



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DEL NIÑO Y ORTOPEDIA DENTOMAXILAR
ÁREA DE ORTODONCIA**

**LA FOTOGRAMETRÍA COMO MÉTODO DE EVALUACIÓN DE CAMBIOS EN
MEDIDAS ANGULARES DE DIENTES ANTERIORES DE PACIENTES
TRATADOS CON ALINEADORES TRANSPARENTES DE ORTODONCIA**

Danilo Patricio Ormazábal Velásquez

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dr. Cristian Vergara Núñez

TUTORES ASOCIADOS

Prof. T.M. Cristián Peñafiel Edkhal

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 2020/12
Santiago - Chile
2023**



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA
DEPARTAMENTO DEL NIÑO Y ORTOPEDIA DENTOMAXILAR
ÁREA DE ORTODONCIA**

**LA FOTOGRAMETRÍA COMO MÉTODO DE EVALUACIÓN DE CAMBIOS EN
MEDIDAS ANGULARES DE DIENTES ANTERIORES DE PACIENTES
TRATADOS CON ALINEADORES TRANSPARENTES DE ORTODONCIA**

Danilo Patricio Ormazábal Velásquez

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dr. Cristian Vergara Núñez

TUTORES ASOCIADOS

Prof. T.M. Cristián Peñafiel Edkhal

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 2020/12
Santiago - Chile
2023**

AGRADECIMIENTOS

Quiero comenzar agradeciendo a mi familia, a mi madre Patricia Velásquez y mi padre Patricio Ormazábal, quienes me dieron su apoyo incondicional a lo largo de la carrera.

A mis hermanos, Ignacio y Romina que me dieron momentos de alegría cuando los necesitaba.

A la extensa lista de compañeros que tuve en la carrera, con quienes nos apoyábamos mutuamente en las situaciones adversas.

A Jaime Gavilán, esa persona especial que me estuvo acompañando durante este último año.

A mis amigos Sergio, Jorge, Felipe, Jonathan y César, que me brindaron su ayuda de la forma en que ellos podían.

A mis colegas de tesis Juan, Francisca, Catalina, Claudia y Javi que me ayudaron en el desarrollo de este último proceso de la carrera.

Al Doctor, Vergara, quien tuvo una excelente disposición al transmitir sus conocimientos y hacer las correcciones pertinentes en la redacción del trabajo de investigación, además de facilitarnos a mi y a Juan su equipamiento para la toma de fotografías de esta tesis.

ÍNDICE

1.	RESUMEN	1
2.	MARCO TEÓRICO	3
2.1	Antropometría	3
2.2	Fotogrametría	4
2.3	Fotografía clínica en odontología	4
2.4	Equipamiento básico en fotografía dental intraoral	5
2.4.1	Cámara y objetivos	5
2.4.2	Flash	8
2.4.3	Espejos y retractores	9
2.4.4	Parámetros de la cámara	10
2.4.5	Set de fotografías	14
2.5	Modelos odontológicos digitales y escáneres de uso odontológico	15
2.6	Terapia con alineadores transparentes	19
2.6.1	Biomecánica de alineadores	21
2.6.2	Planificación digital	25
2.7	Planteamiento del problema	27
3.	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	28
3.1	Hipótesis	28
3.2	Objetivo General	28
3.3	Objetivos Específicos	28
4.	METODOLOGÍA	29
4.1	Descripción de la muestra	29
4.2	Criterios de inclusión:	30
4.3	Criterios de exclusión:	30
4.4	Obtención de los modelos odontológicos digitales	30
4.5	Confección de alineadores transparentes de ortodoncia	31
4.6	Imágenes para análisis de modelos odontológicos 3D	32
4.7	Fotografías intraorales estandarizadas	37

4.7.1 Postura del paciente según vistas fotográficas.....	39
4.7.2 Organización de fotografías	41
4.8 Registro de medidas angulares.....	41
4.8.1 Vista frontal en máxima intercuspidadación (MIC).....	41
4.8.2 Vistas laterales derecha e izquierda en MIC.....	43
4.8.3 Vistas oclusales maxilar y mandibular	45
4.9 Calibración entre observadores.....	49
4.10 Análisis estadístico	50
5. RESULTADOS	51
6. DISCUSIÓN	58
6.1 Fotogrametría en odontología	58
6.2 Confiabilidad y validez del método fotogrametría en el seguimiento del tratamiento con alineadores transparentes de ortodoncia	66
6.3 Limitaciones del estudio.	66
7. CONCLUSIONES.....	69
8. SUGERENCIAS	69
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
10. ANEXOS Y APÉNDICES	79

1. RESUMEN

Introducción: La fotografía en la práctica odontológica se ha vuelto tan relevante que se podría considerar como un examen complementario adicional cuando la técnica es la adecuada, permitiendo incluso realizar mediciones a través de la denominada técnica de fotogrametría. Este método ha sido estudiado principalmente con medidas lineales, pero de escasa manera con medidas angulares, las cuales tienen relevancia en la especialidad de ortodoncia. El presente estudio tiene la intención de comprobar que la fotogrametría es un método válido y confiable para realizar el seguimiento del progreso de un tratamiento de alineadores de ortodoncia, el cual ha sido ampliamente indicado en la actualidad y depende de una planificación virtual tomando como punto de partida un modelo 3D originado a partir de una digitalización con escáner intra o extraoral. Se evaluaron tres posiciones angulares (Tip, torque y rotaciones) y sus cambios a lo largo del tratamiento comparando los resultados con las mediciones de los modelos 3D de la planificación digital.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio no experimental exploratorio longitudinal prospectivo. 5 pacientes de la clínica de la especialidad de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile recibieron tratamiento con alineadores transparentes de ortodoncia. En ellos se analizaron 4 maxilares y 3 mandíbulas mediante fotogrametría, los cuales otorgaron una muestra de 64 y 48 medidas angulares respectivamente en 3 tiempos clínicos: antes del tratamiento, durante la terapia y al final de ésta (T1, T2 y T3). Estos datos fueron comparados con los extraídos de imágenes de los modelos 3D de la planificación digital de alineadores.

Resultados: Dependiendo de la normalidad de las muestras se hizo la prueba t de Student o la prueba de Wilcoxon. En T1 para torque hubo diferencia promedio de 0,46 grados ($p=0,84$), para Tip hubo diferencia promedio 0,36 grados ($p=0,86$), y para rotaciones hubo una diferencia promedio de 0,33 grados ($p=0,93$). En T2 para torque hubo diferencia promedio de 0,27 ($p=0,90$), para Tip hubo diferencia promedio de 0,03 ($p=0,94$), y para rotaciones hubo diferencia promedio 0,03 grados ($p=0,99$).

En T3 para torque hubo diferencia promedio de 0,51 grados ($p=0,83$), para Tip hubo diferencia promedio de 0,11 grados ($p=0,84$), y para rotaciones hubo una diferencia promedio de 0,21 grados ($p=0,91$). No hubo diferencias estadísticas en los tres tiempos clínicos analizados.

Conclusiones: La fotogrametría intraoral estandarizada es un método válido y confiable en la evaluación de movimientos angulares de Tip, torque y rotaciones durante el progreso del tratamiento con alineadores transparentes de ortodoncia.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antropometría

La palabra antropometría etimológicamente se compone de los términos *ánthropos* (hombre) y *metrya* (medida), y se define como la ciencia encargada de las mediciones comparativas del cuerpo humano, sus diferentes componentes y proporciones (Esparza y Vaquero, 2023). Generalmente, se le asocia a aquellas medidas involucradas en la situación nutricional de un individuo, sin embargo, ha estado presente en diversas áreas a lo largo de la historia, como en arte de relaciones proporcionales de los dibujos de diversos autores o en paleontología en el siglo XIX para el estudio de huesos humanos (Esparza y Vaquero, 2023), y en el siglo XX se comenzó a emplear en el estudio del territorio maxilofacial para medir distancias de puntos específicos de la cara (Han y cols., 2010). Para llevar a cabo este método, la medición de manera directa en los sujetos en estudio se ha considerado el gold estándar debido a la alta confiabilidad de los datos obtenidos, sin embargo, requiere de su presencia y compromiso (Wong y cols., 2008). Existe una alternativa a la medición directa de estructuras en los seres humanos mediante el uso de instrumentos que representen la realidad de aquellos, como por ejemplo radiografías, modelos odontológicos u fotografías. Esta forma de antropometría indirecta permite llevar a cabo mediciones sin la presencia del paciente, lo cual optimiza el tiempo de las sesiones clínicas y mejora la accesibilidad a los datos en cuestión, no obstante, para lograr este objetivo es fundamental que los medios utilizados para la recopilación de la información representen con alta precisión las características reales de las estructuras en estudio de los pacientes (Cuperus y cols., 2012; Cassetta y cols., 2015; Vergara y cols., 2022.).

2.2 Fotogrametría

La fotogrametría es un método que consiste en la extrapolación de información cuantificable como distancias, ángulos o áreas de elementos presentes en una fotografía con el fin de determinar su posición, forma y tamaño en la realidad. Esta técnica se emplea en diversas ciencias tales como en topografía, arqueología, minería (Jiang y cols., 2008; Ey-Chmielewska, 2015). En las ciencias médicas, debido a que las mediciones se llevan a cabo en estructuras apreciables en fotografías correspondientes a seres humanos, se considera una forma de antropometría indirecta, y posee ciertas ventajas en comparación con la antropometría directa entre las que se destacan; mayor facilidad en la medición por la ausencia de movilidad del paciente, mayor repetibilidad de las mediciones, y factibilidad para realizar un seguimiento comparativo al existir la posibilidad de almacenar los datos permanentemente (Ey-Chmielewska, 2015; Vergara y cols, 2022) En contraposición, la principal desventaja de la fotogrametría es que la distancia entre dos puntos de referencia se mide en un plano proyectado de dos dimensiones que puede conducir a leves diferencias con la medida real, por lo que para mejorar la precisión de la técnica es sustancial estandarizar la técnica de fotografía clínica (Han y cols., 2010).

2.3 Fotografía clínica en odontología

El principal propósito de las fotografías en odontología es registrar con fidelidad las manifestaciones clínicas de la cavidad oral, tanto en fase de examen y diagnóstico como en la fase de tratamiento para evaluar su progreso y resultados. Secundariamente, presta utilidad en la documentación medicolegal y en la educación y comunicación con los pacientes, razones por las cuales debe ser considerada un examen complementario adicional como lo son las radiografías y los modelos de estudio (Ahmad, 2009b)

2.4 Equipamiento básico en fotografía dental intraoral.

2.4.1 Cámara y objetivos

Para el registro fotográfico de estructurales intraorales se recomienda el uso de cámaras réflex o DSLR debido a que la imagen encuadrada a fotografiar se puede apreciar exactamente en el visor (Ahmad, 2009a; Jhonston y cols, 2020a). Esto se sustenta por un fenómeno óptico desarrollado al interior de la cámara: Las ondas lumínicas ingresan por el lente y alcanzan un espejo que se encuentra delante del sensor, lo que provoca que sean redireccionadas a la sección superior del dispositivo y se reflejen múltiples veces en un pentaprisma para finalmente salir por el visor en el mismo ángulo de incidencia en el que entraron (Jhonston y cols, 2020a) (Figura 1). Al momento de capturar la imagen el espejo es levantado y una cortina que cubre al sensor de la cámara se mueve y lo expone para que cada elemento estructural fotosensible denominado fotosito sea estimulado y transforme la energía a señales eléctricas que serán transportadas al procesador de la cámara y se representen como pixeles constituyentes de la fotografía final (Terry y cols., 2008; Jhonston y cols, 2020a).

En adición a esto, las cámaras réflex ofrecen la posibilidad de cambiar los objetivos o lentes, los cuales se caracterizan por poseer diversas distancias focales y la elección de uno u otro dependerá de la intencionalidad de la fotografía (Ahmad, 2009c; Jhonston y cols, 2020b). La distancia focal se define como la separación en milímetros entre el punto de convergencia de todas las ondas lumínicas dentro del lente y el sensor de la cámara (figura 2), y a pesar de que no existe una clasificación formal de los lentes según sus medidas de distancia focal, generalmente a los lentes con distancias focales más cortas (8 mm a 35 mm) se les considera gran angulares y a los que poseen distancias focales más largas (67 mm a 300 mm) se les considera teleobjetivos (Jhonston y cols, 2020a; Jhonston y cols, 2020b). Los lentes gran angulares tienen un amplio campo de visión por lo que se utilizan en arquitectura o para fotografiar paisajes, sin embargo, generan mayor distorsión óptica con forma de barril, siendo más notoria mientras menor sea la distancia focal del lente, afectando a

aquellos elementos que se encuentran en la periferia del encuadre de la imagen a capturar. Los lentes teleobjetivos tienen un reducido campo de visión, pero permiten fotografiar objetos a largo alcance, por lo que su uso se destina al campo de deportes o vida salvaje, por nombrar algunos (Ahmad, 2009c; Jhonston y cols, 2020b) (Figura 3). En fotografía dental se usan lentes cuya distancia focal esté comprendida entre 50 mm y 105 mm, y que además tengan la función macro, la cual le permite al lente registrar en el sensor una imagen proporcionalmente magnificada con respecto a lo enfocado en la realidad (Por ejemplo, en una lente macro a magnificación 1:1, si el objeto enfocado es de las mismas dimensiones del sensor de la cámara, se registrará con el mismo tamaño que posee en la realidad, y si se captura con el lente a magnificación 1:10, se registrará en el sensor con una décima parte de sus dimensiones reales) (Terry y cols., 2008; Ahmad, 2009c).

En un trabajo de investigación realizado por el Dr. Nicolás Páez para optar al título de cirujano dentista se compararon las medidas obtenidas mediante fotogrametría de modelos de yeso en fotos tomadas utilizando lentes de distancias focales de 50 mm y 100 mm, usando magnificaciones de 1:4 y 1:5 en cada uno, con las mediciones hechas directamente en los modelos de yeso. Si bien las fotografías generadas con el lente de 100 mm a una magnificación de 1:4 eran las que tenían mayor fidelidad con una diferencia de 0,03 mm en promedio de las medidas directas, las fotografías tomadas con el lente de 50 mm a magnificaciones de 1:4 y 1:5 no presentaron diferencias estadísticas con las mediciones directas, por lo tanto, se concluye que ambos objetivos tienen utilidad en fotografía clínica odontológica a las magnificaciones anteriormente mencionadas.

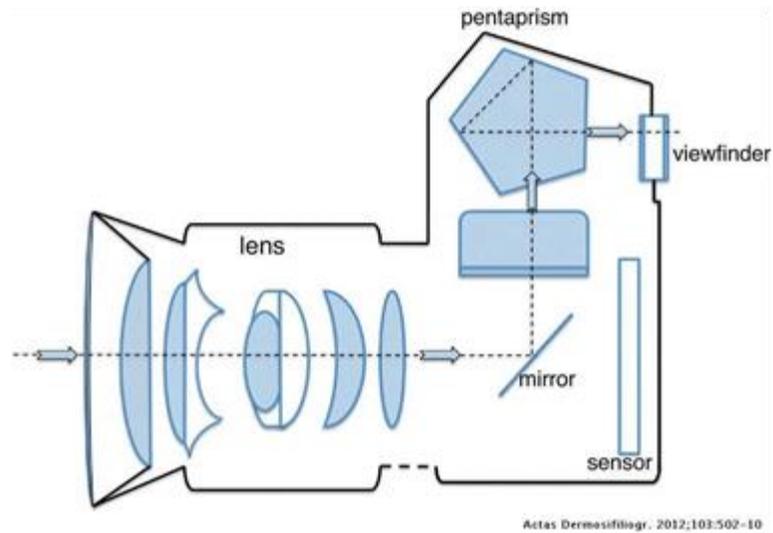


Figura 1. Esquema de una cámara réflex. La línea discontinua representa el trayecto de la luz desde que ingresa al lente hasta que llega al visor (viewfinder) (Barco y cols., 2012)

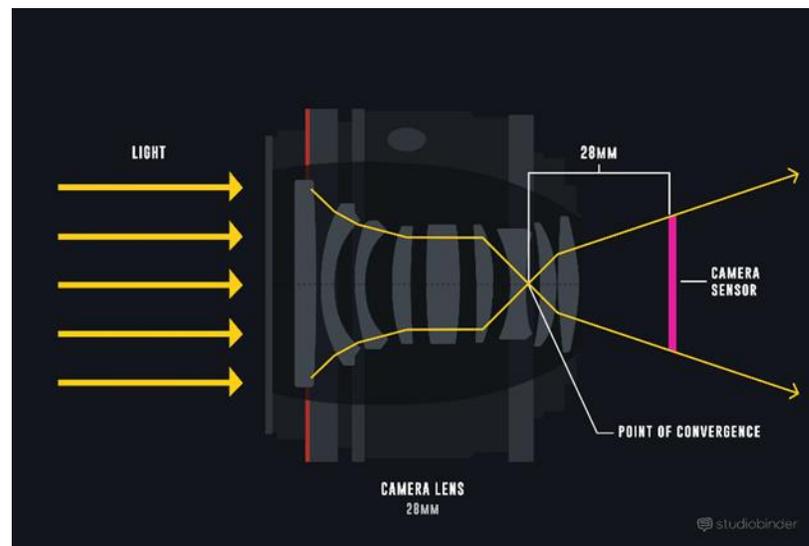


Figura 2. Distancia focal dentro de un lente. Se observa el punto de convergencia de los rayos de luz. La distancia focal representada es de 28 mm (Larovere, 2019)

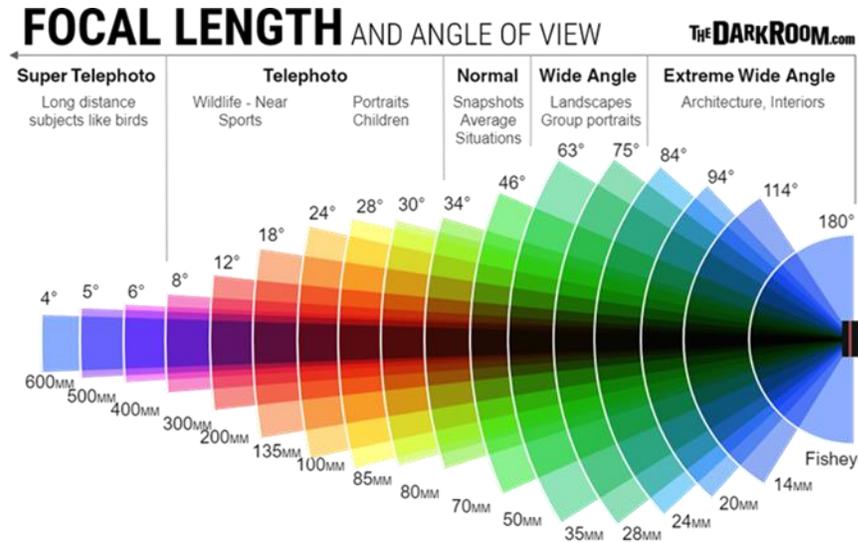


Figura 3. Campo de visión de lentes con distintas distancias focales. Se observa que a medida que aumenta la distancia focal, disminuye el ángulo de visión.

2.4.2 Flash

En fotografía dental es fundamental tener la asistencia de una fuente de luz que sea estandarizada con el objetivo de representar correctamente los colores de las estructuras orales, por lo que es indispensable el uso de flash electrónico cuya luz es predecible, instantánea y universalmente adaptable a cualquier tipo de cámara. Dicha fuente lumínica tiene una temperatura de color de 5500 K, en la cual los colores rojo, verde y azul son reflejados en la misma proporción, lo que es útil considerando que las cámaras digitales utilizan el sistema RGB (red, green and blue) para la producción de imágenes (Ahmad, 2009d). Entre los sistemas de flashes que se pueden montar directamente en una cámara encontramos los flashes anulares, los flashes unidireccionales y los flashes dobles o twin flashes. Para fotografía dental intraoral se prefiere el uso de un flash anular (figura 4) debido a que proyecta una luz

uniforme, ideal para iluminar dientes posteriores o zonas de difícil acceso, y además es de fácil uso, aunque puede generar una imagen con escasas sombras, apariencia plana y carencia de brillo de los dientes. Los flashes dobles o twin flashes ofrecen ventajas similares a los flashes anulares y revelan de mejor manera los detalles superficiales de los tejidos a fotografiar, no obstante, requieren de mucha experiencia para su uso. Los flashes unidireccionales pueden generar muchas sombras lo cual es beneficioso en casos de estética dental anterior, pero desfavorable en casos donde se requiera iluminar zonas oscuras posteriores (Terry y cols., 2008; Ahmad, 2009d).



Figura 4. Flash anular. Se observa un flash anular montado a una cámara DSLR (Ebest, s/f)

2.4.3 Espejos y retractores

Para exponer correctamente las estructuras anatómicas presentes en la cavidad oral es necesario el uso de retractores o separadores de plástico. En conjunto con ellos

se utilizan espejos bucales y oclusales metálicos de distinta forma y tamaño, con una superficie recubierta de cromo, rodio o titanio para proveer máxima reflectancia y evitar distorsiones en el reflejo (Shorey y Moore, 2009). Para evitar la condensación de los espejos se sugiere humedecerlos con agua tibia previo a la toma de fotografías (Ahmad, 2009c)

2.4.4 Parámetros de la cámara

En fotografía dental intraoral se deben considerar una serie de factores para obtener imágenes estandarizadas. Uno de ellos es la profundidad de campo, que se define como la porción de la escena encuadrada desde el frente al infinito que se aprecia con un enfoque nítido (figura 5), y como regla general se extiende un tercio delante del punto de enfoque y dos tercios por detrás de éste (el punto de enfoque corresponde al sitio que se observa con máxima nitidez en el encuadre a una distancia determinada entre el objeto y la cámara (Ahmad, 2009e, Terry y cols., 2008; Jhonston y cols., 2020a). Otro factor por considerar es la exposición, que es la cantidad de luz que recibirá el sensor al momento de capturar la imagen, la cual depende de tres parámetros de la cámara: apertura del diafragma, ISO y velocidad de obturación (Snow, 2009).

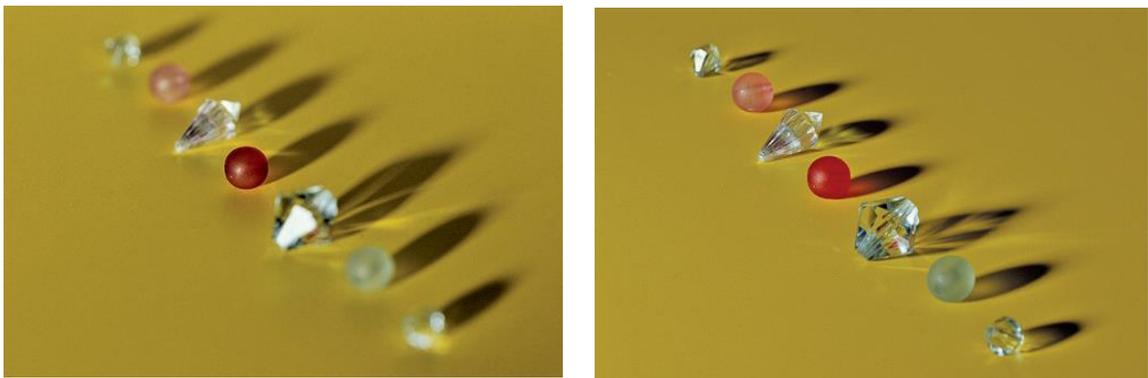


Figura 5. Profundidad de campo. Se observan dos fotografías de un mismo escenario. En la fotografía de la izquierda la profundidad de campo es menor en comparación a la fotografía de la derecha (Ahmad, 2009e)

A continuación, se definirán algunos parámetros de las cámaras reflex DSLR, y además se indicarán los ajustes que se deben establecer en cada uno para obtener fotografías intraorales estandarizadas:

- a) Enfoque: Corresponde al mecanismo mediante el cual el lente de la cámara reconocerá el punto de máxima nitidez de la escena encuadrada que se va a fotografiar, el cual puede ser automático o manual. En fotografías intraorales se debe ajustar en modo manual y enfocar caninos en fotos frontales y laterales, y premolares en las oclusales. Esto se logra con la técnica de rock and pull, en la cual se selecciona el punto de enfoque y luego se acerca y se aleja la cámara hasta que indique con un sonido que se alcanzó la distancia adecuada (Institute of Medical Illustrators, 2022)

- b) Apertura del diafragma: En la entrada del lente montado en la cámara se encuentran unas cortinas que se cierran desde la periferia hacia el centro para controlar la entrada de luz. La circunferencia resultante corresponde a la apertura del diafragma y se designa con un número f , el cual representa la cantidad de veces que está contenido el diámetro de dicha circunferencia en la distancia focal. Por ejemplo, $f/4$ en un lente con distancia focal de 100 mm equivale a un diámetro de apertura de 25 mm ($25 \text{ mm} \times 4 = 100 \text{ mm}$). Este parámetro determina en parte la exposición de la imagen y la profundidad de campo. Aperturas pequeñas producen imágenes más oscuras, pero con amplia profundidad de campo, aperturas anchas ofrecen fotos más claras, pero con reducida profundidad de campo (Figura 6) (Jhonston y cols., 2020a). Esto se explica porque hay mayor curvatura hacia los bordes del lente que en el centro, por lo que los fotones que atraviesan los bordes son refractados en mayor magnitud que los que viajan en el centro del lente. Cuando la apertura es menor, la luz que pasa por los bordes es bloqueada, pasando solo la luz central de menor refracción (Terry y cols., 2008). Para fotografía dental intraoral se establece una apertura del diafragma de $f/22$, ya que de este modo se aumenta la profundidad de campo. Aperturas con mayor valor f

darán como resultado una imagen subexpuesta (Terry y cols., 2008; Ahmad, 2009e).

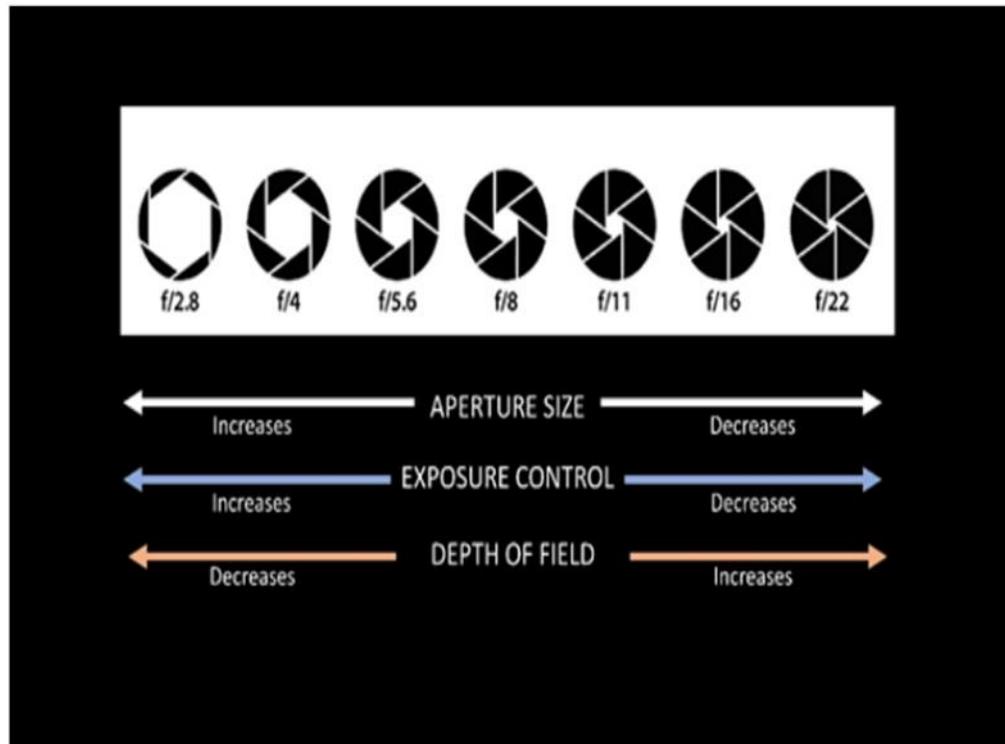


Figura 6. Relación del número f con diámetro de apertura, exposición y profundidad de campo. Cuando aumenta el número f : disminuye el diámetro del diafragma (APERTURE SIZE), disminuye la exposición (EXPOSURE CONTROL) y aumenta la profundidad de campo (DEPTH OF FIELD) (Hegde y Sodvadiya, 2020).

- c) Velocidad de obturación: Es el periodo de tiempo expresado en segundos o fracciones de segundo durante el cual el obturador permitirá el paso de luz hasta el sensor de la cámara (Jhonston y cols., 2020a). En fotografía dental asistida con flash no es un factor relevante, sino más bien el tiempo de duración de la ráfaga de flash (1/2000 s), el cual es mucho más rápido que la velocidad de obturación de menor duración (1/125 s) (Snow, 2009)

- d) ISO: Corresponde a un ajuste digital realizado por la cámara para aumentar o disminuir la sensibilidad del sensor a la luz. En la actualidad existen cámaras en las que se puede establecer este parámetro en valores que van desde 50 hasta incluso 409.600, pero la mayoría de las cámaras usualmente tienen valores de ISO comprendidos entre 100 y 12.800 (Jhonston y cols., 2020a). Se aumenta para compensar escenarios en los cuales existe escasa luz o cuando se requiere una apertura de diafragma estrecha para obtener una amplia profundidad de campo, pero el principal problema que esto conlleva es la aparición de ruido en la imagen que se expresa como granos que no existen en la escena real. Para fotografía dental intraoral asistida con flash el ISO se debe establecer en valores bajos (generalmente en 100 o 200) para evitar el problema antes mencionado (Snow, 2009; Jhonston y cols., 2020a).
- e) Balance de blancos: Capacidad del software de la cámara de representar correctamente los colores adaptándose a la temperatura de color de la fuente de luz que ilumina lo que se va a fotografiar. (Ahmad, 2009e). Es posible configurarlo de acuerdo con distintas fuentes lumínicas como luz diurna, luz de día nublado, luz de tungsteno, luz fluorescente o flash, siendo esta última opción la recomendada para fotografía intraoral (Ahmad, 2009e; Jhonston y cols., 2020a).

2.4.5 Set de fotografías

Se sugieren 5 imágenes en fotografía dental intraoral: Fotografía frontal en MIC, lateral derecha en MIC, lateral izquierda en MIC, Oclusal maxilar y oclusal mandibular (Figura 7) (Institute of Medical Illustrators, 2022)



Figura 7. Vistas de fotografías intraorales básicas para análisis. a) Vista oclusal maxilar. b) Vista lateral derecha en MIC. c) Vista frontal en MIC. d) Vista lateral izquierda en MIC. e) Vista oclusal mandibular (Fotos por Juan Ignacio Ramírez Henríquez).

2.5 Modelos odontológicos digitales y escáneres de uso odontológico

Los modelos de yeso odontológico son exámenes complementarios en los cuales se puede emplear la antropometría indirecta por lo que son fundamentales en el área de odontología y específicamente en la especialidad de ortodoncia son clave tanto en la fase de diagnóstico, de planificación, seguimiento y evaluación de tratamientos (Liang y cols., 2018) Sin embargo, su almacenaje puede resultar complicado, además de que están constantemente expuestos a daños físicos (desgaste o fractura accidental), químicos y a variaciones dimensionales producto de la humedad y temperatura (Sweeney y Taylor, 1950; Kreve, 2018; Liang y cols., 2018). En el año 1999 la empresa OrthoCAD genera por primera vez los modelos dentales digitales a través de un escáner, los cuales ofrecen como ventaja el almacenamiento electrónico de la información y la eliminación de la posibilidad de alteración de su estructura, permitiendo el acceso en cualquier momento que se requiera. Actualmente existen muchos escáneres de uso odontológico que acompañados de un software son capaces de digitalizar los maxilares, los cuales se pueden clasificar en escáneres intraorales (directos) y escáneres extraorales (indirectos) (Jacob y cols, 2015)

Los escáneres intraorales se usan para digitalizar las arcadas directamente en el paciente y se componen principalmente de tres elementos: una estación de trabajo móvil inalámbrica para admitir la entrada de datos, un monitor de computadora y una barra de mano que contiene una fuente de luz y un sensor. Su modo de operar consiste en la emisión de luz láser o luz blanca por parte de la barra de mano, la cual es reflejada de vuelta al sensor por parte de los dientes que se desean escanear. Los patrones de luz que son detectados por el sensor se interpretan y así se realizan entre 10.000 y 100.000 medidas por pulgada, resultando en una representación en 3D de la forma de los dientes. Para realizar el procedimiento, algunos escáneres intraorales requieren que las superficies dentarias se cubran con polvo de dióxido de titanio u óxido de zirconio mezclado con silicio e hidróxido de aluminio para evitar que la luz sea dispersada en ángulos no predecibles por parte de las capas translúcidas del esmalte y/o restauraciones.

iTero (figura 8), True definition Scanner y Lytos Scanner son algunas marcas de escáneres intraorales (Kravitz y cols, 2014). La evidencia proveniente de estudios de laboratorio demuestra que los escáneres intraorales tienen similar precisión que las impresiones convencionales en escenarios clínicos simulados (Chochlidakis y cols, 2016; Afrashtehfar y cols, 2022). Estudios clínicos apoyan tanto las impresiones con escáneres intraorales como las convencionales en casos clínicos que involucran prótesis fijas de una hasta 3 inserciones, sin embargo, aún falta evidencia en casos que involucran prótesis fijas extensas o prótesis removibles completas en pacientes parcial o totalmente edéntulos (Afrashtehfar y cols, 2022). Las impresiones digitales tienen mayor aceptación por parte de los pacientes en comparación con las impresiones convencionales (Cicciù y cols, 2020; Afrashtehfar y cols, 2022)



Figura 8. Escáner intraoral iTero®. Se observa la barra de mano y la estación de trabajo portátil sobre la cual se ubica el monitor (Taneva y cols., 2015).

Los escáneres extraorales producen modelos odontológicos digitales al escanear modelos de yeso o impresiones realizadas con silicona, y aquellos pueden ser mecánicos, los cuales usan una sonda de contacto sobre las superficies a escanear, u ópticos, que realizan el escaneado mediante luz láser o luz blanca. Se prefiere el uso de escáneres extraorales ópticos porque al no contactar la superficie de los modelos de yeso o impresiones, no existe riesgo de alterar su forma (Persson y cols., 2006). Su precisión es aceptable clínicamente al escanear parcial o totalmente modelos con dientes preparados in vitro, variando entre 8 a 24 micrómetros (Su y Sun, 2015), y en la especialidad de ortodoncia tienen utilidad en diversos fines tales como planificación de tratamientos, fabricación de dispositivos de cementación indirecta y en tecnologías de alineadores transparentes de ortodoncia (Martin y cols, 2015). Algunas marcas de escáneres extraorales son: 3Shape, Dental Wings, Ortho Insight y Maestro 3D de AGE solutions y Maestro 3D – MDS400 (figura 9), utilizando este último luz LED estructurada para escanear modelos de yeso e impresiones con una precisión de 10 micrómetros (0,01 mm), creando archivos digitales con extensión STL (Standard Tessellation Language) (Martin y cols, 2015). En un estudio publicado en el año 2022, Rafiei y cols compararon medidas de interés en ortodoncia (anchos dentarios, análisis de espacio, análisis de Bolton, overjet, overbite, distancia intercanina y distancia intermolar) obtenidas por dos investigadores calibrados en 30 pares de modelos de yeso odontológicos con las medidas obtenidas en sus modelos digitales generados a partir del escáner Maestro 3D. Si bien algunas medidas tuvieron diferencias estadísticas, éstas fueron mínimas en la mayoría de las mediciones y no fueron clínicamente significativas, por lo que concluyeron que el escáner Maestro 3D tiene utilidad en la práctica clínica (Rafiei y cols, 2022).



Figura 9. Escáner extraoral Maestro 3D – MDS400. Se aprecia un modelo de yeso odontológico al interior, listo para ser digitalizado (Maestro 3D, 2023)

2.6 Terapia con alineadores transparentes

La terapia con alineadores transparentes en ortodoncia abarca un amplio rango de tratamientos cuya característica en común es el uso de dispositivos hechos de un material termoplástico transparente para lograr el movimiento de los dientes (figura 9) (Weir, 2017; Shah, 2020). La introducción formal como alternativa terapéutica en ortodoncia ocurrió en 1998, cuando la FDA (Food and Drug Administration) aprobó el uso del sistema Invisalign por parte de Align Technology (Weir, 2017). A pesar de aquello, la primera vez que se aplicó la mecánica de los alineadores fue mucho antes en el año 1945 por el Dr. Kesling, quien al final del tratamiento convencional con brackets, tomaba impresiones en ambos maxilares de sus pacientes, y luego en los modelos de yeso obtenidos, cortaba las coronas y las reposicionaba con cera en la posición definitiva deseada. Posteriormente articulaba dichos modelos y confeccionaba un aparato de goma flexible adaptado a los dientes maxilares y mandibulares simultáneamente que, al ser situado en el paciente, se deformaba y debido a la liberación de las tensiones acumuladas, provocaba los movimientos dentarios planificados (figura 10) (Kesling, 1945). Actualmente existen muchos sistemas que ofrecen el uso de alineadores transparentes, los cuales se pueden agrupar en aquellos que ofrecen pequeños movimientos con aplicación clínica limitada (Originator, Simpli 5, MTM Clear Aligner y Clearguide System), alternativas directas al consumidor con asesoría remota de un profesional (Crystal Braces y Smile Care Club), sistemas para hacer alineadores propios que incluyen planificación 3D, scanners e impresoras 3D (Orchestrate, 3 Shape y Suresmile) y en sistemas complejos e integrales que incluyen tecnología 3D CAD/CAM, (planificación de tratamiento interactiva 3D y diseño de aparato), ataches de resina compuesta y posiblemente características adicionales para lograr el movimiento de los dientes en los 3 sentidos del espacio (Invisalign, ClearCorrect, ClearPath, eCligner, K Line y Orthocaps) (Weir, 2017).

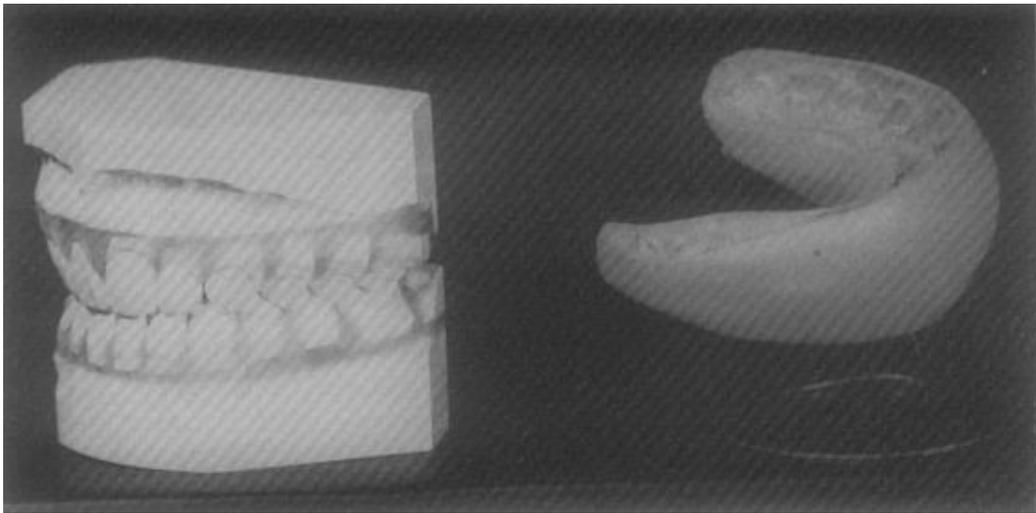


Figura 10. Posicionador de Kesling. A la izquierda, el par de modelos articulados con cera. A la derecha, el dispositivo bimaxilar de Kesling (Kesling, 1945).



Figura 11. Alineador transparente de ortodoncia. (Tartaglia y cols, 2021).

Existen varios materiales de los que se componen los alineadores, entre los cuales se encuentran el poliuretano (primer material usado en la historia de alineadores), cloruro de polivinilo, tereftalato de polietileno y polietileno tereftalato glicol (PETG) (Tartaglia y cols, 2021). Pueden ser formados al vacío con máquinas de presión negativa de 3-14 psi, o con presión positiva con máquinas que generan una presión de 100 psi. Los alineadores creados con presión positiva poseen mayor precisión de ajuste a la superficie dentaria del modelo impreso (Nahoum, 2014). Actualmente se han desarrollado nuevas tecnologías que han permitido la impresión directa de alineadores mediante una impresora 3D usando materiales como acrilonitrilo butadieno estireno plástico, materiales de estereolitografía (resinas epoxi), ácido poliláctico, poliamida (nylon) y poliamida rellena de vidrio (Bichu y cols, 2023).

2.6.1 Biomecánica de alineadores

El principal mecanismo de acción de los alineadores transparentes de ortodoncia consiste en moldear la posición de los dientes a tratar ya que existen diferencias entre la forma del alineador y la morfología de la corona dental. Estas discrepancias generan áreas de contacto íntimo y áreas de alivio entre la cara interna del alineador y el diente, produciéndose fuerzas en los tres sentidos del espacio que permiten el movimiento según lo planificado. Los alineadores tienen un comportamiento viscoelástico, absorben tensiones cuando se deforman elásticamente, luego liberan gran parte de esa energía en forma de calor y una cantidad pequeña se transfiere a los dientes. Es pertinente mencionar que durante el paso del tiempo las tensiones liberadas van disminuyendo y que además un apiñamiento dental que podría resolverse con un solo arco de níquel-titanio requiere múltiples alineadores para corregirlo ya que los arcos metálicos son mejores almacenando y transfiriendo energía (tensión) a los dientes mientras

sufren una deformación plástica mínima (figura 12) (Upadhyay y Arqub, 2022; Bichu y cols, 2023).

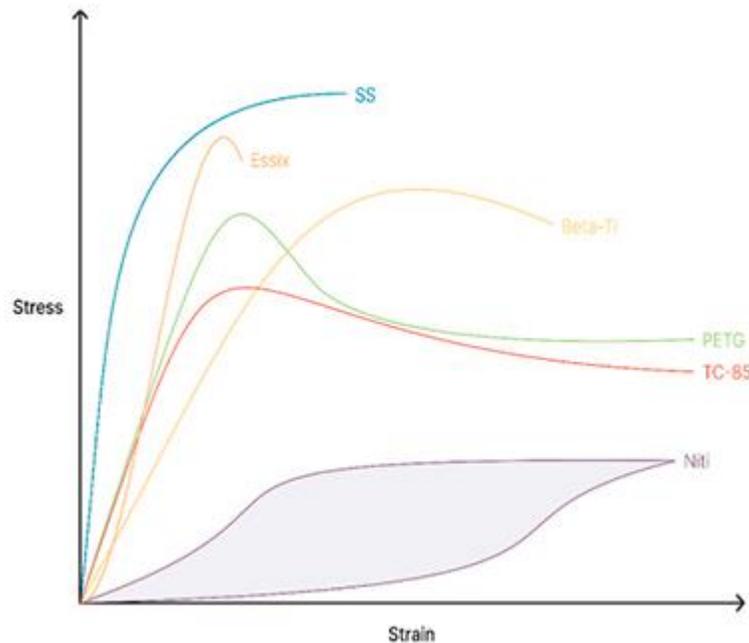


Figura 12. Gráfico de tensión (Stress) vs deformación (Strain). Se puede observar las tensiones acumuladas de algunos materiales al deformarse elásticamente. SS= Acero inoxidable (ortodoncia convencional) Beta-Ti = Titanio Beta (ortodoncia convencional). Niti = Níquel-titanio (ortodoncia convencional). Essix (material de alineador). PETG= Polietilentereftalato glicol (material de alineador). TC-85 = Resina fotocurable (material de alineador impreso en 3D). (Bichu y cols, 2023)

Con el paso del tiempo se crearon elementos adicionales que son de utilidad para apoyar los movimientos realizados por los alineadores. Los primeros que se originaron son los ataches, que son pequeños incrementos de resina con forma y ubicación estratégica en los dientes para facilitar movimientos y mejorar la retención del alineador (figura 13). Se unen adhesivamente a los dientes por

medio de un molde similar a un alineador pero que se ajusta pasivamente a la arcada (Hennessy y Al-Awadhi, 2016). También se han hecho modificaciones a la forma del alineador para distribuir eficientemente las tensiones, como las crestas de poder, que son engrosamientos presentes en la cara interna de los alineadores ubicadas cerca del margen gingival de los incisivos para generar fuerzas que facilitan el control del torque (figura 14) (Shah, 2020). Otra modificación corresponde a los bite ramps, que son prominencias localizadas cerca del cúngulo de la cara palatina de incisivos maxilares cuya función es desocluir los dientes posteriores para facilitar la extrusión de aquellos y al mismo tiempo generar la intrusión de los incisivos inferiores (figura 15) (Greco y Rombolà, 2022)

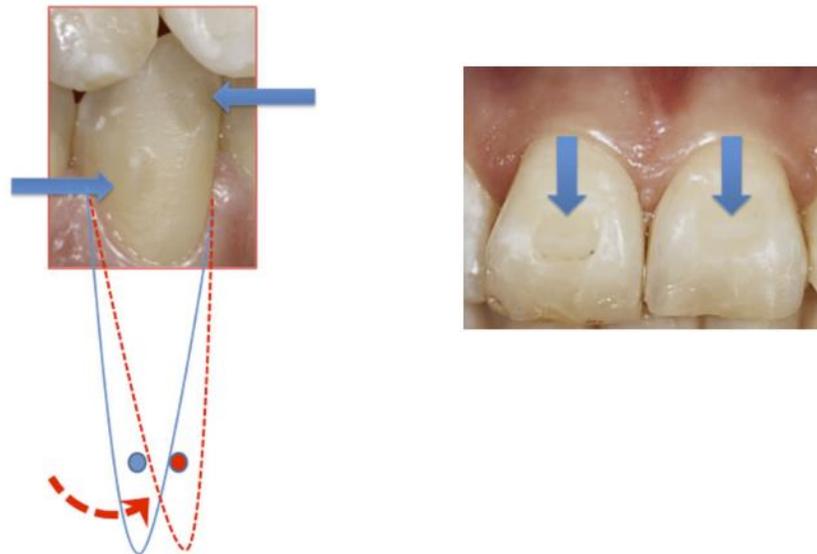


Figura 13. Ataches de resina. A la izquierda un par de ataches generan un momento de fuerza. A la derecha los ataches facilitan movimientos de extrusión (Hennessy y Al-Awadhi, 2016).

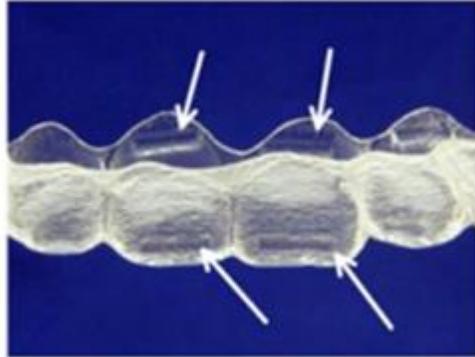


Figura 14. Cresta de poder (Shah, 2020)



Figura 15. Bite ramps. A) Se observa un caso de sobremordida. B) Mordida levantada por bite ramps. C) Vista oclusal de bite ramps. (Greco y Rombolà, 2022).

De manera accesoria se pueden utilizar micro tornillos anclados a los maxilares combinados con elásticos y botones ortodónticos, similarmente a la ortodoncia tradicional con brackets (figura 16) (Shah, 2020).



Figura 16. Elementos auxiliares en tratamiento con alineadores. Se observa un microtornillo como anclaje para movilizar al premolar mediante un elástico (Shah, 2020)

2.6.2 Planificación digital.

Los alineadores transparentes de ortodoncia requieren una planificación digital (figura 17): Primero es necesario obtener modelos odontológicos digitales iniciales ya sea escaneando directamente los maxilares del paciente con escáneres intraorales o indirectamente digitalizando modelos de yeso odontológicos o impresiones (Tartaglia y cols, 2021), posteriormente se reposicionan los dientes virtualmente mediante un software de acuerdo a los objetivos de tratamiento y se planifica una secuencia de modelos 3D que incluyen posiciones dentarias en estadios intermedios entre la posición inicial y la final deseada (Sha, 2020; Mehta y cols, 2021). La cantidad de alineadores que se van a utilizar en el tratamiento es definida por el diente que requiere mayores correcciones, denominado diente principal. Como cada alineador realiza movimientos de forma simultánea en toda la arcada dentaria, el resto de los dientes malposicionados se van a corregir de manera que se produzca el menor movimiento posible en cada etapa (definido en

milímetros por alineador para movimientos lineales y en grados sexagesimales por alineador para movimientos de tip, torque y rotaciones) mientras se corrige la posición del diente principal debido a que la evidencia demuestra que reducir la velocidad de movimiento en cada alineador conduce a mejor predictibilidad y seguimiento de tratamiento (Mehta y cols, 2021). En algunos casos clínicos más complejos que incluyen maloclusiones clase II o cierre de espacios post-exodoncia de primeros o segundos premolares, el movimiento se puede realizar de manera segmentaria, donde un grupo de dientes se mueve y otro se mantiene estacionario proporcionando anclaje (Shah, 2020; Mehta y cols, 2021).

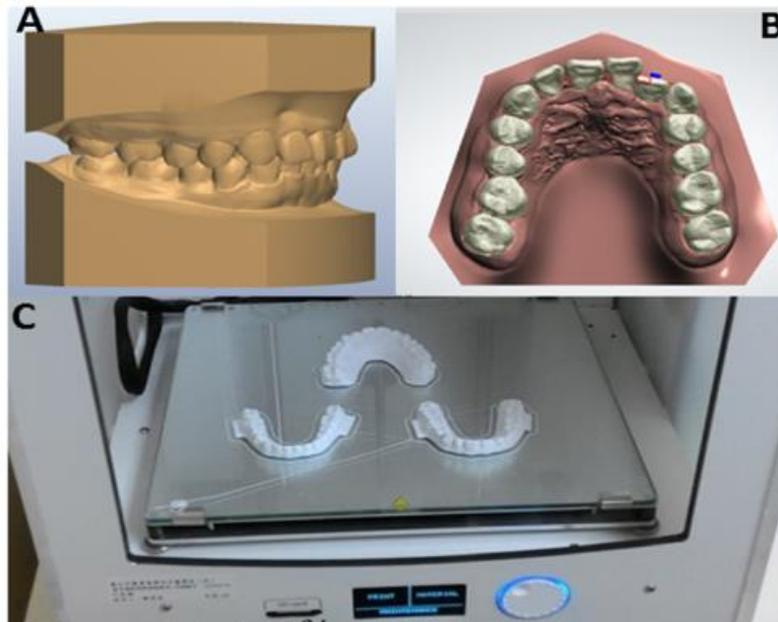


Figura 17. Flujo de trabajo en la confección de alineadores. A) Par de modelos iniciales. B) Planificación de movimientos ortodónticos. C) Impresión de modelos a partir de los cuales se confeccionarán los alineadores (Chan y cols, 2017).

2.7 Planteamiento del problema

En estudios anteriores realizados por Kravitz y cols, Lombardo y cols, y Bilello y cols se evaluó la efectividad de tratamientos con alineadores transparentes de ortodoncia mediante la comparación de mediciones obtenidas en modelos digitales post-tratamiento reales con las de modelos digitales ideales planificados (método Bland–Altman) (Kravitz y cols, 2009; Lombardo y cols, 2017; Bilello y cols, 2022). Sin embargo, no se ha utilizado la fotogrametría estandarizada para evaluar el éxito de los tratamientos con alineadores, el cual es un método accesible y de bajo costo para los especialistas en ortodoncia. El objetivo de este estudio fue comparar medidas angulares de Tip, torque y rotaciones obtenidas mediante fotogrametría estandarizada en las fotografías intraorales de pacientes tratados con alineadores transparentes de ortodoncia con las medidas obtenidas en los modelos 3D iniciales y los que contienen los movimientos ideales planificados en un estadio intermedio (T2) y al final del tratamiento (T3).

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 Hipótesis

La fotogrametría estandarizada permite evaluar cambios planificados en medidas angulares de dientes anteriores de pacientes tratados con alineadores.

3.2 Objetivo General

Estudiar la fotogrametría como método de evaluación de cambios en medidas angulares de Tip (inclinación mesio-distal), torque (inclinación vestibulo-lingual/palatina) y rotaciones de dientes anteriores de pacientes que recibieron terapia con alineadores transparentes de ortodoncia.

3.3 Objetivos Específicos

1) Comparar las medidas angulares determinadas en fotografías intraorales de pacientes tratados con alineadores transparentes de ortodoncia utilizando la fotogrametría entre los 3 tiempos (antes del tratamiento (T1), en un tiempo intermedio (T2) y al final de la terapia (T3)).

2) Comparar las medidas angulares determinadas en imágenes de la planificación digital 3D usando la fotogrametría entre los 3 tiempos (antes del tratamiento (T1), en un tiempo intermedio (T2) y al final de la terapia (T3)).

3) Comparar las medidas obtenidas en las fotografías estandarizadas antes, durante y al final del tratamiento con las obtenidas en los modelos 3D de la planificación digital.

4. METODOLOGÍA

Para comprobar la hipótesis propuesta se llevó a cabo un estudio no experimental exploratorio longitudinal prospectivo.

4.1 Descripción de la muestra

Los pacientes para este estudio fueron seleccionados mediante método no probabilístico por conveniencia y corresponden a hombres y mujeres entre 15 y 45 años atendidos en la Clínica de Ortodoncia del Programa conducente al Título Profesional de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Dentomáxilofacial de la Universidad de Chile durante el año 2021 y 2022 con indicación de tratamiento con alineadores transparentes de ortodoncia en una o ambas arcadas.

Se utilizó la siguiente fórmula para estimar el tamaño muestral necesario para las medidas angulares (variable cuantitativa). En este caso el tamaño de la población es infinita, de tamaño desconocido.

$$n = \frac{Z^2 * \delta^2}{\epsilon^2}$$

Donde “n” era el número de la muestra, “Z” el nivel de confianza (95%), “δ” la desviación estándar (2 grados) y “E” el error máximo (0.2 grados). Inicialmente 13 pacientes participarían en el estudio, sin embargo, solo 5 de ellos concluyeron con el tratamiento planificado. Debido a que no todos los pacientes requerían tratar ambos maxilares, para calcular la muestra se tomaron en cuenta las arcadas que recibieron la terapia con alineadores

A través del software G*Power se determinó un poder estadístico de 0.8.

4.2 Criterios de inclusión:

- 1) Hombres y mujeres entre 17 y 32 años.
- 2) Presencia de dentición permanente.
- 3) Pacientes que posean apiñamiento dentario leve en grupos II y/o V con indicación de tratamiento con alineadores transparentes de ortodoncia
- 4) Que cuenten con todos sus primeros molares y con al menos un premolar superior a cada lado.

4.3 Criterios de exclusión:

- 1) Voluntarios con discapacidad motora o limitaciones de cualquier tipo que impidan tomar fotografías intraorales con o sin espejo.
- 2) Pacientes que no presenten dentición permanente (excluyendo presencia de terceros molares)
- 3) Ausencia de algún diente del grupo II y/o V, independientemente del motivo.

Se le explicó a cada paciente sobre el estudio en el que participarían y luego se les solicitó firmar un consentimiento informado (Anexo D). Posteriormente fueron anonimizados con un código alfanumérico.

4.4 Obtención de los modelos odontológicos digitales

Los modelos de yeso maxilares y mandibulares iniciales de cada paciente fueron escaneados por el tutor principal del proyecto de investigación utilizando el escáner extraoral MDS500 Maestro 3D® (inicialmente cada uno por separado y luego ambos en oclusión). Se digitalizaron como archivos con extensión STL con el módulo Models Builder del software Maestro 3D dental Studio® y se almacenaron en

carpetas de Dropbox® con el código alfanumérico del respectivo paciente. Éstos corresponden a los modelos iniciales pretratamiento. Los archivos se eliminarán al cabo de 4 años.

Odontólogos que se encuentran cursando el Programa conducente al Título Profesional de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Dentomáxilo facial de la Universidad de Chile planificaron los casos clínicos utilizando el software Maestro 3D dental Studio®. El programa permitió modificar las posiciones de los dientes, añadir ataches, evaluar contactos oclusales y hacer modificaciones a la oclusión final. Luego, se generaron una secuencia de modelos digitales que contenían posiciones dentarias intermedias entre el modelo inicial y el final planificado, teniendo cada uno de ellos una variación de 0,3 mm en medidas lineales y de 1° en medidas angulares. Dichos modelos también se almacenaron en Dropbox®.

4.5 Confección de alineadores transparentes de ortodoncia

Para confeccionar los alineadores primero se obtuvieron las impresiones de los modelos 3D, lo cual se llevó a cabo con una impresora 3D Phrozen Sonic Mighty 4K utilizando resina Phrozen Aqua 4K. Una vez impresos los modelos en resina, se confeccionaron los alineadores en una unidad de termoformado MINISTAR S Scheu® de presión positiva con láminas termoformables proAlign Orthometric® compuestas de polietilen tereftalato glicol (PETG) modificado de 125 mm de diámetro y 0,76 mm de grosor.

Cada odontólogo tratante se encargó de dar las indicaciones de uso de los alineadores a sus pacientes. El cambio de alineador se indicó cada dos semanas (14 días) y cada sesión clínica de control se hizo cada 28 días. En cada sesión (exceptuando la sesión del último control) se entregaron dos kits de alineadores, uno posicionado en la boca del paciente y el otro para recambio luego de transcurridas las dos semanas.

4.6 Imágenes para análisis de modelos odontológicos 3D

Cada par de modelos odontológicos 3D iniciales (T1), intermedios (T2, contienen movimientos planificados entre el estadio inicial y el final) y finales (T3, con todos los movimientos planificados ya realizados) se visualizaron con el software Blender® y se ubicaron en el origen del plano cartesiano de 3 dimensiones (0,0,0) (figura 18)

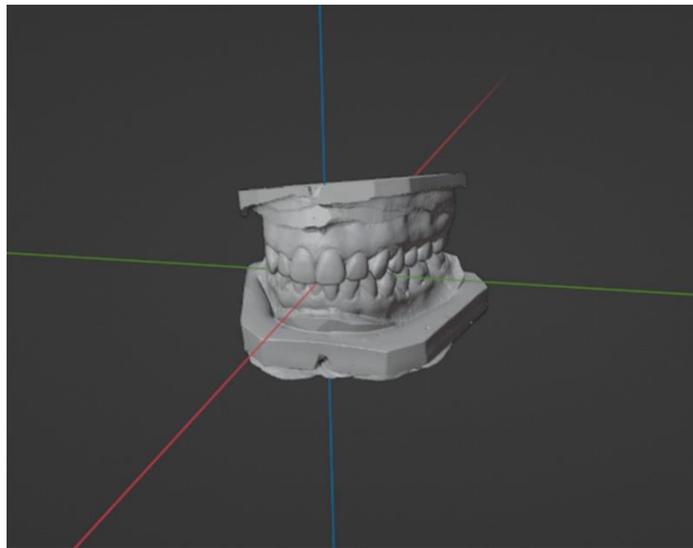


Figura 18. Modelos digitales en software Blender®. El software muestra un sistema de coordenadas con un par de modelos digitales ocluidos en el origen.

Con el objetivo de originar una imagen que contenga una simulación de una fotografía del par de modelos 3D, se ubicó una cámara virtual a 360 mm de distancia de aquellos en el eje x (360, 0, 0) (figura 19) debido a que ésta es la distancia de enfoque a la que se debe localizar una cámara con lente macro de 50 mm de distancia focal y magnificación 1:5. La razón de esto es porque las fotografías intraorales estandarizadas se capturaron con este tipo de lente a la anteriormente mencionada magnificación.

Para iluminar uniformemente los modelos se agregaron dos luces con una potencia de 3 W a la misma distancia de la cámara en los ejes X y Z, y separadas 100 mm

entre ellas en el eje Y, por lo que la posición de la primera fue (360,50,0) y la de la segunda fue (360,-50,0).

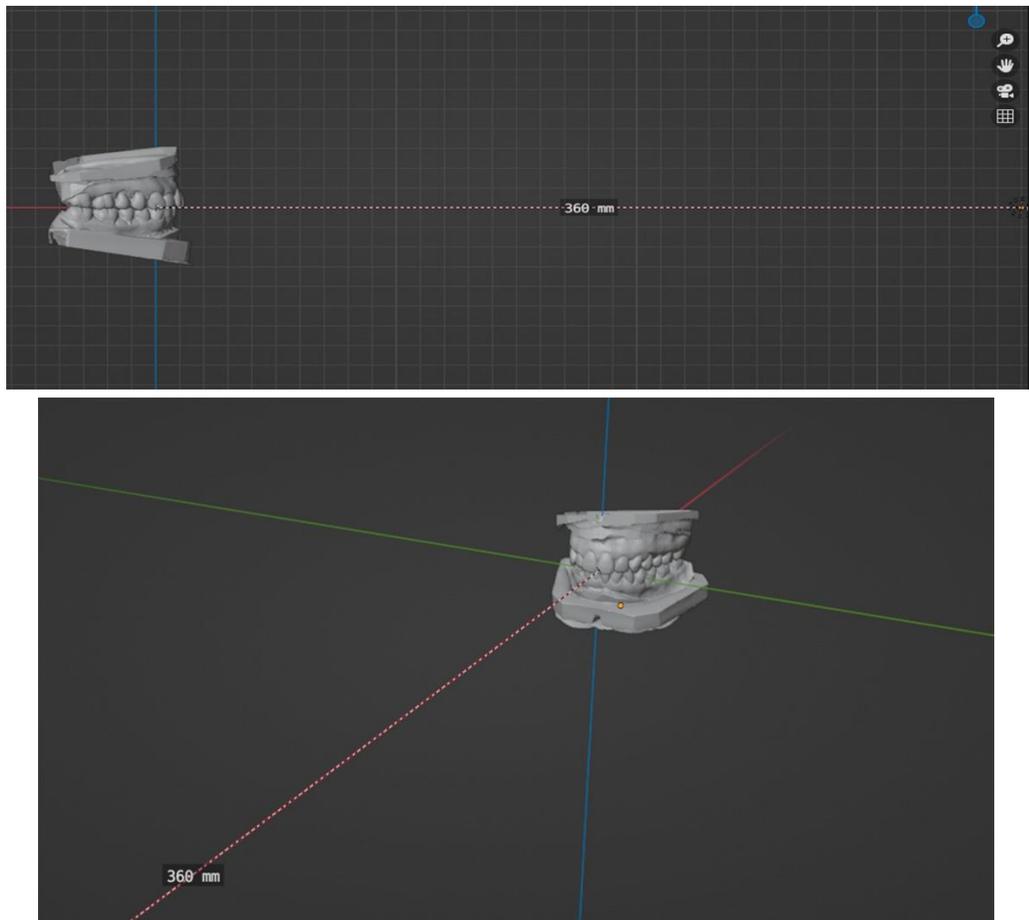


Figura 19. Distancia entre par de modelos 3D cámara en software **Blender®**. La imagen superior muestra una vista ortográfica del eje X y la imagen inferior una vista en perspectiva.

Con el fin de contrastar los modelos 3D con las fotografías estandarizadas que fueron superpuestas posteriormente, se les cambió el color a calipso mediante la opción  Propiedades de materiales → Color Base → Elección de color en la gama presente (figura 20)

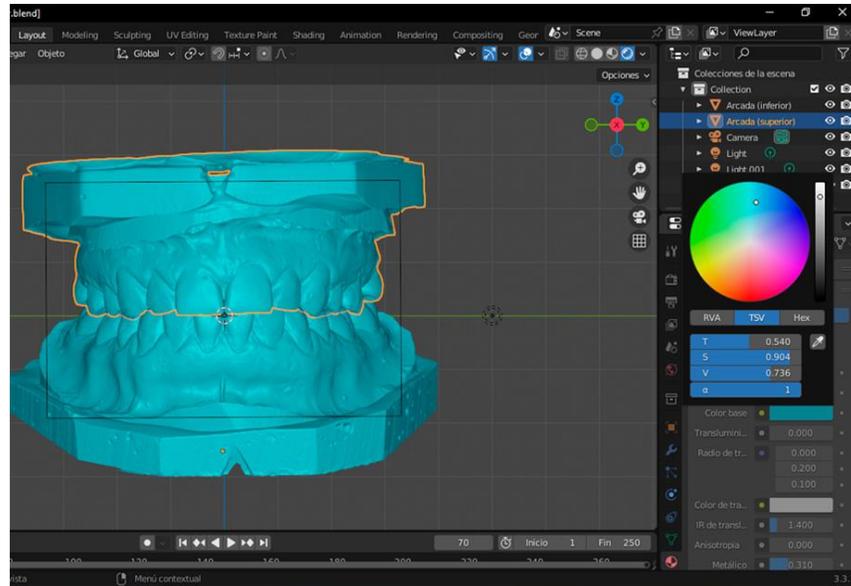


Figura 20. Cambio de color de modelos en software Blender®. Se observa la gama de colores disponible. En este estudio se usó el calipso.

Se obtuvieron las vistas en MIC (frontal, lateral izquierda y lateral derecha) rotando los modelos 3D utilizando como guía las fotografías intraorales estandarizadas que se importaron al software con los comandos Shift + A → Imagen → Referencia (figura 21 (a)) Se modificó la visión de la escena a modo cámara haciendo clic al ícono , luego se localizó la fotografía delante de los modelos, se le disminuyó su opacidad y se movieron los modelos 3D hasta encontrar una posición similar a la de los maxilares en la fotografía (figura 21 (b)). Como existía la probabilidad de que a nivel de dientes anteriores no existiese la misma posición en fotografías

estandarizadas y modelos 3D de planificación digital, se hicieron calzar molares y premolares, los cuales no tenían movimientos ortodónticos planificados en este estudio (figura 21 (c)). Una vez alcanzada la posición deseada, se eliminó la fotografía de referencia y se renderizó una imagen vista desde la cámara de Blender® mediante la opción Procesar→Procesar fotograma a una resolución de 7680x4320px (8K) en formato TIFF. Se repitió el mismo procedimiento tanto para vista oclusal de modelos maxilares y vista oclusal de modelos mandibulares. Las imágenes obtenidas se almacenaron en una carpeta de Dropbox exclusiva para este proyecto de investigación y se renombraron con un código alfanumérico.

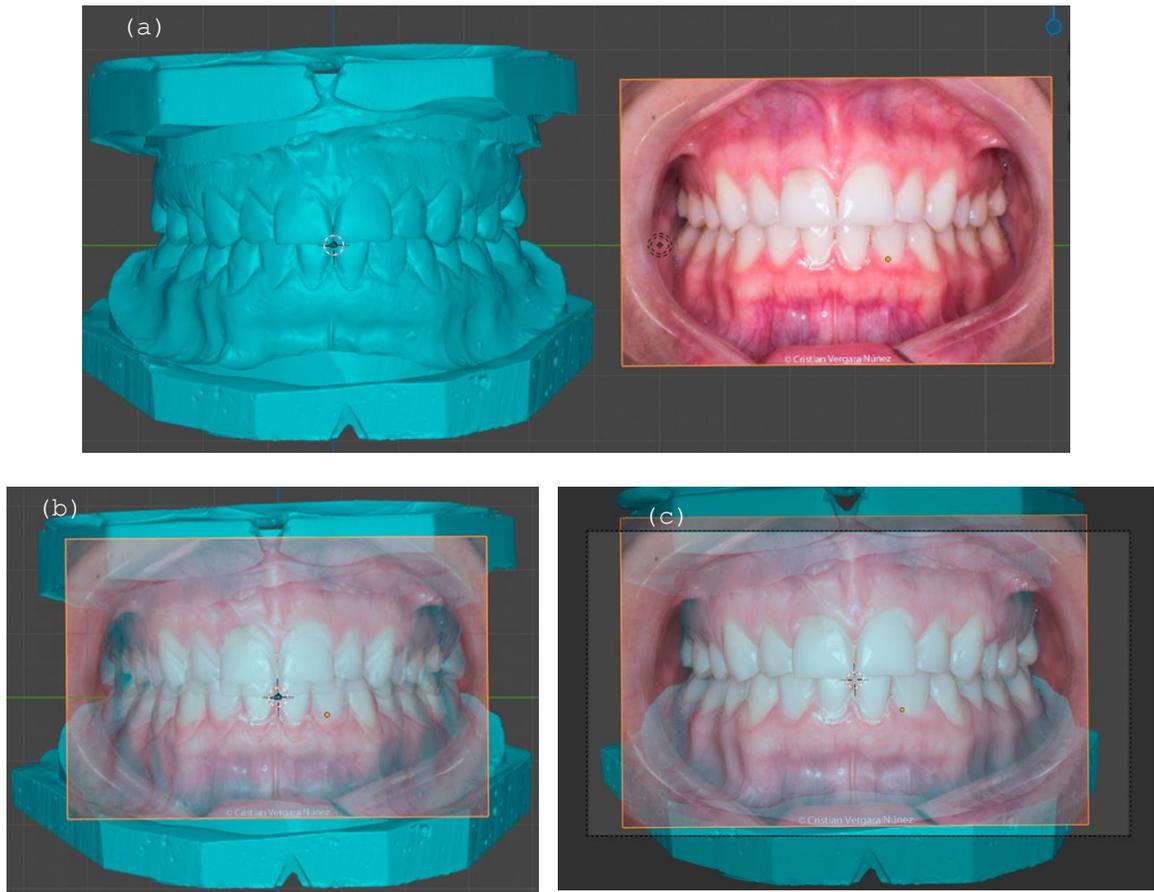


Figura 21. Procedimiento para posicionar modelos 3D en software Blender®.
(a) Par de modelos junto a fotografía importada. (b) Fotografía con opacidad disminuida frente a los modelos 3D. (c) Posición final de modelos 3D en vista frontal en MIC.

4.7 Fotografías intraorales estandarizadas

Para este estudio, las fotografías intraorales fueron captadas con el siguiente equipamiento básico.

1. Cámara fotográfica: Cámara tipo DSLR, Pentax® K-3. Sensor APS-C.
2. Lente: Pentax® Macro 50mm ASAHI. f/4-32.
3. Flash: Anular Yongnuo® YN14EX II. N° guía 14.
4. Separadores labiales de plástico transparente. Dos laterales y uno oclusal.
5. Espejo metálico.

La configuración de la cámara fue la siguiente:

- Modo manual
- ISO 100
- Velocidad de obturación: 1/125s
- f/22
- Balance de blancos (WB): Modo flash
- Formato: RAW
- Potencia del flash: ½
- Magnificación del lente: 1:5
- Distancia de enfoque: 36 cm

Vistas fotográficas y puntos de enfoque

En la siguiente tabla se muestran las 5 vistas que se fotografiaron a cada paciente y que punto se enfocó en cada una de ellas.

Tabla 1. Puntos de enfoque por vista fotográfica.

Vista fotográfica	Punto de enfoque
Vista frontal en MIC	Caninos superiores
Vista lateral derecha en MIC	Canino derecho
Vista lateral izquierda en MIC	Canino izquierdo
Vista oclusal maxilar	Premolares superiores
Vista oclusal mandibular	Premolares inferiores

Estas fotografías se tomaron en los siguientes tiempos de tratamiento con alineadores:

- T1 = Antes de iniciar el tratamiento
- T2 = Tiempo intermedio del tratamiento
- T3 = Al final del tratamiento.

Preparación del paciente:

1. Se le aplicó alcohol gel en las manos al paciente.
2. Se examinó la boca del paciente para asegurarse de que no existiesen restos alimenticios. Si ese fuese el caso, se le pidió al paciente que se higienice los dientes.
3. Se sentó al paciente en el sillón.
4. Se le mostraron los separadores y el espejo intraoral, explicándole para que sirven. Luego se le enseñó cómo debe sostener y posicionar los separadores laterales y oclusal según ameritaba el caso.

4.7.1 Postura del paciente según vistas fotográficas

Vista frontal en MIC

Al paciente sentado con el plano oclusal paralelo al piso, se le pidió que relaje y humedezca sus labios para que se posicionaran los separadores laterales, los cuales debía retraer lateralmente con sus manos y mantener los mangos siempre en sentido horizontal. Luego, se soplaron los dientes usando la jeringa triple con el fin de eliminar burbujas y a su vez el individuo mantuvo sus dientes en MIC. Al momento de tomar la fotografía, el operador se ubicó delante del paciente y apuntó la cámara de manera que en el visor se apreciara un encuadre con el plano oclusal en el medio, horizontal y semejante a una línea recta. Posteriormente, se movió levemente la cámara para concentrarse en la cara vestibular de uno de los dos caninos superiores, acercándose y alejándose hasta que se escuchara un sonido y se apreciara en el visor un punto rojo sobre el canino elegido, lo que indicaba una distancia de enfoque adecuada (técnica de rock and pull). Finalmente se centró el encuadre con la línea media dentaria superior y se capturó la fotografía.

Vistas laterales en MIC

Con la misma posición de los separadores en la fotografía anterior, el paciente giró levemente su cabeza hacia el lado derecho/izquierdo. Luego se le pidió que relajara el separador que se encuentra más alejado de la cámara y que tirara hacia su oreja el que se encontraba más cercano a ella para que expusiera idealmente hasta el segundo molar ipsilateral. En el visor de la cámara se aseguró un encuadre en donde el plano oclusal se ubicara horizontal y se apreciara hasta el incisivo lateral o canino contralateral según el caso. Se realizó la técnica de rock and pull enfocando el canino superior ipsilateral y se capturó la foto. El mismo procedimiento se realizó con la vista contralateral.

Vista oclusal superior

Se reclinó el sillón dental de modo que el paciente quedara en 180° y se le situó el separador oclusal en su vestíbulo maxilar, luego se le pidió que lo mantuviera en posición afirmándolo desde el mango con su mano izquierda. Después de esto, se le colocó el espejo al interior de su cavidad oral lo suficientemente atrás como para reflejar los últimos molares maxilares, pidiéndole que inspirara y expirara por su nariz para no empañar el espejo. El operador se ubicó detrás del paciente y movió el espejo hasta formar un ángulo de 45° con el plano oclusal, posteriormente ubicó la cámara de manera que el eje de su lente formara 45 ° con el espejo, ya que así se obtiene un reflejo perpendicular al plano oclusal. Empleando la técnica de rock and pull y apuntando a los premolares, se esperó a que se escuchara el sonido indicativo de que se había alcanzado la distancia de enfoque adecuada, se centró el encuadre y se capturó la fotografía.

Vista oclusal inferior

En la misma posición en la que se encontraba para la fotografía de la vista oclusal superior, se le puso al paciente el separador oclusal en su vestíbulo mandibular, el cual el mismo afirmó con su mano izquierda tomándolo desde el mango. Luego se le pidió que lleve su ápex lingual hacia su paladar blando y en ese instante se le posicionó el espejo oclusal de forma que se observen los últimos molares mandibulares. Seguido de esto, el operador se ubicó delante del paciente, movió el espejo hasta conseguir un ángulo de 45° con respecto al plano oclusal y trasladó la cámara de manera que el eje de su lente formara 45° con respecto al espejo. Se llevó a cabo la técnica de rock and pull focalizándose en premolares inferiores, se esperó el sonido, se centró el encuadre y finalmente se capturó la foto.

4.7.2 Organización de fotografías

Las imágenes digitales se obtuvieron con una cámara utilizada exclusivamente para este proyecto de investigación, así se generaba de manera automática una secuencia numérica ascendente de los archivos, los cuales se guardaron con formato RAW en una tarjeta SD formateada. Posteriormente, se procesaron las fotografías a través del software Adobe® Lightroom Classic, donde se organizaron, recortaron, giraron, voltearon horizontalmente (en vistas oclusales maxilares) o verticalmente (en vistas oclusales mandibulares) y se les realizaron pequeños ajustes de exposición si el caso lo ameritaba. Luego se exportaron de Lightroom® en formato JPG y se almacenaron en una carpeta de Dropbox con un código alfanumérico para cada paciente.

4.8 Registro de medidas angulares

En este estudio se midieron y registraron las siguientes posiciones angulares en dientes anteriores: Tip o inclinación mesiodistal, torque o inclinación vestibulo-palatina/lingual y rotaciones. Para llevar a cabo esto se analizaron cada una de las 5 vistas tanto en las fotografías intraorales como en las imágenes adquiridas de los modelos 3D de la manera que se especifica a continuación:

4.8.1 Vista frontal en máxima intercuspidadación (MIC)

- a) Inclinación mesiodistal o Tip: Se definieron los ejes mayores de los incisivos centrales maxilares (desde el cénit gingival hasta el punto medio del borde incisal siguiendo la inclinación del lóbulo central) y de los incisivos inferiores (desde el cénit gingival hasta el punto medio de lóbulo central). Se trazaron líneas discontinuas que representan los ejes mayores coronarios de los dientes 1.1, 2.1, 4.2, 4.1, 3.1 y 3.2 hasta una línea horizontal que une las cúspides mesiovestibulares de los primeros molares superiores que se denominará línea intermolar. Posteriormente se trazaron unas líneas

perpendiculares a la línea intermolar usando como origen la intersección de dicha línea principal con los ejes mayores coronarios de cada diente. Se midieron los ángulos resultantes entre las líneas perpendiculares y las líneas de los ejes mayores coronarios. (figura 22)

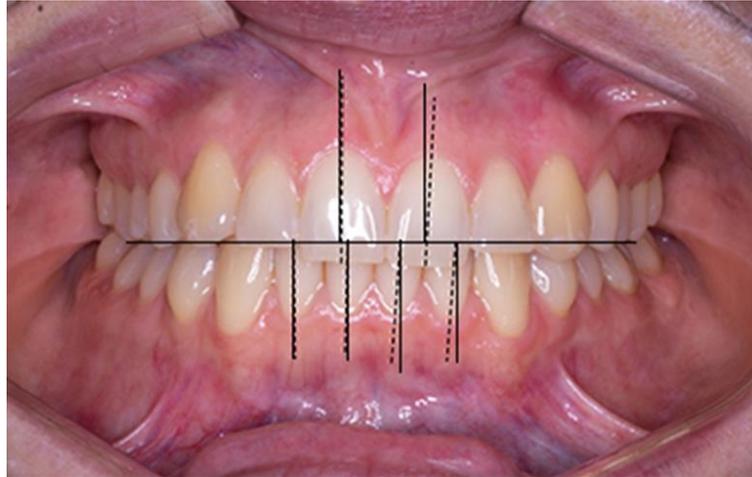


Figura 22. Análisis en fotografía frontal en MIC. Metodología para medir Tip dentario coronario. Se observan con líneas discontinuas los ejes mayores coronarios y con líneas continuas las líneas de referencia

- b) **Inclinación vestibulo-lingual/palatina o torque:** Se definieron los ejes mayores de los caninos maxilares y mandibulares (desde el cénit gingival hasta la cúspide). Se trazaron líneas discontinuas que representaban los ejes mayores coronarios de los dientes 1.3, 2.3, 4.3 y 3.3 hasta una línea intermolar tangente a las cúspides mesiovestibulares de los primeros molares superiores. A partir de las intersecciones de estas líneas con la línea intermolar se trazarán líneas perpendiculares a esta última. Se midieron los ángulos resultantes entre estas líneas perpendiculares y las que representaban los ejes mayores coronarios (Figura 23).

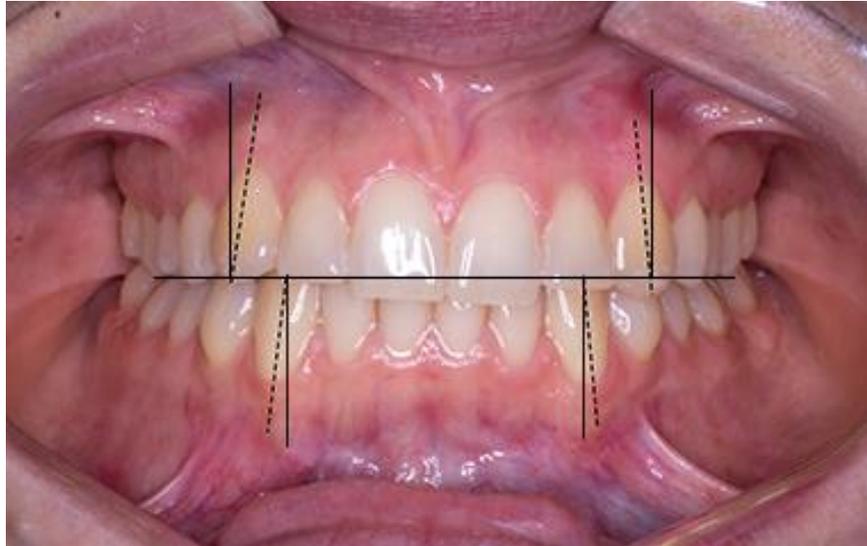


Figura 23. Análisis en fotografía frontal en MIC. Metodología para medir torque dentario coronario. Se observan con líneas discontinuas los ejes mayores coronarios y con líneas continuas las líneas de referencia

4.8.2 Vistas laterales derecha e izquierda en MIC

- a) Inclinación mesiodistal o Tip: se definieron los ejes mayores de los caninos (desde el cénit gingival hasta la cúspide) y del incisivo lateral (desde el cénit gingival hasta el borde incisal siguiendo la dirección del lóbulo central). Se trazaron líneas discontinuas que representaban los ejes mayores coronarios en los dientes 1.3, 1.2, 4.3 en vista lateral derecha y en los dientes 2.2, 2.3 y 3.3 en vista lateral izquierda hasta una línea tangente a la cúspide mesiovestibular del primer molar superior ipsilateral y a la cúspide vestibular del primer premolar superior ipsilateral. En las intersecciones entre los ejes mayores coronarios y la línea molar-premolar se trazaron líneas perpendiculares a ésta última. Se midieron los ángulos entre las líneas de los ejes mayores coronarios y las líneas perpendiculares a la línea principal. (Figura 24)

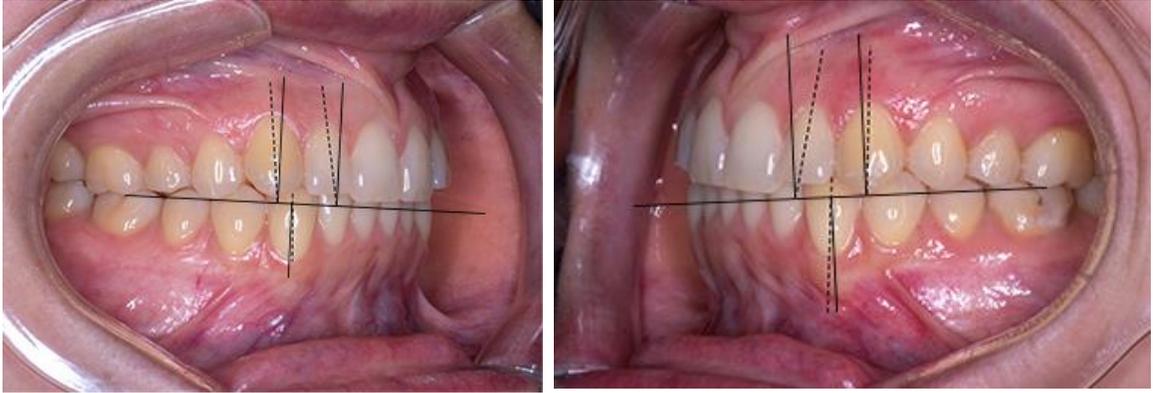


Figura 24. Análisis en fotografías laterales derecha e izquierda. Metodología para medir Tip dentario coronario. Se observan con líneas discontinuas los ejes mayores coronarios y con líneas continuas las líneas de referencia

- b) **Inclinación vestibulo-lingual/palatina o torque:** Se definieron los ejes mayores del incisivo central maxilar (desde el cémit gingival hasta el borde incisal siguiendo la inclinación del lóbulo central) e incisivo central mandibular (desde el cémit gingival hasta la porción más incisal siguiendo la inclinación del lóbulo central). Se trazaron líneas discontinuas en ejes mayores coronarios de dientes 2.1 y 3.1 en vista lateral derecha y en los de dientes 1.1 y 4.1 en vista lateral izquierda, y se proyectaron hasta una línea tangente a la cúspide mesiovestibular del primer molar maxilar ipsilateral y a la cúspide vestibular del primer premolar superior ipsilateral. Se trazaron líneas perpendiculares a la línea premolar-molar en la intersección de dicha línea con la de los ejes mayores coronarios. Se midieron los ángulos entre las líneas perpendiculares y las de los ejes mayores coronarios. (Figura 25)

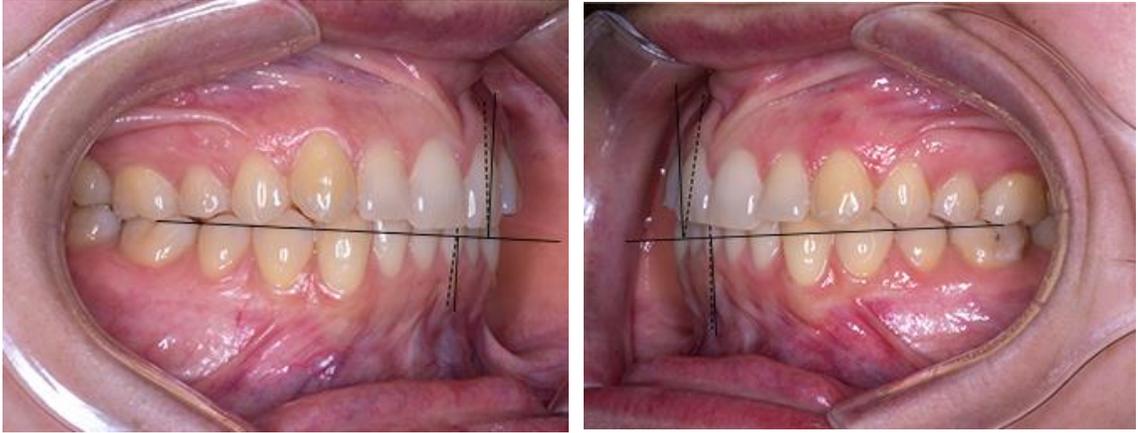


Figura 25. Análisis en fotografías laterales derecha e izquierda. Metodología para medir torque dentario coronario. Se observan con líneas discontinuas los ejes mayores coronarios y con líneas continuas las líneas de referencia.

4.8.3 Vistas oclusales maxilar y mandibular

- a) Rotaciones: Se trazaron líneas discontinuas sobre los bordes incisales de los dientes 1.3, 1.2, 1.1, 2.1, 2.2 y 2.3 en vista oclusal maxilar y sobre los bordes incisales de dientes 4.3, 4.2, 4.1, 3.1, 3.2 y 3.3 en vista oclusal mandibular. Luego se trazó una línea que unía las fosas centrales de los primeros molares o algunas otras referencias estables de esos molares en el caso de que hubiese dificultades para determinar dichos hitos anatómicos (por ejemplo, en la existencia de restauraciones oclusales). Posteriormente se realizaron líneas perpendiculares a esta última, las cuales se proyectaron hasta los bordes incisales. Se midió el ángulo distal resultante entre las líneas perpendiculares a la línea intermolar y las líneas de los bordes incisales (Figura 26).

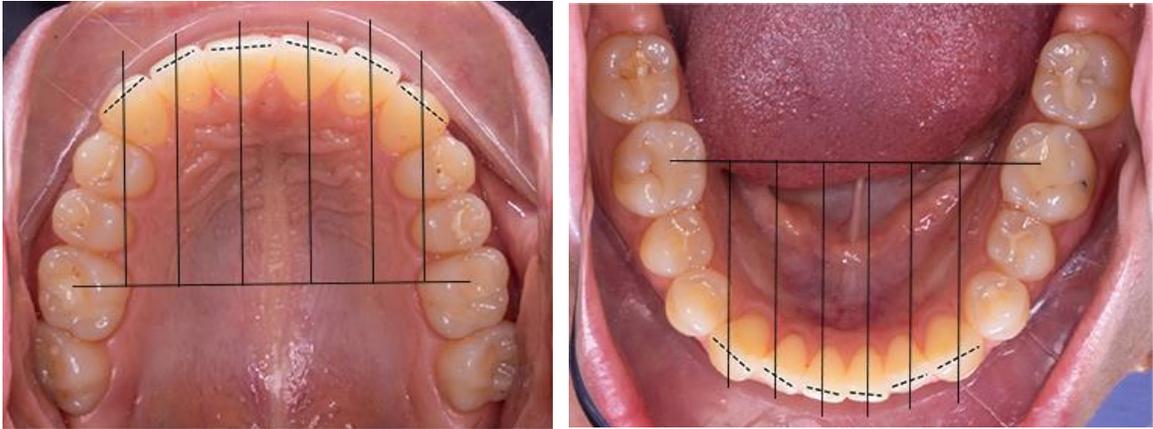


Figura 26. Análisis en fotografías oclusales maxilar y mandibular. Metodología para medir rotaciones dentarias. Se observan con líneas discontinuas los bordes incisales y con líneas continuas las líneas de referencia

Tanto las fotografías previamente procesadas en Adobe® Lightroom Classic como las imágenes obtenidas de los modelos 3D con el software Blender®, se importaron al software Adobe Photoshop®, en donde se les trazaron las líneas anteriormente mencionadas utilizando la herramienta línea  (Figura 27). Una vez terminada esta modificación, se exportaron las imágenes finales en formato JPG con una calidad de 7 (Alta)



Figura 27. Fotografía en Adobe Photoshop® Se observa una fotografía lateral derecha en la cual, utilizando la herramienta línea, se le ha dibujado una línea tangente a la cúspide mesiovestibular del primer molar superior derecho a la cúspide vestibular del primer premolar superior ipsilateral.

La cuantificación de los ángulos de interés mencionados anteriormente se llevó a cabo con el software ImageTool®, en donde se importaron las imágenes con las líneas esbozadas (figura 28). Las mediciones obtenidas se registraron en una planilla de Microsoft® Excel® de la siguiente manera:

Mediciones de torque: Si el borde incisal o cúspide del diente se encontraba más vestibular con respecto a su porción gingival, el ángulo se cuantificaba con signo positivo, si el borde incisal o cúspide del diente se encontraba más palatino o lingual con respecto a su porción gingival, se registraba con un signo negativo.

Mediciones de tip: Si el borde incisal o cúspide del diente se encontraba más mesial con respecto a su porción gingival, el ángulo se cuantificaba con signo positivo, si el borde incisal o cúspide del diente se encontraba más distal con respecto a su porción gingival, se registraba con un signo negativo.

Mediciones de rotaciones: El ángulo resultante siempre se consideró con signo positivo ya que no existían rotaciones severas en donde la cara vestibular de un diente se ubicara en dirección palatina o lingual.

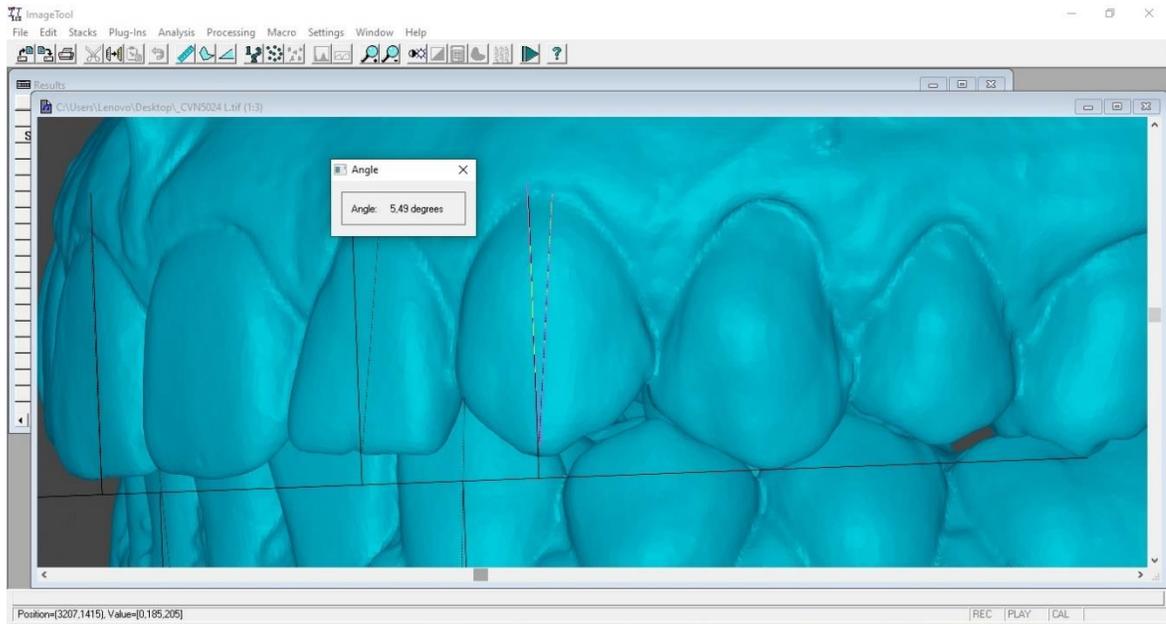


Figura 28. Fotografía lateral izquierda en ImageTool® Se observa la medición de Tip (inclinación mesiodistal) del diente 2.3 con respecto a una línea perpendicular a una línea tangente a la cúspide mesiovestibular del diente 2.6 y a la cúspide vestibular del diente 2.4.

Se analizaron 7 arcadas (4 maxilares y 3 mandíbulas) obteniéndose 64 medidas maxilares y 48 medidas mandibulares, con un total de 112 medidas por tiempo clínico para fotografías e imágenes de modelos 3D. De las 112 medidas, 28 fueron de torque, 42 fueron de Tip y 42 de rotaciones.

4.9 Calibración entre observadores

Las mediciones realizadas en este estudio se llevaron a cabo por el investigador que se calibró con un experto. La calibración se hizo mediante la medición de ángulos de Tip, toque y rotaciones en un set de 4 fotografías de un paciente con las líneas de referencia previamente trazadas (correspondientes a una frontal, dos laterales y una oclusal), empleando el software ImageTools®. Los datos se registraron en una planilla Excel y luego se procesaron en el programa Stata 14 S/E. Para determinar el grado de acuerdo de los examinadores se realizó la prueba de kappa cuyo resultado representa la proporción de concordancia observada más allá del azar, respecto de la máxima concordancia posible más allá del azar, en otras palabras, elimina la posibilidad de concordancia por azar (Abraira, 2001). Se interpretó el índice de acuerdo con la escala de valoración de Landis y Koch (tabla 2).

Tabla 2. Tabla de valoración de Landis y Koch (Landis y Koch, 1977)

Valor kappa	Grado de acuerdo
Menor a 0,00	Sin acuerdo
0,00 – 0,20	Insignificante
0,21 – 0,40	Mediano
0,41 – 0,60	Moderado
0,61 – 0,80	Sustancial
0,81 – 1,00	Casi perfecto

El valor del índice kappa fue de 0,99, el cual se interpreta como un grado de acuerdo casi perfecto entre los examinadores.

4.10 Análisis estadístico

Los datos registrados en la planilla de Microsoft Excel se ordenaron según tipo de medición angular (tip, toque o rotaciones), tiempo de medición (T1, T2 o T3) y fuente de obtención (fotografías estandarizadas o imágenes de modelos 3D). Se obtuvieron 9 grupos de datos, los cuales se procesaron con el Software Stata 14 S/E realizándose la prueba de Shapiro Wilk con el fin de determinar si existe normalidad en la distribución de la muestra. Posteriormente se procedió a comparar los datos según los objetivos planteados en este estudio y definir si existe diferencia estadística. Cuando el test Shapiro Wilk indicaba distribución normal, se usó el test paramétrico de ANOVA, y en el caso contrario, se usó la prueba de H de Kruskal Wallis. Cuando se compararon 2 grupos de datos y ambos tenían distribución normal, se usó la prueba t de Student para muestras dependientes, y en el caso de que al menos un grupo de datos tuviese una distribución no normal, se empleó la prueba de Wilcoxon. Finalmente, mediante interpretación de los resultados se confirmó la hipótesis propuesta.

5. RESULTADOS

Los promedios para la posición de torque en fotografías fueron de 1,75°, 1,7° y 1,72° para T1, T2 y T3 respectivamente. Los promedios en imágenes de modelos 3D fueron de 2,21°, 1,43° y 1,21° para T1, T2 y T3 respectivamente (Figura 29).

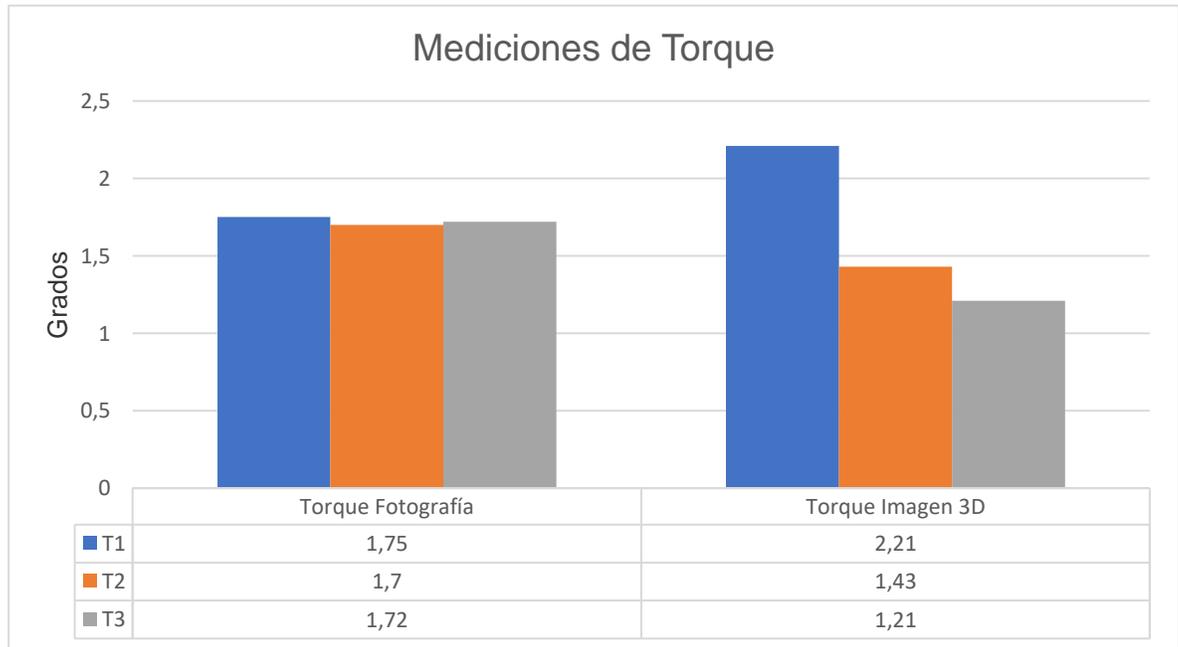


Figura 29. Promedios de torque en fotografía e imagen 3D

Los promedios para la posición de Tip en fotografías fueron de 4,49°, 4,69° y 4,35° para T1, T2 y T3 respectivamente. Los promedios en imágenes de modelos 3D fueron de 4,13, 4,66 y 4,46 para T1, T2 y T3 respectivamente (Figura 30).

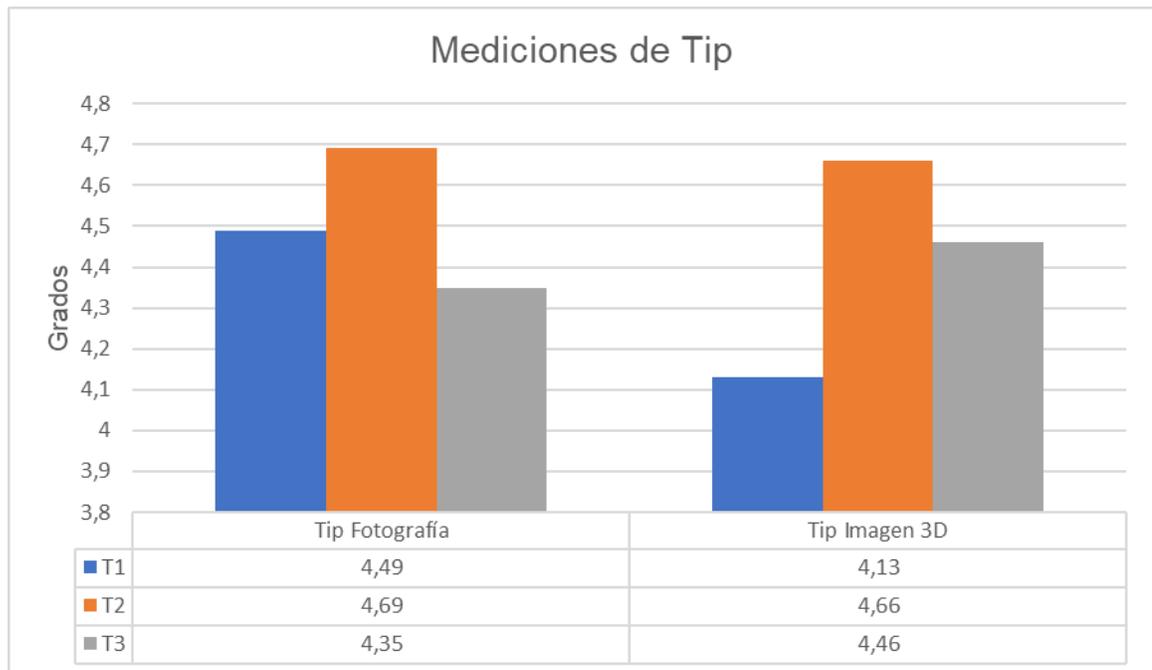


Figura 30. Promedios de Tip en fotografía e imagen 3D

Los promedios para la posición de rotaciones en fotografías fueron de $63,86^{\circ}$, $63,18^{\circ}$ y $63,64^{\circ}$ para T1, T2 y T3 respectivamente. Los promedios en imágenes de modelos 3D fueron de $63,53^{\circ}$, $63,15$ y $63,43^{\circ}$ para T1, T2 y T3 respectivamente (Figura 31).

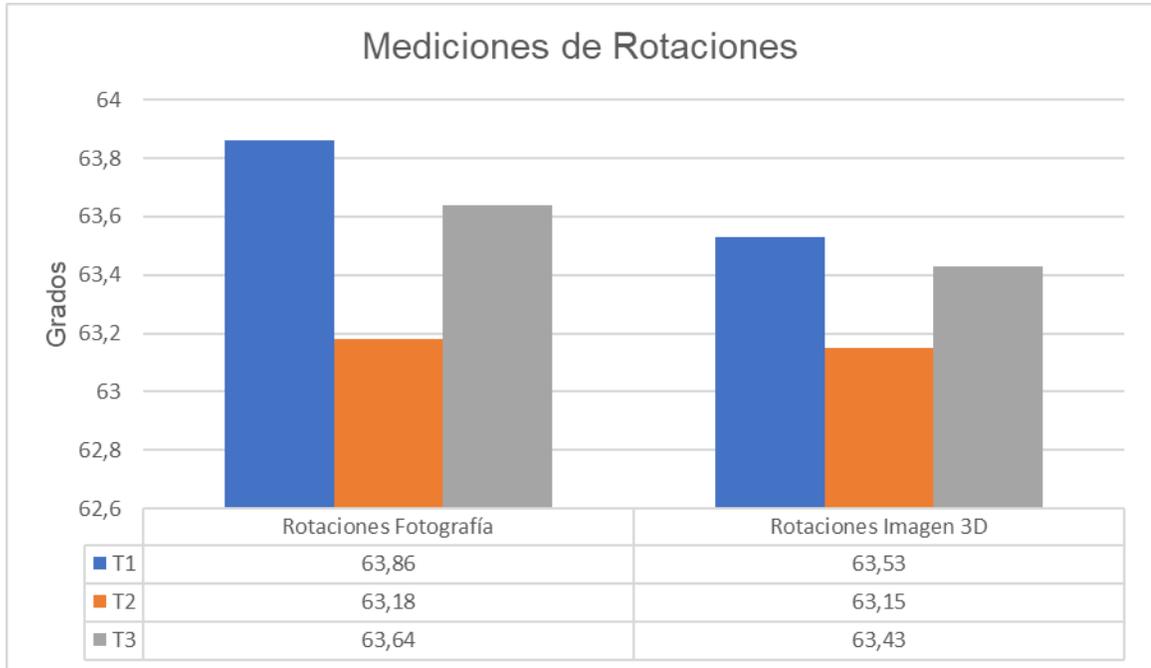


Figura 31. Promedios de rotaciones en fotografía e imagen 3D

Los datos obtenidos de las fotografías e imágenes 3D se agruparon acorde a la tabla 3 y 4 respectivamente, y se les realizó el test de Shapiro-Wilk para determinar normalidad de las muestras.

Tabla 3. Test de Shapiro-Wilk en muestras obtenidas de fotografías intraorales.

Medición	Valor P	Interpretación
Torque en fotografías T1	0,40	Distribución Normal
Torque en fotografías T2	0,38	Distribución Normal
Torque en fotografías T3	0,99	Distribución Normal
Tip en fotografías T1	0,04	Distribución No Normal
Tip en fotografías T2	0,02	Distribución No Normal
Tip en fotografías T3	0,003	Distribución No Normal
Rotaciones en fotografías T1	0,12	Distribución Normal
Rotaciones en fotografías T2	0,057	Distribución Normal
Rotaciones en fotografías T3	0,03	Distribución No Normal

Tabla 4. Test de Shapiro-Wilk en muestras obtenidas de imágenes de modelos 3D de la planificación digital.

Medición	Valor P	Interpretación
Torque en imágenes 3D T1	0,23	Distribución Normal
Torque en imágenes 3D T2	0,29	Distribución Normal
Torque en imágenes 3D T3	0,71	Distribución Normal
Tip en imágenes 3D T1	0,39	Distribución Normal
Tip en imágenes 3D T2	0,07	Distribución Normal
Tip en imágenes 3D T3	0,02	Distribución No Normal
Rotaciones en imágenes 3D T1	0,18	Distribución Normal
Rotaciones en imágenes 3D T2	0,09	Distribución Normal
Rotaciones en imágenes 3D T3	0,01	Distribución No Normal

Para la comparación de datos de torque obtenidos en las fotografías en los tres tiempos se usó la prueba de ANOVA, debido a la distribución normal de la muestra. Para la comparación de datos de Tip y rotaciones obtenidos en las fotografías en los tres tiempos se usó la prueba de Kruskall Wallis, debido a que los datos no tenían distribución normal (tabla 5).

Tabla 5. Promedios de cada posición obtenidos de fotografías en los tres tiempos con respectiva prueba estadística y valor p.

Tiempo	Torque (grados)	Tip (grados)	Rotaciones (grados)
T1	1,75°	4,49°	63,86°
T2	1,7°	4,69°	63,18°
T3	1,72°	4,35°	63,64°
Valor P	0,99 (ANOVA)	0,97 (H de Kruskall Wallis)	0,97 (H de Kruskall Wallis)
Interpretación	No hay diferencia estadística	No hay diferencia estadística	No hay diferencia estadística

Para la comparación de datos de torque obtenidos en las imágenes de modelos 3D en los tres tiempos se usó la prueba de ANOVA, debido a la distribución normal de la muestra. Para la comparación de datos de Tip y rotaciones obtenidos en las imágenes de modelos 3D en los tres tiempos se usó la prueba de Kruskall Wallis, debido a que los datos no tenían distribución normal (tabla 6).

Tabla 6. Promedios de cada posición obtenidos de imágenes de modelos 3D en los tres tiempos con respectiva prueba estadística y valor p.

Tiempo	Torque (grados)	Tip (grados)	Rotaciones (grados)
T1	2,21°	4,13°	63,53°
T2	1,43°	4,66°	63,15°
T3	1,21°	4,46°	63,43°
Valor P	0,9 (ANOVA)	0,98 (H de Kruskall Wallis)	0,99 (H de Kruskall Wallis)
Interpretación	No hay diferencia estadística	No hay diferencia estadística	No hay diferencia estadística

Las medidas angulares obtenidas en fotografía intraoral se compararon con las extrapoladas de las imágenes 3D de la planificación de los alineadores en cada uno de los tiempos clínicos estudiados mediante la prueba t de Student o a través de la prueba de Wilcoxon dependiendo de la normalidad de las muestras. Los resultados se muestran en las tablas 7,8 y 9.

Tabla 7. Comparación de medidas de torque (fotografías vs imágenes de modelos 3D).

Tiempo	Torque Fotografía (grados)	Torque Imagen 3D (grados)	Valor P	Interpretación
T1	1,75°	2,21°	0,84 (t de Student)	No hay diferencia estadística
T2	1,7°	1,43°	0,9 (t de Student)	No hay diferencia estadística
T3	1,72°	1,21°	0,83 (t de Student)	No hay diferencia estadística

Tabla 8. Comparación de medidas de Tip (fotografías vs imágenes de modelos 3D).

Tiempo	Tip Fotografía (grados)	Tip Imagen 3D (grados)	Valor P	Interpretación
T1	4,49°	4,13°	0,86 (Prueba de Wilcoxon)	No hay diferencia estadística
T2	4,69°	4,66°	0,94 (Prueba de Wilcoxon)	No hay diferencia estadística
T3	4,35°	4,46°	0,84 (Prueba de Wilcoxon)	No hay diferencia estadística

Tabla 9. Comparación de medidas de rotaciones (fotografías vs imágenes de modelos 3D).

Tiempo	Rotaciones Fotografía (grados)	Rotaciones Imagen 3D (grados)	Valor P	Interpretación
T1	63,86°	63,53°	0,93 (t de Student)	No hay diferencia estadística
T2	63,18°	63,15°	0,99 (t de Student)	No hay diferencia estadística
T3	63,64°	63,43°	0,91 (Prueba de Wilcoxon)	No hay diferencia estadística

6. DISCUSIÓN

6.1 Fotogrametría en odontología

Dentro de los limitados estudios que incluyen a la fotogrametría como método de medición de dimensiones de interés odontológico se encuentra uno de los más antiguos publicados, el de Gholston en 1984. El autor, utilizando una cámara Orthoscan de 35 mm de longitud focal (actualmente discontinuada) y con una fuente autoiluminada, realizó capturas fotográficas oclusales mandibulares y maxilares a 15 pacientes en tratamiento ortodóntico convencional. Luego obtuvo modelos odontológicos de yeso de esos pacientes, les tomó fotografías oclusales a aquellos y posteriormente reveló e imprimió tanto fotos tomadas directamente de los pacientes como de sus respectivos modelos de yeso. Definió 3 grupos: uno de fotografías intraorales, uno de fotografías de modelos y otro de modelos de yeso. Marcó puntos de referencia en cada grupo para medir distancia intercanina y distancia intermolar, y comparó las muestras obtenidas. De su estudio se concluyó que no existen diferencias significativas entre los 3 grupos de mediciones, dando los primeros indicios de que la fotogrametría es un procedimiento fiable en odontología.

Casi 3 décadas más tarde, en el año 2011, Normando tomó un grupo de 16 pacientes (8 hombres y 8 mujeres entre 15 a 24 años) y les tomó fotografías oclusales usando un espejo intraoral, un retractor milimetrado y empleando una cámara Canon Rebel Xti de 10 megapíxeles con objetivo de longitud focal variable de 18 – 55 mm a una distancia de enfoque de 28 mm. Midió el ancho mesiodistal de primer molar a primer molar en dos ocasiones con un mes de diferencia, tanto en sus modelos de yeso usando caliper digital como en las fotografías obtenidas utilizando el software Imagetools®, el mismo que fue aplicado en esta investigación. Las mediciones en T1 y T2 no tuvieron diferencias significativas, y al comparar las muestras de fotogrametría y medición en modelos de yeso, determinó que para la mayoría de los promedios de anchos mesiodistales no existía diferencia estadística (diferencia menor a 0,2 mm, límite de resolución del

ojo humano) excepto para el primer molar superior que tenía 0,33 mm menos de ancho mesiodistal en fotografía con respecto a la del modelo de yeso. Esto se atribuye posiblemente a una distorsión del reflejo de la arcada producida por la posición del espejo oclusal. En el presente estudio, la posición de la arcada oclusal en los modelos 3D se fijó usando como referencia la fotografía clínica del paciente por lo que el factor espejo no influyó en gran medida en las mediciones.

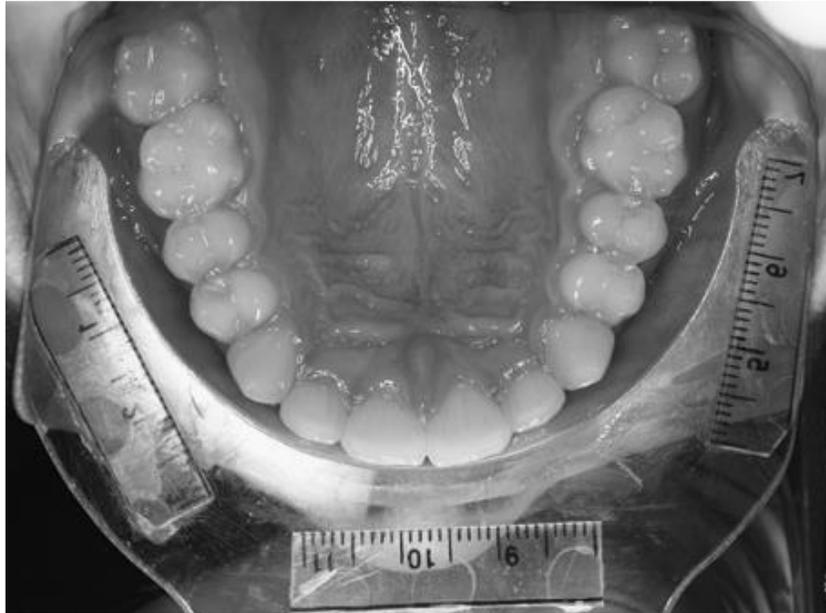


Figura 32. Estudio de Normando y cols. Se observa una fotografía oclusal maxilar utilizando un retractor milimetrado (Normando y cols, 2011)

En el año 2014 Amorim y cols analizaron las medidas angulares de Tip mesiodistal de primer molar a primer molar obtenidas en fotogrametría de modelos de yeso de 12 pacientes a través de 5 fotografías: una frontal con línea media dentaria en el centro, dos diagonales con punto de contacto entre canino - premolar en el centro y dos laterales con segundo premolar en el centro. Midieron el ángulo resultante entre el eje mayor de cada diente con el plano oclusal definido entre borde incisal de incisivos centrales inferiores y cúspide mesiovestibular de primer molar en fotos

laterales y diagonales, y entre cúspides de caninos en fotos frontales. El procedimiento se repitió una semana después y luego el investigador principal comparó las muestras de los dos tiempos para evaluar reproducibilidad del método. Se tuvo como resultado una diferencia de medición menor de 1 grado para casi todas las angulaciones, excepto para molares superiores, que entre cada medición se tuvo una diferencia de Tip mesiodistal de 2,55 grados. La mayoría de los coeficientes de correlación intraclase fueron mayores a 0,75, lo que se interpreta como excelente, sin embargo, los primeros y segundos premolares superiores arrojaron un valor entre 0,65 y 0,71, lo que se traduce como regular a bueno. Lo anterior lo atribuyeron a la escasez de referencias en la corona clínica de estos dientes para definir su eje mayor. Asimismo, ellos concluyeron que la fotogrametría de medidas angulares tiene, en general, una suficiente reproducibilidad que justifica su uso en la práctica clínica. Si bien en el presente estudio no se analizó la reproducibilidad de medidas angulares de manera directa, se midieron angulaciones de dientes que no tenían movimientos planificados en el tratamiento con alineadores en tres tiempos distintos, incluyendo las posiciones de Tip o inclinación mesiodistal de dientes anteriores, las cuales también fueron estudiadas en el trabajo de Amorim y cols., adicionalmente la medición de Tip de caninos se hizo en una vista fotográfica similar (vista lateral con canino en el centro), al igual que la del Tip de incisivos (vista frontal con línea media dentaria en el centro). De acuerdo con la prueba de ANOVA o H de Kruskal Wallis según normalidad de las muestras, se obtuvieron valores de $p > 0,05$ para movimientos de Tip o inclinación mesiodistal, por lo que se infiere que las medidas efectuadas en los tres tiempos estudiados no tienen diferencias significativas.

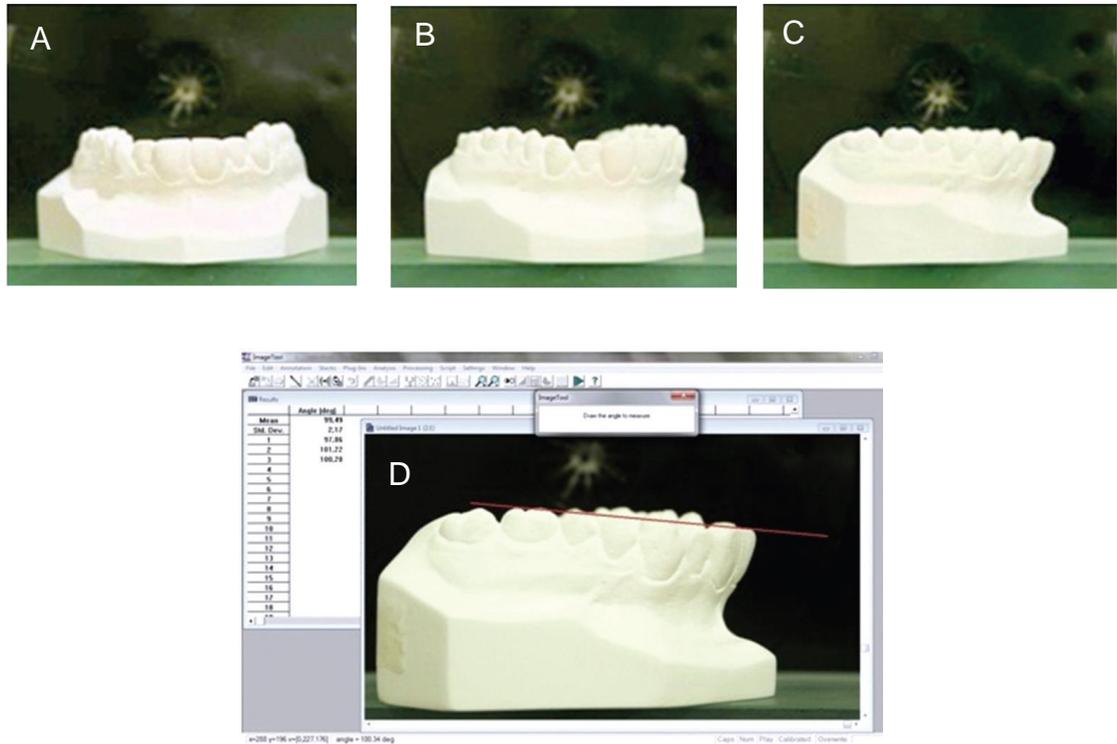


Figura 33. Estudio de Amorim y cols. A) Vista Frontal. B) Vista diagonal. C) Vista lateral. D) Medición de ángulo con software. (Amorim y cols, 2014)

En el año 2020 Prakash y Chitra hicieron un estudio similar al de Normando y cols en el 2011, compararon las medidas de ancho mesio-distal necesarias para calcular índice de Bolton obtenidas de fotogrametría intraoral de fotos oclusales de 16 pacientes con las extraídas de la medición de sus modelos de yeso. Usaron una cámara Canon EOS 600 D con objetivo macro de longitud focal de 105 mm a una magnificación de 1:2, apertura de diafragma de f/25, ISO 100 y velocidad de obturación 1/120 s coordinada con velocidad de flash anular, En general, los promedios de anchos mesiodistales fueron mayores en la fotogrametría, con diferencias menores a la capacidad de resolución del ojo humano (0,2 mm), salvo el ancho del primer premolar superior que fue 0,22 mm más ancho que su símil en modelo de yeso. Los autores concluyeron que la fotogrametría es un método confiable en la medición de anchos mesiodistales necesarios para determinar el

índice de Bolton, sugieren que los operadores entrenen la técnica para tomar fotografías intraorales y señalan la necesidad de un software gratuito de calibración y medición de distancias entre dos o más puntos presentes en una fotografía. En este trabajo de tesis se comparten características similares en la toma de fotografías de Prakash y Chitra, ya que se usó un lente macro, un ISO bajo (100), una apertura de diafragma estrecha (f/22) y asistencia de flash anular, de la misma manera los resultados apuntan a que la fotogrametría es un método confiable de medición, a pesar de que en el estudio de Prakash y Chitra se midieron distancias y en este estudio se midieron ángulos. Las rotaciones dentarias de esta investigación fueron medidas en fotos oclusales, y en el tiempo inicial fueron comparadas a través de la prueba t de Student con sus homólogos de imágenes de modelo 3D, resultando un valor p de 0,93 y una diferencia promedio de 0,33 grados mayor en fotogrametría, de lo que se extrapola que no hay diferencia estadística entre los valores sacados de fotografías y de imágenes de modelos 3D.

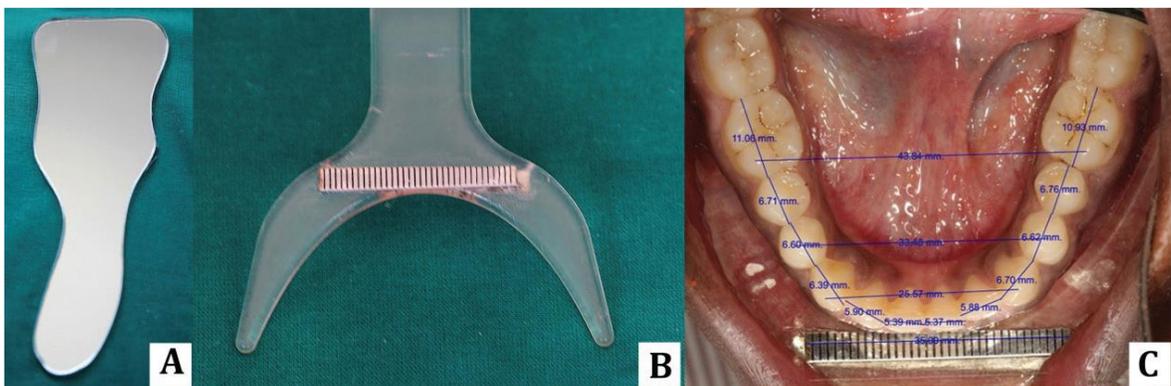


Figura 34. Estudio de Prakash y Chitra. A) Espejo oclusal. B) Retractor con regla milimetrada. C) Medición de anchos mesiodistales con software (Prakash y Chitra, 2020)

Recientemente en el año 2021 se desarrolló un trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista en donde el Dr Páez comparó medidas de fotogrametría de modelos de yeso con las medidas directas obtenidas de estos exámenes complementarios. Se midió altura de incisivo central superior en vista frontal maxilar, ancho de incisivo central superior en vista oclusal maxilar y distancia intercanina inferior en vista oclusal mandibular. A diferencia de los estudios anteriormente publicados Páez incluyó dos variables relacionadas al objetivo de la cámara empleada: distancia focal (50 mm y 100 mm) y magnificación (1:4 y 1:5), obteniendo 4 grupos de muestras (50 mm 1:4, 50 mm 1:5, 100 mm 1:4 y 100 mm 1:5). Los resultados indicaron que el lente de 100 mm a una magnificación de 1:4 producía fotografías más precisas con una diferencia de 0,03 mm con respecto a las medidas del modelo de yeso, en contraposición al mismo lente a una magnificación de 1:5, que generaba las imágenes menos precisas con una diferencia promedio total de 0,16 mm en comparación a la medición en modelos de yeso. En este trabajo de investigación las fotografías se tomaron con el mismo equipamiento (cámara Pentak® tipo DSLR sensor APS-C y flash anular Yongnuo® YN14EX II) y los mismos ajustes (Modo manual, ISO 100, velocidad de obturación de 1/125 s, apertura de diafragma de f/22, balance de blancos modo flash, formato de imagen RAW) del trabajo de Páez, pero solo se utilizó el objetivo de 50 mm a una magnificación de 1:5 que si bien no produce las imágenes más certeras, no tiene medidas que difieran significativamente con las obtenidas directamente del modelo de yeso, considerando que la diferencia es menor al límite de resolución del ojo humano (0,2 mm). Las razones del uso de este objetivo en esta tesis fueron ergonómicas, ya que la distancia de enfoque necesaria para la toma fotográfica con el lente de 50 mm es menor que para el lente de 100 mm (36 cm), como también el peso del lente de 50 mm que es de 265 g (PENTAK, 2023a) es menor que el de un objetivo de 100 mm que pesa 387 g (PENTAK, 2023b).

En el estudio del 2022 de Alrasheed y cols, 2 examinadores realizaron el cálculo de la discrepancia entre tamaño dentario y la longitud de la arcada, índice de Irregularidad de Little, longitud del maxilar y suma del ancho mesiodistal en 26 pacientes a través de medidas obtenidas mediante fotogrametría de fotografías intraorales oclusales y fotografías de modelos de yeso. Dichas fotos fueron tomadas con una cámara DSLR, objetivo de 100 mm y flash anular, utilizando el modo manual, ISO100, velocidad de obturación 1/250 s, magnificación 2:1 y distancia de enfoque de 35 cm (figura 35). Los valores resultantes fueron comparados con los de la técnica gold estándar (medición directa de modelos de yeso). Los coeficientes de correlación intraclase e interclase fueron todos mayores a 0,85, es decir, existía alto grado de concordancia. El examinador A tuvo diferencias de 0,10 a 0,45 mm entre cálculos mediante fotogrametría intraoral y gold estándar, y diferencias de 0,14 a 0,48 mm entre cálculos mediante fotogrametría de modelos de yeso y gold estándar. El examinador B tuvo diferencias de 0,10 a 0,27 mm entre cálculos mediante fotogrametría intraoral y gold estándar, y diferencias de 0,17 a 0,33 entre cálculos mediante fotogrametría de modelos de yeso y gold estándar. Las diferencias recién mencionadas no eran clínicamente relevantes. Los resultados del estudio de Alrasheed y cols conducen a la misma conclusión de este estudio: la fotogrametría es un método confiable y válido en la práctica odontológica.

Debido a que en los estudios analizados se ocuparon distintas marcas de cámara, distintos objetivos y diversas magnificaciones, resulta complejo estandarizar la toma de fotografías intraorales. No obstante, es posible usar el presente estudio y los anteriormente mencionados como guías clínicas, aplicando las características comunes presentes en ellos tales como el uso de un objetivo macro entre 50 y 105 mm, una fuente de luz proveniente de flash, una apertura de diafragma pequeña (mayor a f/22) o un ISO bajo (100 o 200).

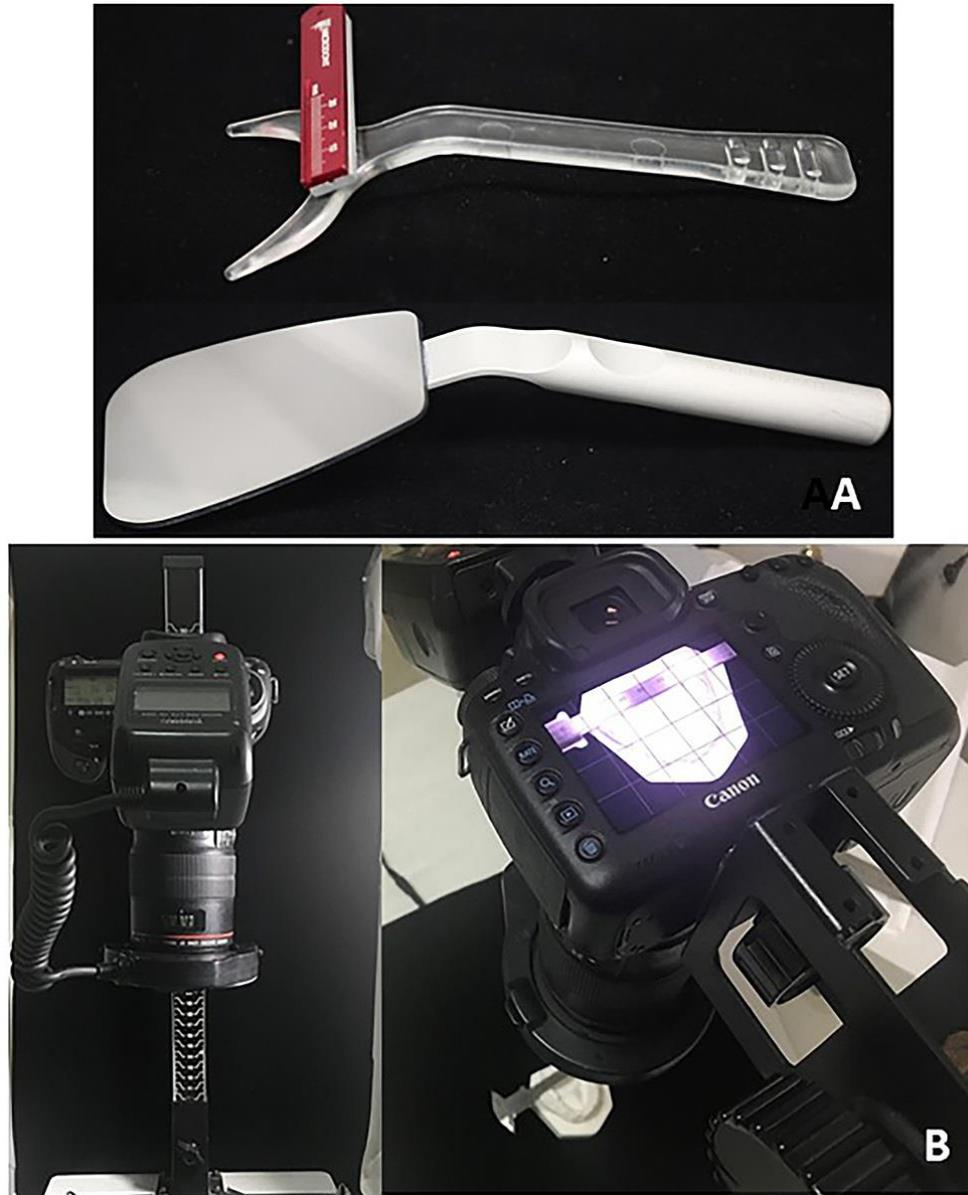


Figura 35. Estudio de Alrasheed y cols. A) Retractor con regla milimetrada y espejo utilizados en las fotos intraorales oclusales. B) Cámara posicionada y fijada para la toma de fotografía oclusal de modelo de yeso (Alrasheed y cols, 2022).

6.2 Confiabilidad y validez del método fotogrametría en el seguimiento del tratamiento con alineadores transparentes de ortodoncia

Con el objetivo de demostrar la confiabilidad y validez de las medidas angulares obtenidas de fotogrametría intraoral, en este estudio se compararon las mediciones de Tip, torque y rotaciones calculadas con dicho método con las extrapoladas de imágenes bidimensionales de modelos 3D que fueron capturadas de acuerdo con las 5 vistas analizadas: vista frontal, vistas laterales derecha e izquierda, vista oclusal maxilar y vista oclusal mandibular. Tomando en cuenta que los pacientes en estudio iban a ser tratados con una terapia de alineadores transparentes de ortodoncia, se decidió incluir la medición de las angulaciones de Tip, torque y rotaciones en el tiempo pretratamiento para estudiar si había diferencias en las medidas, y que en los tiempos 2 y 3 de tratamiento los cambios observados se atribuyeran a los movimientos dentarios planificados en el tratamiento.

De los resultados se infiere que no existe diferencia significativa en las mediciones angulares estudiadas en fotogrametría intraoral con las provenientes de imágenes de modelos 3D homólogas de la planificación digital de alineadores, por lo que el método se considera confiable. Los resultados son coincidentes con los procedentes de los escasos estudios que comprueban la confiabilidad y validez de la fotogrametría tanto intraoral como de modelos de yeso sin incluir premolares y molares (Gholston, 1984; Normando y cols., 2011; Amorim y cols, 2014; Prakash y Chitra, 2020, Alrasheed y cols, 2022).

6.3 Limitaciones del estudio.

El modelo 3D inicial necesario para confeccionar la planificación digital del tratamiento con alineadores transparentes de ortodoncia se obtuvo mediante un escáner extraoral a partir de un modelo de yeso odontológico. Entre las limitaciones de este estudio se encuentran los posibles cambios dimensionales del

material de impresión y de vaciado que podrían llevar a errores de medición, aunque estos se minimizaron al respetarse los tiempos de trabajo (menores a 0,2 mm) (Walker y cols, 2010; Kreve, 2018). De igual forma existen estudios que corroboran la diferencia en la precisión de los escáneres extraorales, uno de ellos fue realizado por Nowak y cols (2017) donde compararon la precisión de 11 escáneres extraorales al digitalizar arcadas completas de modelos de yeso, entre los cuales se analizó el escáner Maestro 3D, el mismo usado en esta investigación. Determinaron que la precisión para este escáner era en promedio de 16,9 micrómetros para medidas de interés ortodóntico (longitud del arco dental, distancia intermolar y distancia intercanina) con una desviación estándar de 4,88 micrómetros. En 2022, Rafiei y cols determinaron una diferencia menor a 0,2 mm en los anchos mesiodistales de los dientes medidos en arcadas completas de modelos 3D digitalizados con el escáner Maestro 3D con respecto a los de sus respectivos modelos de yeso, exceptuando el ancho de los dientes 1.6 (0,27 mm) y 4.5 (0,34 mm). Por ende, aunque los cambios en los modelos 3D sean en general menores al límite de resolución del ojo humano, se debe tener en cuenta su existencia.

Con respecto al método de fotogrametría se debe considerar su principal limitación en la medición, ya que se hace en un plano proyectado de una fotografía bidimensional que representa una estructura tridimensional, y por lo tanto pueden haber diferencias con las dimensiones reales. Además, algunas estructuras anatómicas podrían enmascarar puntos de referencia (Han y cols., 2010), como lo que ocurrió particularmente en las fotos frontales de este estudio ya que el overbite de los incisivos maxilares provocó la no visibilidad de los bordes incisales de los incisivos inferiores, dificultando la definición de sus ejes mayores coronarios (figura 36).



Figura 36. Ejes mayores coronarios de incisivos y caninos inferiores. Se observa la visibilidad incompleta de los incisivos inferiores a causa del overbite de incisivos maxilares.

Al realizar mediciones angulares existe un rango de error de 1 grado operador dependiente, por lo que existe la probabilidad de que algunas de las posiciones de Tip, torque o rotaciones evaluadas durante el progreso del tratamiento con alineadores transparentes de ortodoncia difieran de la realidad, generándose una subestimación o sobreestimación de la terapia dependiendo si la medición es mayor o menor que la real. Asimismo, solo es posible valorar cambios de posiciones angulares mayores a 1 grado sexagesimal.

Las fotografías oclusales fueron capturadas con espejos intraorales que se posicionaron de acuerdo con la metodología descrita generándose un reflejo paralelo al plano oclusal, sin embargo, existe la posibilidad de pequeños cambios de angulación que podrían llevar a la comparación de vistas oclusales diferentes en cada tiempo clínico observado. Esto se pudo compensar solamente con sus respectivos homólogos de imágenes de modelos 3D, puesto que el software Blender® permitía manipular el modelo y fijarlo teniendo como referencia la fotografía intraoral correspondiente.

La cantidad de pacientes que se iban a estudiar inicialmente iba a ser de 13 individuos entre 17 y 32 años, pero por diversas razones solo participaron 5. A causa de esto se generó otra limitación: la muestra analizada fue pequeña.

7. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados de este estudio se concluye que la fotogrametría es un método válido y clínicamente preciso en la determinación de posiciones angulares de Tip, torque y rotaciones si se realiza en fotografías intraorales estandarizadas, por lo que se requiere que los profesionales practiquen la técnica adecuada y adquieran conocimientos sobre los softwares de medición y calibración.
- La fotogrametría permite realizar un seguimiento del progreso del tratamiento con alineadores transparentes de ortodoncia en cambios angulares de Tip, torque y rotaciones mayores a 1 grado sexagesimal, por lo que es considerada una herramienta útil y de bajo costo para la toma de decisiones clínicas durante el tratamiento y posterior a éste.

8. SUGERENCIAS

Se sugiere realizar más estudios del método de fotogrametría de medidas angulares para seguir corroborando su validez y confiabilidad, así como también considerar una muestra más grande de pacientes tratados con alineadores transparentes de ortodoncia con un número mayor de dientes con movimientos angulares planificados de Tip, torque y rotaciones para así contribuir a la gran gama de trabajos de investigación que han evaluado la efectividad de la terapia.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abraira, V. (2001). La índice kappa. *Semergen*, 27(5), 247–249. [https://doi.org/10.1016/s1138-3593\(01\)73955-x](https://doi.org/10.1016/s1138-3593(01)73955-x)

Afrashtehfar, K. I., Alnakeb, N. A., & Assery, M. K. M. (2022). Accuracy of intraoral scanners versus traditional impressions: A rapid umbrella review. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 101719. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2022.101719>

Ahmad, I. (2009a). Digital dental photography. Part 1: an overview. *British Dental Journal*, 206(8), 403–407. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2009.306>

Ahmad, I. (2009b). Digital dental photography. Part 2: purposes and uses. *British Dental Journal*, 206(9), 459–464. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2009.366>

Ahmad, I. (2009c). Digital dental photography. Part 4: choosing a camera. *British Dental Journal*, 206(11), 575–581. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2009.476>

Ahmad, I. (2009d). Digital dental photography. Part 5: lighting. *British Dental Journal*, 207(1), 13–18. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2009.558>

Ahmad, I. (2009e). Digital dental photography. Part 6: camera settings. *British Dental Journal*, 207(2), 63–69. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2009.607>

Amorim, J. R., Macedo, D. de V., & Normando, D. (2014). Evaluation of a photographic method to measure dental angulation. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 19(2), 84–89. <https://doi.org/10.1590/2176-9451.19.2.084-089.oar>

Barco, L., Ribera, M., & Casanova, J. M. (2012). Guide to Buying a Camera for Dermatological Photography. *Actas Dermo-Sifiliográficas*, 103(6), 502–510. <https://doi.org/10.1016/j.adengl.2012.07.012>

Bichu, Y. M., Alwafi, A., Liu, X., Andrews, J., Ludwig, B., Bichu, A. Y., & Zou, B. (2023). Advances in orthodontic clear aligner materials. *Bioactive Materials*, 22, 384–403. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2022.10.006>

Bilello, G., Fazio, M., Amato, E., Crivello, L., Galvano, A., & Currò, G. (2022). Accuracy evaluation of orthodontic movements with aligners: a prospective observational study. *Progress in Orthodontics*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-022-00406-7>

Cassetta, M., Altieri, F., Di Giorgio, R., & Silvestri, A. (2015). Two-Dimensional and Three-Dimensional Cephalometry Using Cone Beam Computed Tomography Scans. *The Journal of craniofacial surgery*, 26(4), e311–e315.

Chen, Y.-J., Division of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Department of Dentistry, National Taiwan University Hospital, Taipei, Taiwan, Chan, L.-Y., & Jane Yao, C.-C. (2017). Clear aligner treatment with “in-office” virtual model set-up and 3D printing. *Journal of dentistry and oral care*, 3(2), 1–5. <https://doi.org/10.15436/2379-1705.17.1418>

Chochlidakis, K. M., Papaspyridakos, P., Geminiani, A., Chen, C.-J., Feng, I. J., & cols (2016). Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 116(2), 184-190.e12. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.12.017>

Cicciù, M., Fiorillo, L., D’Amico, C., Gambino, D., Amantia, E. M. & cols (2020). 3D Digital Impression Systems Compared with Traditional Techniques in

Dentistry: A Recent Data Systematic Review. *Materials*, 13(8), 1982.
<https://doi.org/10.3390/ma13081982>

Cuperus, A. M., Harms, M. C., Rangel, F. A., Bronkhorst, E. M., Schols, J. G., & cols (2012). Dental models made with an intraoral scanner: a validation study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 142(3), 308–313.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.03.031>

Ebest (S/f). Ebest.cl. Recuperado el 27 de noviembre de 2023, de <https://www.ebest.cl/flash-led-anular-yn-14ex-serie-ii-ttl-macro-ring-yongnuo.html>

Esparza-Ros, F.y Vaquero-Cristóbal, R (2023). *Antropometría: Fundamentos para la aplicación e interpretación*. España: Aula Magna Proyecto clave McGraw Hill.

Ey-Chmielewska, H., Chruściel-Nogalska, M., & Frączak, B. (2015). Photogrammetry and Its Potential Application in Medical Science on the Basis of Selected Literature. *Advances in Clinical and Experimental Medicine: Official Organ Wrocław Medical University*, 24(4), 737–741.
<https://doi.org/10.17219/acem/58951>

Gholston, L. R. (1984). Reliability of an intraoral camera: Utility for clinical dentistry and research. *American Journal of Orthodontics*, 85(1), 89–93.
[https://doi.org/10.1016/0002-9416\(84\)90127-1](https://doi.org/10.1016/0002-9416(84)90127-1)

Greco, M., & Rombolà, A. (2022). Precision bite ramps and aligners: An elective choice for deep bite treatment. *Journal of Orthodontics*, 49(2), 213–220.
<https://doi.org/10.1177/14653125211034180>

Han, K., Kwon, H. J., Choi, T. H., Kim, J. H., & Son, D. (2010). Comparison of anthropometry with photogrammetry based on a standardized clinical photographic technique using a cephalostat and chair. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 38(2), 96–107. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2009.04.003>

Hennessy, J. & Al-Awadhi, E. A. (2016). Clear Aligners Generations and Orthodontic Tooth Movement. *Journal of Orthodontics*, 43(1), 68–76. <https://doi.org/10.1179/1465313315y.0000000004>

Institute of Medical Illustrators. (2022). *Dental Photography. A Guide to Good Practice* (pp. 1–24).

Jacob, H. B., Wyatt, G. D., & Buschang, P. H. (2015). Reliability and validity of intraoral and extraoral scanners. *Progress in Orthodontics*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-015-0108-7>

Jiang, R., Jáuregui, D. V., & White, K. R. (2008). Close-range photogrammetry applications in bridge measurement: Literature review. *Measurement*, 41(8), 823.

Johnston, A., Pasquali, P., & Estrada, J. (2020a). Basic Photographic Concepts. In *Photography in Clinical Medicine* (pp. 131–166). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24544-3_10

Johnston, A., Pasquali, P., & Alberich-Carrasco, R. (2020b). Equipment and Materials for Medical Photography. In P. Pasquali (Ed.), *Photography in Clinical Medicine* (pp. 167–189). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24544-3_11

Kesling, H. D. (1945). The philosophy of the tooth positioning appliance. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*, 31(6), 297–304. [https://doi.org/10.1016/0096-6347\(45\)90101-3](https://doi.org/10.1016/0096-6347(45)90101-3)

Kravitz, N. D., Kusnoto, B., BeGole, E., Obrez, A., & Agran, B. (2009). How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 135(1), 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.05.018>

Kravitz, N. D., Groth, C., Jones, P. E., Graham, J. W., & Redmond, W. R. (2014). Intraoral digital scanners. *Journal of Clinical Orthodontics: JCO*, 48(6), 337–347.

Kreve, S. (2018). Analysis of linear dimensional change of different materials used for casting dental models: plaster type 4, nanocomposites carbon nanostructures, polyurethane resin and epoxy resin. *Journal of dental health, oral disorders & therapy*, 9(2). <https://doi.org/10.15406/jdhodt.2018.09.00359>

Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33: 159-174.

Larovere, N. (2019, 11 de Julio). What is Focal Length? Essentials with Examples. StudioBinder. <https://www.studiobinder.com/blog/focal-length-camera-lenses-explained/>

Liang, Y.-M., Rutchakitprakarn, L., Kuang, S.-H., & Wu, T.-Y. (2018). Comparing the reliability and accuracy of clinical measurements using plaster model and the digital model system based on crowding severity. *Journal of the Chinese Medical Association*, 81(9), 842–847. <https://doi.org/10.1016/j.jcma.2017.11.011>

Lombardo, L., Arreghini, A., Ramina, F., Huanca Ghislanzoni, L. T., & Siciliani, G. (2017). Predictability of orthodontic movement with orthodontic aligners: a

retrospective study. *Progress in Orthodontics*, 18(1).
<https://doi.org/10.1186/s40510-017-0190-0>

Maestro 3D (2023). Maestro3d powered by AGE Solutions. Maestro3d.com.
https://www.maestro3d.com/index.aspx?lang_id=es-ES

Martin, C. B., Chalmers, E. V., McIntyre, G. T., Cochrane, H., & Mossey, P. A. (2015). Orthodontic scanners: what's available? *Journal of Orthodontics*, 42(2), 136–143. <https://doi.org/10.1179/1465313315y.0000000001>

Mehta, S., Patel, D., & Yadav, S. (2021). Staging Orthodontic Aligners for Complex Orthodontic Tooth Movement. *Turkish Journal of Orthodontics*, 34(3), 202–206. <https://doi.org/10.5152/turkjorthod.2021.20116>

Mikulec, T. (2019). Understanding cameral focal length for the best results - the darkroom. The Darkroom Photo Lab. <https://thedarkroom.com/focal-length/>

Nahoum, H. I. (2014). Forces and moments generated by removable thermoplastic aligners. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 146(5), 545–546. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.08.006>

Nowak, R., Wesemann, C., Robben, J., Muallah, J., & Bumann, A. (2017). An in-vitro study comparing the accuracy of full-arch casts digitized with desktop scanners. *Quintessence international*. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a38676>

Normando, D., Lima da Silva, P., & Mendes, A. M. (2011). A clinical photogrammetric method to measure dental arch dimensions and mesio-distal tooth size. *European Journal of Orthodontics*, 33(6), 721–726.
<https://doi.org/10.1093/ejo/cjq149>

PENTAK (2023a). PENTAX lens - Official Store. https://pentax.eu/products/d-fa-50mm-f2-8-macro?_pos=1&_sid=bfed11718&_ss=r

PENTAK (2023b). *HD PENTAX-D FA MACRO 100mmF2.8ED AW*. Official Store. https://pentax.eu/products/hd-pentax-d-fa-macro-100mmf2-8ed-aw?_pos=1&_sid=865fe640f&_ss=r

Persson, A., Andersson, M., Oden, A., & Sandborgh-Englund, G. (2006). A three-dimensional evaluation of a laser scanner and a touch-probe scanner. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 95(3), 194–200. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2006.01.00>

Prakash, A., & Chitra, P. (2020). Bolton's analysis using a photogrammetric method on occlusal photographs. *European Oral Research*, 54(2), 55–61. <https://doi.org/10.26650/eor.20200005>

Rafiei, E., Haerian, A., Fadaei Tehrani, P., & Shokrollahi, M. (2022). Agreement of in vitro orthodontic measurements on dental plaster casts and digital models using Maestro 3D ortho studio software. *Clinical and Experimental Dental Research*, 8(5), 1149–1157. <https://doi.org/10.1002/cre2.605>

Shah, S. (2020). Clear Aligners: An Update. *EAS Journal of Dentistry and Oral Medicine*, 2(6), 160–164. <https://doi.org/10.36349/easjdom.2020.v02i06.003>

Shorey, R., & Moore, K. E. (2009). Clinical Digital Photography Today: Integral to Efficient Dental Communications. *Journal California Dental Association*, 37(3), 175–177.

Snow, S. R. (2009). Assessing and Achieving Accuracy in Digital Dental Photography. *Journal of the California Dental Association*, 37(3), 185–191.

Su, T., & Sun, J. (2015). Comparison of repeatability between intraoral digital scanner and extraoral digital scanner: An in-vitro study. *Journal of Prosthodontic Research*, 59(4), 236–242. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2015.06.002>

Sweeney, W. T., & Taylor, D. F. (1950). Dimensional changes in dental stone and plaster. *Journal of Dental Research*, 29(6), 749–755. <https://doi.org/10.1177/00220345500290060601>

Taneva, E., Kusnoto, B., & Evans, C. A. (2015). 3D scanning, imaging, and printing in orthodontics. En F. Bourzgui (Ed.), *Issues in Contemporary Orthodontics*. InTech.

Tartaglia, G. M., Mapelli, A., Maspero, C., Santaniello, T., Serafin, M. & cols (2021). Direct 3D Printing of Clear Orthodontic Aligners: Current State and Future Possibilities. *Materials*, 14(7), 1799. <https://doi.org/10.3390/ma14071799>

Terry, D. A., Snow, S. R., & McLaren, E. A. (2008). Contemporary dental photography: selection and application. *Compendium of continuing education in dentistry* (Jamesburg, N.J.: 1995), 29(8). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18935784/>

Upadhyay, M., & Arqub, S. A. (2022). Biomechanics of clear aligners: hidden truths & first principles. *Journal of the World Federation of Orthodontists*, 11(1), 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2021.11.002>

Vergara-Núñez, C., Parada-Bahamondes, T., Ibáñez-Zúñiga, J., Astudillo-Loyola, M. P., & Peñafiel-Ekdhal, C. (2022). Protocolo fotográfico estandarizado para análisis facial en Posición Natural de Cabeza. *International Journal of Interdisciplinary Dentistry*, 15(1), 29–32. <https://doi.org/10.4067/s2452-55882022000100029>

Walker, M. P., Burckhard, J., Mitts, D. A., & Williams, K. B. (2010). *Dimensional change over time of extended-storage alginate impression materials*. <https://doi.org/10.2319/031510-150>

Weir, T. (2017). Clear aligners in orthodontic treatment. *Australian Dental Journal*, 62(S1), 58–62. <https://doi.org/10.1111/adj.12480>

Wong, J. Y., Oh, A. K., Ohta, E., Hunt, A. T., Rogers, G. F. & cols. (2008). Validity and reliability of craniofacial anthropometric measurement of 3D digital photogrammetric images. *The Cleft palate-craniofacial journal: official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 45(3), 232–239. <https://doi.org/10.1597/06-175>

10. ANEXOS Y APÉNDICES

A) Carta de aprobación por Dirección de Investigación de la FOUCH.



Santiago, 7 de abril de 2020

Mat.: PRI-ODO Aprobado por DIFO.

Señor
 Dr. Cristián Vergara N.
 Investigador Responsable Proyecto PRI-ODO
 Docente Departamento del Niño y ODM.
 Facultad de Odontología
PRESENTE

Estimado Dr. Vergara:

Junto a un cordial saludo, tengo el agrado de comunicarle que su Proyecto PRI-ODO, titulado: "Comparación de Medidas Intra y Extraorales obtenidas a través de la Técnica de Macrofotogrametría Estandarizada y Antropometría Directa como Examen Complementario en Ortodoncia y otras Ciencias Médicas", ha sido Aprobado por el Comité Revisor DIFO, sin correcciones.

Por lo que solicitamos a usted, hacemos llegar los Certificados Aprobatorios del Comité de Ética y/o del Comité de Bioseguridad si corresponde, para Asignar Código DIFO.

Se despide atentamente,



DR. ALFREDO MOLINA BERRÍOS

*Director de Investigación
 Facultad de Odontología
 Universidad de Chile*

AMB/rcm.

B) Certificado del Comité Institucional de Bioseguridad



Comité Institucional de Bioseguridad
Administración Conjunta Campus Norte
FDO N°135

Santiago, 13 de Abril de 2020.

C E R T I F I C A D O

El Comité Institucional de Bioseguridad (CIB) ha analizado el Proyecto de Investigación PRI-ODO 2020, titulado **“Comparación de medidas intra y extraorales obtenidas a través de la técnica de macrofotogrametría estandarizada y antropometría directa como examen complementario en ortodoncia y otras ciencias médicas”**. El Investigador Responsable de este proyecto es el Profesor Cristian Vergara Núñez, Académico del Departamento del Niño y Ortopedia Dento Maxilar.

El CIB certifica que el proyecto no requiere estar bajo su revisión y supervisión, ya que es un estudio en el cual se tomarán fotografías intraorales, extraorales y además antropometría directa a sujetos que visitan la Clínica de Ortodoncia del Programa conducente al Título Profesional de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Dento Máxilo Facial, en la Clínica Odontológica de la Facultad de Odontología. Por lo tanto, no se manipularán muestras biológicas, compuestos químicos ni radioactivos.

Se extiende el presente certificado a solicitud del Profesor Vergara para ser presentado en la Dirección de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Carla Lozano

Dra. Carla Lozano M.
Presidenta

Facultad de Odontología. Sergio Livingstone P. 943, Independencia, Fono 29781793-29781832, Fax: 29781748, Santiago.
<http://odontologia.uchile.cl>

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Sergio Livingstone P. 1007, Independencia, Fono 29781793 Fax: 29781748, Santiago. <http://www.quimica.uchile.cl/>

C) Acta de aprobación de proyecto por Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos



UNIVERSIDAD DE CHILE - FACULTAD DE MEDICINA
COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN EN SERES HUMANOS

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO

(Documento en versión 2 corregida 28.05.2018)

Con fecha 11 de Agosto 2020, el Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Facultad de Medicina, Universidad de Chile, integrado por los siguientes miembros:

Dr. Manuel Oyarzún G., Médico Neumólogo, Presidente
 Dra. Lucia Cifuentes O., Médico Genetista, Vicepresidente Subrogante
 Sra. Claudia Marshall F., Educadora, Representante de la comunidad.
 Dra. Grisel Orellana, Médico Neuropsiquiatra
 Prof. Julieta González B., Bióloga Celular
 Dra. Maria Angela Delucchi Biccocchi, Médico Pediatra Nefrólogo.
 Dr. Miguel O’Ryan, Médico Infectólogo
 Dra. Maria Luz Bascuñán Psicóloga PhD, Prof. Asociado
 Sra. Karima Yarmuch G., Abogada
 Srta. Javiera Cobo R., Nutricionista, Secretaria Ejecutiva

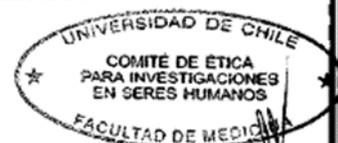
Ha revisado el Proyecto de Investigación titulado: **COMPARACIÓN DE MEDIDAS INTRA Y EXTRAORALES OBTENIDAS A TRAVÉS DE LA TÉCNICA DE MACROFOTOGRAFÍA ESTANDARIZADA Y ANTROPOMETRÍA DIRECTA COMO EXAMEN COMPLEMENTARIO EN ORTODONCIA Y OTRAS CIENCIAS MÉDICAS.** Cuyo investigador responsable es el Dr. Cristian Vergara Núñez, quien pertenece al Departamento Del Niño y Ortopedia Dento Maxilar, Facultad De Odontología, Universidad De Chile.

El Comité revisó los siguientes documentos del estudio:

- Proyecto de Investigación
- Cv del Investigador
- Consentimiento y Asentimiento Informado
- Carta Compromiso del investigador para comunicar los resultados del estudio una vez finalizado este

El proyecto y los documentos señalados en el párrafo precedente han sido analizados a la luz de los postulados de la Declaración de Helsinki, de las Pautas Éticas Internacionales para la Investigación Biomédica en Seres Humanos CIOMS 2016, y de las Guías de Buena Práctica Clínica de ICH 1996.

Teléfono: 29789536 - Email: comiteceish@med.uchile.cl



11 AGO 2020



**UNIVERSIDAD DE CHILE - FACULTAD DE MEDICINA
COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN EN SERES HUMANOS**

Sobre la base de esta información el Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile se ha pronunciado de la siguiente manera sobre los aspectos del proyecto que a continuación se señalan:

- a) Carácter de la población a estudiar (cautivo/no cautiva; investigación terapéutica/no terapéutica): Cautiva.
- b) Utilidad del proyecto: Será un aporte para los clínicos y sobre todo para los académicos que quieran hacer investigación usando macrofotografías intra y extraorales. Permitirá crear una base de datos de imágenes que podrían ser útiles en estudios para futuras generaciones. Posibilitará monitorear crecimiento, evolución de la dentición en niños y registrar los cambios que suceden con la maduración de un individuo.
- c) Riesgos y beneficios: Bien balanceados.
- d) Protección de los participantes (asegurada por el consentimiento informado): Sí.
- e) Notificación oportuna de reacciones adversas: No aplica.
- f) Compromiso del investigador responsable en la notificación de los resultados del estudio al finalizar el proyecto: Sí.

Requiere seguimiento visita en terreno: si _____ no tiempo estimado:
Nº de vistas:

Por lo tanto, el comité estima que el estudio propuesto está bien justificado y que no significa para los sujetos involucrados riesgos físicos, psíquicos o sociales mayores que mínimos.

Este comité también analizó y aprobó los correspondientes documentos de Consentimiento Informado en su versión modificada recibida el 09 de Agosto 2020, que se adjunta firmado, fechado y timbrado por este CEISH.

Teléfono: 29789536 - Email: comiteceish@med.uchile.cl





**UNIVERSIDAD DE CHILE - FACULTAD DE MEDICINA
COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN EN SERES HUMANOS**

Sin perjuicio de lo anterior, según lo establecido en el artículo 10 bis del D.S N° 114 de 2011, del Ministerio de Salud que aprueba el reglamento de la ley N° 20.120; es preciso recordar que toda investigación científica en seres humanos deberá contar con la autorización expresa del o de los directores de los establecimientos dentro de los cuales se efectúe, la que deberá ser evacuada dentro del plazo de 20 días hábiles contados desde la evaluación conforme del CEISH, siendo de responsabilidad del investigador enviar a este Comité una copia de la misma dentro del plazo señalado.

En virtud de las consideraciones anteriores el Comité otorga la aprobación ética para la realización del estudio propuesto, dentro de las especificaciones del protocolo.

Se extiende este documento por el periodo de **1 año** a contar desde la fecha de aprobación prorrogable según informe de avance y seguimiento bioético.

Lugar de realización del estudio:

- Facultad De Odontología, Universidad De Chile.

**Srta. Javiera Cobo Riveros
Secretaria Ejecutiva CEISH**

Santiago, 11 de Agosto de 2020.

Proyecto: N° 099-2020
Archivo acta: N° 054

Teléfono: 29789536 - Email: comiteceish@med.uchile.cl



D) Consentimiento y asentimiento informado



Fecha de edición: 24 de noviembre de 2019

CONSENTIMIENTO INFORMADO

TÍTULO DEL PROTOCOLO : “Comparación de medidas intra y extraorales obtenidas a través de la técnica de macrofotogrametría estandarizada y antropometría directa como examen complementario en ortodoncia y otras ciencias médicas”.

INVESTIGADOR PRINCIPAL : Prof. Dr. Cristian Vergara Núñez

SEDE DEL ESTUDIO : Universidad de Chile. Facultad de Odontología. Departamento del Niño y Ortopedia Dentomaxilar.

DIRECCIÓN : Sergio Livingstone 943. Santiago

NOMBRE DEL VOLUNTARIO : _____

FECHA : ____/____/____

Yo Cristian Vergara Núñez, docente de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, Departamento del Niño y Ortopedia Dentomaxilar, estoy realizando una investigación acerca de la mejor forma de tomar una foto intra y extraoral y que lo que se mida en ella sea lo mismo que se mida en la persona directamente. Le proporcionaré información y lo(a) invitaré a ser parte de ella. No tiene que decidir hoy si lo hará o no. Antes de hacerlo puede hablar acerca de la investigación con cualquier persona de su confianza. Este proceso se conoce como Consentimiento Informado y puede que contenga términos que usted no comprenda, por lo que siéntase con la absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas

al respecto. Una vez que haya comprendido la Investigación y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme este formulario. Los aspectos de este formulario tratan los siguientes temas: Justificación de la Investigación, Objetivo de la Investigación, Tipo de Intervención y procedimiento, Beneficios y Riesgos Asociados a la Investigación y Aclaraciones.

Justificación de la Investigación: El Departamento identificado, se encuentra desarrollando una investigación acerca de la mejor forma de tomar una foto intra y extraoral y que lo que se mida en ella sea lo mismo que se mida en la persona directamente. El Estudio permitirá desarrollar protocolos de toma de fotografías para una persona que serán útiles a la comunidad académica que estudia, por ejemplo, los cambios que tiene un paciente después de un tratamiento de ortodoncia. Así también será un aporte a la investigación de otros académicos y alumnos de nuestra facultad.

Objetivo de la Investigación: Esta investigación tiene por objetivo comparar las medidas que se toman en una persona y las que se pueden medir en una fotografía de esa misma persona.

De su participación en el estudio: Se le tomarán cuatro fotos intraorales y cuatro extraorales estandarizadas. Estas fotos se eliminarán al cabo de 4 años. El fotógrafo estará acompañado. La medición directa de las distancias intraorales se realizará con un compás de puntas secas y una regla metálica de 20 cm. Estas mediciones se realizarán 3 veces y se consignará el promedio para cada una.

Beneficio de la Investigación. El beneficio de este estudio es el aporte para el progreso del conocimiento y generar un protocolo de fotografía, lo que ayudará al registro clínico y también para la investigación.

Tipo de Intervención y Procedimiento. Usted debe saber que su participación es voluntaria y que puede retirarse del estudio cuando lo estime, sin recibir por ello ningún tipo de sanción de parte del equipo investigador. Tampoco habrá ninguna repercusión negativa para Ud. Tampoco está contemplado un beneficio directo para su salud y/o monetario derivado de su participación en el Estudio. Si usted acepta participar, se le tomarán dos fotos faciales. Las fotografías se le tomarán en la Clínica Odontológica de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, zócalo, cuya dirección es Av. La Paz 750, Comuna de Independencia, los días miércoles de 14:30 a 19:00 horas.

La toma de estas fotos no representan ningún peligro para usted, pero si necesita información, puede comunicarse al teléfono 29781725, con el Responsable del Proyecto: Prof. Cristian Vergara Núñez. El horario de atención es de 14:30 a 19:00 horas de los miércoles y desde las 14:30 a 19:00 los jueves.

Los materiales para el estudio serán aportados por la Facultad de Odontología, **sin costo alguno para usted**, durante el desarrollo de este proyecto.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN ODONTOLOGÍA
 Dirección de Investigación, Facultad de Odontología, Universidad de Chile
 Sergio Livingstone P. #943, piso 3, Independencia - Santiago
investigacion@odontologia.uchile.cl Teléfono: 2978 1845

P

Riesgo de la Investigación. No correrá ningún riesgo durante y posterior a la toma de las dos fotografías.

Toda la información derivada de su participación en este estudio será conservada en forma de **estricta confidencialidad**, lo que incluye el acceso de los investigadores o agencias supervisoras de la investigación. Cualquier publicación o comunicación científica de los resultados de la investigación será completamente anónima. Cabe destacar que sus datos personales serán codificados, es decir, se les asignará un número. Bajo ninguna circunstancia el investigador responsable o los coinvestigadores divulgarán estos antecedentes. Sólo se trabajará con el código asignado. **Jamás se usarán su fotografías en ninguna publicación, clase o sociabilización de los resultados del estudio.**

Aclaraciones

- La participación es completamente voluntaria
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar responder o si decide retirarse.
- Los datos obtenidos serán de exclusiva utilización para este estudio.
- No tendrá que efectuar gasto alguno como consecuencia del estudio.
- No recibirá pago por su participación.
- Usted podrá solicitar información actualizada sobre el estudio, al investigador responsable.
- La información obtenida de la Investigación, respecto de la identificación de voluntarios, será mantenida con estricta confidencialidad por los investigadores, para esto, no se utilizará su nombre sino un sistema de código. No se usarán nunca sus fotos para publicaciones, clases o cualquier difusión de los resultados del estudio.

Después de haber recibido y comprendido la información de este documento, y de haber podido aclarar todas sus dudas, puede, si lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado del Proyecto: "Comparación de medidas intra y extraorales obtenidas a través de la técnica de macrofotogrametría estandarizada y antropometría directa como examen complementario en ortodoncia y ciencias de la salud".

Carta de Consentimiento Informado

A través de la presente, declaro y manifiesto, libre y espontáneamente y en consecuencia acepto que:

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN ODONTOLOGÍA
 Dirección de Investigación, Facultad de Odontología, Universidad de Chile
 Sergio Livingstone P. #943, piso 3, Independencia - Santiago
investigacion@odontologia.uchile.cl Teléfono: 2978 1845

P

1. He leído y comprendido la información anteriormente entregada y que mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria.
2. He sido informado /a y comprendo la necesidad y fines de participar en este estudio.
3. Tengo conocimiento del procedimiento a realizar.
4. Conozco los beneficios de participar en la Investigación
5. El procedimiento no tiene riesgo alguno para mi salud.
6. Además de esta información que he recibido, seré informado/a en cada momento y al requerimiento de la evolución de mi proceso, de manera verbal y/o escrita si fuera necesaria y al criterio del investigador.
7. Autorizo a usar mi caso para investigación protegiendo mi identidad

Doy mi consentimiento al investigador y al resto de colaboradores, a realizar las fotografías, **PUESTO QUE SE QUE ES POR UN BUEN FIN.**

Nombre del Vountario: _____

RUT: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Sección a llenar por el Investigador Principal

He explicado al Sr(a) _____ la naturaleza de la investigación, le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que conozco la normativa vigente proporcionada por el Comité Ético Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, para la realizar la investigación con seres humanos y me apego a ella.

Nombre del Investigador Principal: _____

Firma: _____

Fecha: _____

En caso de cualquier duda puede acudir a Av. La Paz 750, Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, o comunicarse al teléfono 29781725, con el Responsable del Proyecto: Prof. Cristian Vergara Núñez. El horario de atención telefónica o personal es de 8:00 a 19:00 horas de los miércoles y desde las 8:00 a 19:00 los jueves.

Ante cualquier duda también puede preguntar al Comité de Ética de la Facultad de Odontología cuyo Presidente es el Prof. Dr. Eduardo Fernández Godoy; teléfono: 9781702 y su dirección es Facultad de Odontología de la U. de Chile, Edificio Administrativo, Oficina Vicedecanato, 4º piso, Sergio Livingstone P. 943, Independencia.



Fecha de edición: 24 de noviembre de 2019

ASENTIMIENTO INFORMADO

TÍTULO DEL PROTOCOLO : “Comparación de medidas intra y extraorales obtenidas a través de la técnica de macrofotogrametría estandarizada y antropometría directa como examen complementario en ortodoncia y otras ciencias médicas.”

INVESTIGADOR PRINCIPAL : Prof. Dr. Cristian Vergara Núñez

SEDE DEL ESTUDIO : Universidad de Chile. Facultad de Odontología. Departamento del Niño y Ortopedia Dentomaxilar.

DIRECCIÓN : Sergio Livingstone 943. Santiago

NOMBRE DEL VOLUNTARIO : _____

NOMBRE DEL APODERADO : _____

FECHA : ____/____/____

Yo Cristian Vergara Núñez, docente de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, Departamento del Niño y Ortopedia Dentomaxilar, estoy realizando una investigación acerca de la mejor forma de tomar una foto intraoral y que lo que se mida en ella sea lo mismo que se mida en la persona directamente. Le proporcionaré información e invitaré al menor a su cargo a ser parte de ella. No tiene que decidir hoy si lo hará o no. Antes de hacerlo puede hablar acerca de la investigación con cualquier persona de su confianza. Este proceso se conoce como Asentimiento Informado y puede que contenga términos que usted no comprenda, por lo que siéntase con la absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto. Una vez que haya comprendido la Investigación y si usted desea que el niño

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN ODONTOLOGÍA
 Dirección de Investigación, Facultad de Odontología, Universidad de Chile
 Sergio Livingstone P. #943, piso 3, Independencia - Santiago
investigacion@odontologia.uchile.cl Teléfono: 2978 1845

F

participe, entonces se le pedirá que firme este formulario como apoderado. Los aspectos de este formulario tratan los siguientes temas: Justificación de la Investigación, Objetivo de la Investigación, Tipo de Intervención y procedimiento, Beneficios y Riesgos Asociados a la Investigación y Aclaraciones.

Justificación de la Investigación: El Departamento identificado, se encuentra desarrollando una investigación acerca de la mejor forma de tomar una foto intraoral y que lo que se mida en ella sea lo mismo que se mida en la persona directamente. El Estudio permitirá desarrollar protocolos de toma de fotografías para una persona que serán útiles a la comunidad académica que estudia, por ejemplo, los cambios que tiene un paciente después de un tratamiento de ortodoncia. Así también será un aporte a la investigación de otros académicos y alumnos de nuestra facultad.

Objetivo de la Investigación: Esta investigación tiene por objetivo comparar las medidas que se toman en una persona y las que se pueden medir en una fotografía de esa misma persona.

De la participación en el estudio: Se le tomarán cuatro fotos intraorales y cuatro extraorales estandarizadas. Estas fotos se eliminarán al cabo de 4 años. El fotógrafo estará acompañado. La medición directa de las distancias intraorales se realizará con un compás de puntas secas y una regla metálica de 20 cm. Estas mediciones se realizarán 3 veces y se consignará el promedio para cada una.

Beneficio de la Investigación. El beneficio de este estudio es el aporte para el progreso del conocimiento y generar un protocolo de fotografía, lo que ayudará al registro clínico y también para la investigación.

Tipo de Intervención y Procedimiento. Usted debe saber que la participación del niño es voluntaria y que puede retirarlo del estudio cuando lo estime, sin recibir por ello ningún tipo de sanción de parte del equipo investigador. Tampoco habrá ninguna repercusión negativa para el niño o usted. Tampoco está contemplado un beneficio directo para su salud y/o monetario derivado de su participación en el Estudio. Si usted acepta que el niño participe, se le tomarán dos fotos faciales. Las fotografías se le tomarán en la Clínica Odontológica de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, zócalo, cuya dirección es Av. La Paz 750, Comuna de Independencia, los miércoles y jueves de 14:30 a 19:00 horas.

La toma de estas fotos no representa ningún peligro para el niño, pero si necesita información, puede comunicarse al teléfono 29781725, con el Responsable del Proyecto: Prof. Cristian Vergara Núñez. El horario de atención es de 08:00 a 19:00 horas de los miércoles y desde las 8:00 a 19:00 los jueves.

Los materiales para el estudio serán aportados por la Facultad de Odontología, **sin costo alguno para usted**, durante el desarrollo de este proyecto.

Riesgo de la Investigación. No correrá ningún riesgo durante y posterior a la toma de las cuatro fotografías.

Toda la información derivada de su participación en este estudio, será conservada en forma de **estricta confidencialidad**, lo que incluye el acceso de los investigadores o agencias supervisoras de la investigación. Cualquier publicación o comunicación científica de los resultados de la investigación será completamente anónima. Cabe destacar que los datos personales serán codificados, es decir, se les asignará un número. Bajo ninguna circunstancia el investigador responsable o los coinvestigadores divulgarán estos antecedentes. Sólo se trabajará con el código asignado. **Jamás se usarán estas fotografías en ninguna publicación, clase o sociabilización de los resultados del estudio.**

Aclaraciones

- La participación es completamente voluntaria
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para el niño, en caso de no aceptar responder o si decide retirarse.
- Los datos obtenidos serán de exclusiva utilización para este estudio.
- No tendrá que efectuar gasto alguno como consecuencia del estudio.
- No recibirá pago por su participación.
- Usted podrá solicitar información actualizada sobre el estudio, al investigador responsable.
- La información obtenida de la Investigación, respecto de la identificación de voluntarios, será mantenida con estricta confidencialidad por los investigadores, para esto, no se utilizará su nombre sino un sistema de código. No se usarán nunca sus fotos para publicaciones, clases o cualquier difusión de los resultados del estudio.

Después de haber recibido y comprendido la información de este documento, y de haber podido aclarar todas sus dudas, puede, si lo desea, firmar la Carta de Asentimiento Informado del Proyecto: "Comparación de medidas intra y extraorales obtenidas a través de la técnica de macrofotogrametría estandarizada y antropometría directa como examen complementario en ortodoncia y otras ciencias médicas."

Carta de Asentimiento Informado

A través de la presente, declaro y manifiesto, libre y espontáneamente y en consecuencia acepto que:

1. He leído y comprendido la información anteriormente entregada y que mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria.
2. He sido informado /a y comprendo la necesidad y fines de participar en este estudio.
3. Tengo conocimiento del procedimiento a realizar.
4. Conozco los beneficios de participar en la Investigación
5. El procedimiento no tiene riesgo alguno para la salud del niño a mi cargo.
6. Además de esta información que he recibido, seré informado/a en cada momento y al requerimiento de la evolución del proceso, de manera verbal y/o escrita si fuera necesaria y al criterio del investigador.
7. Autorizo a usar las fotos para investigación protegiendo mi identidad

Doy mi Asentimiento al investigador y al resto de colaboradores, a realizar las fotografías, **PUESTO QUE SE QUE ES POR UN BUEN FIN.**

Nombre del Vountario: _____

RUT: _____

Nombre del Apoderado: _____

RUT: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Sección a llenar por el Investigador Principal

He explicado al Sr(a) _____, apoderado del menor Sr(ta) _____ la naturaleza de la investigación, le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que conozco la normativa vigente proporcionada por el Comité Ético Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, para la realizar la investigación con seres humanos y me apego a ella.

Nombre del Investigador Principal: _____

Firma: _____

Fecha: _____

En caso de cualquier duda puede acudir a Av. La Paz 750, Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, o comunicarse al teléfono 29781725, con el Responsable del Proyecto: Prof. Cristian Vergara Núñez. El horario de atención telefónica o personal es de 14:30 a 19:00 horas de los miércoles y desde las 14:30 a 19:00 los jueves.

Ante cualquier duda también puede preguntar al Comité de Ética de la Facultad de Odontología cuyo Presidente es el Prof. Dr. Eduardo Fernández Godoy; teléfono: 9781702 y su dirección es Facultad de Odontología de la U. de Chile, Edificio Administrativo, Oficina Vicedecanato, 4º piso, Sergio Livingstone P. 943, Independencia.

E) Carta-Certificado de Inscripción de Proyecto PRI-ODO

**CARTA-CERTIFICADO DE INSCRIPCIÓN DE PROYECTO PRI-ODO**

Santiago, 17 de agosto de 2020

DIFO N°: 2020/12

MAT.: Asigna Código DIFO - Proyecto PRI-ODO.

Dr. CRISTIÁN VERGARA NÚÑEZ
 Investigador Responsable Proyecto PRI-ODO
 Depto. Del Niño y ODM.
 Facultad de Odontología – Universidad de Chile
PRESENTE

Estimado Dr. Vergara:

Informo a usted que con fecha de Registro de Inscripción 17 de agosto de 2020, el Comité Revisor DIFO ha determinado Aprobar su Proyecto de Investigación titulado: "Comparación de Medidas Intra y Extraorales obtenidas a través de la Técnica de Macrofotogrametría Estandarizada y Antropometría Directa como Examen Complementario en Ortodoncia y Otras Ciencias Médicas", asignándole el siguiente Código de Inscripción en la Dirección de Investigación:

PRI-ODO 2020 PRI-ODO 2020/12

Este proyecto cuenta con los siguientes documentos:

1. Carta del Director de Departamento (Inv. Responsable)	Si	No	N/A
2. Certificado de Aprobación del Comité de Ética de la Facultad	Si	No	N/A
3. Certificado de Aprobación del Comité de Bioseguridad	Si	No	N/A

A partir de la fecha de registro de este proyecto, se deberá considerar el periodo de duración de 2 años, por lo tanto, la:

Fecha entrega Informe Final:	17 de agosto de 2022.
------------------------------	-----------------------

Usted deberá hacer llegar a la Dirección de Investigación el Informe Final del Proyecto en el Formulario ad-hoc, que encontrará en la página Web de la Facultad, en el enlace de INVESTIGACIÓN:

<http://odontologia.uchile.cl/investigación/formularios>

Deseándole el mayor de los éxitos, se despide cordialmente,


DR. ALFREDO MOLINA BERRÍOS

*Director de Investigación
 Facultad de Odontología
 Universidad de Chile*

AEM/rcm.