

Artículo original

Fiabilidad y validez de 4 sistemas de registro de color dental. Estudio piloto.

Alain Martínez Vidal¹ | Jon Salazar Cantero²

¹DDS, Especialista Universitario en Armonización y Estética Orofacial de la UCAM | ²DDS, MSc, Ph.D., Coordinador de la Cátedra de Formación e I+D en Odontología Clínica de la UCAM

Correspondencia: martinezvidalalain@gmail.com

Palabras claves: determinación cromática dental | escáner intraoral | fiabilidad | TRIOS 3 | validez

Martínez A, Salazar J. Fiabilidad y validez de 4 sistemas de registro de color dental. Estudio piloto. *Revista Científica PgO UCAM*, 2026;1:1-15

RESUMEN

Planteamiento del problema: existe gran controversia sobre la validez y fiabilidad de los distintos sistemas de registro del color dental: método visual (subjetivo) vs métodos objetivos.

Objetivo: establecer y comparar mediante un estudio piloto in vitro la validez y fiabilidad de la función de determinación del color del escáner intraoral, TRIOS 3, y el método visual de selección de color mediante una guía VITA Classical A1-D4.

Material y métodos: se diseñó un estudio piloto sobre fiabilidad y validez de pruebas diagnósticas valorando: la validez de criterio y la fiabilidad intra-observador de ambos sistemas de registro de color, así como la fiabilidad inter-observador en el método visual (guía VITA Classical A1-D4). Para ello, se aleatorizaron las tablillas de la guía maestra (la cual sería utilizada para determinar su color mediante los distintos métodos de registro de color) y ordenaron del 1 al 16; asimismo, se aleatorizaron y ordenaron las tablillas de una segunda guía (utilizada para el método visual de registro del color) de la Z a la L excluyendo la Ñ. Posteriormente se realizaron los registros con los diferentes métodos a estudiar. Para el análisis estadístico se empleó el coeficiente de correlación de Spearman y se calcularon los intervalos de confianza al 95%.

Resultados: el rho de Spearman mostró valores altos de validez y fiabilidad en la medición con el escáner intraoral TRIOS 3. En cambio, en cuanto al método visual, se observaron diferencias entre los operadores, con correlaciones que varían desde muy fuertes hasta débiles dentro del intervalo de confianza.

Conclusión: El escáner intraoral TRIOS 3 obtiene datos de fiabilidad y validez fuertes y/o muy fuertes. El método visual obtiene datos de fiabilidad y validez variables que llegan a tener correlaciones débiles.

1 | Introducción

Los métodos de medición de color el cual fue descrito por Munsell¹⁻³ se pueden englobar en dos grandes grupos: los modelos psicofísicos o subjetivos y los modelos matemáticos u objetivos.

Los modelos subjetivos son aquellos basados en la comparación del color con patrones o guías físicas de referencia (las guías de color, como la guía VITA Classical A1-D4). Este método se basa la comparación del diente natural en boca y muestras de color estandarizadas recogidas en una guía. Es una técnica subjetiva, la cual esta directamente influenciada por la experiencia,⁴⁻⁷ la habilidad y capacidad visual del operador a la hora de valorar los niveles cromáticos^{8,9} y factores como la luz ambiental, la angulación de las guías respecto a la luz, la guía utilizada, el maquillaje y la vestimenta del paciente, etc.^{6,7,9-12} Generalmente, para una correcta toma de color, los fabricantes recomiendan emplear una lámpara de luz diurna normalizada siempre que sea posible, utilizarla en un entorno cromáticamente neutro, retirar maquillajes y cubrir las prendas con un paño de color gris.¹³

Los modelos objetivos se basan en la obtención del color mediante la mezcla en diferentes proporciones de los colores principales o primarios, por medio del análisis espectral realizado por métodos instrumentales, como colorímetros, espectrofotómetros o escáneres intraorales, eliminando tanto el factor humano, como los factores ambientales en la toma de color y facilitando la reproducibilidad de la técnica y aportando mayor objetividad.¹⁴

Los nuevos escáneres intraorales permiten realizar esta misma función, facilitando el trabajo del odontólogo y permitiéndole en el mismo escaneado medir el color.

Hoy día, no está completamente claro si los escáneres intraorales pueden sustituir el método visual o al menos complementarlo para poder conseguir una elección del color lo más precisa posible, provocando la necesidad de evaluar la utilidad y precisión de los métodos instrumentales (objetivos) en la toma de color dental. Para ello, se han realizado diferentes estudios y mediante distintos métodos se han comparado los métodos de elección de color visual con el empleo de colorímetros, espectrofotómetros y escáneres intraorales.

Estudios tales como los de Czigola et al.¹⁵, Vavříčková et al.¹⁶, Akl et al.¹⁷, o Abu Hossin et al.¹⁸, afirman que tanto escáneres intraorales como espectrofotómetros podrían facilitar el flujo de trabajo. En cambio, dado que los resultados obtenidos no son suficientemente buenos como para considerar los métodos objetivos una alternativa al método visual, estos autores sugieren la verificación visual de los métodos instrumentales. Ebeid K et al. (2021)¹⁹ muestra menos repetibilidad y precisión de la esperada proponiendo también el acompañamiento del método visual. Por contraparte, Ebeid K et al.²⁰ (2022)²⁰, Liberato WF et al.²¹, Hampé-Kautz et al.²² y Yilmaz B et al.²³, afirman que ambos métodos (visual e instrumental) obtienen resultados similares en la toma de

color, sugiriendo el empleo de métodos instrumentales en la toma de color.

Esta falta de consenso entre autores implica la imposibilidad de discernir qué método es mejor, además, la mayoría de los estudios realizados son in vivo, lo que imposibilita medir la validez mediante un criterio de verdad externo o gold estándar; viéndose obligados a medir únicamente la validez de constructo.

Por todo ello se considera necesario

realizar este estudio experimental que compare la fiabilidad y validez de los métodos objetivos y subjetivos.

El objetivo general de este estudio fue comparar la fiabilidad y validez de las guías de color y los escáneres intraorales en el registro del color dental.

Los objetivos específicos fueron conocer la fiabilidad y validez en el registro del color con cada uno de los métodos de registro de color previamente descritos.

2 | Material y métodos

Para lograr los objetivos propuestos hemos diseñado un estudio piloto de investigación in vitro para el examen de pruebas diagnósticas; basado en el análisis de la fiabilidad y validez en la medición del color dental, con el escáner intraoral TRIOS 3 y el método visual convencional de observación directa de la guía VITA Classical por parte de 2 investigadores.

Se valoraron los siguientes aspectos: la validez de criterio, la fiabilidad intra-observador de todos los sistemas de registro de color, así como la fiabilidad inter-observador en el método visual (guía VITA Classical A1-D4).

En este estudio la fiabilidad es interpretada como conocer hasta qué punto cada método proporciona resultados similares cuando se aplica a un mismo vástago en 2

ocasiones diferentes en idénticas condiciones. La fiabilidad intra-operador, es entendida como el grado de consistencia de un investigador consigo mismo al registrar el color dental con la guía en las mismas condiciones, separadas 24 horas en el tiempo. La fiabilidad inter-operador hace referencia a la correlación entre ambos investigadores a la hora de identificar correctamente el color de cada uno de los 16 vástagos de la guía VITA Classical, usando como criterio de validez externa el color de cada vástago indicado por el fabricante.

Por otro lado, la validez de criterio es entendida como la correlación de cada método a la hora de identificar correctamente el color de cada uno de los 16 vástagos de la guía VITA Classical, usando como validez externa el color de cada vástago indicado por el fabricante.

2.1 | Variables del estudio

Variable respuesta: Color del vástago (tablilla de la guía VITA Classical A1-D4) en el tercio medio. Se empleó una Guía de color compuesta de 16 muestras de color, divididas en 4 grupos; el grupo A con 5 muestras (A1, A2, A3, A3.5 y A4), el B con 4 muestras (B1, B2, B3 y B4), el C con 4 muestras (C1, C2, C3 y C4) y el D con 3 (D2, D3 y D4). Las letras indican el tono, mientras que los números indican el croma. Esta guía no hace referencia al valor. La capacidad visual del ojo humano para discernir pequeñas variaciones en el valor es mayor que para las variaciones en el croma o el matiz,^{8,24} por lo tanto, para este estudio, se propone ordenar para los cálculos estadísticos la guía VITA Classical según el valor. Esto implica que cometer un error entre un B1 y un A1 (una diferencia de 1 punto) es menos relevante que cometer un error entre un B1 y un D3 (una diferencia de 9 puntos). Si se ordenarán por el valor el orden sería de mayor a menor:

B1>A1>B2>D2>A2>C1>C2>D4>A3>D3>B3>A3,5>B4>C3>A4>C4.

Esta guía de color se ha considerado como criterio externo de validez, y se hace referencia a ella en este estudio como guía maestra. (Figura 17, Anexo III)

2.2 | Métodos para la medición de la variable respuesta

Método objetivo o instrumental: TRIOS 3 Shape (3Shape, Copenhagen, Dinamarca). (Figura 18, Anexo III)
Escáner intraoral capaz de determinar el color dental en los sistemas VITA

Classical A1-D4 y VITA system 3D-Master (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania). Se empleó el registro codificado en base a la guía VITA Classical A1-D4.

Método subjetivo (visual): Este método se realizó mediante la guía VITA classical A1-D4 (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania). Dos estudiantes de odontología de 5º curso de la universidad del País Vasco, provistos cada uno de ellos de una guía de color del mismo modelo que la guía maestra, con el color de cada vástago oculto por una cinta opaca, que impedían saber al operador la letra y el número de cada uno de ellos. El orden de los vástagos en esta guía se aleatorizó mediante el programa MiniWebtool. Siendo el mismo orden para ambos operadores. Los operadores hicieron la evaluación de color en la misma sala en momentos diferentes.

2.3 | Fases del estudio

Primera fase: aleatorización de las guías VITA Classical A1-D4. Aleatorización de los vástagos de la guía maestra (la cual será utilizada para medir su color mediante los distintos sistemas de toma de color) del 1 al 16 y de la guía que será utilizada por los operadores para la determinación del color mediante el método visual de la Z a la L (excluyendo la Ñ).

Todo ello aleatorizado mediante el programa online de aleatorización MiniWebtool. (Anexo I)

Segunda fase: registro de color con VITA Classical A1-D4 (método visual). Dos investigadores son los responsables del registro del color. Ambos alumnos de 5º de

odontología de EHU/UPV los cuales han recibido formación teórica y han sido adiestrados en el registro de color del diente natural. El adiestramiento constó de una clase teórica de una hora de duración y posteriormente, practicaron la toma de color en 10 sujetos cada uno.

Para el registro, utilizaron la guía de letras (Z-L) para determinar el color de los vástagos de la guía maestra (1-16) de tal forma que solo podían sacar los vástagos de la guía de letras y acercarlas a la guía maestra. Cada operador lo realizó de forma independiente, sin estar en contacto entre ambos. El operador indicaba que número correspondía a cada letra, y el investigador principal era el encargado de recoger los datos. No se permitió a los operadores cambiar los datos según se desarrollaba el experimento, de tal manera que una vez que indicaban una asociación esta no se podía modificar a posteriori. Este procedimiento se realizó dos veces con 24 horas de separación entre ambos registros y en la misma localización.

Tercera fase: El investigador principal, alumno de 5ª de odontología con formación previa en el uso de espectrofotómetros y escáneres orales para el registro de color dental, tras calibrar previamente el escáner siguiendo indicaciones del fabricante, realizó el registro del color de los vástagos de la guía maestra con el TRIOS 3. Este procedimiento se repitió una vez más el mismo día.

Los resultados fueron anotados en hojas individualizadas para cada sesión, técnica y observador, para evitar que los

observadores pudieran verse influenciados por resultados previos. (Anexo II)

2.4 | Estadística

Para calcular la fiabilidad entre las dos mediciones realizadas con cada uno de los métodos se decidió utilizar el Coeficiente de Correlación de Spearman. Cada uno de los 16 vástagos se recategorizaron por un número del 1 al 16, en función del valor (cantidad de gris). Por lo tanto, la transformación de los datos permitió realizar los cálculos como una variable categórica ordinal.

Para calcular la validez se calcularon los Coeficientes de Correlación de Spearman para cada uno de los métodos con el color real de la Guía maestra, usando la misma recategorización descrita anteriormente.

Se obtuvieron los valores del intervalo de confianza al 95% para cada una de las mediciones y se determinó un valor $P \leq 0.05$ para la significación estadística.

Se utilizó el programa estadístico IBM SPSS Statistics (Versión 28.01.1(14)) para el análisis de los datos, el programa y JASP (Versión 0.18.6) para el cálculo de los intervalos de confianza y el programa Orange (Versión 3.36.2) para la creación de los gráficos y figuras.

Teniendo en cuenta que en la interpretación del Coeficiente de Correlación rho de Spearman los valores más próximos a 1 indican una correlación fuerte y positiva y los próximos a 0 que no existe correlación lineal. La valoración de la correlación la realizamos siguiendo las recomendaciones de Patrick Schober et al.²⁵(Tabla 3, Anexo III)

3 | Resultados

Los resultados obtenidos se pueden ver en el ANEXO II. Asimismo, en el anexo III podemos ver los resultados puros de la correlación de Spearman.

3.1 | Fiabilidad y validez en el registro del color con el escáner intraoral TRIOS 3

Fiabilidad (**Figura 1**)

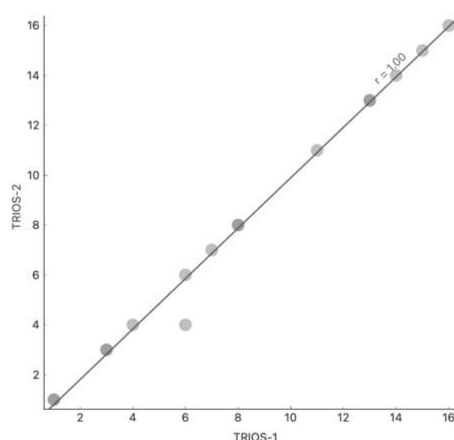


Figura 1. Gráfica sobre la fiabilidad del escáner TRIOS 3.

El rho de Spearman indica una correlación muy fuerte. (**Figura 2**)

	Spearman's rho	Upper 95% CI.	Lower 95% CI
FIABILIDAD TRIOS	muy fuerte (0.998)	muy fuerte (0.999)	muy fuerte (0.993)

Figura 2. Interpretación de la fiabilidad del escáner TRIOS 3 siguiendo las recomendaciones de Patrick Schober (2018).

Validez (Figura 3)

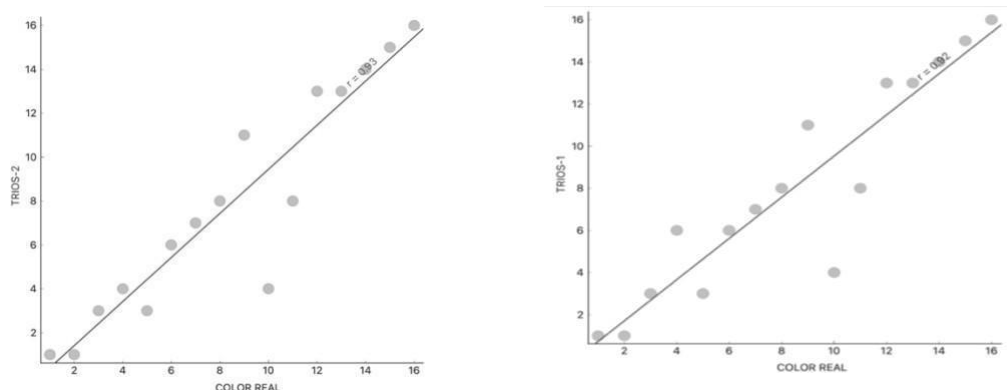


Figura 3. Gráfica sobre la validez del escáner TRIOS 3. Escaneados 1 (izquierda) y 2 (derecha).

El rho de Spearman indica una correlación muy fuerte en ambos escaneados. **(Figura 4)**

	Spearman's rho	Upper 95% CI	Lower 95% CI
TRIOS-1	muy fuerte (0.934)	muy fuerte (0.977)	fuerte (0.817)
TRIOS-2	muy fuerte (0.946)	muy fuerte (0.982)	fuerte (0.848)

Figura 4. Interpretación de la validez del escáner TRIOS 3 siguiendo las recomendaciones de Patrick Schober.

3.2 | Conocer la fiabilidad y validez en el registro del color del método visual con la guía de color VITA Classical A1-D4

Fiabilidad intra-operador (Figura 5)

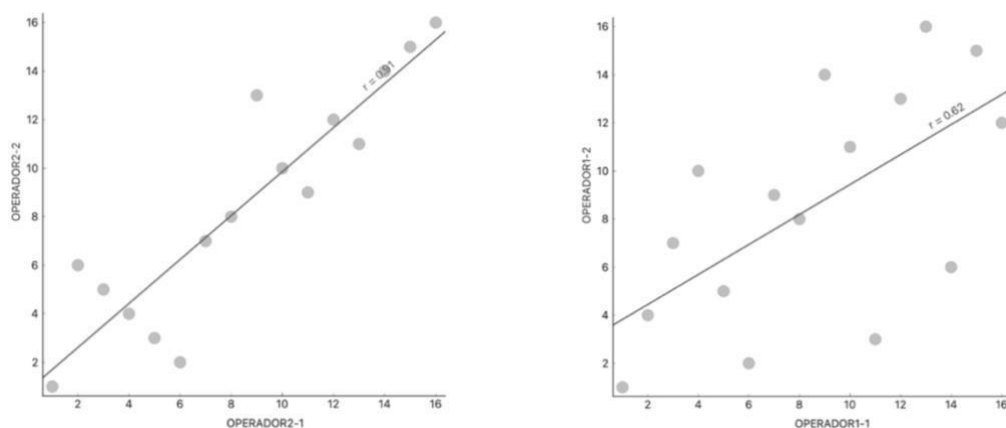


Figura 5. Gráfica sobre la fiabilidad intra-operador del operador n°1 (izquierda) y operador n°2 (derecha).

El operador n°1 muestra una correlación débil en el intervalo de confianza menor. **(Figura 6)**

	Spearman's rho	Upper 95% CI	Lower 95% CI
FIABILIDAD OP-1	moderada (0.624)	fuerte (0.855)	débil (0.185)
FIABILIDAD OP-2	muy fuerte (0.906)	muy fuerte (0.967)	moderada (0.744)

Figura 6. Interpretación de la fiabilidad intra-operador siguiendo las recomendaciones de Patrick Schober (2018).

Fiabilidad inter-operador **(Figura 7)**

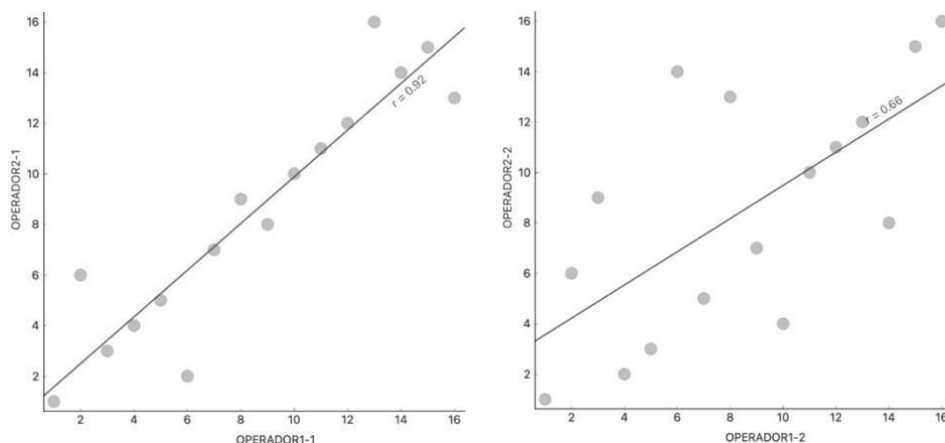


Figura 7. Gráfica sobre la fiabilidad inter-operador día 1 (izquierda) y día 2 (derecha).

El rho de Spearman muestra en la segunda toma de color (día 2) una correlación inter-operador débil en el intervalo de confianza menor. **(Figura 8)**

	Spearman's rho	Upper 95% CI	Lower 95% CI
DÍA 1	muy fuerte (0.924)	muy fuerte (0.974)	fuerte (0.789)
DÍA 2	moderada (0.659)	fuerte (0.870)	débil (0.242)

Figura 8. Interpretación de la fiabilidad del inter-operador del método visual siguiendo las recomendaciones de Patrick Schober (2018).

Validez **(Figuras 9 y 10)**

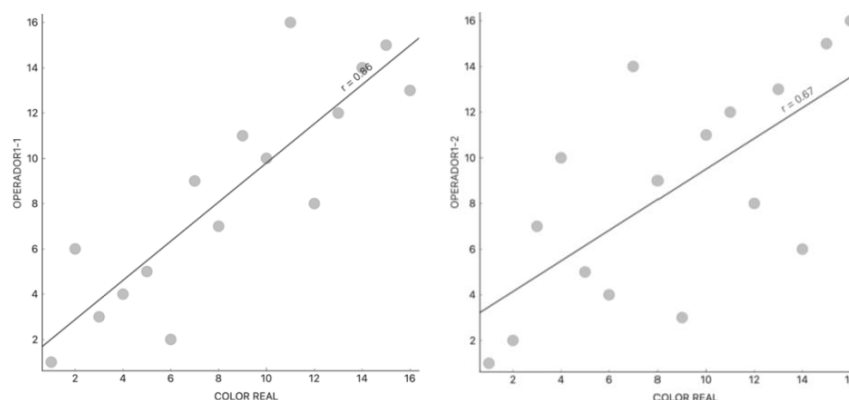


Figura 9. Gráfica sobre la validez del método visual. Operador nº1 días 1 (izquierda) y 2 (derecha)

El operador nº1 en la segunda toma de color muestra una correlación débil en el intervalo de confianza menor. **(Figura 11)**

	<u>Spearman's rho</u>	<u>Upper 95% CI</u>	<u>Lower 95% CI</u>
OPERADOR 1-1	fuerte (0.865)	muy fuerte (0.952)	moderada (0.646)
OPERADOR 1-2	moderada (0.671)	fuerte (0.875)	débil (0.262)
OPERADOR 2-1	muy fuerte (0.971)	muy fuerte (0.990)	muy fuerte (0.915)
OPERADOR 2-2	muy fuerte (0.935)	muy fuerte (0.978)	fuerte (0.820)

Figura 11. Interpretación de la validez del método visual siguiendo las recomendaciones de Patrick Schober (2018).

4 | Discusión

En este estudio, el método objetivo (TRIOS 3) ha demostrado una alta fiabilidad intra-operador, destacándose por su consistencia, con un rho de Spearman muy elevado. En cambio, en cuanto al método visual (subjetivo), se observan diferencias significativas entre los operadores, con correlaciones que varían desde muy fuertes hasta débiles dentro del intervalo de confianza. Este dato sugiere que los buenos resultados registrando el color mediante el método visual dependerá, de la capacidad de percepción del color de cada operador.

Esta valoración se respalda con los datos referidos a la fiabilidad inter-operador, que muestra datos muy dispares entre cada toma de color. En cuanto a la validez, todos los métodos han resultado ser válidos con puntuaciones superiores al 0.8, es decir una correlación muy fuerte en el caso del TRIOS 3, exceptuando la segunda toma de color del operador nº1 (que muestra una correlación débil en el intervalo menor de confianza). Al igual que en los apartados anteriores, se observa una inconsistencia en el método visual que depende de la capacidad particular de cada operador, ya que el operador nº2 presenta los coeficientes más altos y el nº1 los más bajos; mientras que los métodos objetivos muestran resultados más homogéneos entre cada una de sus tomas de color.

Estos resultados difieren de aquellos estudios tales como Czigola et al.¹⁵, Vavříčková et al.¹⁷ Akl et al.¹⁸ o Abu Hossin et al.¹⁹ que a pesar de afirmar que

tanto escáneres intraorales como espectorfotómetros pueden facilitar el flujo de trabajo, sugieren la verificación visual de los métodos instrumentales. Ebeid K et al.²⁰ (2021) muestra menos repetibilidad y precisión de la esperada proponiendo también el acompañamiento del método visual.

Czigola et al.¹⁵ evaluó la función de medición de color dental del TRIOS 3 en relación con la determinación tanto visual como espectrofotométrica. Concluyendo así que el TRIOS 3 puede utilizarse para la selección del color con un sistema de color dental 3D-Master con verificación visual.

Estudios como el de Rutkūnas et al.²⁶, cuyo objetivo es evaluar la precisión y repetibilidad en la medición del color dental del escáner intraoral TRIOS 3 comparándolo con un espectrofotómetro (SpectroShade) determinó que el escáner intraoral TRIOS 3 tiene una alta repetibilidad (>87%).

Abu Hossin et al.²⁷, mediante la guía VITA Classical A1-D4 comparó la selección visual del color con los métodos digitales evaluando la repetibilidad de los escáneres intraorales TRIOS 3 y Cerec Omnicam los cuales previamente fueron calibrados. Concluyendo, al igual que los estudios anteriores, que los escáneres intraorales pueden facilitar el flujo de trabajo en la práctica clínica, pero deben confirmarse adicionalmente mediante el método visual.

En cambio, Ebeid et al.²¹ (2022) afirma que ambos métodos (visual e instrumental) obtienen resultados similares en la toma de color. y respalda el uso de instrumentos de

alto rendimiento como escáneres intraorales y espectrofotómetros para la determinación del color dental o Liberato et al.²² que sugiere el empleo de métodos instrumentales (objetivos) en la toma de color y Hampé-Kautz et al.²³ sugiere que los espectrofotómetros, el VITA Easyshade V entre otros, tienen alta repetibilidad y son herramientas fiables e incluso estudios como el de Yilmaz B et al. propone al TRIOS 3 como una alternativa a los espectrofotómetros.

En este último estudio realizado por Ebeid et al.²¹ los resultados mostraron una alta repetibilidad ($\geq 75\%$) y precisión similar en todos los métodos instrumentales estudiados (69%-77,5%). Estos datos respaldan la utilización de instrumentos de alto rendimiento para la determinación del color dental, dado que los resultados obtenidos por métodos visuales mostraron una mayor variabilidad y disparidad (65%-90%).

Liberato WF et al.²², tras comparar el método visual con el espectrofotómetro VITA Easyshade advance 4.0 y el escáner intraoral TRIOS 3 determinó que los métodos instrumentales eran más fiables que los métodos visuales evaluados.

Además, el estudio de Ristić et al.²⁷, el cual evaluó el efecto de la formación y educación grupal e individual en el registro del color dental mediante el método visual sugiriendo que mejorar la capacidad del operador para determinar el color visualmente podría beneficiar el trabajo de odontólogos y protésicos, mejorando así la estética de las restauraciones dentales.

Esto contrasta con múltiples estudios que, a pesar de sugerir el uso de espectrofotómetros o escáneres intraorales, respaldan la verificación visual y respalda tanto los resultados obtenidos por nuestro estudio, como la idea de que los métodos subjetivos pueden ser muy fiables o no dependiendo de la experiencia y habilidad del observador, pudiendo obtener resultados muy altos o muy bajos como los mostrados en la correlación de Spearman.

Para el análisis estadístico de nuestro estudio, se decidió usar el coeficiente de Spearman, Dicho coeficiente se emplea para medir la validez y fiabilidad de las mediciones de color realizadas, comparándolas con el color real de los vástagos, el cual es considerado el estándar de referencia. Dado que las categorías de color no necesariamente tienen una relación lineal y pueden no distribuirse normalmente, este coeficiente proporciona una medida robusta de validez que es más representativa de las propiedades de los datos recogidos, asegurando así conclusiones más fiables y pertinentes acerca de la precisión de las mediciones de color realizadas por los operadores.

Sin embargo, otros autores utilizan diferentes pruebas estadísticas como Kappa de Fleiss,¹⁹ y alfa de Chronbach para la repetibilidad,^{20,21} coeficiente de correlación intraclase²³, kappa de Cohen¹⁹ o Q de Cochran para la validez.²¹

Respecto a las limitaciones del estudio tanto el número de operadores para el método visual como el número de veces que se realiza la toma de color con cada método podría ser mayor; esto es debido a

que se quiso tener una muestra idéntica para cada método y la disponibilidad de los espectrofotómetros y escáner fue limitada. Además, al tratarse de un estudio piloto para la realización de un posterior estudio más amplio, no se calculó el tamaño muestral. Los investigadores que realizaron el estudio son alumnos que todavía no han finalizado la carrera, por lo que, a pesar del entrenamiento y formación recibida, se les puede considerar como operadores de baja experiencia.

Existen variables de confusión que pueden haber comprometido los resultados del estudio: luz ambiente, distancia de escaneado, número de imágenes que recoge el escáner en cada toma de color y tiempo de escaneado.

Por otro lado, no pudieron realizarse comparaciones estadísticas entre las correlaciones de Spearman de cada herramienta, al no poderse realizar este

análisis con ninguna de las herramientas usadas en este trabajo.

En cuanto a las recomendaciones para futuros estudios sería aconsejable la participación de más operadores, así como un mayor número de tomas de color con cada uno de los métodos para poder obtener una muestra mayor. Se podrían controlar variables tales como la luz ambiente, la distancia del escaneado, o el tiempo de exposición de los vástagos a cualquiera de los métodos objetivos añadiendo una dispositivo de corrección de luz (lámpara Smile Lite 5500k; Smile Line, Suiza)¹⁶ y estableciendo una distancia estándar mediante una varilla que fije los aparatos electrónicos (lo que podría eliminar la influencia de la técnica del operador de los métodos objetivos) y por último, estableciendo tiempo de escaneado idénticos para cada aparato electrónico.

5 | Conclusión

1. El escáner intraoral TRIOS 3 y el obtiene datos de fiabilidad y validez fuertes y/o muy fuertes.
2. El método visual obtiene datos de fiabilidad y validez variables que llegan a tener correlaciones débiles.

Bibliografía

1. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. Br Dent J 2001;190:309–16.
2. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. Dent Clin North Am 2004;48:v, 341–58.
3. Vimal S. Color: Implications in dentistry. J Conserv Dent 2010:249–55.

4. Gásprik C, Tofan A, Culic C, Badea M, Dudea C. Influence of light source and clinical experience on shade matching. *Cluiui Med* 2014;87:30–3.
5. Capa N, Malkondu O, Kazazoglu E, Calikkocaoglu S. Evaluating factors that affect the shade-matching ability of dentists, dental staff members and laypeople. *J Am Dent Assoc* 2010;141:71–6.
6. Clary JA, Ontiveros JC, Cron SG, Paravina RD. Influence of light source, polarization, education, and training on shade matching quality. *J Prosthet Dent* 2016;116:91–7.
7. Curd FM, Jasinevicius TR, Graves A, Cox V, Sadan A. Comparison of the shade matching ability of dental students using two light sources. *J Prosthet Dent* 2006;96:391–6.
8. Tang Q, Liu R, Chu G, Wang Y, Cui H, Zhang T, et al. A comprehensive analysis of microflora and metabolites in the development of ulcerative colitis into colorectal cancer based on the lung-gut correlation theory. *Molecules* 2022;27:5838.
9. Gokce HS, Piskin B, Ceyhan D, Gokce SM, Arisan V. Shade matching performance of normal and color vision-deficient dental professionals with standard daylight and tungsten illuminants. *J Prosthet Dent* 2010;103:139–47.
10. Gómez-Polo C, Gómez-Polo M, Celemin-Viñuela A. Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth color. *J Dent s/f*;42:742–5.
11. Sikri VK. Color: Implications in dentistry. *J Conserv Dent* 2010;13:249–55.
12. Wee AG, Meyer A, Wu W, Wichman CS. Lighting conditions used during visual shade matching in private dental offices. *J Prosthet Dent* 2016;115:469– 74.
13. Zahnfabrik V. Guías de colores. VITA Zahnfabrik s/f. <https://www.vita-zahnfabrik.com/es/Guias-de-colores-31236.html>. (consultado el 29 de abril de 2024).

14. Kröger E, Matz S, Dekiff M, Tran BL, Figgner L, Dirksen D. In vitro comparison of instrumental and visual tooth shade determination under different illuminants. *J Prosthet Dent* 2015;114:848–55.
15. Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X, et al. A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence Int* 2012;43:649–59.
16. Czigola A, Róth I, Vitai V, Fehér D, Hermann P, Borbély J. Comparing the effectiveness of shade measurement by intraoral scanner, digital spectrophotometer, and visual shade assessment. *J Esthet Restor Dent* 2021;33:1166–74.
17. Vavříčková L, Kapitán M, Wurfel EC. Are digital methods sufficiently successful in colour determination for monolithic all-ceramic crowns? *Acta Medica* 2022;65:99–104.
18. Akl MA, Mansour DE, Zheng F. The role of intraoral scanners in the shade matching process: A systematic review. *J Prosthodont [Internet]* 2023;32:196–203.
19. Abu-Hossin S, Onbasi Y, Berger L, Troll F, Adler W, Wichmann M, et al. Comparison of digital and visual tooth shade selection. *Clin Exp Dent Res* 2023;9:368–74.
20. Ebeid K, Sabet A, Della Bona A. Accuracy and repeatability of different intraoral scanners on shade determination. *J Esthet Restor Dent* 2021;33:844–8.
21. Ebeid K, Sabet A, El Sergany O, Della Bona A. Accuracy and repeatability of different intraoral instruments on shade determination compared to visual shade selection. *J Esthet Restor Dent* 2022;34:988–93.
22. Liberato WF, Barreto IC, Costa PP, de Almeida CC, Pimentel W, Tiossi R. A comparison between visual, intraoral scanner, and spectrophotometer shade matching: A clinical study. *J Prosthet Dent* 2019;121:271–5.

23. Hampé-Kautz V, Roman T, Schwob T, Cournault B, Etienne O. In-vivo repeatability of three intra-oral spectrophotometers. J Esthet Restor Dent 2024.
24. Melo TS, Kano P, Araujo E. Avaliação cromática em odontologia restauradora. Parte 1: o mundo das cores. Clínica- International Journal Of Brazilian Dentistry s/f.
25. Schober P, Boer C, Schwarte LA. Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. Anesth Analg 2018;126:1763–8.
26. Rutkūnas V, Dirsė J, Bilius V. Accuracy of an intraoral digital scanner in tooth color determination. J Prosthet Dent. 2020;123(2):322–9.
27. Ristić IS, Gonzalez M, Garcia-Godoy F, Paravina R. Effect of group and individual education on shade matching competency of dental students. Am J Dent 2024;37:9–12.

ANEXO I. ALEATORIZACIÓN DE LAS GUÍAS VITA CLASSICAL A1-D4



Figura 12. Guía maestra aleatorizada.



Figura 13. Guía que será utilizada por los operadores para la determinación del color mediante el método visual aleatorizada.

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

Tabla 1. Aleatorización de la guía maestra mediante el programa online MiniWebtool.

Aleatorización	Guía de color
K	D2
L	A1
M	A2
N	A3.5
O	C4
P	D3
Q	C2
R	B2
S	A4
T	C3
U	C1
V	A3
W	B3
X	B1
Y	B4
Z	D4

Tabla 2. Aleatorización de la guía empleada por los operadores mediante el programa online MiniWebtool.

ANEXO II. RESULTADOS DE LAS TOMAS DE COLOR DE COLOR MEDIANTE LOS DISTINTOS MÉTODOS A ESTUDIAR (PASES 1 Y 2)

Guía VITA Classical	Escaneado 1	Escaneado 2
1	B4	B4
2	C3	C3
3	B1	B1
4	B1	B1
5	D2	D2
6	B2	B2
7	B2	B2
8	A4	A4
G	C1	D2
10	C1	C1
11	C4	C4
12	D4	D4
13	C2	C2
14	D4	D4
15	B3	B3
16	B4	B4

Figura 14. Resultados de los escaneados con el escáner intraoral TRIOS 3.

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

Figura 15. Resultados del operador nº1 tomando el color mediante el método

visual.

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

Figura 16. Resultados del operador n°2 tomando el color mediante el método visual.

ANEXO III. LEYENDAS

Spearman's Correlations										
Variable	COLOR REAL	TRIOS-1	TRIOS-2	EA4-1	EA4-2	EA5-1	EA5-2	OPERADOR1-1	OPERADOR1-2	OPERADOR2-1
1. COLOR REAL	Spearman's rho	—								
	p-value	—								
	Upper 95% CI	—								
2. TRIOS-1	Lower 95% CI	—								
	Spearman's rho	0.934	—							
	p-value	<.001	—							
3. TRIOS-2	Upper 95% CI	0.977	—							
	Lower 95% CI	0.817	—							
	Spearman's rho	0.946	0.998	—						
4. EA4-1	p-value	<.001	<.001	—						
	Upper 95% CI	0.982	0.999	—						
	Lower 95% CI	0.848	0.993	—						
5. EA4-2	Spearman's rho	0.804	0.782	0.789	—					
	p-value	<.001	<.001	<.001	—					
	Upper 95% CI	0.929	0.921	0.924	—					
6. EA5-1	Lower 95% CI	0.513	0.467	0.482	—					
	Spearman's rho	0.881	0.858	0.860	0.833	—				
	p-value	<.001	<.001	<.001	<.001	—				
7. EA5-2	Upper 95% CI	0.958	0.950	0.951	0.940	—				
	Lower 95% CI	0.683	0.630	0.635	0.575	—				
	Spearman's rho	0.931	0.918	0.921	0.850	0.939	—			
8. OPERADOR1-1	p-value	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	—			
	Upper 95% CI	0.976	0.972	0.973	0.947	0.979	0.996	—		
	Lower 95% CI	0.808	0.775	0.782	0.613	0.829	0.970	—		
9. OPERADOR1-2	Spearman's rho	0.897	0.892	0.895	0.834	0.920	0.990	—		
	p-value	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	—		
	Upper 95% CI	0.964	0.962	0.963	0.941	0.972	0.996	—		
10. OPERADOR2-1	Lower 95% CI	0.723	0.711	0.717	0.576	0.779	0.970	—		
	Spearman's rho	0.865	0.773	0.779	0.748	0.741	0.829	0.826	—	
	p-value	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	—	
11. OPERADOR2-2	Upper 95% CI	0.952	0.917	0.920	0.907	0.905	0.939	0.938	—	
	Lower 95% CI	0.646	0.450	0.462	0.401	0.388	0.566	0.560	—	
	Spearman's rho	0.671	0.616	0.608	0.545	0.801	0.708	0.690	0.624	—
12. OPERADOR2-1	p-value	0.006	0.011	0.012	0.029	<.001	0.002	0.003	0.012	—
	Upper 95% CI	0.875	0.851	0.848	0.819	0.928	0.891	0.884	0.855	—
	Lower 95% CI	0.262	0.172	0.161	0.067	0.506	0.327	0.296	0.185	—
13. OPERADOR2-2	Spearman's rho	0.971	0.903	0.915	0.748	0.812	0.895	0.872	0.924	0.665
	p-value	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	—
	Upper 95% CI	0.990	0.966	0.971	0.907	0.933	0.963	0.955	0.974	0.006
14. OPERADOR2-1	Lower 95% CI	0.915	0.738	0.768	0.401	0.530	0.718	0.663	0.789	0.252
	Spearman's rho	0.935	0.871	0.877	0.786	0.845	0.928	0.919	0.894	0.906
	p-value	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	—
15. OPERADOR2-2	Upper 95% CI	0.978	0.955	0.967	0.922	0.945	0.975	0.972	0.963	0.007
	Lower 95% CI	0.820	0.660	0.674	0.476	0.601	0.800	0.779	0.716	0.242
	Spearman's rho	0.820	0.660	0.674	0.476	0.601	0.800	0.779	0.716	0.242
	p-value	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	—
	Upper 95% CI	0.978	0.955	0.967	0.922	0.945	0.975	0.972	0.963	0.007
	Lower 95% CI	0.820	0.660	0.674	0.476	0.601	0.800	0.779	0.716	0.242

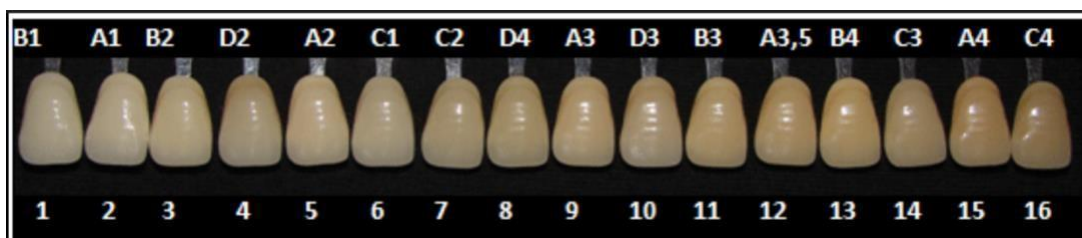


Figura 17. Escala de colores VITA Classical ordenada según valor de mayor (nº1) a menor (nº16)



Figura 18. Escáner intraoral TRIOS 3.

Magnitud absoluta del coeficiente de correlación observado	Interpretación
0.00-0.10	Correlación insignificante o nula
0.10-0.39	Correlación débil
0.40-0.69	Correlación moderada
0.70-0.89	Correlación fuerte
0.90-1.00	Correlación muy fuerte

Tabla 3. Interpretación del Coeficiente de Correlación de Spearman según Patrick Schober (2018).