

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA



ESTUDIO COMPARATIVO EN LA DETERMINACIÓN DE COLOR MEDIANTE
ESPECTROFOTÓMETRO Y ESCÁNER INTRAORAL

Por

DIEGO ALBERTO VILLALOBOS DE LUNA

Como requisito parcial para obtener el Grado de
Maestría en Prosthodontia

Noviembre, 2022

Maestría en Prostodoncia

**ESTUDIO COMPARATIVO EN LA DETERMINACIÓN DE COLOR MEDIANTE
ESPECTROFOTÓMETRO Y ESCÁNER INTRAORAL**

DIEGO ALBERTO VILLALOBOS DE LUNA

Comité de Tesis

Presidente

Secretario

Vocal

Maestría en Prostodoncia

ESTUDIO COMPARATIVO EN LA DETERMINACIÓN DE COLOR MEDIANTE
ESPECTROFOTÓMETRO Y ESCÁNER INTRAORAL

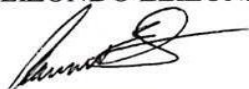


TESISTA
DIEGO ALBERTO VILLALOBOS DE LUNA

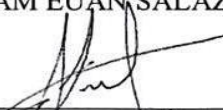
Comité de Tesis



DIRECTOR DE TESIS
JOSE ELIZONDO ELIZONDO



CODIRECTOR DE TESIS
RAÚL IRAM EUAN SALAZAR



ASESOR METODOLÓGICO
GERARDO SANTOS REYNA



ASESOR METODOLOGICO
JUAN MANUEL SOLÍS SOTO



ASESOR ESTADISTICO
GUSTAVO ISRAEL MARTÍNEZ GONZÁLEZ

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Eleuterio y Sara, por haberme dado todo para seguir adelante, por todo su apoyo y cariño y, que, sin ellos, no estaría escribiendo esto. Gracias a ustedes, soy quien soy ahora.

A mis hermanos Carlos, Luis y Sara, por siempre apoyarme y estar para mí en todo momento.

Al Dr. Raúl Euan, por siempre darnos el apoyo necesario, mostrar su interés en nuestro crecimiento personal y profesional y por ser un gran amigo. Gracias por haberme escogido en la 4ª generación de Prostodoncia.

Al Dr. José Elizondo, por haberme aportado su valiosa ayuda en este proyecto.

Al Dr. Gerardo Santos, por toda la ayuda en la parte metodológica de mi trabajo y darnos tanto conocimiento durante nuestros estudios.

A nuestra madrina de generación, Diana Sánchez, por haber estado siempre para nosotros a pesar de estar en una pandemia.

A mis compañeros de generación: Eduardo, Marlene, Martha, Gaby y Krizzia, por haber compartido tantos momentos y crecer juntos durante este largo camino. Las cosas pasan por algo, y por algo el destino nos puso juntos.

A mi novia Sara: Por habernos encontrado al final de este camino y poder recorrer juntos uno nuevo. Gracias por siempre apoyarme en todo.

TABLA DE CONTENIDO

Sección	Página
AGRADECIMIENTOS	4
LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE FIGURAS	7
NOMENCLATURA	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN	11
2. HIPÓTESIS	12
3.OBJETIVOS.....	13
3.1 Objetivo general	13
3.2 Objetivos particulares	13
4. ANTECEDENTES	14
4.1 La luz y sus interacciones.....	14
4.2 Dimensiones del color.....	15
4.3 Guías de color	16
4.4 Selección de Color	17
4.4.1 Espectrofotómetro.....	18
4.4.2 Escáner Intraoral.....	19
5. MÉTODOS.....	20
5.1 Descripción de procedimientos.....	20
5.1.1 Vita Easy Shade	20
5.1.2 Omnicam	21
5.2 Validación de Datos.....	22
5.3 Análisis Estadístico.	23
6. RESULTADOS	24
7. DISCUSIÓN.....	27
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	29
9. LITERATURA CITADA	30
RESUMEN BIBLIOGRAFICO	33
ANEXOS	34

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
I. Table general de resultados.....	24
II. Tabla de distribución de resultados	25
III Tabla de concordancia de valores	26

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ejemplo de toma de color Easy Shade	21
2. Resultado en la pantalla de Easy Shade	21
3. Ejemplo de escaneo con Omnicam	22
4. Resultado en la pantalla de Omnicam.....	22
5. Prueba estadística	23
6. Gráfico de resultados de congruencia	26

NOMENCLATURA

Nm	Nanómetros
K	Grados Kelvin

TESISTA: DIEGO ALBERTO VILLALOBOS DE LUNA
DIRECTOR DE TESIS: JOSÉ ELIZONDO ELIZONDO
CODIRECTOR DE TESIS: RAUL IRAM EUAN SALAZAR
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

ESTUDIO COMPARATIVO EN LA DETERMINACIÓN DE COLOR MEDIANTE
ESPECTROFOTÓMETRO Y ESCÁNER INTRAORAL

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: Para lograr una apariencia natural y agradable de la prótesis dental, la selección del color es uno de los procedimientos más importantes en la aceptación de tratamiento. Actualmente contamos con dispositivos electrónicos llamados espectrofotómetros que nos permiten determinar color de manera objetiva, y más recientemente, algunos softwares de escáneres intraorales permiten determinar color. **OBJETIVO:** Determinar si existe diferencia significativa en la determinación de color entre un espectrofotómetro y escáner intraoral. **METODOLOGÍA:** Se realizaron pruebas en vivo sobre 15 pacientes. Se tomó el color sobre un incisivo central y un canino respectivamente con cada dispositivo. Los resultados fueron evaluados en la escala de VITA 3D MASTER. Se utilizó el espectrofotómetro EasyShade de VITA y el escáner intraoral OMNICAM. **RESULTADOS:** De los 15 centrales registrados, solo 6 (40%) concordaron en la toma de color entre el escáner y el espectrofotómetro, mientras que, para los 15 caninos registrados, solo concordaron 4(26.67%), dando un total de solo 10(33.33%) en la concordancia global. Los incisivos centrales son los dientes donde mejor concordancia existe. **CONCLUSIONES:** Existe diferencia significativa en la determinación de color entre ambos instrumentos (valor p: 0.0001), por lo que el escáner intraoral Omnicam no es un instrumento confiable para determinar color.

Palabras Clave: Spectrophotometer, Intraoral Scanner Shade.

TESISTA: DIEGO ALBERTO VILLALOBOS DE LUNA
DIRECTOR DE TESIS: JOSÉ ELIZONDO ELIZONDO
CODIRECTOR DE TESIS: RAÚL IRAM EUAN SALAZAR
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

COMPARATIVE STUDY IN THE DETERMINATION OF COLOR THROUGH
SPECTROPHOTOMETER AND INTRAORAL SCANNER

ABSTRACT

INTRODUCTION: To achieve a natural and pleasant appearance of the dental prosthesis, color selection is one of the most important procedures in the acceptance of treatment. We currently have electronic devices called spectrophotometers that allow us to determine color objectively, and more recently, some software allows us to determine color. **OBJECTIVE:** To determine if there is a significant difference in color determination between a spectrophotometer and an intraoral scanner. **METHODS:** Live tests were performed on 15 patients. Shade was taken on one central tooth and one canine, respectively, with each device. The results were evaluated on the VITA 3D MASTER scale. A VITA EasyShade spectrophotometer and the OMNICAM intraoral scanner were used. **RESULTS:** Of the 15 registered centrals, only 6 (40%) agreed on shade taking between the scanner and the spectrophotometer, while for the 15 registered canines, only 4 (26.67%) agreed, giving a total of only 10 (33.33%) in overall agreement. The central teeth are the teeth where there is the best concordance. **CONCLUSIONS:** There is a significant difference in color determination between both instruments (p value: 0.0001), so the Omnicam intraoral scanner is not a reliable instrument to determine color.

Keywords: Spectrophotometer, Intraoral Scanner Shade.

1.- Introducción

Obtener una buena combinación de colores entre las restauraciones y los dientes naturales es de gran importancia para el paciente y un factor clave para la aceptación de una restauración.

Las restauraciones con apariencia natural son el objetivo principal de los tratamientos estéticos. Sin embargo, el estudio del color todavía está ausente del plan de estudios de la mayoría de las escuelas de odontología del mundo. Por lo tanto, en diferentes especialidades, los profesionales realizan el procedimiento de selección y reproducción del color empíricamente y basado en la subjetividad, sujeto a las mismas frustraciones y decepciones de las generaciones anteriores.

En 1970, la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE, por sus siglas en francés de Comisión Internationale de l'éclairage) definió color como “el aspecto de la percepción visual mediante el cual un observador puede distinguir entre dos campos del mismo tamaño, forma y textura por las diferencias en la composición espectral de las radiaciones relacionadas con la observación” y está ligada a la percepción y comprende un aspecto psicológico de la visión. De hecho, la mayoría de los estudios relacionados con la determinación de la diferencia de color en odontología utilizan el espacio de color CIELAB ya que esta asociado como parámetro estándar para la diferencia de color total.

El color se puede describir según a los términos Munsell en Hue, Value y Chroma. Hue o Tono se conoce como el color de un objeto y está directamente relacionado con la longitud de onda de la radiación luminosa observada. Value o luminosidad es la muestra la cantidad de luz que hace que la imagen en blanco y negro del objeto observado, que va desde un valor máximo (blanco), y un valor mínimo, (negro). Chroma o saturación es la muestra la cantidad de pigmento que contiene el color observado; este depende de la dilución de la base del color y se considera la intensidad del color. La determinación del color es un aspecto esencial de la odontología restauradora y estética. Y se puede determinar mediante el uso de métodos visuales con una guía de colores y métodos instrumentales. El objetivo principal de este estudio es determinar si existe diferencia significativa en la determinación de color entre un espectrofotómetro y un escáner intraoral analizando el color en diferentes muestras.

2.- Hipótesis

Existe diferencia significativa en la determinación de color entre un espectrofotómetro y un escáner intraoral.

Hipótesis Nula: No existe diferencia significativa en la determinación de color entre un espectrofotómetro y un escáner intraoral.

3.- Objetivos

3.1.- Objetivos Generales

Determinar si existe diferencia en la determinación de color entre un espectrofotómetro y un escáner intraoral.

3.2.- Objetivos Específicos

- Determinar color en la escala de Vita 3D Master con el espectrofotómetro VITA EasyShade V.
- Determinar color en la escala de Vita 3D Master con el escáner intraoral Omnicam.
- Comparar el color registrado entre ambos dispositivos en la escala VITA 3D Master.

4. Antecedentes

4.1 La luz y sus interacciones

La fuente de luz juega un papel importante en los procedimientos cromáticos. El mismo objeto cuando se ve desde distintas fuentes puede tener diferentes colores para cada una de las fuentes, por lo tanto, se hace extremadamente necesario que el dentista y el equipo de laboratorio utilicen la iluminación adecuada (Shu et al., 2004; Joiner, 2004).

La luz es una forma de energía electromagnética, distinta de las ondas de radio o microondas por la longitud de onda. Aunque el ojo humano está constantemente expuesto a todas las longitudes de onda del campo electromagnético, solo un pequeño rango entre 380 nm y 700 nm, llamado espectro visible, puede estimular las células de la retina fotosensibles, lo que desencadena el proceso de percepción del color (Shu et al., 2004; Joiner, 2004).

Según la comisión internacional de iluminación (CIE, Commission Internationale de L'eclairage) hay varias fuentes de luz y cada una tiene su característica de temperatura de color descrita en grados Kelvin (K). Sin embargo, los iluminantes con una temperatura de 2856 K (estándar A) y con una temperatura de 6500 K (estándar D) (Schmeling, 2016). El "Estándar A" presenta una tendencia cromática amarilla que se asemeja a la flama de una vela y por esta razón se le llama incandescente. Debido a que la suma de las longitudes de onda del espectro de luz representa su temperatura de color, exhiben una baja amplitud espectral y no deben usarse solos en un procedimiento cromático. Sin embargo, el "estándar D" presenta una tendencia cromática azulada, con una mayor amplitud espectral y una longitud de onda ultravioleta (UV) incluida, que se conoce como fluorescente. De hecho, el espectro de luz emitido por ellos se parece mucho a la luz natural del día y, por lo tanto, debe considerarse la primera opción cuando no puede usarlo (Kim et al., 2007).

Cuando la luz incide en la superficie de un objeto, se pueden absorber, reflejar (en forma especular o difusa) o transmitir diferentes longitudes de onda. La luz que no se absorbe determina la longitud de onda que se puede observar (el color del objeto). La reflexión especular es la que ocurre al igual que la superficie de un espejo. En este tipo de reflexión, la luz reflejada tiene el mismo ángulo que la luz incidente. En la reflexión difusa, la luz reflejada tiene varias direcciones.

Finalmente, la luz transmitida es la que penetra y atraviesa el material (Shmeling et al., 2012). Dentro del objeto, la dispersión se repite cada vez que la luz es interceptada por una nueva interfaz. La presencia de una gran cantidad de partículas internas aumenta la cantidad de interfaces y reduce la transmisión de luz. Además de la cantidad, el tamaño y la forma de las partículas también influye en la dispersión de la luz. (Shmeling et al., 2012; Primus et al., 2002).

Sin embargo, la necesidad de interpretación cerebral le da al método visual de observación un carácter complejo y subjetivo, incluso antes de la estandarización de la fuente de luz y el observador, como se describe en varios estudios en la literatura. (Shu y Tarnow, 2001).

4.2 Dimensiones del Color

Para proporcionar más objetividad a la comunicación cromática, durante casi un siglo, la literatura discutió y apoyó la clasificación tridimensional del color, propuesta en 1898, por el artista estadounidense Albert Munsell. En este sistema, los colores se pueden expresar a través de la interacción de tres dimensiones llamadas tono (Hue), croma (Chroma) y valor (Value). (Sproull, 1973; Chu et al., 2004).

El tono es la dimensión del color más fácil de reconocer, ya que corresponde al nombre real del color. Es la calidad que distingue a una familia de color de otra, es decir, rojo a verde o azul a amarillo. El tono también se describe como la longitud de onda principal reflejada por la interacción de la energía de la luz y el objeto. En odontología se considera la menor dimensión cromática debido a la pequeña variación entre los tonos dentales, que generalmente se limitan a las variaciones entre los tonos de amarillo y naranja. (Sproull, 1973; Chu et al., 2004; Shmeling et al., 2012).

El croma es el grado de saturación, intensidad, pureza o cantidad de un tono de pigmento específico, lo que hace imposible comparar esta dimensión entre diferentes tonos. En los objetos translúcidos, el grosor del material influye fuertemente en el croma. En los dientes naturales puede variar de un diente a otro y entre regiones del mismo diente. (Sproull, 1973; Chu et al., 2004; Shmeling et al., 2012).

El valor es la dimensión del color más fácilmente identificable y representa la luz reflejada del objeto. El rango de valores está limitado en su extremo superior por el color blanco (valor alto) que representa el color más claro posible y en su extremo inferior por el color negro (valor bajo), que representa la luminosidad más baja que puede proporcionar el color. Entre estos extremos se extiende una escala acromática compuesta por diferentes tonos de gris. Al considerar la selección y reproducción de colores en odontología, el valor es la dimensión más importante, ya que las pequeñas diferencias en la cantidad de valor se identifican más fácilmente que las pequeñas diferencias en tono y croma. (Sproull, 1973; Chu et al., 2004; Shmeling et al., 2012).

Un aspecto fundamental para comprender cómo se forman los nuevos colores a partir de otros preexistentes, está relacionado con el conocimiento de la síntesis que se produce tanto en la luz como en los pigmentos. Al mezclar dos colores espectrales, realizaremos una síntesis aditiva, porque cada color agregado es una fracción del color blanco. En la práctica, hay tres colores primarios: rojo, verde y azul. A partir de estos colores se pueden formar todos los demás. Este sistema se identifica por el acrónimo RGB (red, green, blue) que se utiliza en la formación de imágenes de televisores, cámaras y monitores de computadora. Sin embargo, al estratificar las restauraciones, el clínico no mezcla diferentes tipos de luz, sino una cantidad de pigmentos capaces de absorber fracciones de luz incidente mientras refleja otros. (Chu et al., 2004.).

La reproducción del color del diente con material restaurador solo es posible debido al fenómeno llamado metamerismo, que se observa cuando los objetos que tienen diferentes características fisicoquímicas interactúan de manera similar con la energía de la luz, lo que produce una apariencia cromática igual. En odontología estética, es imprescindible buscar esta propiedad cuando se trata de reproducir el color del diente con material restaurador. (Kim et al., 2007).

4.3 Guías de Color

La primera escala de color, con 60 muestras cromáticas, fue creada por Clark en el año 1930 (Clark, 1933). Desde entonces, muchos estudios fueron realizados para optimizar la aplicación clínica, con pocos cambios significativos. Actualmente, la Vitapan® Classical (VC-Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany), la Chromascop® (CHRIvoclar Vivadent, Amherst, New York, USA) y la Vita 3D-Master® (V3DM-Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany), son consideradas las escalas cromáticas más populares (Yap et al., 1995). Entre las diferencias de las

escalas, se destaca la diferencia en la disposición de las muestras cromáticas, las dos primeras escalas se encuentran por grupos de matices, en cuanto a la tercera se encuentra por grupos de valor (Schmeling et al., 2014).

En el año 1950 la escala VC (Fig. 1) ganó popularidad por servir de padrón cromático para sistemas cerámicos de diferentes marcas comerciales (8). Esta escala dispone sus muestras cromáticas en grupos de cuatro matices: A (marrón), B (amarillo), C (gris) y D (rojo). Diferentes grados de saturación (croma) pueden ser observados para un mismo matiz, expresados por números. Un aumento de ese número corresponde a un aumento de la saturación del matiz. De esta forma el matiz A, presenta cinco intensidades cromáticas (A1, A2, A3, A3,5, A4), el matiz B y el matiz C, presentan cuatro (B1, B2, B3 y B4; C1, C2, C3 y C4), en cuanto al matiz D presenta solamente tres (D2, D3 y D4) (Schmeling, 2017).

4.4 Selección de Color

Diversos estudios relataron la mejor distribución de las muestras de la escala V3DM comparada con otras escalas (Paravina et al., 2002, 2009). Según esos estudios, esa escala presenta mayor cobertura y uniformidad en la distribución de sus muestras, posibilitando mayor precisión y mayor facilidad en la selección del color.

La escala Vita 3D Master, presenta sus muestras cromáticas dispuestas en cinco grupos de acuerdo con el valor. Según el fabricante, al contrario de su predecesora elaborada de forma empírica, esta escala fue elaborada para atender los modernos conceptos estéticos. Presenta 26 muestras cromáticas distribuidas en cinco grupos designados por números (1–mayor valor; 5–menor valor). La selección del valor consiste en la primera de uso. Posteriormente debe ser realizada la selección del cromo dentro del grupo de valor escogido. En los grupos de valor 2, 3 y 4 existen tres columnas de muestras cromáticas con las letras M (medio), L (amarillo) e R (rojo). La selección del croma debe ser inicialmente realizada en la columna de la letra M. Estas letras representan el matiz, último paso de la selección del color. En ese momento el clínico deberá evaluar en el diente la existencia de áreas más rojizas o más amarillas que la presentada por la muestra en la columna M (Schmeling, 2017).

Durante la evaluación de color del diente las siguientes características deben ser identificadas y reproducidas en orden decreciente de importancia: forma, topografía y textura de superficie, valor, translucidez, croma y matiz. Esto se basa en el hecho de las discrepancias de forma, valor, translucidez y morfología de superficie que pudieran ser percibidas en distancias mayores que el matiz y el croma (Terry, 2002).

La evaluación del instrumento se caracteriza por el uso de aparatos específicos que observan y registran el color de una forma matemática, proporcionando confiabilidad al método. Puede ser realizada por medio del uso de espectrofotómetros, colorímetros e imágenes digitales computarizadas (Chu y Tarnow, 2001).

4.4.1 Espectrofotómetro

Los espectrofotómetros son aparatos utilizados en la medida del color de un objeto a través de su longitud de onda reflejada y existen varios tipos de espectrofotómetros que pueden presentar formas y tamaños diferentes, además de presentar diferentes funciones. El espectrofotómetro Vita Easy Shade® (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) tiene la capacidad de evaluar la luz reflejada de los dientes y presentar los resultados de acuerdo a la escala Vita Classical o de acuerdo con la escala Vita 3 D Master. Puede también presentar el resultado cromático en tercios distintos entre otras posibilidades (Schmeling, 2017).

Se considera el estándar de oro en la investigación de pruebas de color dental (Reyes et al., 2019; Igiel, 2017). Estudios recientes demuestran que el uso de un espectrofotómetro es más confiable que del mismo uso visual (Feijo-Liberato et al., 2019) ya que el espectrofotómetro mide los valores de color de acuerdo con la fuente de luz estándar CIE y expresa las mediciones de color de acuerdo con 3 coordenadas (L^* , a^* , b^*) de color en el espacio de color. El valor de la coordenada L^* representa la luminosidad de un objeto; la coordenada a^* representa el croma rojo o verde; y la coordenada b^* representa el croma amarillo o azul (Ongul, 2012). Además de esta característica, obedece a la eliminación de la subjetividad en el proceso de toma de color, la gran capacidad de reproducción del mismo y a la eliminación del factor iluminación en la toma de color, ya que el equipo proporciona su propia fuente de luz estandarizada, calibrada y constante (Villegas et al., 2016).

Uno de los dispositivos de determinación de color digital más probados y de uso frecuente es el "VITA Easy-Shade" (Blum et al., 2018), tanto en estudios in vivo e in vitro (Cristina-Greta et al., 2018). En estudios previos sobre diferentes dispositivos para la determinación del color dental, las tasas de coincidencia de Spectroshade, Shadevision, Vita Easy-Shade y Shadescan fueron 80.2%, 84.8%, 92.6% y 66.8%, respectivamente (Kim et al., 2018), resaltando la precisión del VITA Easy-Shade. Además, ha ayudado a determinar problemas clínicos, tal es que se ha descubierto que mediante estudios espectrofométricos, los dientes se vuelven más oscuros y amarillentos con la edad porque el parámetro L^* disminuyó cuando la edad aumentó (Krasniqi et al., 2017; Gómez-Polo et al., 2017; Demirel y Tuncdemir, 2019).

4.4.2 Escáner Intraoral

El software de escáneres intraorales digitales ofrece, desde 2017, la opción de determinación del color (Culic et al., 2018). El color del diente puede evaluarse simultáneamente y puede usarse para determinar el color de las restauraciones sin requerir métodos convencionales de medición de color adicionales (Mehl et al., 2017), sin embargo, el escáner intraoral digital no se considera como el método principal de selección de color en las prácticas clínicas (Yoon et al., 2018) ya que los escáneres requieren una formación más amplia para usuarios novatos y no todos tienen acceso aun a este tipo de instrumento (Samra et al., 2017; Ahmed et al., 2019), además, no se puede usar como un método preciso de selección de color, considerando que existen diferencias significativas en la codificación del color (Culic et al., 2018). Considerando lo anterior, un estudio demuestra que el escáner intraoral 3Shape Tríos mostró una mayor repetibilidad de color que el método visual en la coincidencia de tonos para prótesis dentales, ya que fue capaz de mantener sus observaciones a lo largo del tiempo, en un porcentaje mayor, para las tres dimensiones de color. Estos hallazgos sugieren que este escáner intraoral puede servir como referencia de color para profesionales de la salud dental y técnicos de laboratorio (Reyes et al., 2019). Al parecer, los escáneres se pueden ver afectados por diferentes factores durante los escaneos, así lo informo un reporte de un estudio, en donde se describe que la iluminación y la temperatura del color afectaron la veracidad y precisión de los escáneres intraorales (Kihara et al., 2019).

5. Métodos

5.1 Descripción de Procedimientos

Para el presente trabajo, se realizó toma de color de 15 incisivos centrales y 15 caninos de un total de 15 personas, que fueron registrados en la escala de Vita 3D Master. Todos los procedimientos clínicos estuvieron realizados con los participantes sobre una unidad dental. Para poder tomar el color, se le realizó un tratamiento profiláctico a cada participante una semana antes. El día de la captura de color, se le pidió previamente al participante que cepillara los dientes. Se colocó un separador de labios y se realizó un enjuague con agua para evitar aclaramientos por resequedad del esmalte. También se les solicitó que evitaran, en la máxima medida, respirar por la boca, pues el empañamiento puede afectar a los sensores del espectrofotómetro y del escáner intraoral. Las tomas de color se realizaron 5 veces para confirmar el resultado, prestando siempre atención a la hidratación del esmalte de los dientes. La zona a medir era el tercio medio de cada diente, considerada la zona de alto valor y la zona ideal para determinar el color del diente.

5.1.1 Vita Easy Shade

El instrumento (Easyshade V, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania) se calibro previamente a la toma de color de cada participante. Se configuró en el modo de escaneo de 3 mediciones del color. La punta de la sonda del instrumento se colocó en estrecho contacto con cada tercio de la superficie de la muestra según las indicaciones de la toma de color de espectrofotómetro. La pantalla en la parte inferior del espectrofotómetro indicaba el color obtenido en cada tercio.

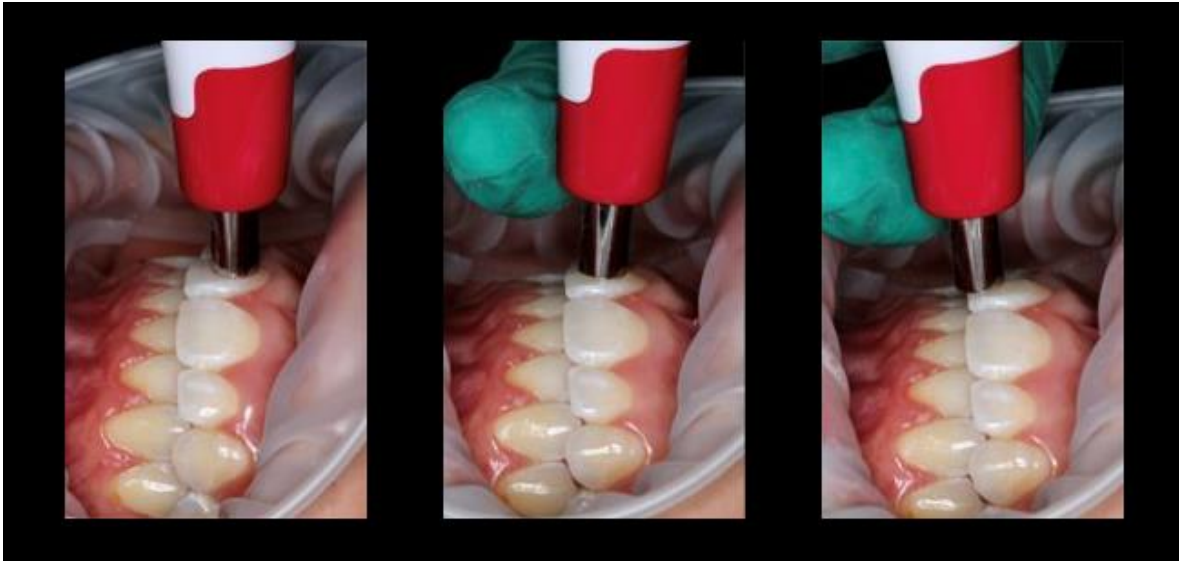


Figura 1. Ejemplo de la secuencia de toma de color en los 3 tercios de los dientes con Easy Shade.



Figura 2. Resultados posteriores a la toma de color con Easy Shade.

5.1.2 Omnicam

El instrumento (Cerec Omnicam, Bensheim, Alemania - software Cerec versión 5.1.3) paso por un proceso de calibración de color previamente al estudio, mediante un kit de calibración de color proporcionado por Dentsply Sirona. Inicialmente se escanean las muestra y una vez que se obtuvo la imagen de la muestra y se mostró en la pantalla del instrumento, se activaron una serie de comandos (editar modelo, herramientas de análisis, análisis de sombra) y se seleccionó una pequeña área en cada tercio de la imagen de la muestra para la designación de sombra. Este procedimiento se repitió 5 veces para cada muestra. La herramienta de calibración de color se activó antes de escanear una nueva muestra.



Figura 3. Ejemplo de escaneo con Omnicam para obtención de color.

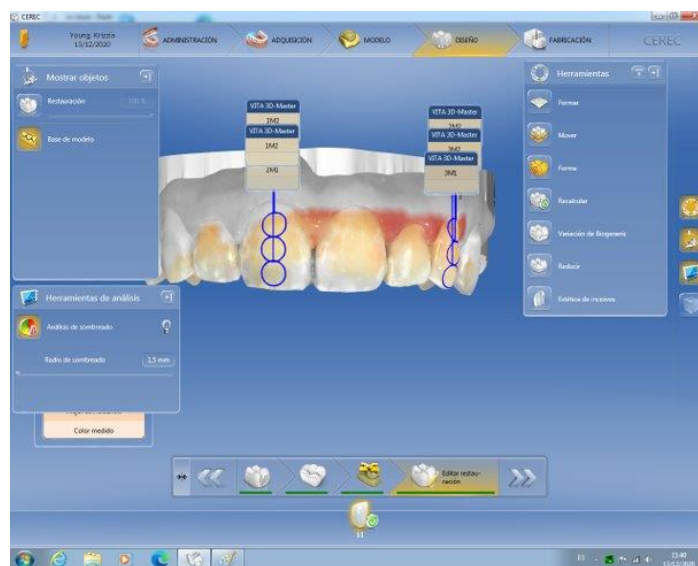


Figura 4. Vista de la pantalla de la computadora de Omnicam posterior al escaneo con las zonas de color marcadas.

5.2 Validación de Datos

La muestra fue conformada por todos aquellos especímenes que cumplieron con los requisitos para ser incluidos en el estudio.

Los datos fueron capturados en una base de datos en el programa IBM Statistics 19 con el que se realizaron tablas de frecuencia de dos variables dentro de las cuales fue considerada la variable

principal (color obtenido con el escáner intraoral Omnicam) confrontada con el grupo control (color obtenido con el espectrofotómetro Vita Easy Shade). Para algunos procedimientos estadísticos de clasificación y manejo de base de datos se empleó el programa Microsoft Excel 2010.

El presente estudio contó con un modelo estadístico de presentación de datos que consistió en la elaboración y descripción de tablas de frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas y de intervalo, así como modelo descriptivo de medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas, además el uso de gráficos para las tablas mayormente relacionadas con el análisis de datos, posterior a este diseño se realizó una descripción detallada de resultados.

5.3 Análisis Estadístico

El índice de Kappa es una medida de concordancia propuesta por Cohen en 1960, que se basa en comparar la concordancia observada en un conjunto de datos, respecto a la que podría ocurrir por azar. Fleiss generalizó el método de Cohen, por lo que a veces se conoce también como Kappa de Fleiss.

Está claro que una medida simple de concordancia, sería la proporción de coincidencias frente al total de sujetos. No obstante, aunque no hubiera ninguna relación entre los dos métodos de clasificación o evaluación o entre los observadores, o entre las dos escalas de evaluación, podría haber algún grado de coincidencia por azar. Todas las pruebas fueron realizadas con un 95% de confiabilidad mediante la siguiente prueba estadística:

$$\sigma_K = \sqrt{\left(\frac{2}{n * O * (O - 1)} \right) \left(\frac{P_E - (2 * O - 3) * P_E^2 + 2 * (O - 2) * \sum_{j=1}^{j=J} P_j^3}{(1 - P_E)^2} \right)}$$

Figura 5. Prueba estadística

6. Resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la tabla 1 después de realizar las tomas de colores con ambos instrumentos.

SUJETO	EASYSHADE (ESPECTOFOTOMETRO)		OMNICAM (ESCANER)	
	CENTRAL	CANINO	CENTRAL	CANINO
1	1M2	1M2	1M2	2L2.5
2	2M2	2M2	1M2	2L2.5
3	1M1	2M2	1M2	3M1
4	1M2	2M2	1M2	3M1
5	1M1	1M1	1M2	1M2
6	2M3	3M3	2M3	3M3
7	1M1	1M2	1M2	2L1.5
8	1M1	2M2	1M2	3M2
9	1M2	2M3	1M2	4L2.5
10	2L1.5	2M2	1M2	2R2.5
11	1M1	1M2	1M2	1M2
12	1M2	2M3	1M2	2M3
13	1M1	2M2	1M2	2L1.5
14	0M3	1M2	1M2	1M2
15	1M2	1M2	1M2	2M2

Tabla 1. Tabla general de resultados obtenidos. Los valores representan el tercio medio de los dientes,

	Si		No	
	n	%	n	%
Central	6	40.00	9	60.00
Canino	4	26.67	11	73.33
Global	10	33.33	20	66.67

Tabla 2. Distribución de resultados entre el espectrofotómetro Easy Shade y el Escáner Omnicam.

Los resultados encontrados en este estudio respaldan el rechazo de la hipótesis nula probada porque se encontraron diferencias significativas en la determinación de color entre ambos instrumentos.

En la tabla 1 y 2 se resumen los resultados obtenidos.

De los 15 incisivos centrales registrados, solo 6 concordaron en la toma de color entre el escáner y el espectrofotómetro mientras que, para los 15 caninos registrados, solo concordaron 4, dando un total de solo 10 en la concordancia global.

Los resultados más altos se dieron en la sección de los que no concordaron, dejando 9 incisivos centrales y 11 caninos, dando un total de 20, dejando un nivel muy alto en discrepancia global.

Los dientes centrales son los que mejor concordancia existe (40%) y en los caninos es donde más discrepancia existe (73.33%). Globalmente, solo en una tercera parte de las muestras coincidieron las capturas de color (33.33%).

La figura 7 ilustra los resultados en un gráfico.

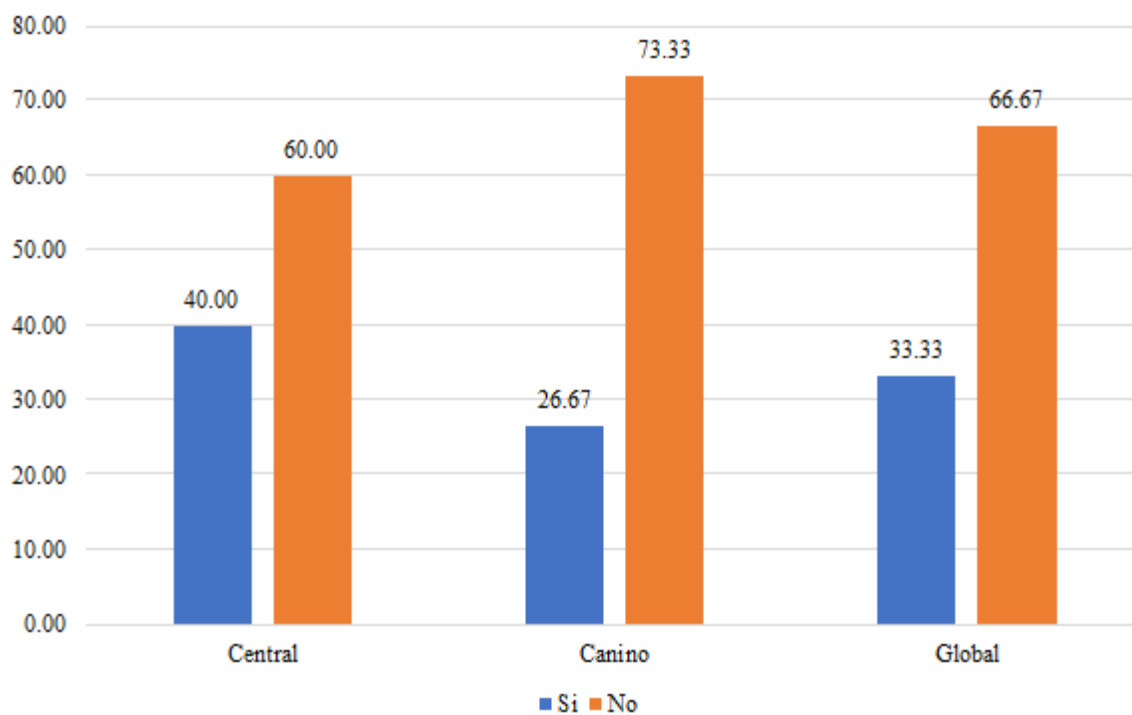


Figura 6. Congruencia entre el espectrofotómetro Easy Shade y el Escáner Intraoral Omnicam.

	Congruencia	IC 95%	Prueba t	Valor p
Central	40.00	0.1520 - 0.6479	-4.74	0.0001
Canino	26.67	0.1761 - 0.6238	-6.42	0.0001
Global	33.33	0.2313 - 0.5686	-7.74	0.0001

Tabla 3. Congruencia entre los valores del espectrofotómetro Easy Shade y el Escáner Intraoral Omnicam.

La tabla 3 nos resume los valores estadísticos obtenidos. El resultado del valor de “p” fue 0.0001, siendo esto una representación de que existe una alta diferencia significativa en la determinación de color en las muestras.

7. Discusión

El objetivo del presente trabajo fue determinar si existe diferencia en la determinación de color entre un espectrofotómetro y un escáner intraoral.

Un estudio similar se nos muestra que el escáner intraoral 3ShapeTrios mostro solo un 21.64% de concordancia de color de las muestras tomadas comparadas con el espectrofotómetro Easy Shade y la escala visual de Vita 3D, aunque no se menciona si el escáner fue calibrado previamente. (Czigola et al., 2021).

Otro estudio similar nos muestra que el escáner intraoral 3ShapeTrios tuvo mejor concordancia de color junto con el espectrofotómetro Vita EasyShade, de acuerdo a los valores de Kappa obtenidos en la prueba (.874 y .805 respectivamente). A diferencia del estudio de Czigola, aquí si se realizó una calibración del escáner previa.

Otro estudio realizo el mismo procedimiento que el presente trabajo, pero utilizando otro espectrofotómetro (Spectra Shade) y otro escáner intraoral (3ShapeTrios), en donde de 120 dientes, coincidieron el 53.3% de la muestra (Rutkunas et al., 2020).

Omniscam también ha sido utilizado en estudios de color. Este estudio fue realizado in vitro con bloques de cerámica Vita Mark II y se comparaba con el espectrofotómetro de Vita EasyShade y otros escáneres intraorales. Los resultados muestran que Easy Shade y Omnicam coincidían en 44.3% de los casos (Ebeid et al., 2021). Aunque tampoco se detalla si Omnicam fue calibrado previamente, el tipo de material utilizado y las condiciones en las que se desarrolla pueden ser determinantes para los resultados del estudio.

Otro estudio de Ebeid y colaboradores más reciente nos muestra que Omnicam es comparado junto con Primescan, Tríos 3 y Tríos 4 en el método visual, pero los resultados determinan que sigue teniendo poca precisión en la determinación de color comparada con otros escáneres intraorales y el método visual ($p < 0.05$) (Ebeid et al., 2022).

En este estudio se utilizó la guía de Vita 3D Master para determinar el color, ya que existen estudios que comentan que es mas confiable utilizar esta guía (Ongul et al., 2012; Paravina, 2009).

Los resultados demuestran que la concordancia en los dientes centrales es más alta, probablemente debido a la anatomía de la cara vestibular que estos poseen, ya que es una cara más plana y los sensores de los instrumentos pueden detectar mejor la superficie, a diferencia de los caninos que, por su anatomía más convexa, los sensores no detectan igual la superficie, como lo mencionan distintos autores (Terry 2002; Melo et al., 2005).

En este estudio se observa una baja concordancia entre ambos instrumentos. El espectrofotómetro ya era respaldado por la literatura publicada e incluso considerado como un “Gold Standard” en la determinación de color, pero el escáner intraoral aún sigue siendo sometido en diferentes pruebas para determinar si realmente es confiable poder utilizarlo.

8. Conclusiones

Con los resultados obtenidos en el presente estudio, y con las limitantes aplicadas, la hipótesis es aceptada debido a que si existe diferencia significativa en la determinación de color entre ambos instrumentos. En base a esto podemos concluir:

- El escáner intraoral Omnicam, no es un instrumento confiable para determinar color.
- El utilizar un calibrador de color en el escáner, no garantiza que la determinación de color sea correcta.
- El Easy Shade sigue siendo un instrumento confiable para determinar el color.

Se recomienda realizar mismo estudio con otras marcas de escáneres intraorales y/o espectrofotómetros.

9. LITERATURA CITADA

1. Chu SJ, Devigus A, Mieszko A.J. Shade matching and communication in esthetic dentistry. Chicago: Quintessence, 2004.
2. Chu SJ, Tarnow DP. Digital shade analysis and verification: a case report and discussion. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001; 13(2): 129-136.
3. Clark EB. The Clark tooth color system: parts 1 and 2. *Dental Magazine and Oral Topics*. 1933; 50: 139-151.
4. Igiel C, Lehmann KM, Ghinea R, Ghinea R, Weyhrauch M, Hangx Y, Scheller H, Paravina R. Reliability of visual and instrumental color matching. *J Esthet Restor Dent*. 2017;29(5):303–308.
5. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004; Suppl(1): 3-12.
6. Kim SH, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang Y.C. Metameric effect between dental porcelain and porcelain repairing resin composite. *Dent mater*. 2007; 23(3): 374-9.
7. Paravina RD, Powers JM, Fay RM. Color comparison of two shade guides. *Int J Prosthodont* 2002; 15(1): 73-78.
8. Paravina RD. Color in dentistry: match me, match me not. *J Esthet Restor Dent* 2009; 21 (2): 133-139.
9. Primus CM, Chu CCY, Shelby JE. Opalescence of dental porcelains enamels. *Quintessence International* 2002; 33(6): 439-449.
10. Reyes J, Acosta P, Ventura D. Repeatability of the human eye compared to an intraoral scanner in dental shade matching. *Heliyon*. 2019;5(7):1-6
11. Schmeling M, de Andrada MAC, Maia HP, Araújo EM. Translucency of value resin composites used to replace enamel in stratified composite restoration techniques. *J Esthet Restor Dent* 2012; 24(1): 53-58.
12. Schmeling M, Sartori N, Monteriro JS, Baratireri LN. Color stability of shade guides after autoclave sterilization . *Int J perio restor dent*. 2014;34(5): 689-693.
13. Schmeling M. Color Selection and Reproduction in Dentistry. Part 1: Fundamentals of Color. *ODOVTOS-Int J Dent Sc*. 2016;18(1):23-32.
14. Schmeling M. Color Selection and Reproduction in Dentistry. Part 2: Light Dynamics in Natural Teeth. *ODOVTOS-Int J Dent Sc*. 2016;18(2):23-40.
15. Schmeling M. Color Selection and Reproduction in Dentistry. Part 3: Visual and Instrumental Shade Matching. *ODOVTOS-Int J Dent Sc*. 2017;19(1) 23-32.
16. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part 1. *J. Prosthet Dent* 1973;29(4): 417-423.

17. Terry DA. Anatomical form defines color: function, form and aesthetics. *Pract Proced Aesthet Dent.*2002; 14 (1): 59 -67.
18. Yap UJ, Bhole S, Tan KBC. Shade match of tooth-colored restorative materials based on a commercial shade guide. *Quint Int* 1995;6(10): 697-702.
19. Feijo-Liberato W, Carvalho-Barreto I, Costa-Paganini P, Costa-Almeida C, Pimentel W, Tioffi R. A comparison between visual, intraoral scanner, and spectrophotometer shade matching: A clinical study. *J Prosthetic Dent.* 2019;121(2):271-275.
20. Ongul D, Sermet B, Balkaya MC. Visual and instrumental evaluation of color match ability of 2 shade guides on a ceramic system. *J Prosthet Dent.* 2012;108(1):9-14
21. Villegas A, Gómez D, Moreno F. Dispositivos electrónicos para reproducir el color en odontología. *Revisión de Literatura. Act Odont Venez.* 2016;54(1):1-23.
22. Blum SL, Horn M, Olms C. A comparison of intraoral spectrophotometers. Are there user-specific differences?. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(5)1-7.
23. Kim M, Kim A, Park B, Lee M, Won Y, Kim Ch, Lee S. A Digital Shade-Matching Device for Dental Color Determination Using the Support Vector Machine Algorithm. *Sensors.* 2018;18(9):1-13
24. Cristina-Greta D, Alexandru Colosi H, Gasparik C, Dudea D. Color comparison between non-vital and vital teeth. *J Adv Prosthodont.* 2018;10(3)218-226.
25. Demirel MG, Tuncdemir MT. Influence of age, gender, and educational background on tooth color. *Niger J Clin Pract.* 2019;22(2):162-166.
26. Gomez-Polo C, Montero J, Gomez-Polo M, de Parga JA, Celemin-Viñuela A. Natural Tooth Color Estimation Based on Age and Gender. *J Prosthodont.* 2017;26(2):107-114.
27. Pustina-Krasniqui T, Xhajanka E, Ajeti N, Bicaj T, Dula L, Lila Z. The relationship between tooth color, skin and eye color. *Eur Oral Res.* 2018;52(1):45-49.
28. Ahmed K, Wang T, Yan-Li K, Kuen-Luk W, Burrow M. Performance and perception of dental students using three intraoral CAD/CAM scanners for full-arch scanning. *J Prostho Research.* 2019;63(2)167-172.
29. Culic C, Varvara M, Tatar G, Simu M, Rica R, Mesaros A, Buduru S, Gasparik C, Culic B. In Vivo Evaluation of Teeth Shade Match Capabilities of a Dental Intraoral Scanner. *Curr Health Sci J.* 2018;44(4):337-341
30. Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, Oriso K, Konodo H. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *J Prosthodont Res.* 2019;1883-1958(19)30285-3.

31. Mehl A, Bosch G, Fischer C, Ender A. In vivo tooth-color measurement with a new 3D intraoral scanning system in comparison to conventional digital and visual color determination methods. *Int J Comput Dent.* 2017;20(4):334-361.
32. Reyes J, Acosta P, Ventura D. Repeatability of the human eye compared to an intraoral scanner in dental shade matching. *Heliyon.* 2019;5(7):1-6.
33. Samra A, Moro M, Mazuf R, Vieira S, De Souza E, Freire A, Rached R. Performance of Dental Students in Shade Matching: Impact of Training. *J Esthet Restor Dent.* 2017;29(2):24-32.
34. Yoon HI, Bae JW, Park JM, Chun YS, Kim MA, Kim M. A Study on Possibility of Clinical Application for Color Measurements of Shade Guides Using an Intraoral Digital Scanner. *J Prosthodont.* 2018;27(7):670-675.
35. Czigola A, Roth 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;1-9.
36. Melo TS, Kano P, Araujo-Junior ED. Avaliação e reprodução cromática em Odontologia Restauradora Parte II: a dinâmica da luz nos dentes naturais / Color evaluation and shade matching in restorative dentistry. Part II: light dynamics in natural teeth. *Clin Int J Braz Dent.* 2005; 1(4): 295-303.
37. Rutkunas V, Dirse J, Bilius V. Accuracy of an intraoral digital scanner in tooth color determination. *J Prosthet Dent.* 2020;123(2):322-329
38. Ebeid K, Sabet A, Della-Bona A. Accuracy and repeatability of different intraoral scanners on shade determination. *J Esthet Restor Dent.* 2021;33(6):844-848
39. 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.

RESUMEN BIOGRÁFICO

Diego Alberto Villalobos de Luna
Candidato para el Grado de
Maestro en Prosthodontia

Tesis: ESTUDIO COMPARATIVO EN LA DETERMINACION DE COLOR CON ESCANER INTRAORAL Y ESPECTROFOTOMETRO.

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud.

Datos Personales: Nacido en Piedras Negras, Coahuila el 24 de enero de 1994, hijo de Eleuterio Villalobos Vicencio y Sara Elia de Luna de Villalobos.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido Cirujano Dentista en 2016.

Experiencia Profesional: Practica privada como cirujano dentista y técnico dental.

PUBLICACIONES: “Carga Inmediata en Implantología”. Implantología Actual. ISSN 2310-2799.

ANEXOS

SUJETO	EASYSHADE (ESPECTOFOTOMETRO)		OMNICAM (ESCANER)	
	CENTRAL	CANINO	CENTRAL	CANINO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Tabla de captura de datos.