del observador (por ejemplo, edad, experiencia, nivel de fatiga, etc.) o las características del entorno (por ejemplo, brillo del fondo) [6]. En consecuencia, surgió la demanda de una medición del color asistida por un dispositivo,

Los dispositivos de medición del color pueden ser de diferentes tipos: colorímetros, sistemas de imágenes digitales y espectrofotómetros [8,9]. Si bien se han documentado las limitaciones de los colorímetros para medir el color de objetos translúcidos como los dientes [10,11], las cámaras digitales están ganando cada vez más atención hoy en día y, cuando se combinan con los protocolos de calibración correctos, pueden producir un buen resultado general [12]. Sin embargo, las herramientas más confiables para la medición del color en la actualidad están representadas por los espectrofotómetros, que pueden medir cuantitativamente las propiedades de reflexión o transmisión de un material para cada longitud de onda posterior [13]. Estos datos pueden luego traducirse en información colorimétrica siguiendo los protocolos de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) [14].

El objetivo de esto *ex vivo* *in vitro* El estudio fue comparar tres dispositivos de espectrofotometría diferentes para mediciones del color de los dientes en términos de repetibilidad y precisión. Para simplificar, a lo largo del manuscrito el término "color del diente" se referirá a la cara vestibular de la corona.

Materiales y métodos:

El estudio fue diseñado y realizado por investigadores de la Università degli Studi di Milano (MDF, ST, LK), en colaboración con un colega francés (RB) que contribuyó al diseño del estudio, la preparación de los modelos y la interpretación de los resultados. Mediciones

Todas fueron tomadas en una sala del IRCCS Istituto Ortopedico Galeazzi, Milán, Italia. Los tres operadores que realizaron las mediciones eran dentistas con bastante experiencia en la medición del color de los dientes. Todos pasaron por la misma fase de entrenamiento para el estudio, que consistió en 20 mediciones de dientes de muestra, con el objetivo de tomar confianza con los dispositivos investigados y los diversos procedimientos (calibración, ajuste, medición, lectura de resultados).

Este estudio estuvo compuesto por dos protocolos diferentes, uno para la repetibilidad y otro para la precisión de los tres dispositivos siguientes: Easyshade® V (VITA, Bad Säckinger, Alemania), SpectroShade Micro (MHT, Verona, Italia) y Rayplicker (BOREA, Limoges, Francia). Los dos primeros dispositivos están disponibles comercialmente y son bien conocidos, y en este estudio se utilizó su última generación, siguiendo estrictamente las instrucciones de uso recomendadas por sus empresas. Easyshade® V (VITA) es un espectrofotómetro con un rango de medición de 400 – 700 nm (luz emitida) y con una salida de colores dentales en la guía de colores estándar VITA Classic A1-D4® [15]. Tiene una técnica de sombreado de dientes punto por punto, es decir, tiene una pequeña punta que mide un área muy pequeña, y requiere múltiples mediciones en diferentes segmentos del diente para establecer el color del diente. También existe la necesidad de calibración, aunque el procedimiento es relativamente rápido. Spectro-Shade (MHT) es un espectrofotómetro voluminoso con un rango de medición de 410 a 680 nm [16]. Tiene una amplia área de lectura y brinda información en una amplia pantalla del color global del diente y de los diferentes sectores del diente en una sola medición. Requiere un proceso de calibración que lleva un tiempo considerable (entre 20 y 25 segundos para un operador capacitado). Tiene una amplia área de lectura y brinda información en una amplia pantalla del color global del diente y de los diferentes sectores del diente en una sola medición. Requiere un proceso de calibración que lleva un tiempo considerable (entre 20 y 25 segundos para un operador capacitado). Tiene una amplia área de lectura y brinda información en una amplia pantalla del color global del diente y de los diferentes sectores del diente en una sola medición. Requiere un proceso de calibración que lleva un tiempo considerable (entre 20 y 25 segundos para un operador capacitado).

El tercer dispositivo, Rayplicker (BOREA), es un espectrofotómetro innovador, provisto de un sensor de color CMOS en su punta de medición, con la capacidad de evaluar el color del diente en una sola medición y también de tomar una imagen polarizada del diente y su translucidez. La calibración de este dispositivo se realiza automáticamente. Finalmente, los datos se adquieren primero a través de un software dedicado, que permite la transferencia de datos a través de la nube al laboratorio [17].

Repetibilidad *ex vivo* protocolo. Se utilizaron cincuenta dientes naturales recién extraídos (12 incisivos, 9 caninos, 11 premolares, 18 molares). Fueron extraídas por cualquier motivo (principalmente periodontal), y el único criterio de selección fue que la corona debía estar intacta, sin signos de caries ni relleno. Cada diente se sometió a una sesión de limpieza estándar (mediante un procedimiento de raspado) antes de ser utilizado en este estudio, para eliminar cualquier depósito de placa dental y cálculo que pudiera interferir con la medición real del color del diente. Se numeraron para garantizar que diferentes usuarios los evaluaran en el mismo orden y luego se implantaron en modelos de arco de yeso (Fig. 1). El tercio cervical, medio e incisal de cada

Se basaron en una escala tipo Likert de 4 puntos, donde 4=absolutamente, 3=mucho 2=poco, 1=nada. Las preguntas fueron: ¿Es fácil tener confianza con el dispositivo? ¿Es el dispositivo cómodo de manejar? ¿Son fáciles de realizar los procedimientos de calibración? ¿Es fácil tomar una medida? ¿Es fácil repetir una medición en la misma región del diente? ¿Es fácil tomar medidas en cualquier diente de la arcada? ¿Te gusta el aspecto de salida? ¿Es fácil de entender el resultado que aparece en la pantalla? ¿Consideras que la medida es precisa? ¿Se cansa frecuentemente cuando utiliza el dispositivo? (para la última pregunta la puntuación se invierte). **análisis**

estadístico

Los datos se sintetizaron mediante recuentos absolutos y porcentajes de mediciones coincidentes para lograr repetibilidad y precisión. Se aplicó la prueba estadística de chi-cuadrado de Pearson (χ^2) para todas las comparaciones para determinar la repetibilidad y la precisión. Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para evaluar las diferencias entre grupos en aspectos de ergonomía. Se estableció un umbral de significación de $p = 0,05$.

Resultados:

Repetibilidad

La Tabla 1 muestra los recuentos absolutos y el porcentaje de repetibilidad de los tres dispositivos bajo luces separadas y la repetibilidad total cuando se agregan las mediciones con las tres luces. SpectroShade y Rayplicker exhiben una repetibilidad similar (71% y 70% respectivamente), mientras que Easyshade les sigue con una diferencia del 11-12%.

Según el valor p de Pearson, en Light 1 Rayplicker muestra una repetibilidad significativamente mejor, mientras que bajo Light 2 y 3, Rayplicker y SpectroShade tuvieron un rendimiento significativamente mejor en comparación con Easyshade. Rayplicker fue el único dispositivo completamente independiente del tipo de luz, mientras que el último podría tener cierta influencia en los resultados de los otros dos dispositivos.

Exactitud

Los resultados de precisión se indican en la Tabla 2. Los tres dispositivos produjeron una buena precisión en la detección del color de los dientes. Rayplicker mostró los mejores resultados, con una precisión general del 66%, que fue significativamente superior en comparación con Easyshade (55,5%, $p=0,03$), pero no con SpectroShade. (58%, $p=0,10$). Las diferencias más significativas se encontraron en la primera prueba (Corona monocolor), donde quedó clara la superioridad de Rayplicker respecto a los otros dos dispositivos.

Ergonomía

En cuanto al aspecto de ergonomía, del cuestionario surgió que los tres dispositivos diferían en algunos aspectos: según los operadores, SpectroShade era el menos cómodo de manejar ($P=0,03$), el menos fácil de usar para tomar mediciones ($P=0,046$) y produjo cansancio con mayor frecuencia ($P=0,02$). Rayplicker fue el preferido para tomar medidas en cualquier diente de la arcada, mientras que Spectroshade resultó el menos cómodo también en este aspecto ($P=0,02$).

Discusión

La demanda actual de odontología estética justifica plenamente la aparición de nuevas tecnologías y dispositivos para la detección del color de los dientes. La evaluación objetiva del color del diente representa una ventaja importante de los dispositivos para medir el color del diente en comparación con el método visual tradicional [7, 18]. Simultáneamente, se evidencia la necesidad de evaluar y comparar los diferentes dispositivos disponibles. Este *in vitro* estudio, con la ventaja de un protocolo estandarizado, representa un esfuerzo para abordar tal necesidad. Comparó tres dispositivos de espectrofotometría: Easyshade, SpectroShade y Rayplicker en función de tres parámetros: repetibilidad, precisión y ergonomía.

Siguiendo el *ex vivo* protocolo de repetibilidad, todos los datos de medición del 4050 se informaron en un archivo Excel predeterminado organizado para evaluar y comparar la repetibilidad de los tres dispositivos en la determinación del color del diente, así como la influencia de la iluminación y el operador.

La Tabla 1 cuantifica la repetibilidad de los tres dispositivos y muestra la influencia de diferentes luces. Los tres dispositivos demostraron buenos valores de repetibilidad en diferentes luces. Spectroshade y Rayplicker mostraron una repetibilidad general similar (71% y 70% respectivamente), mientras que Easyshade mostró una repetibilidad significativamente menor (59%) en comparación con SpectroShade y Rayplicker ($p=0,00015$ y $p=0,0005$ respectivamente). Dentro de la iluminación blanca fría, Rayplicker tiene una repetibilidad significativamente mejor en comparación con Easyshade y Spectroshade ($p=0,002$ y $p=0,016$ respectivamente). Dentro de la iluminación con luz diurna y cálida, Easyshade tuvo una repetibilidad significativamente menor en comparación con Spectroshade. Los tres dispositivos funcionaron ligeramente mejor bajo iluminación con luz cálida, lo que los convirtió en la luz elegida para determinar el color de los dientes en el presente estudio. Esta fue la razón para utilizar luz cálida en la evaluación de la precisión de los dispositivos que siguieron el protocolo de repetibilidad. Sin embargo, esto no significa que se recomiende el uso sistemático de luz cálida en la práctica diaria.

Con el objetivo de comprender mejor la influencia de diferentes luces en los potenciales de repetibilidad de los dispositivos, se calcularon los valores p entre luces (Tab. 1). Según estos datos, Easyshade tuvo un rendimiento similar bajo tres luces, con la única diferencia significativa entre luz blanca fría y luz cálida ($p=0,02$). Para SpectroShade, la iluminación blanca fría produjo resultados significativamente peores en comparación con la luz diurna y la luz cálida ($p=0,0005$ y $p=0,00003$, respectivamente). Rayplicker se desempeñó de manera similar bajo las tres luces diferentes, sin diferencias significativas entre ellas, representando el único dispositivo verdaderamente independiente del tipo de iluminación.

Como consideración general, la gama de tonos producidos fue bastante limitada para Easyshade y SpectroShade. Los primeros proporcionaron resultados en su mayoría como tres valores representados uniformemente (del 27,6% al 32,8%) de la guía de colores estándar, que incluye 16 tonos diferentes, mientras que siete tonos (B1, B4, C1, C2, C3, D2, D4) nunca fueron detectado. Spectro-Shade en el 52,1% de los casos detectó el color del diente como A1, y en el 13,4% y 15,9% de los casos como A2 y B2, respectivamente, y los colores restantes se muestran muy raramente. Por el contrario, Rayplicker mostró una gama más amplia de resultados, con 5 tonalidades diferentes representadas para más del 10%, y otras 10 tonalidades detectadas con menor frecuencia (del 0,3% al 5,3%), cubriendo casi toda la gama de tonalidades. De hecho, no conocemos el color real de los 50 dientes extraídos evaluados, aunque creemos que es poco probable que su matiz se limitara a sólo dos o tres valores de todo el rango. No es nuestra intención especular sobre la capacidad de los dispositivos para detectar el tono real en este caso, ya que el estudio ex vivo solo fue diseñado para evaluar la característica de repetibilidad.

Para el protocolo de precisión, se obtuvieron y analizaron un total de 600 datos. Los tres dispositivos mostraron una buena precisión general y Rayplicker tuvo una precisión significativamente mejor solo en comparación con Easyshade ($p=0,03$). Dentro del grupo de coronas de un solo tono, Rayplicker fue significativamente más preciso en comparación con Easyshade y Spectro-Shade ($p<0,001$ y $p=0,01$ respectivamente). Para los grupos de dos y tres sombras, no se observaron diferencias significativas entre los diferentes dispositivos. Sin embargo, aunque todas las mediciones se tomaron cuidadosamente, no podemos excluir la posibilidad de un cierto grado de discrepancia entre el color producido en el laboratorio y el tono solicitado según la guía de colores. Para minimizar tales inconvenientes en la práctica diaria,

El tercer aspecto que pretendíamos analizar era la ergonomía. La odontología moderna ha abrazado plenamente la importancia de una práctica ergonómica, es decir, el establecimiento de una relación adecuada entre las personas, los equipos y el lugar de trabajo para aumentar la eficiencia y disminuir el riesgo de deficiencias relacionadas con la profesión [19]. Por lo tanto, al elegir el dispositivo para determinar el color de los dientes, se debe tener en cuenta la ergonomía. En este sentido, los parámetros que evaluamos incluyen: tamaño de la cabeza, peso, número de mediciones requeridas y calibración, procedimientos de control de infecciones, tiempo de procesamiento de datos y opciones de transferencia de datos (Tabla 3). SpectroShade tiene el tamaño de cabeza más voluminoso, lo que inhibe el acceso a las regiones posteriores de la boca. mientras que Rayplicker y Easyshade, con su tamaño de cabeza reducido, pueden medir fácilmente el color de los dientes en las regiones posteriores. El peso es una característica importante que puede afectar directamente a la comodidad del operador y en consecuencia al resultado final. SpectroShade tiene el peso más alto (915 g), casi el doble en comparación con otros dispositivos, siendo Easyshade el que tiene el peso más bajo (215 g) y Rayplicker uno ligeramente mayor (380 g). En cuanto al proceso general de registro del color del diente, la cantidad de mediciones requeridas y la calibración son diferentes entre los tres dispositivos. Easyshade tiene una técnica de punto único, que requiere varias mediciones para detectar el color de un solo diente, mientras que SpectroShade y Rayplicker tienen una técnica de puntos múltiples, lo que significa que solo requieren una medición única para un diente específico. Para un dispositivo de detección de color, La calibración es un proceso importante que representa la configuración del dispositivo para que los resultados caigan dentro de un rango aceptable [20]. Tanto SpectroShade como Easyshade necesitan un proceso de calibración manual aunque el de SpectroShade es mucho más complejo y requiere más tiempo. Rayplicker es el único dispositivo con calibración automática, lo que significa que no es necesario dedicar tiempo a este proceso.

Otra característica óptica importante para fabricar una prótesis dental estéticamente apropiada es la translucidez del diente. Los dientes tienen por naturaleza un cierto grado de translucidez (o semitransparencia) que permite que una determinada cantidad de luz se difunda a través del diente desde el entorno que lo rodea. Aunque esta característica no fue evaluada específicamente en el presente estudio, entre los dispositivos investigados tanto Rayplicker como Spectroshade son capaces de evaluar la translucidez del diente, mientras que EasyShade no proporciona información sobre dicho componente.

Además, las propiedades de esterilización para el control de infecciones tienen una importancia crucial en un entorno médico. Tanto SpectroShade como Rayplicker poseen una punta esterilizable, pero Rayplicker viene con una funda de protección adicional que asegura aún más el control de infecciones. Easyshade sólo proporciona una funda de protección desechable.

Por último, el procesamiento de datos difiere de un dispositivo a otro; Rayplicker tiene el proceso que consume más tiempo en comparación con SpectroShade y Easyshade, que pueden procesar datos rápidamente después de la medición. Los tres dispositivos ofrecen la posibilidad de transmitir datos digitalmente a través del correo electrónico, pero Rayplicker es el único dispositivo que puede utilizar la nube para transmitir datos e imágenes contextuales tomadas con una aplicación móvil dedicada, para evaluar mejor el contexto de la prótesis dental y facilitar la comunicación entre el médico y el técnico. Desde un punto de vista general, considerando los numerosos parámetros que evaluamos, Rayplicker representó el dispositivo más ergonómico y fácil de usar.

Conclusión

Como conclusión de nuestro estudio, entre los tres dispositivos que evaluamos, SpectroShade y Rayplicker funcionaron de manera similar entre sí y superior a Easyshade en términos de repetibilidad y precisión. Rayplicker tenía una ventaja destacada en términos de ergonomía y funciones fáciles de usar. Tiene un tamaño de cabeza pequeño y un peso aceptablemente bajo. No necesita calibración, la toma de color es relativamente rápida y sólo se requiere una medición. También ofrece una importante ventaja en términos de control de infecciones al disponer de una punta esterilizable y una funda protectora al mismo tiempo. Finalmente, Rayplicker puede facilitar la interacción con el laboratorio, ya que puede compartir los datos adquiridos no sólo a través de correos electrónicos como lo hacen otros dispositivos, sino también directamente a través de la nube.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Bibliografía

1. Vallittu PK, Vallittu ASJ, Lassila VP. Estética dental: una encuesta de actitudes en diferentes grupos de pacientes. **Revista de odontología**1996;24:335-8.
2. Tin-Oo MM, Saddki N, Hassan N: Factores que influyen en la satisfacción del paciente con la apariencia dental y los tratamientos que desean mejorar la estética. **BMC Salud Bucal**2011;11:6. doi: 10.1186/1472-6831-11-6.
3. Fondries J: Coincidencia de tonos en odontología restauradora: la ciencia y las estrategias. **La Revista Internacional de Periodoncia y Odontología Restauradora**2003;23:467-79.
4. Westland S., Luo W., Ellwood R., Brunton P., Pretty I.: Evaluación del color en odontología. **Anales de la BMVA**2007;4:1-1.
5. Joiner A, Hopkinson I, Deng Y, Westland S: una revisión del color y la blancura de los dientes. **Revista de odontología**2008;36(Supl.):s2-s7.
6. Joiner A. Color de los dientes: una revisión de la literatura. **Revista de odontología**2004;32:3-12.
7. Gehrke P, Riekeberg U, Fackler O, Dhom G. Comparación de la determinación del tono visual, espectrofotométrico y colorimétrico in vivo de dientes y coronas implantosoportadas. **Revista Internacional de Odontología Computarizada**2009;12:247-63.
8. Okubo S, Kanawati A, Richards M, Childress S: Evaluación de la combinación de colores visual e instrumental. **Revista de odontología protésica**1998;80:642-8.
9. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD: Instrumentos y sistemas de combinación de colores dentales. Revisión de aspectos clínicos y de investigación. **Revista de odontología**2010;38(Supl.):e2-e16.
10. Dagg H, O'Connell B, Claffey N, Byrne D, Gorman C: La influencia de algunos factores diferentes factores sobre la precisión de la selección del tono. **Revista de rehabilitación oral**2004;31:900-4
11. Douglas RD: Precisión de evaluaciones colorimétricas in vivo de dientes. **Revista de odontología protésica**1997;77:464-70.
12. Wee A, Lindsey D, Kuo SH, Johnston W: Precisión del color de las cámaras digitales comerciales para nosotros en odontología. **Materiales dentales**2006;22:553-9.
13. Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N. Toma de sombra visual versus espectrofotométrica convencional para coronas de porcelana fundida sobre metal: una comparación clínica. **Revista Internacional de Periodoncia y Odontología Restauradora**2004;24:222-31.
14. Wyszecki G., Stiles WS Ciencia del color: conceptos y métodos, datos cuantitativos y fórmulas (2ª ed.) Wiley, Nueva York (1982)
15. <https://www.vita-zahnfabrik.com/es/VITA-Easyshade-26934,27568.html>
16. <http://www.spectroshade.it/en/specifich/>

17. <http://borea.dental/le-raypicker>
18. Kröger E, Matz S, Dekiff M, et al. Comparación in vitro de la determinación visual y instrumental del color dental con diferentes iluminaciones. **Revista de odontología protésica** 2015;114:848-55.
19. A Gupta, M Bhat, T Mohammed, N Bansal, G Gupta: Ergonomía. en **Odontología Revista Internacional de Odontología Clínica Pediátrica** 2014;7: 30-4.
20. Hsien-Che Lee. Calibración del dispositivo. En: Introducción a la ciencia de las imágenes en color, Cambridge University Press 2005, Capítulo 16; págs.387-414.

Tabla 1. Comparaciones de repetibilidad entre diferentes dispositivos en diferentes condiciones de luz. También se informan los valores p de las comparaciones.

	L 1	L 2	L 3	Total	L1 frente a L2	L1 frente a L3	L2 frente a L3
SOMBRA FÁCIL	81/150 (54%)	87/150 (58%)	100/150 (67%)	268/450 (59%)	0,48	0,02*	0,12
ESPECTROSH ADE	87/150 (58%)	115/150 (77%)	120/150 (80%)	322/450 (71%)	<0,001*	<0,001*	0,48
RAYPLICKER	107/150 (71%)	103/150 (69%)	108/150 (72%)	318/450 (70%)	0,61	0,99	0,52
Total	275/450 (61%)	305/450 (68%)	328/450 (73%)		0,03*	<0,001*	0,09
E contra S	0,48	0,006*	0,009*	<0,001*			
E contra R	0,002*	0,32	0,32	<0,001*			
S contra R	0,016*	0.1	0.1	0,77			

L1= blanco frío, L2= luz diurna, L3= luz cálida, E= Easyshade, S=SpectroShade, R=Rayplicker. El asterisco indica importancia.

Tabla 2. Comparaciones de precisión entre diferentes dispositivos en condiciones de luz cálida. También se informan los valores p de las comparaciones.

	una sombra	dos sombras	Tres- sombra	Total
SOMBRA FÁCIL	34/80 (42,5%)	34/60 (56,7%)	43/60 (71,7%)	111/200 (55,5%)
ESPECTROSHA <small>Delaware</small>	46/80 (57,5%)	34/60 (56,7%)	36/60 (60,0%)	116/200 (58%)
RAYPLICKER	62/80 (77,5%)	35/60 (58,3%)	35/60 (58,3%)	132/200 (66%)
E contra S	0,06	1,00	0,17	0,61
E contra R	<0,001*	0,80	0,12	0,03*
S contra R	0,01*	0,80	0,85	0,10

E= Easyshade, S=SpectroShade, R=Rayplicker. El asterisco indica importancia.

Tabla 3. Características comparativas de los tres dispositivos utilizados en el estudio.

Característica	Sombra fácil (VITAE)	espectrosombra (MHT)	Rayplicker (BOREA)
Tamaño de la cabeza	pequeño	grande	pequeño
Peso	215g	915g	380g
Nr.Medidas.	múltiple	soltero	soltero
Calibración	rápido	pérdida de tiempo	automático
Punta esterilizable	No	No	Sí
Funda de protección	Sí	No	Sí
Procesamiento de datos	rápido	rápido	lento
Translucidez	No	Sí	Sí

Cifras



Fig. 1. Arcos de yeso con dientes naturales implantados para el estudio de repetibilidad.



Fig. 2. Las tres fuentes de iluminación utilizadas en el estudio. Desde la izquierda: blanco frío, luz cálida, luz diurna



Fig. 3. Coronas cerámico-metal implantadas en modelo de arco de yeso, utilizadas para el estudio de precisión.

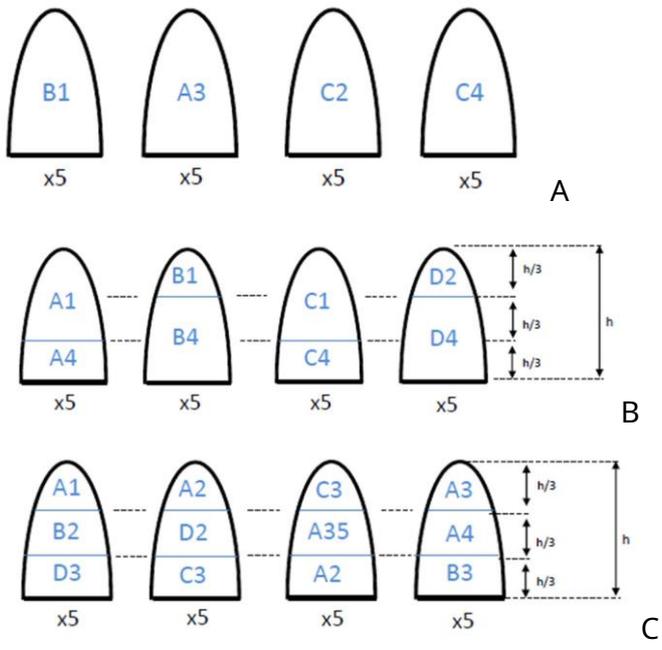


Fig. 4. Esquema de los tonos dentarios de las coronas utilizadas para el estudio de precisión. R: monocolor; B: dos tonos; C: tres sombras.