



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

**ESTANDARIZACIÓN DE PARÁMETROS DE LA CÁMARA FOTOGRÁFICA
Y ENCUADRE DE LA IMAGEN PARA FOTOGRAMETRÍA DE MODELOS
ODONTOLÓGICOS DE YESO**

Nicolás Andrés Páez Covarrubias

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

TUTOR PRINCIPAL

Prof. T.M Cristián Peñafiel Ekdhal

TUTOR ASOCIADO

Prof. Dr. Cristian Vergara Núñez

Adscrito a PERIODO 2020/12

Santiago – Chile

2021



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

**ESTANDARIZACIÓN DE PARÁMETROS DE LA CÁMARA FOTOGRÁFICA
Y ENCUADRE DE LA IMAGEN PARA FOTOGRAMETRÍA DE MODELOS
ODONTOLÓGICOS DE YESO**

Nicolás Andrés Páez Covarrubias

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

TUTOR PRINCIPAL

Prof. T.M Cristián Peñafiel Ekdhal

TUTOR ASOCIADO

Prof. Dr. Cristian Vergara Núñez

Adscrito a PERIODO 2020/12

Santiago – Chile

2021

AGRADECIMIENTOS

A cada una de las personas que me acompañó en este camino universitario, tanto las que me impulsaron a elegir esta profesión como las que me ayudaron a mantener la convicción suficiente para terminarla y prontamente ejercerla, les atesoro junto con los recuerdos que llevo conmigo, gracias a la vida.

Quiero agradecer a los/las incondicionales, a mi tribu, con los que camino en esta vida, a mis padres: mi madre Liliana y mi padre Rafael, gracias por darme la vida, cada uno de mis logros ustedes me los permiten; a mi hermana Berta, mi cuñado Richard y mis sobrinos Bastián, Amanda y Matías, que además me ayudó a digitalizar y mejorar mi trabajo, créditos especiales para él. ¡Gracias por su apoyo incondicional! Nos deseo salud y energía positiva para cada uno de nuestros proyectos.

De forma especial agradezco a mis tutores, los profesores Cristian Peñafiel y Cristian Vergara, muchas gracias por su infinita disposición, apoyo y enseñanza en mi última etapa universitaria, estoy muy feliz de haber trabajado con ustedes y también junto a Belén y Juan Ignacio en el mismo PERIODO, gracias por su compañerismo y colaboración. A cada uno/a les deseo el mayor de los éxitos!

Y, por último, quiero agradecer a mis amigas/amigos/amigues, mi familia extendida, gracias por compartir la vida, agradezco cada momento y enseñanza, mucho amor para ustedes, espero que la vida nos mantenga cerca para seguir creciendo juntas porque, como dice una canción: *¡La felicidad compartida es alegría redoblada!*

ÍNDICE

RESUMEN	6
MARCO TEÓRICO	7
Antropometría y fotogrametría	7
Medición indirecta de modelos dentales de yeso	8
Fotografía en Odontología	10
Cámaras réflex en fotografía dental	11
Parámetros de la cámara utilizados en fotografía estandarizada	12
Fotogrametría estandarizada a modelos dentales de yeso	22
HIPÓTESIS	27
OBJETIVO GENERAL	27
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
METODOLOGÍA	27
Descripción de la muestra	27
Medidas y puntos de referencia a considerar	29
Antropometría directa mediante compas de Korkhaus	30
Fotografía estandarizada a modelos odontológicos de yeso	31
Antropometría indirecta mediante fotogrametría digital	37
Análisis estadístico	40
RESULTADOS	41
DISCUSIÓN	46
Estandarización de fotografías a modelos dentales de yeso	46
Confiabilidad y validez de la fotogrametría a modelos dentales de yeso	50
Alcances y limitaciones de la fotografía a modelos dentales de yeso	52
CONCLUSIONES	54
SUGERENCIAS	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	62

1. RESUMEN

Introducción: En ortodoncia, el análisis de modelos dentales de yeso es considerado un examen complementario fundamental para la obtención de información diagnóstica y la planificación exitosa del tratamiento. Sin embargo, este registro posee limitaciones respecto a su almacenamiento, conservación y traslado. Es por esto que el presente estudio busca definir los parámetros de la cámara fotográfica y encuadre de la imagen que permitan realizar fotografías estandarizadas a modelos dentales de yeso para que sean accesibles repetidamente en cualquier momento y, a través de fotogrametría, sean tan confiables y válidos como el registro físico.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio de tipo observacional analítico. Previo a la toma fotográfica se determinó, mediante selección visual, el punto de enfoque y número f a utilizar, además, se consultaron investigaciones y guías clínicas sobre fotografía intraoral y de modelos odontológicos de yeso, con el fin de determinar la configuración de todos los parámetros a utilizar en este estudio. Una vez definidos los parámetros, se realizaron fotografías frontales y oclusales estandarizadas a 38 pares de modelos dentales de yeso, utilizando objetivos fotográficos de 50 y 100 mm con magnificaciones de 1:4 y 1:5, las que fueron almacenadas y organizadas en Dropbox®. Se registraron mediciones espaciales tanto por fotogrametría, a través del software UTHSCSA Image Tool 3.0, como por medición directa con un compás de Korkhaus. Los datos se tabularon en una hoja de cálculo de Google® siendo procesados estadísticamente con el Software Stata 14 S/E®. Se aplicó test de Shapiro-Wilk para establecer el tipo de distribución de los datos y se utilizó T-Test para determinar si existía diferencia estadística entre las medidas directas e indirectas.

Resultados: Considerando todos los conjuntos de parámetros estudiados, la fotogrametría aplicada en las fotografías tomadas con el conjunto de objetivo 100 mm y magnificación 1:4 obtuvo la menor diferencia en comparación con las mediciones directas, siendo en promedio 0,03 mm menor.

Conclusiones: El encuadre establecido con un lente macro de 100 mm y magnificación 1:4 en fotografía estandarizada a modelos odontológicos de yeso, permite una adecuada precisión en la fotogrametría respecto a la medición directa.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antropometría y fotogrametría

La antropometría corresponde a un método de medición de distancias entre puntos o estructuras en seres humanos (Nechala y cols., 1999). En diversas áreas como la cirugía plástica, otorrinolaringología, cirugía craneofacial, rehabilitación oral, ortodoncia, entre otras, se ha utilizado, por ejemplo, para el diagnóstico, los planes de tratamiento y la evaluación de anomalías congénitas y deformidades adquiridas (Farkas, 1996; Ettorre y cols., 2006; Han y cols., 2010).

2.1.1 Antropometría directa e indirecta

La antropometría directa corresponde a la medición directa sobre un sujeto y la antropometría indirecta corresponde a la medición de humanos sin la presencia de éste (Nechala y cols., 1999). La medición a través de antropometría directa es la ideal ya que reproduce fielmente la realidad al medir directamente en el sujeto (Han y cols., 2010). Sin embargo, posee ciertas desventajas en comparación con la antropometría indirecta, sobre todo en relación con el tiempo clínico que involucra la toma de mediciones presenciales en el paciente, el uso de instrumentos de precisión como compases o pie de metro digital, y la imposibilidad de almacenar el registro de forma permanente para realizar exámenes comparativos y de seguimiento (Han y cols., 2010; Wiranto y cols., 2013).

2.1.2 Fotogrametría

En diversas áreas de investigación se ha utilizado la fotogrametría como método de medición indirecta. La fotogrametría es una disciplina del campo de la ciencia y la tecnología que se ocupa de la adquisición, acumulación y transformación de información sobre la forma y ubicación de un objeto a través de imágenes fotográficas (Ey-Chmielewska y cols., 2015). A partir del año 1940, la fotogrametría fue reconocida como una técnica precisa y confiable; antes de eso un registro fotográfico era visto de manera sospechosa debido a dificultades de iluminación y distorsión. Desde entonces, los estudios publicados sobre la medición de la dentición y la posición de los dientes han utilizado diferentes métodos, donde la precisión de estos generalmente mejora con el avance de la tecnología (Gholston, 1984).

En la fotogrametría, la distancia entre dos puntos de referencia se mide en un plano proyectado y plano, por lo tanto, puede diferir ligeramente de las mediciones reales. Además, en las estructuras anatómicas donde los puntos de referencia están enmascarados pueden limitarse los puntos de medición. Por lo tanto, para mejorar la precisión de las mediciones fotogramétricas se debe estandarizar la técnica fotogramétrica clínica investigando su repetibilidad (Han y cols., 2010).

2.1.3 Fotogrametría en salud

Las técnicas de medición fotogramétrica se utilizan cada vez más en medicina. Permiten una alta reproducibilidad y objetividad de los resultados si estos se realizan mediante una técnica fotográfica clínica estandarizada (Ettorre y cols., 2006; Han y cols., 2010). Permiten el registro y la evaluación comparativa de cambios observables en los pacientes. También permiten adoptar estándares comunes para el archivo de datos, logrando así garantizar imágenes de alta calidad, comprimibles, comparables y transferibles (Ey-Chmielewska y cols., 2015; Mattessich & Grant-Kels, 2020).

En odontología, la técnica no invasiva de fotogrametría se ha utilizado, por ejemplo, para estudiar cambios en la morfología del tejido facial a diferentes intervalos de tiempo, para monitorear de cerca las alteraciones y desviaciones del crecimiento normal y para el análisis de la postura de la cabeza (Ey-Chmielewska y cols., 2015).

En ortodoncia la fotografía es un método ideal para analizar el estado inicial del tratamiento. Sirve además para analizar alineación de dientes, evaluación de desarmonías oclusales, entre otros. Durante el tratamiento permite evaluar el progreso de movimientos dentarios con aparatos de ortodoncia (Ahmad, 2009b).

2.2 Medición indirecta de modelos dentales de yeso

La planificación exitosa del tratamiento dental en ortodoncia requiere información diagnóstica precisa. Como método de medición indirecta, el análisis de modelos dentales de yeso es considerado una parte esencial del tratamiento y ha sido usado en varios estudios (Stevens y cols., 2006; Cuperus y cols., 2012; Wiranto y cols., 2013;

Rungrojwittayakul y cols., 2020). Los modelos de yeso se pueden usar para evaluar la oclusión y realizar mediciones de manera más fácil y precisa que en la boca del paciente. Las mediciones que se hacen comúnmente para el diagnóstico de ortodoncia se orientan al cálculo del espacio necesario y espacio disponible, para objetivar compresiones, mediciones del resalte, escalón, tamaños de dientes, longitudes de arco, distancias transversales, entre muchas otras (Cuperus y cols., 2012).

2.2.1 Desventajas de la toma de modelos de yeso con fines de estudio

Ovsenik y cols., el año 2004 indican que la evaluación de índices de maloclusión a través de mediciones en modelos dentales de yeso ha mostrado ser tan confiable como la medición directa intraoral. Sin embargo, el autor plantea que la obtención de modelos de yeso implica procedimientos clínicos y de laboratorio que retardan la evaluación de la maloclusión cuando se requieren diagnósticos tempranos.

En relación con esto, se han buscado alternativas a la toma de impresiones para así evitar las desventajas que presentan los modelos de yeso con relación a la necesidad de un almacenamiento adecuado y riesgo de fractura. Normando y cols., en un estudio realizado en el 2011, midieron la confiabilidad en la toma de fotografías intraorales a través de fotogrametría. Este autor demostró que el método estudiado es aplicable y que los registros son una alternativa confiable cuando hay dificultades para obtener un modelo dental de yeso.

2.2.2 Problemas de almacenaje v/s requisitos medicolegales

El problema del espacio para el almacenamiento a largo plazo de los modelos odontológicos de yeso no es nuevo. Malik y cols., el año 2009 plantean que, para fines medicolegales, la Ley de Protección al Consumidor en Reino Unido (1987) describe la reserva de todos los registros de pacientes por no menos de 11 años o, alternativamente, hasta que el paciente tenga 26 años. Por tanto, los autores plantean que, si se puede obtener la misma información de los modelos de estudio almacenados electrónicamente, entonces se eliminan los problemas de espacio, el

costo de almacenamiento y el riesgo de daños, al mismo tiempo que se cumplen los requisitos medicolegales.

2.2.3 Ley sobre reserva de registros médicos en Chile

En la ley chilena, se plantean derechos y deberes que tienen las personas en relación con acciones vinculadas a su atención de salud. Esta ley rige al sistema público y privado, donde se indica que la ficha clínica, datos médicos, genéticos u otros de carácter sensible deben ser reservados por el prestador por al menos quince años (Ley 20.584, 2012). Si bien no se hace mención sobre exámenes complementarios como las radiografías o modelos de yeso dental, su utilidad como respaldo de tratamientos, seguimiento del paciente o investigación pericial ha sido documentada (Stevens y cols., 2006; Silva y cols., 2017).

2.3 Fotografía en Odontología

A diferencia de la evaluación mediante exámenes clínicos, las fotografías son accesibles repetidamente en cualquier momento y lugar. El uso de fotografías en formato digital resuelve el problema del espacio físico de almacenamiento necesario para los modelos de yeso, además, permite una rápida transmisión de datos, siendo esto muy beneficioso para la investigación multicéntrica. (Kragt y cols., 2016).

2.3.1 La fotografía como recurso para el tratamiento odontológico

Existe consenso en considerar a la fotografía dental como una parte integral del registro del paciente, al igual que las radiografías, los modelos de estudio y otras imágenes médicas, investigaciones o pruebas (Ettorre y cols., 2006; Ahmad, 2009b). También se plantea que las fotografías son un medio para apreciar lo que se puede lograr con la terapia en curso, graficando el avance tanto para el dentista como para el paciente. Es de gran uso en estética dental, ortodoncia, periodoncia, implantología, tecnología dental y cirugía oral, por nombrar solo algunos ejemplos. (Ahmad, 2009a).

El requisito técnico por excelencia de una imagen es que sea nítida, enfocada, con balance de color y exposición adecuados. Según Ahmad en el año 2009, existen dos características que son esenciales para una fotografía intraoral útil. La primera es la

reproducción correcta del *color*, que también incluye la exposición adecuada, y la segunda es la *resolución* suficiente para registrar tanto los detalles de los tejidos blandos como los duros.

La reproducción cromática correcta de los tejidos blandos y duros de la boca permite distinguir entre tejido sano y tejido enfermo y también permite registrar cambios patológicos o cambios de coloración (Jerrold y cols., 2019). Por otro lado, la resolución es fundamental para el diagnóstico y seguimiento de la terapia. Si la imagen resultante carece de detalles finos y resolución, tiene poca utilidad clínica y no es más útil que una radiografía de mala calidad (Ahmad, 2009a).

2.3.2 Confiabilidad y validez de las fotografías en odontología

La confiabilidad nos indica si la aplicación repetida de un instrumento genera los mismos resultados en diferentes circunstancias, y expresa la proporción de error aleatorio inherente a la medición. Por otro lado, la validez indica la capacidad de un instrumento para medir lo que debe medir, es decir, si el resultado de la medición expresa con precisión la realidad y la proporción de error sistemático de la prueba (Carvajal-Carrascal, 2012). Por tanto, para que una fotografía sea confiable y válida, los elementos que la componen deberían poder medirse en distintos momentos obteniendo una precisión adecuada de la realidad.

2.4 Cámaras réflex en fotografía dental

Las cámaras réflex digitales de lente único o *DSLR*, son aceptadas como las más versátiles y compatibles para usos y aplicaciones dentales. (Ahmad, 2020). Una de las ventajas de las cámaras réflex es la opción de intercambiar lentes con longitud focal fija, lo que permite estandarizar la toma fotográfica. Estos se seleccionan según el tipo de aplicación fotográfica, por ejemplo, macro, retrato, paisaje, deporte, vida silvestre, etc. (Ahmad, 2009c, Johnston, 2020). Otra ventaja de las cámaras réflex es que lo que se ve en el visor, o sea, el encuadre, es lo mismo que se registra en la fotografía, debido a que el objetivo, sensor y visor están en el mismo eje, siendo proyectada la imagen al visor a través de un pentaprismo (figura 1).

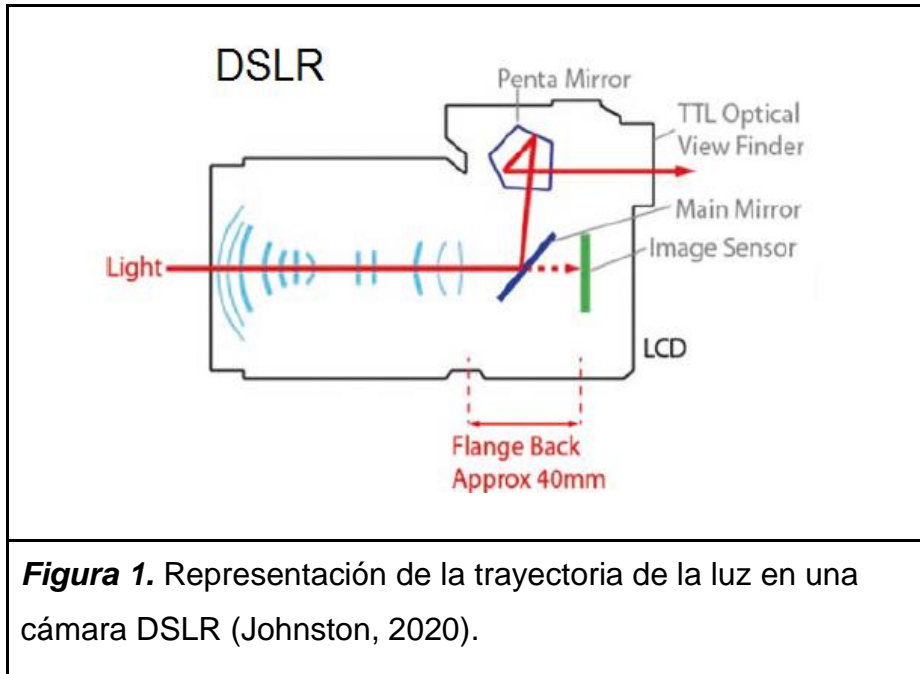


Figura 1. Representación de la trayectoria de la luz en una cámara DSLR (Johnston, 2020).

2.5 Parámetros de la cámara utilizados en fotografía estandarizada

Dada la similitud entre la fotografía intraoral y la fotografía de modelos dentales de yeso, considerando que comparten objetivos fotográficos análogos, por un lado, la arcada dental y por otro, un registro a escala de esta, es que se ha considerado bibliografía afín sobre la estandarización de ambos métodos.

Barut y Ertlav el año 2011 plantean que, para producir fotografías reproducibles sobre anatomía clínica o microscópica de alta calidad, es esencial estandarizar la iluminación, colocar correctamente el objetivo macroscópico en vistas estándar, evitando la distorsión de la lente y manteniendo las distancias consistentes entre la cámara y el sujeto.

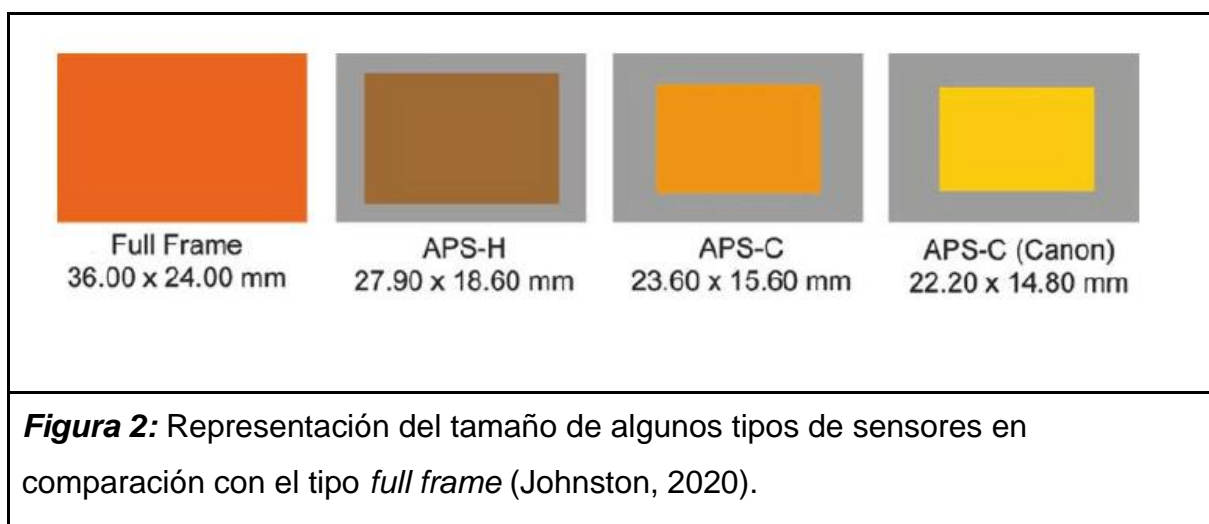
Se mencionan a continuación, los conceptos y parámetros considerados para una toma fotográfica estandarizada a modelos odontológicos de yeso.

2.5.1 Composición y enfoque

Encuadre: Dentro de la composición fotográfica, el encuadre corresponde al acto de elegir una porción de la realidad y capturarla en una fotografía (Vorenkamp, 2016). Se debe considerar no poner la cámara tan cerca del objeto de interés, para no perder

puntos de referencia anatómicos, y tampoco tan lejos como para que el objeto de interés aparezca como un objeto muy pequeño en el fondo (Barut & Ertlav, 2011). En el caso de fotografías intraorales, se sugiere que para *fotografías frontales* el centro de la imagen sea la unión entre el plano oclusal y la línea media entre los primeros incisivos superiores y para *fotografías oclusales* el centro de la imagen de la mandíbula superior sea la unión de una línea horizontal entre los segundos premolares y la mitad del paladar o la línea media entre los primeros incisivos en la mandíbula inferior (Ettorre y cols., 2006).

Campo de visión o Field of View: Corresponde a la parte de la escena que cabe dentro del encuadre, determinado por un lado por el lente objetivo y magnificación, y por otro lado por la cámara y tipo de sensor (Johnston, 2020). Por definición, un sensor *full frame* o de fotograma completo, tiene un factor de recorte de 1.0. Un sensor más pequeño que el fotograma completo “recorta” la imagen a una fracción del fotograma completo, disminuyendo el campo de visión (figura 2). Mediante el enfoque y el posicionamiento, decidimos qué incluir o excluir de ese campo de visión (Vorenkamp, 2016). Ahmad el año 2009 sugiere que en el encuadre de la fotografía intraoral se considere un campo de visión que abarque tantos dientes como sea posible en la composición y que el sensor usado sea al menos APS-C, idealmente *full frame*. El mismo autor, pero el año 2020, plantea un esquema de campo de visión considerando algunos reparos anatómicos importantes de registrar (figura 3).



Enfoque: Una cámara con una lente convexa puede enfocar con precisión sólo una distancia a la vez. Dentro de un rango de distancia dado desde el punto enfocado, la falta de nitidez puede ser imperceptible, este rango se denomina "profundidad de campo". La profundidad de campo o *Depth of Field* (DoF) es la distancia entre el objeto más cercano y el objeto más lejano al plano enfocado en una escena que aparecen aceptablemente nítidos en la imagen (Robinson, 2016). En el caso de fotografías intraorales, se debe elegir correctamente el punto de enfoque para que aparezcan todos los dientes nítidos. Wander el año 2016 en su estudio sugiere que es mejor enfocarse en un punto que se encuentre 1/3 detrás y 2/3 adelante del área que se va a fotografiar. Hay que considerar además que para que el enfoque manual tenga éxito, el elemento a fotografiar debe estar paralelo al sensor de la cámara (Robinson, 2016). El enfoque manual es muy útil para capturar imágenes repetidamente con el mismo aumento, por ejemplo, si se establece una distancia focal fija, se tendrá que mover la cámara exactamente a esa distancia para lograr una imagen nítida. Esto significa que se pueden capturar imágenes repetidamente a la misma distancia y aumento (Jakowenko, 2009). Se sugieren los siguientes puntos de enfoque:

- Fotografía frontal: El punto de enfoque debe establecerse en las cúspides de los caninos para garantizar la máxima profundidad de campo (Ahmad, 2020). Todos los dientes frontales, y al menos los primeros molares, deben ser visibles en la vista frontal intraoral (figura 3) (Ettorre y cols., 2006)
- Fotografía Oclusal Superior e inferior: El punto de enfoque está en la superficie oclusal de los segundos premolares tanto en el maxilar inferior como en el superior (figura 3) (Ettorre y cols., 2006; Ahmad.I, 2020).

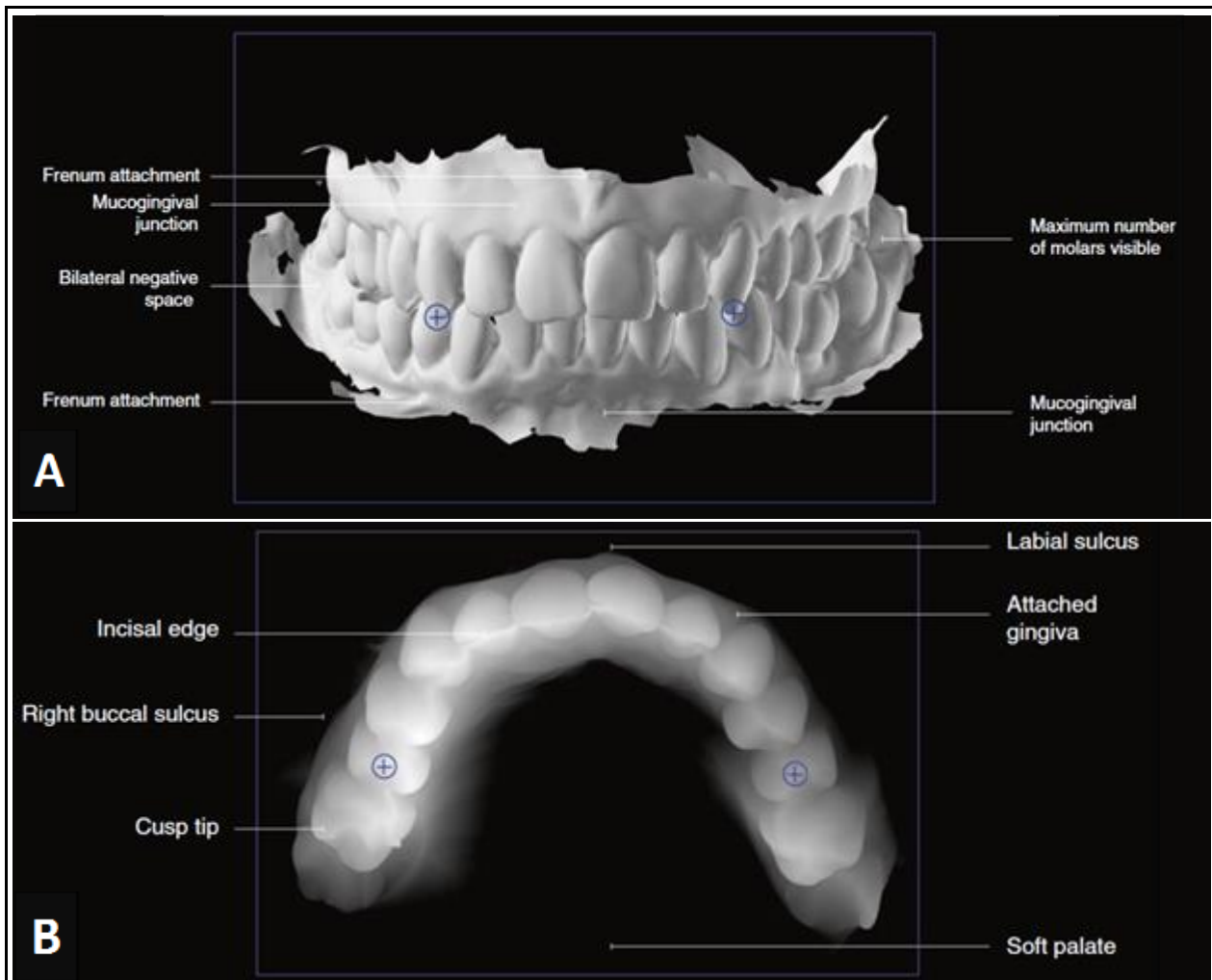


Figura 3: Representación del encuadre considerado para una fotografía intraoral. Dentro del rectángulo azul se representa el campo de visión para composiciones intraorales **(A)** frontales y **(B)** oclusales. Se representa además el POF o punto de enfoque (círculos con cruz azul) para fotografías frontales y oclusales donde se consigue la máxima profundidad de campo (Ahmad, 2020).

Profundidad de campo o Depth of field (DoF): La profundidad de campo es la zona de distancia dentro de la fotografía que aparece con un enfoque nítido de adelante hacia atrás. Como regla general, un tercio de DoF está delante del punto de enfoque; los otros dos tercios están detrás. La zona de enfoque puede ser pequeña (DoF poco profunda) o grande (DoF profunda), siendo la apertura del diafragma (número f) su principal factor que afecta, donde cuando mayor sea el número f o menor sea el tamaño del diafragma, más profunda será la DoF (figura 4.c). Otros factores que afectan a la DoF son la distancia del sujeto a la cámara, donde cuanto más cerca

estemos del sujeto enfocado, menos profunda será la DoF (figura 4.b), y la distancia focal del objetivo, donde a mayor distancia focal, menor será el DoF (figura 4.a). Como el objetivo de la fotografía médica es capturar con nitidez todos los detalles del sujeto, en este caso la boca y sus estructuras, la distancia objetivo-sujeto necesaria para conseguir un correcto encuadre es corta, por lo tanto, el rango de enfoque nítido será estrecho (Johnston, 2020).

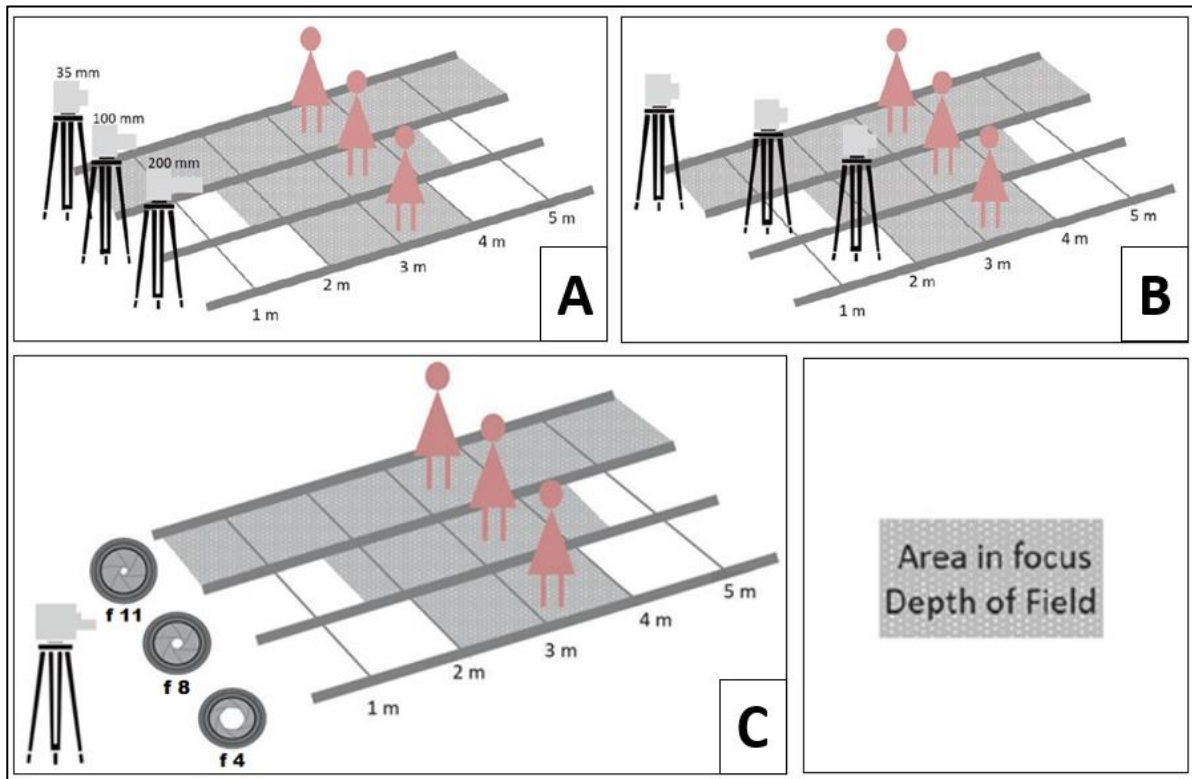


Figura 4: Imagen adaptada que representa los factores que influyen y determinan la profundidad de campo **(A)** Tipo de lente objetivo **(B)** Distancia lente objetivo **(C)** Diafragma o número f (Johnston, 2020)

Objetivos fotográficos: El objetivo es la parte de la cámara que dirige los rayos de luz hacia el sensor, consta de un lente o sistema de lentes por el que pasa la luz. (Malacara., 2015). La luz que entra al lente converge en un punto llamado punto de convergencia (figura 5), antes de impactar en el sensor (Ahmad, 2020). La *distancia focal* es la distancia en milímetros entre el punto de convergencia de la luz dentro de la lente y el plano del sensor digital, donde se captura la imagen (figura 5). Esta distancia determina el comportamiento óptico del lente (Ahmad, 2020).

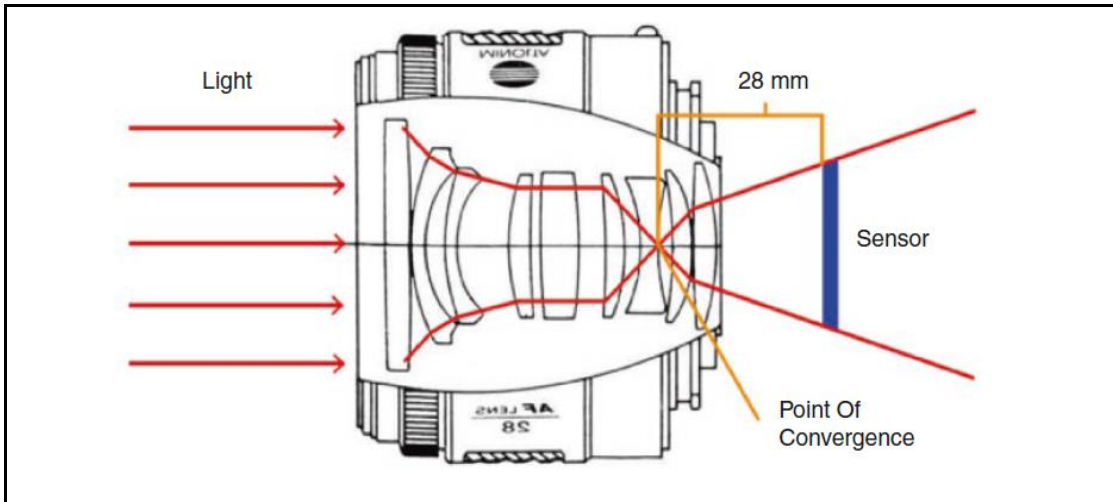


Figura 5: Imagen adaptada donde se muestra un lente de distancia focal de 28 mm. Se destacan el punto de convergencia y el sensor como límites de la distancia focal en cada lente objetivo (Johnston, 2020)

El objetivo de 50 mm es el que más se asemeja a la visión humana y se toma como referencia (Robinson, 2016). Los puntos de convergencia de los lentes mayores a 50 mm están más lejos del sensor, esto produce un *campo de visión más estrecho*, ya que a medida que aumenta la distancia focal de los lentes objetivos, se van estrechando los ángulos de visión (figura 5). También, a mayor distancia focal, se produce un *DoF* más estrecho y una ampliación de objetos remotos (Robinson 2016).

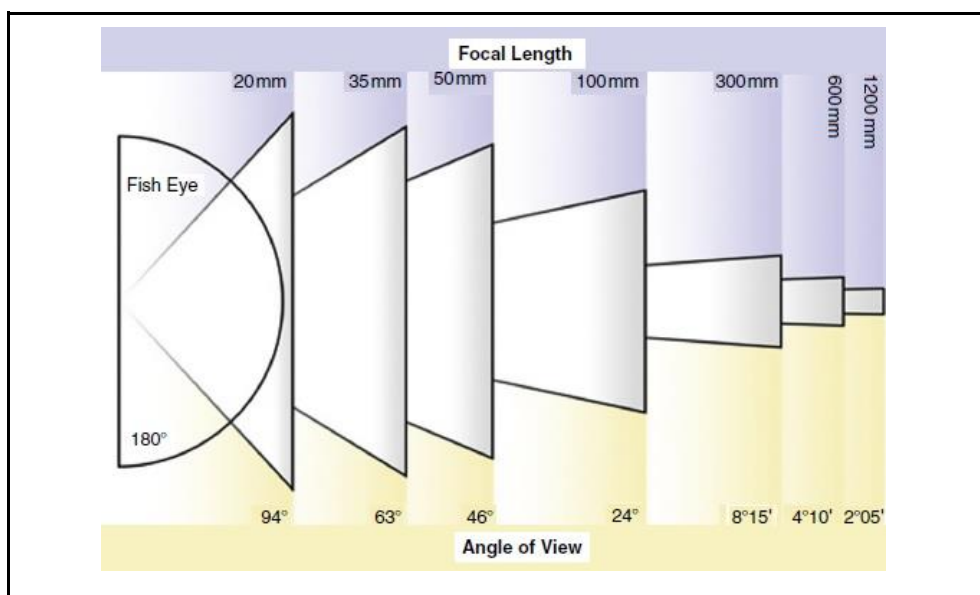


Figura 6: Esquema que representa los ángulos de visión según la distancia focal de los distintos lentes objetivos (Robinson, 2016).

Para fotografía dental intraoral, el lente macro con distancia focal fija de 100 mm es ampliamente recomendado (Ettorre y cols., 2006; Instituto de Ilustradores Médicos [IMI], 2008; Gaujoux y cols., 2016; Ahmad, 2020). Es importante recalcar que cuando se necesita ampliar objetos pequeños para llenar el marco de una fotografía, será necesario usar lentes macro, que son los ópticamente más competentes para el trabajo de primeros planos claros y nítidos, y que además tienen la capacidad de preseleccionar relaciones de aumento (Robinson, 2016).

Magnificación: La relación de aumento, magnificación o *magnification ratio* en la fotografía digital se refiere a la relación que existe entre el tamaño de la imagen proyectada en el sensor y el tamaño real del objeto (Robinson, 2016). Una lente macro tiene la capacidad de enfocar desde el infinito hasta una ampliación de 1:1, lo que significa que el tamaño de la imagen en la vida real es del mismo tamaño que se reproduce en el sensor. Una magnificación de, por ejemplo, 1:5 significa que la imagen registrada en el sensor es 5 veces más pequeña que en la vida real (Robinson, 2016; Ahmad. I, 2020)

2.5.2 Triángulo de Exposición

Obtener la exposición correcta es uno de los aspectos fundamentales de la fotografía. La exposición consiste en dejar que la cantidad adecuada de luz llegue al sensor de la cámara. Los factores que contribuyen a la exposición son la velocidad de obturación, apertura (número f) y la sensibilidad del sensor (ISO).

Apertura o número f: Es la apertura del diafragma o iris que permite el paso de la luz hacia el sensor sensible a la luz. El centro del diafragma está alineado con el eje óptico del sistema de lentes. (Johnston, 2020). La apertura restringe el diámetro del iris de la lente y define la profundidad de campo. Su grado de apertura se identifica con la letra *f*, cuanto mayor sea el número *f*, más pequeño será el iris de la lente y más amplia la profundidad de campo (Gaujoux y cols., 2016). La apertura de la lente se puede controlar y cambiar para maximizar la profundidad de campo (profundidad de enfoque o rango de enfoque nítido) aumentando el número de dientes que aparecen claramente enfocados en la imagen final (Wander, 2016). Para una

profundidad de campo adecuada en fotografías intraorales se recomiendan los ajustes de apertura máxima, o sea las aperturas más pequeñas, f 22 y superiores (Ettorre y cols., 2006; Gaujoux y cols., 2016, Wander, 2016, Ahmad, 2020).

Velocidad de obturación: La velocidad de obturación corresponde al tiempo de exposición preseleccionado en el que el obturador (pieza de la cámara que en las cámaras DSRL "abre" el paso de la luz) permanece abierto para que el sensor pueda recibir luz con la información de la imagen (Gaujoux y cols., 2016; Ahmad, I. 2020). Para fotografías intraorales, se sugiere utilizar velocidades de obturación por encima de 1/100 segundos (Gaujoux y cols., 2016). Si se va a utilizar un flash, a velocidades de 1/200 segundos se va a exponer completamente el sensor a la luz, por lo tanto, la velocidad ideal es entre 1/125 y 1/250 segundos (Ahmad, 2020)

Sensibilidad ISO/ASA: El valor ISO define la sensibilidad del sensor a la luz. Cuanto mayor sea la sensibilidad ISO, más sensible será el sensor a la luz, pero menor será la calidad de la imagen. Se perderán detalles como resultado del ruido de la imagen ya que la foto se vuelve "granulada" (Gaujoux y cols., 2016). Hoy en día, cámaras con sensor APS-C generan poco ruido incluso con un ISO de 3200 (Jhonston, 2020). Siempre se debe usar el ISO más bajo posible para obtener la mejor calidad de imagen, con menos grano, mejor color y un rango dinámico más amplio. Para obtener la exposición ideal en la fotografía dental con flash se sugiere un rango ISO entre 100 y 200 (Ahmad, 2020)

2.5.3 Flash e iluminación:

Al usar un flash, se puede obtener una cantidad constante de luz, siempre de la misma temperatura de color. La luz del flash tiene una temperatura de color similar a la luz del día (4.600-6.400 K), por lo que los cambios de luz durante el día no afectarán el resultado final (Johnston, 2020). Los flashes anulares se colocan directamente en la parte frontal del objetivo y emiten una iluminación uniforme (360°) sin sombras, especialmente en las regiones posteriores más oscuras de la boca donde el acceso a la luz está restringido por las mejillas y los labios circundantes, lo que podría dificultar la observación de las estructuras (Solesio y cols., 2009; Ahmad, 2020). Para

imágenes intraorales, el flash de luz anular proporciona una iluminación adecuada, uniforme y sin sombras (Ettorre y cols., 2006; Wander, 2016).

2.5.4 Resolución y sensor

Resolución: La resolución o nitidez corresponde al nivel de detalle que podemos apreciar en la imagen. Habrá mayor resolución cuando mayor sea la densidad de celdas de píxeles por unidad de superficie y por lo tanto menor superficie por celda (Fernandez, 2021). La densidad de píxeles indica cuántos millones de píxeles caben o cabrían en un cm cuadrado del sensor (Johnston, 2020). Si bien píxeles más grandes (menor densidad) generan una relación señal-ruido más favorable, generando un rango dinámico más amplio, esto marca la diferencia en imágenes que combinan zonas muy oscuras con zonas muy iluminadas o en las que las condiciones de luz no son buenas (Digital Camera Database, 2021). En igualdad de condiciones, la densidad de píxeles del sensor define la calidad de la imagen capturada (Johnston, 2020), donde los píxeles más pequeños (mayor densidad) proporcionarán resoluciones más altas (más detalles) para un tamaño de sensor dado (Digital Camera Database, 2021). Considerando entonces que el ruido siempre estará presente y priorizando una mayor resolución o nitidez de la imagen, se preferirá mayor densidad de píxeles procurando disminuir el factor ruido usando valores ISO bajos y favoreciendo la captación de luz en el sensor usando un flash.

Píxeles: Un píxel es la unidad direccionable más pequeña de una imagen digital y el elemento físico más pequeño de un dispositivo de visualización digital que el ojo puede discernir. En un sensor, un píxel es un fotosito, el elemento semiconductor independiente más pequeño que puede absorber fotones y liberar electrones, o sea capturan la luz y la convierten en datos (Johnston, 2020). Para fotografía intraoral se sugiere como mínimo una cantidad de 18 Megapíxeles (MP), ojalá mayor, dependiendo del tamaño físico del sensor (Ahmad, 2020).

Sensor: Un sensor es la parte clave de la cámara que captura una imagen óptica y la convierte en digital, o sea digitaliza imágenes ópticas. Esto lo realiza convirtiendo la luz entrante en señales electrónicas. Físicamente, un sensor es una matriz de

pequeños píxeles (Johnston, 2020). En la actualidad, los sensores se fabrican con la tecnología CMOS (Semiconductor complementario de óxido de metal) el cual ha desplazado al tradicional CCD (dispositivo de carga acoplada), ya que es una tecnología más cómoda y su calidad ha alcanzado niveles comparables o incluso mejores que los CCD (Johnston, 2020). Por otro lado, si bien lo ideal sería tener el sensor más grande posible ya que así se asegura la mayor captación de luz posible, el sensor es caro de construir, por lo que las cámaras más asequibles utilizan sensores más pequeños. Las cámaras con sensor APS-C podrían ser adecuadas para la mayoría de las aplicaciones de fotografía médica (Ahmad, 2020), ya que si bien produce un "recorte" de la imagen en relación con el tipo *full frame* (figura 7), mantiene la relación 3:2 heredada de la antigua película de 35 mm y pueden capturar poco ruido incluso con poca luz a ISO 3200 (Johnston, 2020).

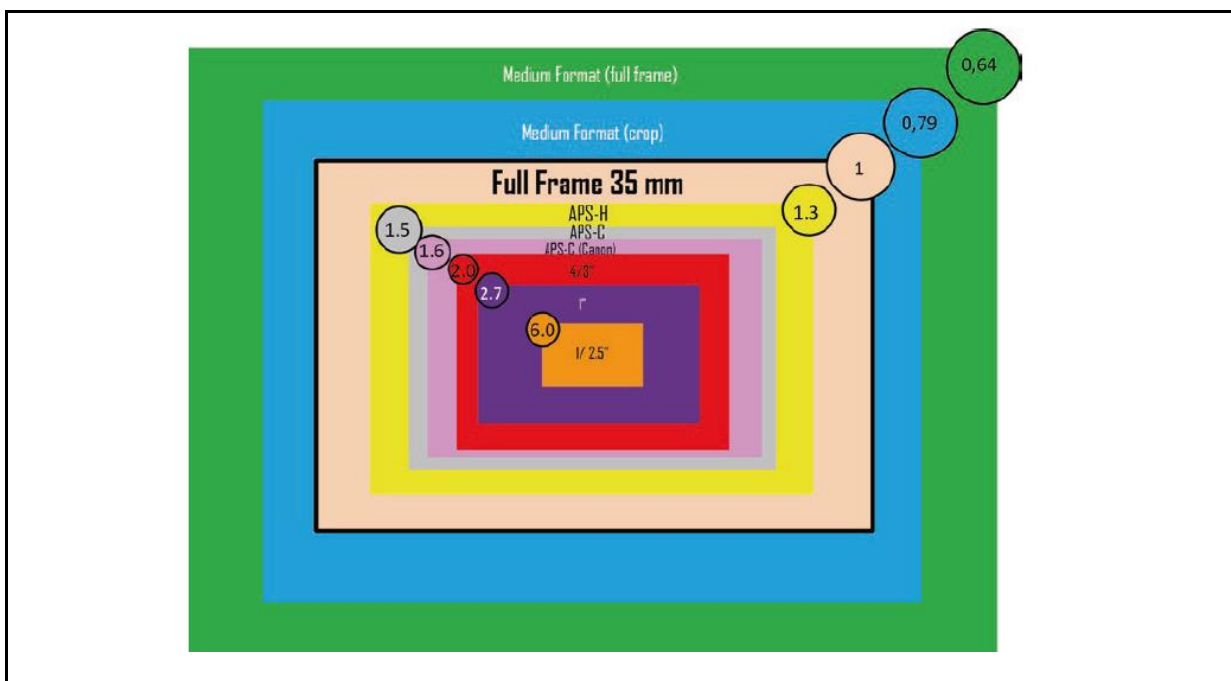


Figura 7: La imagen representa los tipos de sensores y sus factores de recorte asociados. Las cámaras con sensores más pequeños que el *full frame* recortan la imagen a una fracción de lo que podría haber sido la imagen a fotograma completo, o sea que reducir el tamaño del sensor reduce el ángulo de visión. El formato APS-C (23,6 × 15,6 mm) tiene un factor de recorte de 1,53 (Johnston, 2020).

2.5.5 Accesorios

Regla/Escala: La inclusión de una escala en la fotografía permite evaluar el tamaño de una muestra (Edwards, 1988; Wright y Golden, 2010). La escala debe cubrir el área de interés, pero no debe ser demasiado grande (Edwards, 1988). Es importante colocar la escala en el mismo plano que el punto de enfoque; de lo contrario, no será necesariamente nítida o precisa. (Barut & Ertlav, 2011).

Fondo: Para fotografía clínica se prefieren fondos que no distraigan la atención del motivo principal, siendo los colores adecuados el negro, gris, azul y blanco, procurando que estos sean de un material mate sin arrugas (Wander, 2016). Si bien autores se inclinan por los fondos de terciopelo negro argumentando que tienen la ventaja de reducir los reflejos y las sombras (Ahmad, 2020), también hay otros que se inclinan por un fondo gris medio, argumentando que refleja el 18% de la luz que llega, nivel considerado como neutro en la exposición fotográfica (Solesio, 2009).

2.6 Fotogrametría estandarizada a modelos dentales de yeso

Diversos estudios han propuesto mediciones fotogramétricas y estandarizaciones de la cámara en toma de fotografías intraorales o de modelos de yeso odontológico para distintos fines (Nollet y cols., 2004., Malik y cols., 2009, Al-Khatib y cols., 2011, Normando y cols., 2011, Jackson y cols., 2019, Bertl y cols., 2019). De los autores consultados, tres son los que más se ajustan al objetivo de este estudio y se presentan a continuación.

2.6.1 Medición de índice Goslon Yardstick en fotografías de modelos de yeso dental.

Nollet y cols., en el año 2004, investigaron la confiabilidad del uso de fotografías de modelos de estudio como una alternativa a la medición directa sobre los modelos de yeso para calificar las relaciones del arco dental. Como método de estudio se clasificaron los modelos de yeso según índice Goslon Yardstick, que define la necesidad de tratamiento en una clasificación que va del uno al cinco, donde una

puntuación de 1 o 2 significa una relación anteroposterior favorable que no requiere tratamiento de ortodoncia; una puntuación 3 significa que se requiere un tratamiento de ortodoncia complejo (generalmente una situación anterior de vis a vis); en una puntuación 4 podría ser necesaria una cirugía; y una puntuación de 5 significa una relación anteroposterior muy desfavorable para la corrección ortodóncica y requeriría cirugía ortognática. Cuatro examinadores realizaron las mediciones directas e indirectas a través de fotografías; se realizaron estudios posteriores intra e interclase. Se utilizaron 22 pares de modelos de estudio de niños con labio y paladar hendido unilateral completo de 9 años. Se realizaron cinco fotografías: una frontal, laterales izquierda-derecha y oclusales superiores e inferiores (figura 8). Se utilizó una cámara Nikon D1 y lente AF Micro Nikkor lente de 60 mm/1:2.8, con una distancia objetivo-sujeto de 30 cm. Se concluyó que el uso de fotografías de modelos es un método consistente y reproducible para clasificar el tipo de tratamiento necesario a través del método Goslon Yardstick en niños de 9 años.

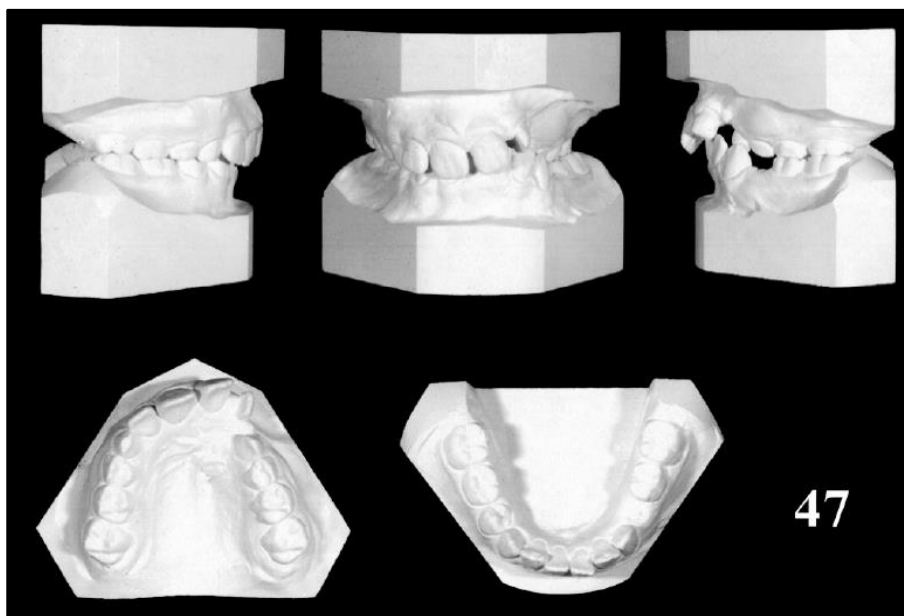


Figura 8: Cinco vistas de un conjunto de modelos dentales del paciente 47. (Nollet y cols., 2004)

2.6.2 Fotografía a modelos de yeso con fines medicolegales

Malik y cols. el año 2009 evaluaron la posibilidad de obtener la misma información a partir de modelos dentales de yeso y fotografías de estos para fines medicolegales.

Se evaluaron 9 parámetros, entre los que destacan la clasificación de Angle, overjet, overbite, relación molar y relación canina. Las mediciones directas y fotogramétricas se realizaron en un orden aleatorio y a través de medición en milímetros. Tres examinadores realizaron las mediciones directas y a través de fotografías, realizándose estudios intra e interclase posteriores. Se utilizaron treinta conjuntos de modelos de estudio escogidos de forma no aleatoria de pacientes del área de ortodoncia tratados en la Universidad de Manchester, Reino Unido. Se realizaron cinco fotografías: una frontal, laterales izquierda-derecha y oclusales superiores e inferiores (figura 9). Se utilizó una cámara Fujifilm Finepix S3 Pro y lente Nikon Macro Speedlight 60 mm / 1: 2.8D. La distancia del objeto al lente fue de 30 cm. Los resultados del estudio sugieren que la información clínica obtenida de las fotografías a modelos dentales de yeso es comparable con la obtenida de manera directa sobre los mismos. Se concluye que los parámetros registrados son adecuados para escribir un informe médico legal.

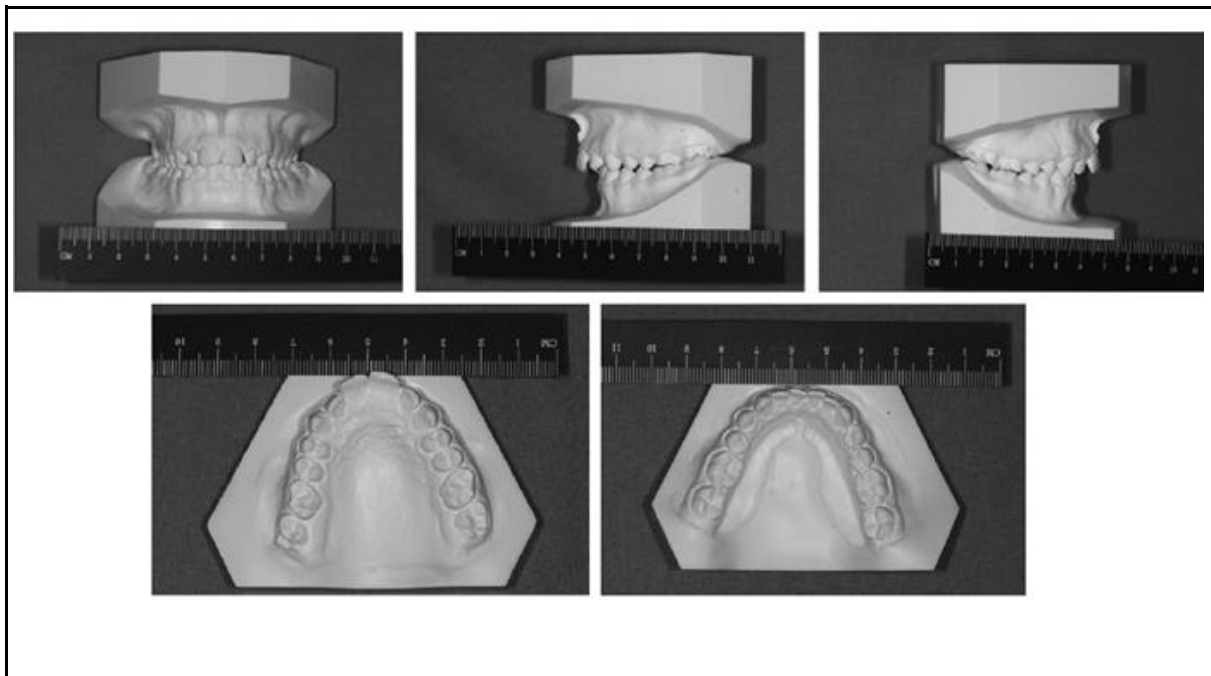


Figura 9: Fotografías anterior, izquierda y derecha (en oclusión) y oclusales maxilar y mandibular de los modelos de estudio (con regla milimétrica) (Malik y cols., 2009).

2.6.3 Fotografía a modelos de yeso para clasificación de Angle y líneas medias dentales

Jackson y cols., el año 2019 evaluaron la capacidad de los ortodontistas para diagnosticar con precisión la clasificación de Angle y las líneas medias dentales utilizando fotografías intraorales estandarizadas. Para una estandarización más precisa de las angulaciones de la cámara se utilizaron fotografías a modelos odontológicos de yeso. Se utilizaron doce modelos dentales de yeso obtenidos previo al tratamiento de pacientes de la Clínica de Ortodoncia de Graduados de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill. Se realizaron dos tipos de fotografías: una frontal con incidencia perpendicular en la zona de la tronera incisal y otra oclusal, perpendicular a la tangente entre la cúspide canina y la cúspide DV del primer molar mandibular (figura 10). Se incluyeron imágenes con distinto tipo de angulación fotográfica. Se utilizó un zócalo giratorio diseñado exclusivamente para el estudio y las imágenes incluyeron una regla milimetrada. Para la toma fotográfica se utilizó una cámara Canon T3i DSLR con trípode, un flash en anillo Canon MR-14EX y un lente Canon EF 100 mm f / 2.8 IS. Se utilizó una distancia estandarizada a 31 cm. Se compartieron 36 imágenes únicas con 4 copias para establecer la confiabilidad intra-evaluador. El orden de las imágenes presentadas se aleatorizó utilizando un generador de números aleatorios. Tres evaluadores analizaron los modelos, esta medida se consideró como la *gold estándar*. Por otro lado, 192 examinadores pertenecientes a la *American Association of Orthodontists* evaluaron la líneas medias y clasificación de Angle molar y canina en cada una de las fotografías ordenadas aleatoriamente. Se concluyó que es probable que la precisión en el análisis de las fotografías a modelos dentales de yeso con fines diagnósticos no sea superior al 80%. A medida que la angulación de la cámara se vuelve menos ideal, por ejemplo, una variación de 15 grados en la clasificación de Angle o 4 grados en la clasificación de las líneas medias, es probable que disminuya la precisión.

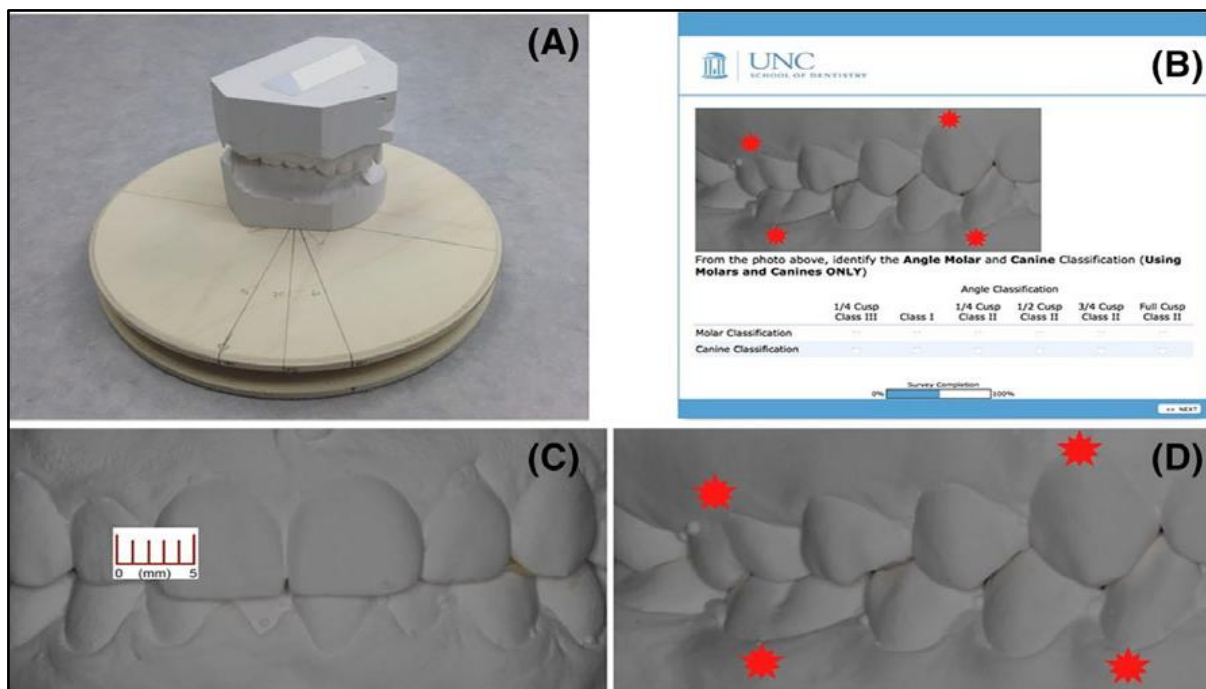


Figura 10: (A) Zócalo giratorio para fotografías estandarizadas (B) ejemplo de una pregunta de precisión diagnóstica presentada utilizando el software Qualtrics (C) ejemplo de una imagen utilizada para la clasificación de línea media (D) ejemplo de una imagen utilizada para la clasificación de Angle (Jackson y cols., 2019).

Si bien, los estudios presentados han obtenido resultados favorables respecto a la clasificación y determinación de necesidades de tratamiento, no se ha estudiado aún la confiabilidad y validez de la fotogrametría digital de fotografías a modelos odontológicos de yeso en comparación con las mediciones directas sobre estos. Además, si bien se declaran los parámetros utilizados en la toma fotográfica estandarizada, tales como la distancia o lente objetivo usado, tipos de cámara, tipo de sensor o puntos de enfoques, estos se declaran sin necesariamente argumentar el porqué de su uso en este tipo de fotografías.

Es por esto que el presente estudio busca definir en detalle la configuración de los parámetros de la cámara fotográfica y encuadre de la imagen necesarios para determinar cuál es la mejor forma de hacer una fotografía de modelo dental de yeso donde, las medidas obtenidas en ella mediante fotogrametría, sean fieles a la

medición directa sobre los mismos, pudiendo ser usadas y replicadas por el/la odontólogo/a en cada uno de los registros de modelos odontológicos de yeso de sus pacientes, para diversos fines profesionales y de investigación, considerando el tipo de cámara, accesorios y espacio físico en el que se desempeñan.

3. HIPÓTESIS

La determinación de parámetros de la cámara fotográfica y encuadre adecuado, permiten estandarizar la obtención de imágenes para fotogrametría de modelos odontológicos de yeso.

4. OBJETIVO GENERAL

Estandarizar los parámetros de la cámara fotográfica y encuadre de la imagen para fotogrametría de modelos odontológicos de yeso.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

5.1 Determinar el encuadre y los parámetros de la cámara fotográfica a comparar

5.2 Medir de manera directa en los modelos de yeso las distancias a estudiar

5.3 Medir mediante fotogrametría las distancias a estudiar en las fotografías tomadas con lentes macro de 50 mm y 100 mm, y sus parámetros respectivos

5.4 Comparar las medidas obtenidas de forma directa con las obtenidas por fotogrametría, en las fotografías tomadas con los objetivos macro de 50 mm y 100 mm, para cada par de modelos de yeso analizado.

6. METODOLOGÍA

Para comprobar la hipótesis propuesta se llevó a cabo un estudio observacional analítico.

6.1 Descripción de la muestra

Los modelos de yeso fueron seleccionados mediante método no probabilístico y correspondieron a registros de hombres y mujeres con dentición mixta segunda fase o dentición permanente.

Se usó la siguiente fórmula para estimar el tamaño muestral necesario para las mediciones de distancias en modelos dentales de yeso (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” será el número de la muestra, “Z” el nivel de confianza (99%), “δ” la desviación estándar (1 mm) y “E” el error máximo (0.3 mm).

Como se realizaron dos medidas en el modelo maxilar y una en el modelo mandibular, se necesitarán 25 pares de modelos para que la muestra sea significativa. A través del software G*Power se determinó un poder estadístico de 0.8.

El tamaño de la muestra correspondió a 64 pares de modelos, que, tras ser medidos y fotografiados, se les aplicó criterio de inclusión y exclusión quedando finalmente 38 pares de modelos seleccionados, con los cuales se desarrollaron los resultados.

El diseño original del estudio consideraba una muestra de pacientes de la Clínica de Ortodoncia del Programa conducente al Título Profesional de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Dento Máxilo Facial, pero debido a la contingencia nacional por la pandemia de COVID-19, se utilizarán modelos de yeso del investigador responsable del PERIODO al que se adscribe el trabajo.

6.1.1 Criterios de inclusión:

- Modelos dentales pares (ambos maxilares) de hombres y mujeres con dentición mixta segunda fase o dentición permanente.
- Par de modelos dentales con integridad total de al menos 1 diente incisivo central.
- Par de modelos dentales con integridad total de ambos dientes caninos inferiores.

6.1.2 Criterios de exclusión:

- Modelos dentales con dientes centrales superiores fracturados o ausentes
- Modelos dentales con dientes centrales superiores con burbujas en el margen gingival o borde incisal
- Modelos dentales con dientes caninos inferiores fracturados, con atrición o ausentes

Los modelos se colocaron en un orden aleatorio y se anonimizaron utilizando un código alfabético.

6.2 Medidas y puntos de referencia a considerar

Se realizó medición directa de los modelos y fotogrametría aplicada sobre las fotografías de éstos. Las medidas directas fueron tomadas por un solo operador experto (Tutor asociado) debido al contexto de pandemia en que nos encontramos. Las mediciones que se consideraron en este estudio fueron las siguientes:

6.2.1 En maxilar

- a. Desde una vista frontal, altura de la corona del incisivo central superior derecho. Medida desde el cenit gingival hasta el borde incisal, paralelo al eje mayor del diente (figura 11).
- b. Desde una vista oclusal, ancho de la corona del incisivo central superior derecho. Medida desde la parte más distal visible hasta la más mesial visible (figura 11).

*Cabe recalcar que si el incisivo central superior derecho presentaba algún criterio de exclusión y el incisivo central superior izquierdo estaba en óptimo estado, la medición se realizó sobre este último tanto de forma directa como indirecta a través de fotogrametría.

6.2.2 En mandíbula

- a. Desde una vista oclusal, distancia intercanina inferior. Medida desde la punta de la cúspide canina derecha hasta la punta de la cúspide canina izquierda (figura 11).

Se usaron estas distancias porque son de interés odontológico, son fáciles, objetivas y posibles de medir, además han sido utilizadas en estudios similares (Malik y cols., 2009, Al-Khatib y cols., 2011, Bertl y cols., 2019). Cabe recalcar, que las fotografías intraorales frontales y oclusales son de las más tomadas en tratamientos de ortodoncia (Sandler y cols., 2012).

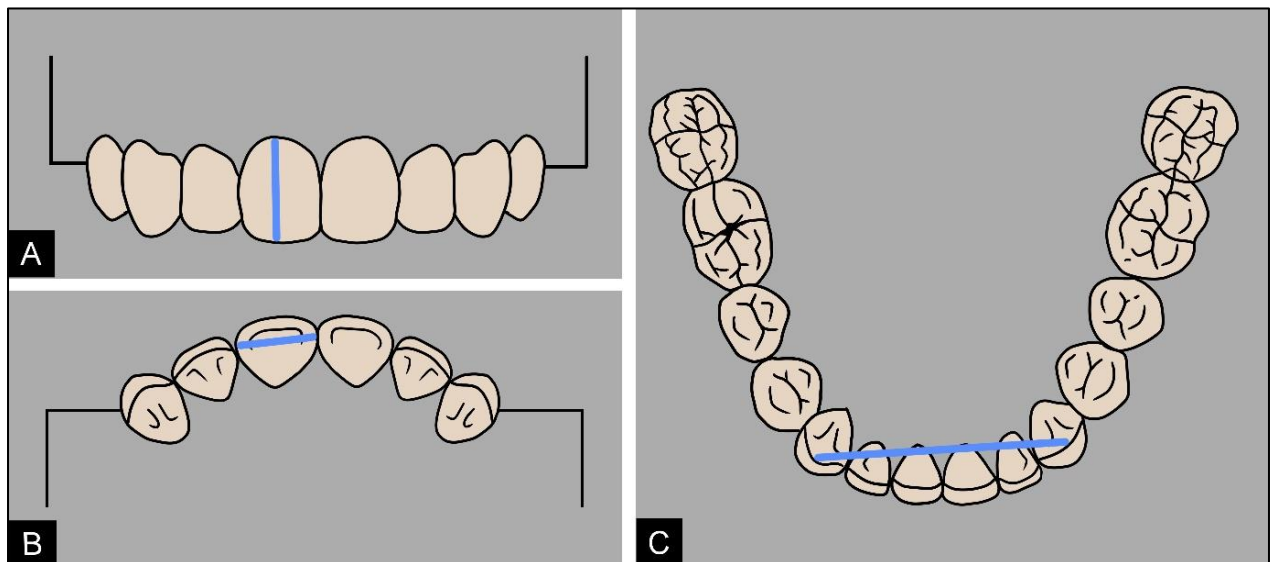


Figura 11: Medidas y puntos de referencia considerados en este estudio **(A)** altura de la corona del incisivo central superior derecho (vista frontal) **(B)** ancho de la corona del incisivo central superior (vista oclusal) **(C)** distancia intercanina inferior (vista oclusal). (imagen dibujada por Nicolás Páez y digitalizada por Matías Pradenas).

6.3 Antropometría directa mediante compas de Korkhaus

Las mediciones directas en los modelos dentales de yeso se hicieron utilizando un compás de Korkhaus (figura 12). Se realizó tres veces cada medida y se sacó un promedio. Las mediciones se registraron en una hoja de cálculo de Google.

Una vez efectuadas las mediciones con antropometría directa, se procedió a la toma de fotografías de los modelos dentales de yeso.

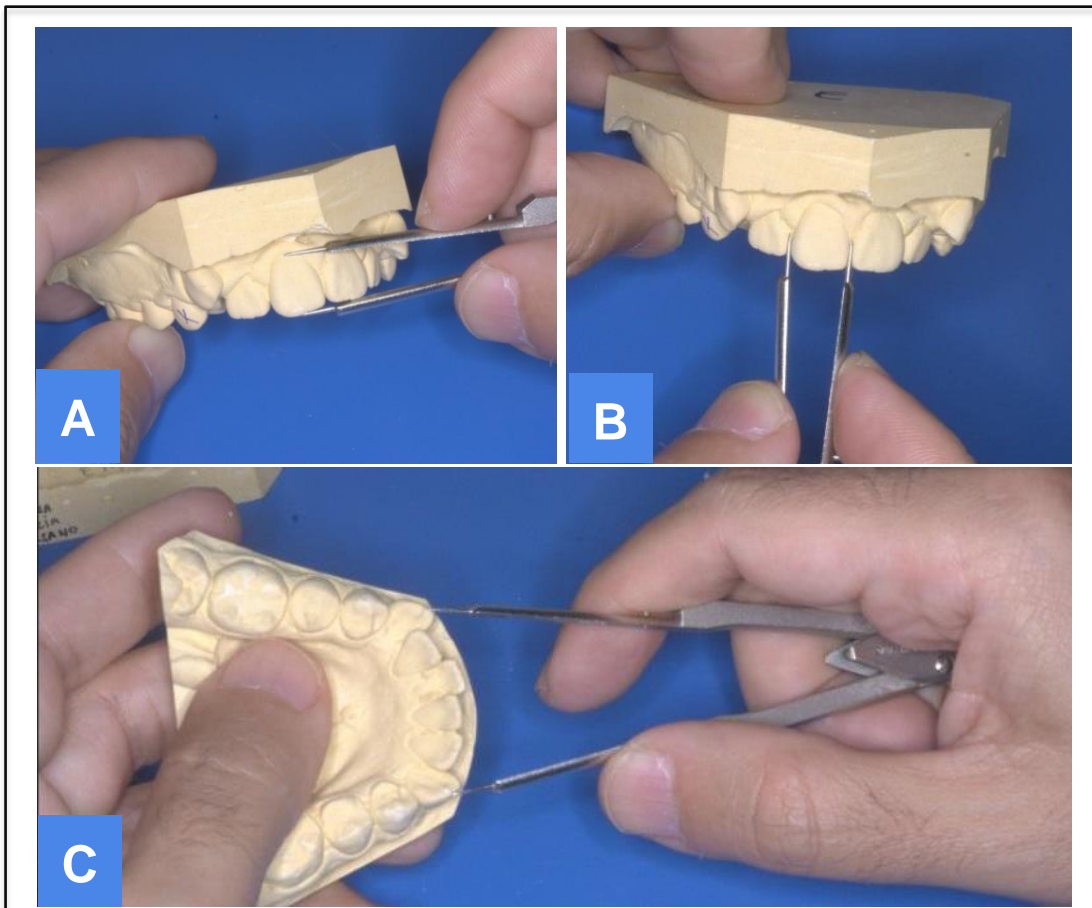


Figura 12: Mediciones directas a modelos dentales con un compás de Korkhaus (A) altura incisivo central (B) ancho incisivo central (C) distancia intercanina inferior (fotografías tomadas por Juan Ignacio Ramírez).

6.4 Fotografía estandarizada a modelos odontológicos de yeso

Las fotografías las tomó el mismo operador que realizó la medición directa de los modelos, el tutor asociado de este trabajo, ya que él tenía los modelos y, al encontrarse el país en una situación de emergencia sanitaria debido a la pandemia por COVID-19, fue inviable la toma de fotografías por parte de otro u otros operadores.

6.4.1 Cámara fotográfica

Las fotografías fueron tomadas con una cámara réflex digital modelo Pentax KP. Se comparten las especificaciones generales de este modelo para la replicabilidad de este estudio.


	Sensor	Tamaño	APS-C (23,50 x 15,60 mm)
		Proporción	3:2
		Resolución	24,0 megapíxeles (6.016 x 4.000)
		Densidad de píxel	6,65 MP/cm ²
	Formato		JPG y RAW
Velocidad min/máx obturación		1/6000 y 30 seg	
Rango de sensibilidades ISO		100 - 819.200	

Tabla 1: Especificaciones técnicas generales de cámara fotográfica tipo Réflex marca Pentax modelo KP (fotografía tomada por Juan Ignacio Ramírez).

6.4.2 Parámetros utilizados

Parámetros a comparar: Las fotografías realizadas en este estudio consideraron el uso de dos tipos de lentes, un lente macro de 50 mm, ya que su campo de visión es parecido a la realidad, y un lente macro de 100 mm, considerado como el más adecuado en fotografía intraoral. Además, cada tipo de lente se utilizó con 2 tipos de magnificaciones (1:4 y 1:5) que se definieron a partir del encuadre generado a una distancia objetivo-sujeto posible de reproducir en un ambiente clínico-odontológico.

Parámetros fijos: Algunos parámetros se ajustaron según lo indicado en la literatura. Se consideró el uso de la velocidad de obturación más rápida (1/125 segundos) y el ISO más bajo (100) posibles, con apoyo de un flash anular programado en manual. Por otro lado, como el punto de enfoque y la apertura del diafragma determinan la profundidad de campo, fundamental para la nitidez de los puntos a medir, se realizaron dos comparaciones visuales para determinar, por un lado, el tipo de enfoque en fotografías frontales, y por otro, el número *f* a utilizar, todo esto con el fin de lograr fotografías nítidas, de alta calidad y útiles para realizar fotogrametría.

6.4.3 Elección de parámetros de la cámara mediante selección visual

Punto de enfoque en fotografía frontal

Ya que este tipo de fotografía presenta una mayor necesidad de profundidad de campo en comparación con las fotografías oclusales, se realizaron pruebas con ambos lentes macro a usar, mismo número f y distintos puntos de enfoque. Se probó entre enfoque en premolares y caninos, siendo los dientes caninos el punto de enfoque ideal, ya que en ese punto se vieron más nítidos los dientes anteriores. Se pudo constatar, además, que a medida que el punto de enfoque se profundiza hacia los dientes premolares se pierde nitidez en los dientes anteriores. Para el análisis visual se amplió la imagen y se recortó la fotografía, dejando encuadrado sólo el tercio medio e incisal del diente 2.1 y, de esta forma, hacer más notoria la diferencia de nitidez (figura 13).

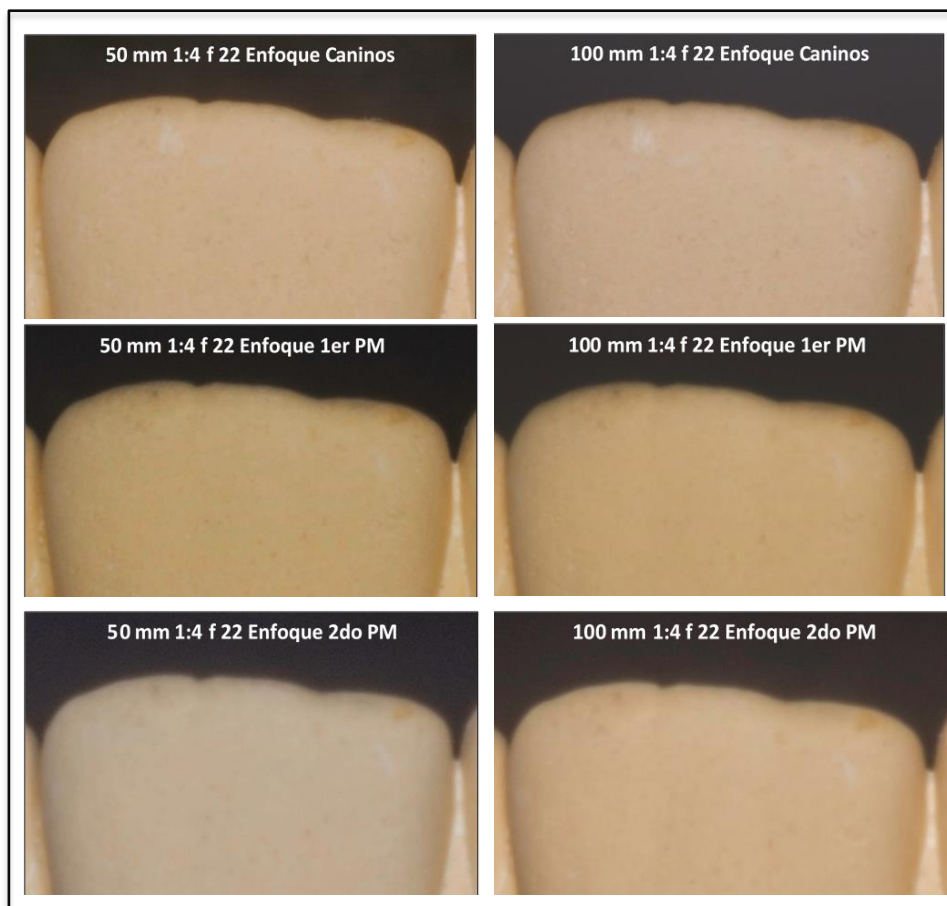


Figura 13: Secuencia de imágenes que describe las pruebas de enfoque realizadas.

Elección de número f en fotografía frontal

Con la intención de que toda la arcada dentaria se vea enfocada en una fotografía frontal a modelos dentales de yeso, se realizaron pruebas con distintos valores de f y objetivos fotográficos, definiendo como el valor óptimo a usar el número $f22$. Se pudo constatar, además, que a medida que disminuye el número f existe más desenfoque en la parte posterior. Las imágenes se ubicaron de tal forma que cada fila corresponde a un mismo número f , donde la imagen de la derecha la forma la fotografía con lente de 100 mm y la parte izquierda la forma la fotografía con lente de 50 mm. Esta disposición permite evidenciar visualmente que a medida que disminuye el número f existe más desenfoque en la parte posterior (figura 14).

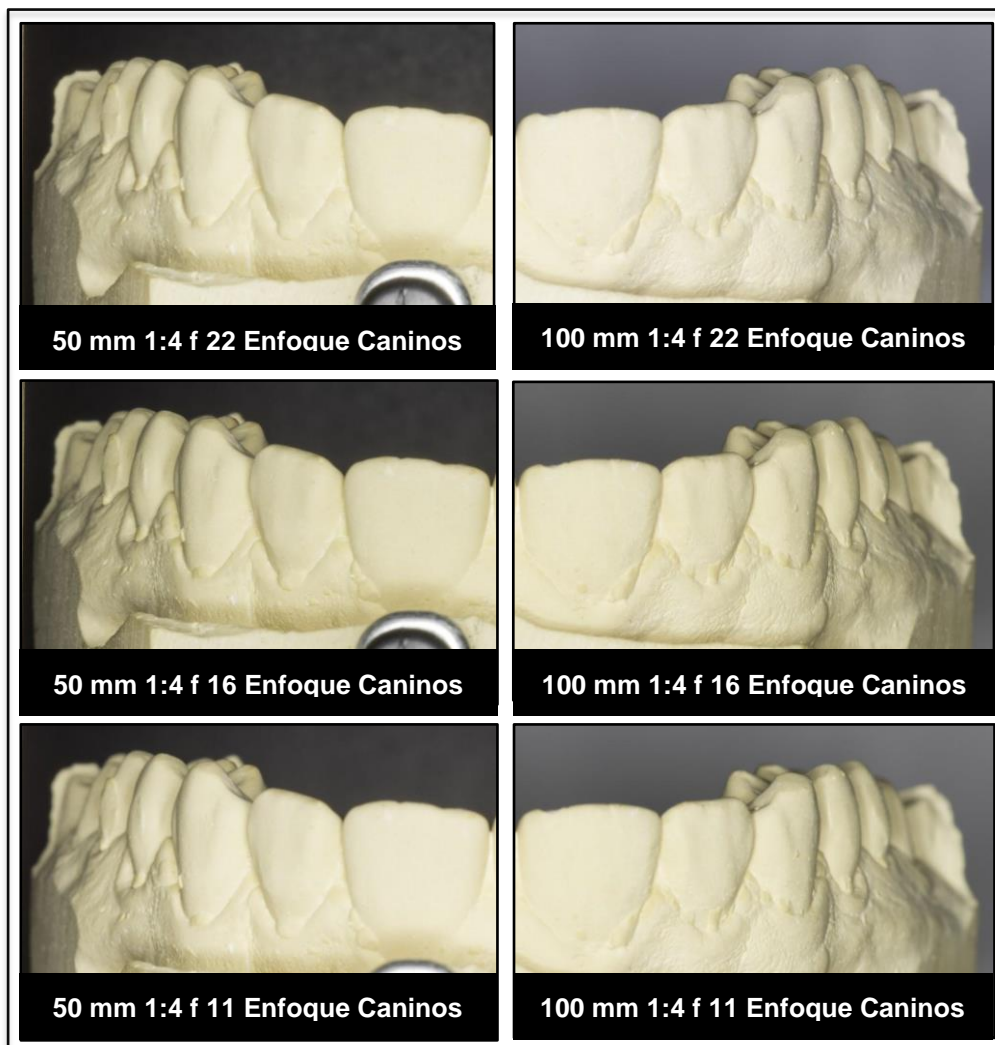


Figura 14: Secuencia de imágenes que describe las pruebas realizadas con distintos números f .

6.4.4 Determinación de la distancia objetivo-sujeto

La distancia objetivo-sujeto se obtuvo a consecuencia de determinar el encuadre ideal que incluyera la arcada dentaria completa, tanto en las fotografías frontales como oclusales, por lo que fue definida para cada caso. Las distancias obtenidas se presentan a continuación:

Distancia objetivo-sujeto según conjunto de objetivo fotográfico y magnificación		
Objetivo fotográfico	Magnificación	Distancia
50 mm	1:4	30 cm
50 mm	1:5	36 cm
100 mm	1:4	57 cm
100 mm	1:5	70 cm

Tabla 2: Distancia obtenida a partir del encuadre ideal a toda la arcada según cada lente y tipo de magnificación

Para este estudio la distancia consideró como puntos de referencia el sensor de la cámara (parámetro objetivo independiente del tipo de objetivo fotográfico), el plano oclusal de los dientes para fotografías oclusales, y las caras vestibulares de los incisivos centrales para fotografías frontales.

6.4.5 Set fotográfico

El set fotográfico incluyó tanto un posicionador para los modelos, que permitió angular la posición de cada uno de estos a conveniencia, como un posicionador para la cámara, adaptado para movimientos anteroposteriores y laterales, ambos sobre una base de madera (figura 15). Es importante recalcar que entre la cámara y el modelo debe siempre existir una relación perpendicular respecto al plano oclusal o cara vestibular de dientes anteriores según el tipo de fotografía a realizar, ya sea oclusal o frontal. Se han utilizado dispositivos similares con este mismo fin en estudios anteriores (Almasoud & Bearn, 2010, Jackson y cols., 2019).

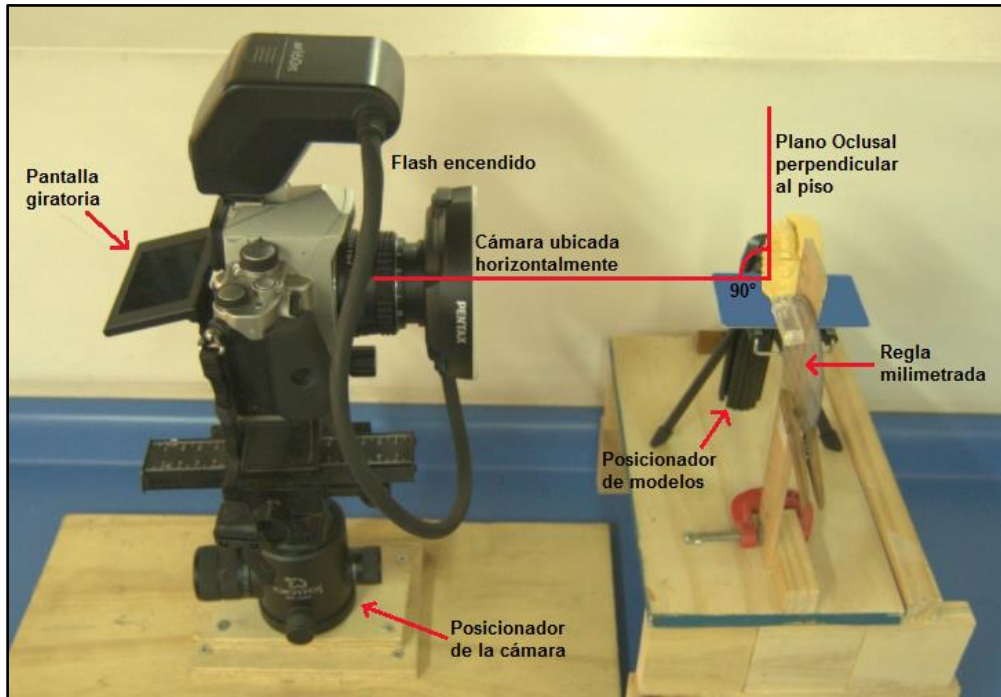


Figura 15: Set fotográfico en el que se pueden apreciar los elementos utilizados en la estandarización de las fotografías (fotografía tomada por Juan Ignacio Ramírez).

6.4.6 Fotografías realizadas

Según los parámetros a comparar y las mediciones fotogramétricas a realizar, en la tabla 3 se muestran las fotografías realizadas por cada par de modelos:

Modelo Superior	Modelo inferior
1.Foto frontal con lente 50 mm a 1:4	1.Foto oclusal con lente 50 mm a 1:4
2.Foto frontal con lente 50 mm a 1:5	2.Foto oclusal con lente 50 mm a 1:5
3.Foto frontal con lente 100 mm a 1:4	3.Foto oclusal con lente 100 mm a 1:4
4.Foto frontal con lente 100 mm a 1:5	4.Foto oclusal con lente 100 mm a 1:5
5.Foto oclusal con lente 50 mm a 1:4	
6.Foto oclusal con lente 50 mm a 1:5	
7.Foto oclusal con lente 100 mm a 1:4	
8.Foto oclusal con lente 100 mm a 1:5	

Tabla 3: Tipos de fotografías tomadas a cada par de modelos dentales de yeso.

Se tomaron en total 12 fotografías por cada par de modelos. Estas fueron categorizadas y guardadas en el programa Dropbox. Serán eliminadas al cabo de 4 años.

6.4.7 Encuadre

A modo de estandarización de la imagen, todas las fotografías consideraron un encuadre de arcada completa (figura 16) y un fondo negro.

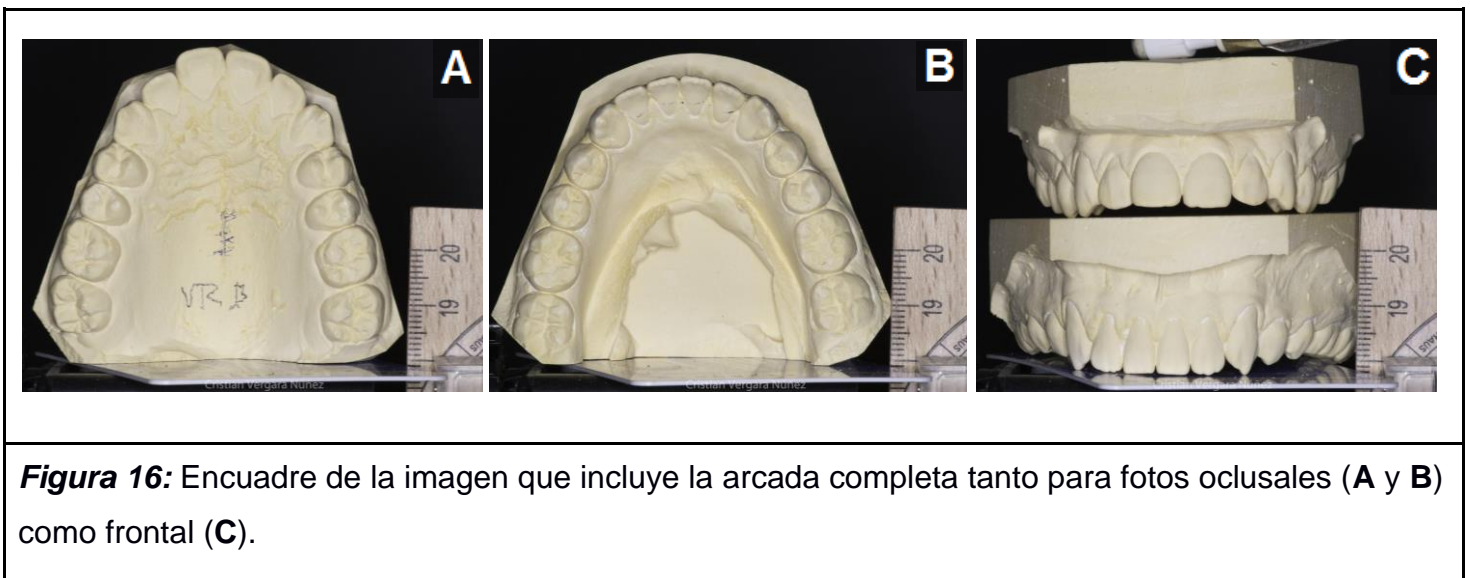


Figura 16: Encuadre de la imagen que incluye la arcada completa tanto para fotos oclusales (A y B) como frontal (C).

Posterior a la toma fotográfica se procedió a realizar las mediciones con antropometría indirecta.

6.5 Antropometría indirecta mediante fotogrametría digital.

Las imágenes digitales se organizaron, editaron y revelaron a través del programa Adobe Photoshop Lightroom. Todas se tomaron en RAW. Se creó un catálogo especial en el programa para este estudio. Se usó una tarjeta formateada y la cámara fue exclusivamente utilizada para este estudio, de esta forma quedaron en orden los archivos. En las fotografías digitales obtenidas se midieron las distancias dentales consideradas en este estudio a través del software UTHSCSA ImageTool 3.0 (University of Texas Health).

Calibración o grado de acuerdo entre observadores

Antes de realizar la fotogrametría, fue necesario establecer el grado de concordancia entre los investigadores que participaron en este estudio, utilizando el Índice de concordancia kappa. Esto se hace imprescindible ya que la variabilidad entre los observadores puede ser una fuente importante de error en las medidas y por tanto, podría afectar los resultados de una investigación (Díaz de Centeno y cols., 2010). El test kappa permite medir el grado de acuerdo o concordancia respecto de uno mismo y con otros observadores. Es un coeficiente estadístico que se emplea para cuantificar el grado de acuerdo corrigiendo el factor azar, donde a mayor precisión de las observaciones, mayor validez de los resultados (López de Ullibarri Galparsoro, 2001).

Para la calibración se utilizaron 10 imágenes estandarizadas. En cada una se realizaron 2 mediciones espaciales, alternando entre alto y ancho de incisivos centrales y distancia intercanina. Las mediciones espaciales se realizaron en el mismo software utilizado en esta investigación. Los datos registrados fueron reunidos en una hoja de cálculo, donde fueron comparados, aceptando un rango de diferencia de 0,5 mm superior e inferior. El coeficiente kappa obtenido fue de 0.875 que corresponde a una fuerza de concordancia *casi perfecta* o *almost perfect* (figura 17).

Agreement	Expected Agreement	Kappa	Std. Err.	Z	Prob>Z
95.00%	60.00%	0.8750	0.2219	3.94	0.0000

A

**Valoración del coeficiente kappa
(Landis y Koch, 1977)**

Coeficiente kappa	Fuerza de la concordancia
0,00	Pobre (<i>Poor</i>)
0,01 - 0,20	Leve (<i>Slight</i>)
0,21 - 0,40	Aceptable (<i>Fair</i>)
0,41 - 0,60	Moderada (<i>Moderate</i>)
0,61 - 0,80	Considerable (<i>Substantial</i>)
0,81 - 1,00	Casi perfecta (<i>Almost perfect</i>)

B

Figura 17: Grado o fuerza de concordancia obtenida en la calibración
(A) coeficiente kappa obtenido con un rango de diferencia de 0.5 mm.
(B) fuerza de concordancia obtenida respecto del coeficiente kappa planteado por Landis y Koch en 1977 (Cerde & Villarroel, 2008).

Calibración de mediciones espaciales

Para llevar la imagen a escala real se utilizó una regla milimetrada en la composición fotográfica, de manera de ajustar la conversión de píxeles a milímetros. Esto se realizó trazando una línea sobre la regla como referencia incluida en la fotografía, donde 10 mm en la regla corresponden a 10 mm en el software (figura 18). De esta forma las mediciones de distancia realizadas sobre una fotografía calibrada serían de 1:1.

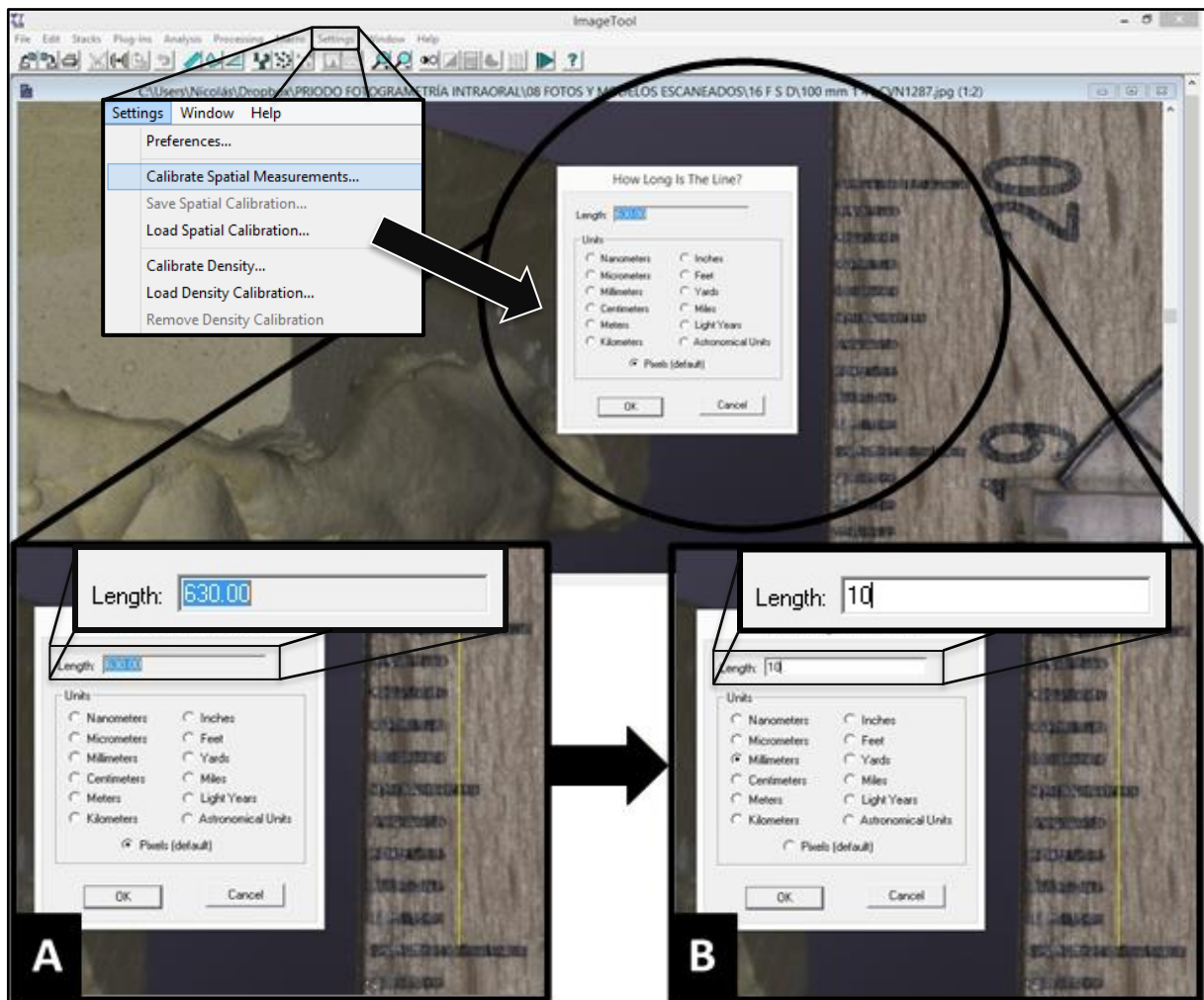


Figura 18. Interfaz del software *Image Tool*. Una vez importada la fotografía, se selecciona ajuste o *setting* y se elige la opción de calibración de mediciones espaciales o *calibrate spatial measurements*. A continuación, se traza una línea que abarque 10 mm de la regla (línea amarilla), **(A)** primero se obtiene la cantidad de píxeles contenidos en 10 mm de la regla, en este caso 630 píxeles, **(B)** luego se realiza la conversión de píxeles a milímetros, en este caso la línea trazada sobre la regla se convierte en 10 mm (esquema realizado por Nicolás Páez).

Mediciones indirectas

Luego de la calibración inicial en cada una de las fotografías, se realizaron las mediciones espaciales trazando líneas entre los puntos de referencia escogidos para este estudio (figura 19).

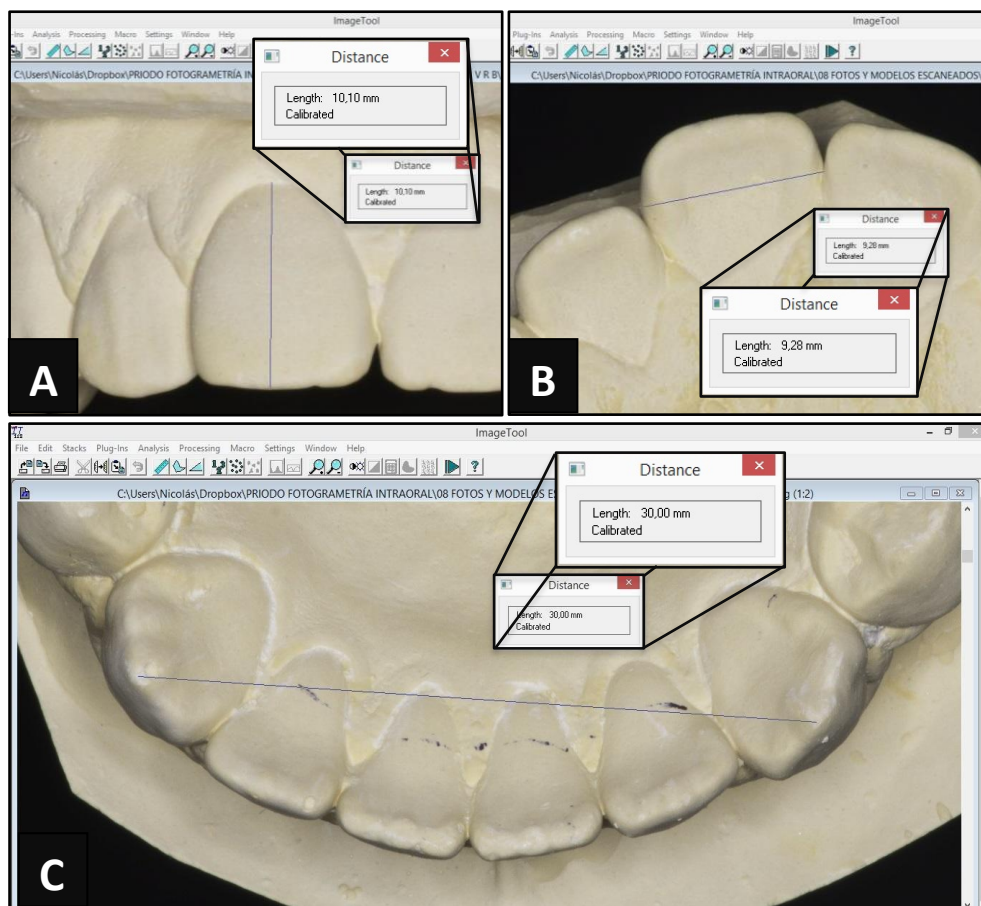


Figura 19. Mediciones indirectas realizadas sobre las fotografías en el programa Image Tools **(A)** medición de altura **(B)** medición de ancho **(C)** medición intercanina (esquema realizado por Nicolás Páez).

6.6 Análisis estadístico

Una vez realizadas todas las mediciones mediante ambos métodos, se procedió a la recopilación de datos. Estos se tabularon en una hoja de cálculo de Google y se analizaron las diferencias con el software Stata 14.0 S/E. Se determinó el tipo de distribución de la muestra con test de Shapiro Wilk y, para determinar si existía o no diferencia estadística entre la medida real y la obtenida en la fotografía, se usó T-Test cuando la distribución fue normal, y test de Wilcoxon cuando fue no normal.

7. RESULTADOS

Los 38 pares de modelos seleccionados correspondieron al 59,38% del total de modelos medidos (64 pares totales). Cada uno de estos pares de modelos otorgó 12 datos para medición indirecta, dando un total de 456 mediciones fotogramétricas. Para medición directa, cada par de modelos otorgó 3 datos, sumando un total de 114 mediciones antropométricas directas. En total se generaron 570 datos entre ambos métodos. De estos datos se comparó el promedio de las mediciones directas e indirectas, considerando las mediciones realizadas con cada uno de los lentes y su respectiva magnificación.

Tanto en la comparación de los promedios para cada una de las mediciones consideradas en este estudio (alto y ancho del incisivo central superior derecho y distancia intercanina) como para el promedio total entre fotogrametría y medición directa, el conjunto de parámetros que, según fotogrametría, tuvo una alta correlación respecto a la medición directa fue el conjunto de lente de 100 mm con magnificación 1:4. Este conjunto presentó una diferencia en promedio con las mediciones directas de 0,02 mm para la medición de altura (gráfico 1), de 0,09 mm para la medición del ancho (gráfico 2), de 0,01 mm para la medición de la distancia intercanina (gráfico 3), y de 0,03 mm con respecto al promedio total (gráfico 4). Todas las diferencias promedio se presentan en la tabla 4.

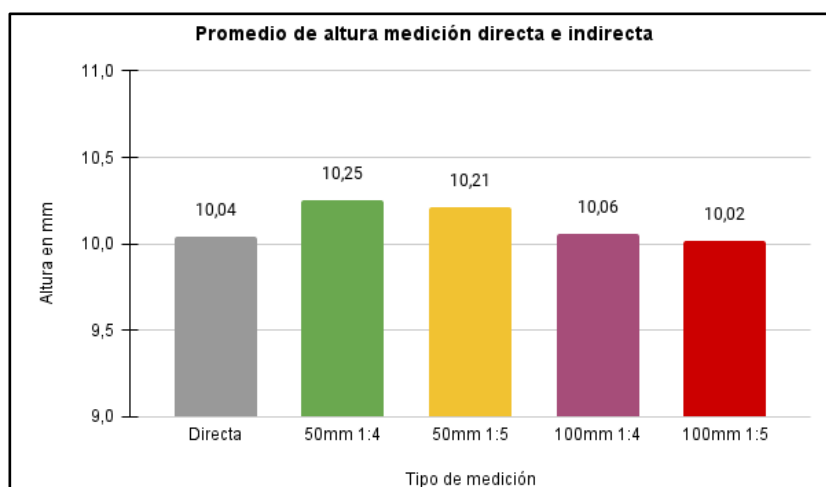


Gráfico 1: Promedio de la altura del incisivo central superior para cada tipo de medición.

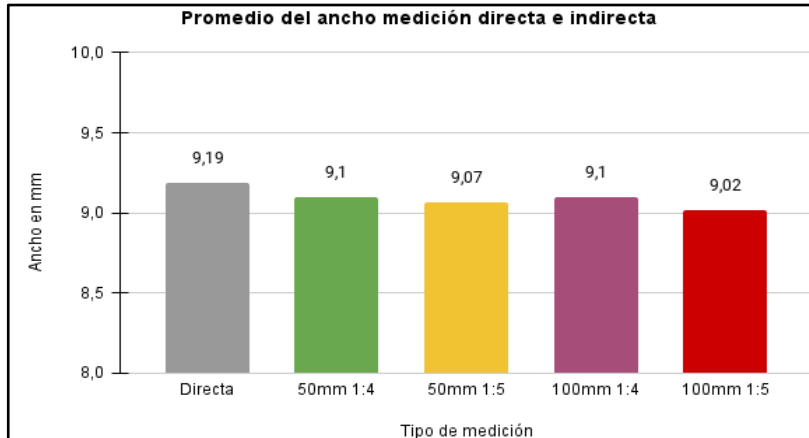


Gráfico 2: Promedio del ancho del incisivo central superior para cada tipo de medición.

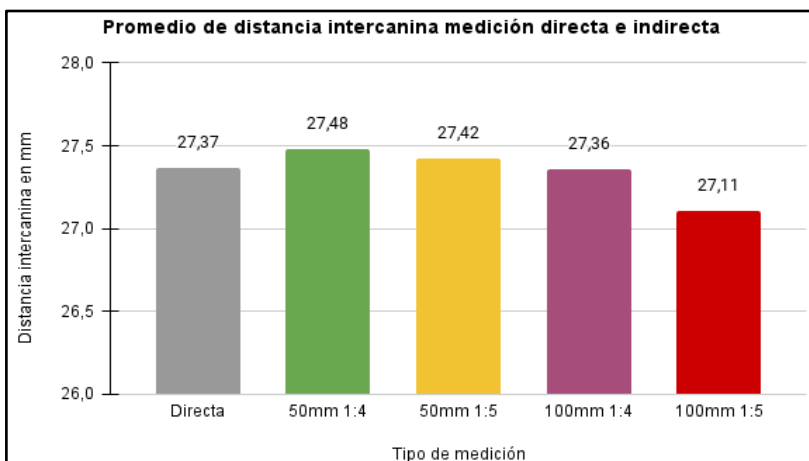


Gráfico 3: Promedio de la distancia intercanina de la arcada inferior para cada tipo de medición.

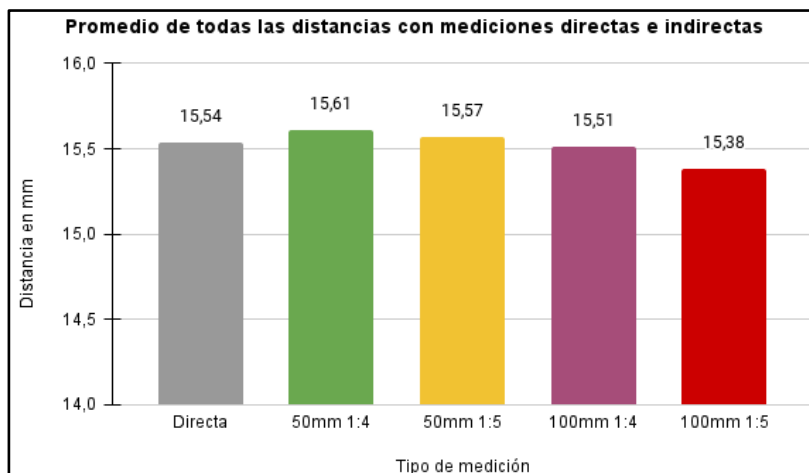


Gráfico 4: Promedio de todas las mediciones según cada tipo de medición.

Diferencia promedio, entre la medición directa y fotogrametría aplicada a cada tipo de medida y en cada conjunto estudiado					
Tipo de medida	Medición directa		Fotogrametría		Diferencia promedio (en milímetros)
ALTURA	ALDIR	10.04	AL504	10.25	0.21
			AL505	10.21	0.17
			AL1004	10.06	0.02
			AL1005	10.02	0,02
ANCHO	ANDIR	9.19	AN504	9.10	0.09
			AN505	9.07	0.12
			AN1004	9.10	0.09
			AN1005	9.02	0.17
INTERCANINO	INDIR	27.37	IN504	27.48	0.11
			IN505	27.42	0.05
			IN1004	27.36	0.01
			IN1005	27.11	0.26
PROMEDIO TOTAL	DIR	15.54	504	15.61	0.07
			505	15.57	0.03
			1004	15.51	0.03
			1005	15.38	0.16

Tabla 4: Diferencia promedio entre medición directa y fotogrametría. Se utilizaron las siguientes abreviaturas: Según el tipo de medición **AL** (altura), **AN** (ancho), **IN** (intercanino). Respecto al conjunto de parámetros: **DIR** medición directa, **504** (objetivo 50 mm, magnificación 1:4), **505** (objetivo 50 mm, magnificación 1:5), **1004** (objetivo 100 mm, magnificación 1:4), **1005** (objetivo 100 mm, magnificación 1:5).

Para analizar el tipo de distribución de la muestra se realizó el test Shapiro-Wilk. Cuando el valor de p obtenido con el análisis es mayor a 0,05 se considera una distribución normal.

El test arrojó un resultado de $p > 0.05$ en casi todas las distancias, excepto para la medición del ancho con lente de 50 mm y magnificación de 1:4. Por tanto, todas las mediciones presentaron una distribución normal, excepto para la medición mencionada. Los resultados se presentan a continuación en la Tabla 4.

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
aldir	38	0.97613	0.907	-0.205	0.58113
andir	38	0.97319	1.019	0.039	0.48430
indir	38	0.95017	1.893	1.339	0.09023
al504	38	0.98366	0.621	-0.999	0.84114
an504	38	0.93689	2.398	1.835	0.03325
in504	38	0.96597	1.293	0.540	0.29472
al505	38	0.98384	0.614	-1.023	0.84683
an505	38	0.94683	2.021	1.476	0.07003
in505	38	0.96849	1.197	0.378	0.35281
al1004	38	0.98538	0.556	-1.232	0.89109
an1004	38	0.95698	1.635	1.031	0.15123
in1004	38	0.95964	1.534	0.897	0.18481
al1005	38	0.98941	0.403	-1.909	0.97185
an1005	38	0.94408	2.125	1.581	0.05689
in1005	38	0.96069	1.494	0.842	0.19994

Tabla 4: Test Shapiro-Wilk para distribución normal de los datos, donde todas las mediciones obtuvieron un $p > 0.05$ excepto la fotogrametría del ancho realizada a fotografías tomadas con el conjunto lente de 50 mm y magnificación 1:4 que obtuvo un $p = 0.033$ (rectángulo azul).

A continuación, para todo el conjunto de medidas en que la distribución fue normal se realizó T-Test y para la medida AN504, que presentó una distribución no normal, se realizó test de Wilcoxon. Estos test permiten establecer si existe o no una diferencia estadística entre las medidas obtenidas con antropometría directa e indirecta, a través de fotogrametría. Se considera que no existe diferencia estadística si $p > 0.05$.

Para efectos de este estudio, no existió diferencia estadística entre las mediciones realizadas de forma directa e indirecta, a través de fotogrametría, para ningún conjunto de parámetros estudiado, los resultados se presentan en la tabla 5.

Comparaciones independientes con t test y test de Wilcoxon			
Medida directa	Medida indirecta	Valor P (Ha)	Conclusión
ALDIR	AL504	p = 0.2050	>0.05 No dif
ANDIR	AN504	p = 0.2100	>0.05 No dif
INDIR	IN504	p = 0.4207	>0.05 No dif
ALDIR	AL505	p = 0.2617	>0.05 No dif
ANDIR	AN505	p = 0.1573	>0.05 No dif
INDIR	IN505	p = 0.4618	>0.05 No dif
ALDIR	AL1004	p = 0.4717	>0.05 No dif
ANDIR	AN1004	p = 0.2185	>0.05 No dif
INDIR	IN1004	p = 0.4972	>0.05 No dif
ALDIR	AL1005	p = 0.4696	>0.05 No dif
ANDIR	AN1005	p = 0.0799	>0.05 No dif
INDIR	IN1005	p = 0.3280	>0.05 No dif

Tabla 5: T-Test para todos los conjuntos de parámetros, excepto para el conjunto AN504, en el que se realizó test de Wilcoxon por su distribución no normal.

8. DISCUSIÓN

1. Estandarización de fotografía a modelos dentales de yeso

A pesar de que existen numerosas publicaciones y guías sobre la toma de fotografías intraorales y en menor cantidad sobre fotografía de modelos dentales de yeso, en todas, los parámetros de la cámara utilizados por lo general se declaran sin considerar las diferencias que podrían producir los diferentes tipos de objetivos fotográficos, sensores o valores de magnificación en el uso de una fotografía para fotogrametría.

En relación con la práctica clínica diaria, Sandler y cols., el año 2012 realizaron una encuesta a 69 ortodoncistas miembros de la *Angle Society of Europe* sobre la fotografía clínica, donde el 85% de los encuestados declara utilizar una cámara réflex DSLR en sus tomas, un 86% de ellos usa un lente macro, y de ellos un 46% declara usar un lente macro de 100/105 mm, un 12% de 60 mm y un 6% de 50 mm. Estos resultados se repiten en el estudio de Marcato el año 2018 en una encuesta sobre fotografía en ortodoncia a 148 fotógrafos médicos afiliados al *Institute of Medical Illustrators* (IMI) con sede en el Reino Unido, donde la mayoría de los fotógrafos médicos encuestados usan un lente macro con distancia focal fija entre 100-105 mm. Esta tendencia se condice con las guías y los estudios sobre estandarización de fotografía intraoral consultados. (Ettorre y cols., 2006; Institute of Medical Illustrators, 2008; Gaujoux y cols., 2016; Jackson y cols., 2018; Ahmad, 2020; Wagner, 2020).

En este trabajo de investigación se pudo constatar que si bien, tanto el lente macro de 50 mm como el de 100 mm presentan diferencias, entre ellas el ángulo y campo de visión, distancia focal y distancia objetivo-sujeto, su rendimiento en fotografía a modelos odontológicos de yeso es óptimo cuando son usados con parámetros estandarizados; se obtienen fotografías correctamente expuestas y nítidas que permiten una correcta identificación de los puntos anatómicos utilizados en la fotogrametría. No obstante, el mejor rendimiento para efectos de realizar fotogrametría lo obtuvo el lente macro de 100 mm usando magnificación 1:4. Esto es coherente con lo señalado por Wander el año 2016 y Wagner el año 2020, que plantean que los lentes objetivos macro son los ópticamente más competentes para

el trabajo de primeros planos y fotografía dental, y que el rango óptimo de lente a usar en fotografía dental es entre 85-105 mm.

Además, el lente macro permite regular el encuadre a través de la magnificación, donde a mayor proporción más elementos aparecerán en el campo de visión a una distancia objetivo-sujeto dada, manteniendo una buena calidad (Robinson, 2016). La magnificación es un parámetro que generalmente no se declara, por lo que se asume que no es usado, y que la distancia objetivo-sujeto sólo dependen de la distancia focal y el tamaño del sensor. Ahmad, el año 2020 indica que para fotografía intraoral debe usarse magnificación 1:2, pero no especifica distancia focal ni tipo de sensor usar.

Respecto al tipo de sensor de la cámara, en este estudio se utilizó una cámara con sensor APS-C que si bien presenta un factor de recorte aproximado de 1.5, será favorable mientras presente una adecuada cantidad y calidad de píxeles, donde el factor de recorte sólo determina el encuadre, siendo éste posible de adecuar con la magnificación o distancia objetivo-sujeto adecuada (Johnston, 2020; Wagner, 2020).

Elementos accesorios bien documentados en este tipo de fotografía y replicados en este estudio son el uso de un flash anular adosado al lente objetivo (Wagner, 2020), el uso de un fondo negro (Solesio y cols., 2009), el uso de un trípode para la cámara (Jackson y cols., 2018; Stuaní y cols., 2019) y el uso de una regla en la toma fotográfica, que permitirá realizar mediciones espaciales de forma digital con una referencia fidedigna (Normando y cols., 2011).

Respecto a la dirección de la cámara en relación con el objetivo fotográfico, la angulación es fundamental para que la imagen obtenida, en 2D, pueda ser fiel reflejo de un cuerpo 3D como lo son los modelos dentales de yeso. En este trabajo de investigación se consideró una dirección perpendicular a los planos frontal y oclusal, esto es coherente con lo planteado por Gholston el año 1984, donde sugiere direccionar la cámara de forma perpendicular al objetivo fotográfico con el fin de obtener una vista ortográfica de los dientes encuadrados que proporcione dos de las tres dimensiones principales; esto permite describir de forma correcta la morfología tridimensional de los dientes y las arcadas dentales en términos de coordenadas

rectangulares bidimensionales (Gholston, 1984). Esto lo corroboran estudios que han realizado fotografías a distintas angulaciones, donde la variación en la angulación generó una diferencia importante en la clasificación y medición de los dientes (Almasoud & Bearn, 2010; Jackson y cols., 2018; Bertl y cols., 2019)

La exposición va a estar determinada por 3 parámetros que conforman el denominado triángulo de exposición. De estos, el número f y la velocidad de apertura del diafragma van a controlar la cantidad total de luz que llega al sensor para una exposición (Robinson, 2016). En este estudio se utilizó una velocidad de obturación de 1/125 y un f 22, lo que es coherente con lo planteado por Ahmad el año 2020 donde sugiere valores de velocidad de obturación entre 1/125 y 1/250 y número f entre f 16 y f 22. El tercer elemento de este triángulo es el valor ISO que va a determinar la sensibilidad del sensor a la luz. En este estudio se utilizó un ISO 100 con apoyo de un flash anular, esto es coherente con la literatura que sugiere, que un valor ISO entre 50 y 200 será suficiente (Ahmad, 2020).

Por otro lado, la profundidad de campo va a estar determinada por el punto de enfoque, el diafragma o número f y la distancia focal del lente objetivo. En este estudio se realizaron pruebas de enfoque en la que se corroboró que el enfoque en el diente canino proporciona la mayor nitidez en el sector anterior, y al combinarse con un f 22 proporciona una profundidad de campo adecuada también para el sector posterior. Esto es concordante con lo indicado en la literatura, que plantea que lo ideal es enfocar en un punto que se encuentre 1/3 detrás y 2/3 adelante del área que se va a fotografiar (Wander, 2016), donde en una fotografía frontal este punto corresponde al diente canino (Ettorre y cols., 2006) y para fotografías oclusales el punto de enfoque ideal será a nivel del plano oclusal a la altura de los premolares (Ahmad, 2020).

La distancia focal y el número f, ejercen su influencia en la profundidad de campo variando el comportamiento de la luz en el sensor. Cuando enfocamos a una distancia, la luz desde ese plano incidirá puntualmente en el sensor, pero toda la otra información de la escena (antes y después de esta distancia enfocada) llegará en forma de círculos, que se denominan círculos de confusión, siendo los círculos que golpean el sensor con un diámetro de entre 0,025 y 0,033 pulgadas, límite de

resolución del ojo humano, los que serán percibidos como enfocados en la imagen (Robinson, 2016). La profundidad de campo se maximiza al usar una distancia focal más corta y un menor rango de apertura del diafragma, ya que de esta forma un mayor rango de círculos del tamaño descrito incidirá en el sensor generando una mayor “zona enfocada” en la imagen.

En este estudio se unificó el valor f para las dos distancias focales utilizadas. Para decidir qué valor f usar, se realizaron fotografías con f 11, 16 y 22 en fotografías frontales. Se observó que a mayor f existe mayor nitidez en la parte posterior de la arcada, siendo f 22 el de mejor rendimiento, donde tanto el lente de 50, como el de 100 mm mostraron un buen rendimiento. A continuación, se grafica la estandarización fotográfica realizada en este estudio con todos los parámetros utilizados y sus valores.

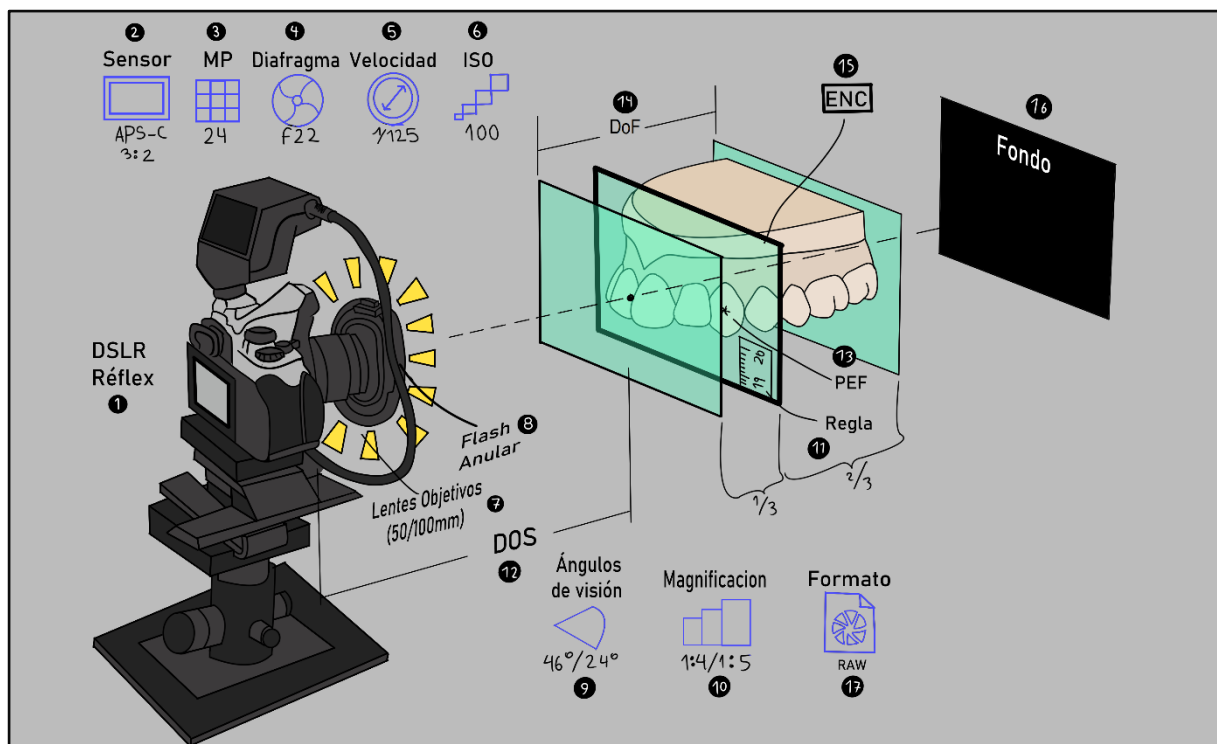


Figura 15: Parámetros estandarizados en las fotografías realizadas en este estudio: **(1)** Réflex DSLR **(2)** Sensor APS-C **(3)** 24 MP **(4)** f 22 **(5)** Velocidad 1/125 **(6)** ISO 100 **(7)** Lentes Objetivos de 50/100 mm **(8)** Flash anular **(9)** Ángulos de visión de $46^{\circ}/24^{\circ}$ **(10)** Magnificación 1:4/1:5 **(11)** Regla milimetrada **(12)** DOS= Distancia objetivo-sujeto **(13)** PEF= Punto de enfoque **(14)** DoF= Profundidad de campo **(15)** ENC= Encuadre **(16)** Fondo negro **(17)** Formato de imagen RAW (esquema dibujado por Nicolás Páez y digitalizado por Matías Pradenas).

2. Confiabilidad y validez de la fotogrametría a modelos dentales de yeso

Se han utilizado distintos métodos para evaluar la confiabilidad y validez de la toma de fotografías intraorales y de modelos odontológicos de yeso.

En el caso de las fotografías a modelos de yeso odontológico, los métodos utilizados por Nollets y cols., en 2004, Malik y cols., el año 2009 y Jackson y cols., el 2019 se enfocaron en la capacidad de este recurso para realizar correctos diagnósticos o clasificaciones, dónde el uso de una regla en la fotografía era más bien una referencia que un instrumento de calibración para realizar mediciones espaciales.

Estudios que utilizaron una metodología similar a la de este trabajo de investigación, lo realizaron para fotografías intraorales. En estos estudios fue determinante el tipo de fotogrametría usado. En el caso del estudio de Jerrold y cols., el año 2019, realizaron fotogrametría para distancias espaciales en milímetros, pero lo realizaron con una regla milimetrada sobre la imagen compartida por computador, por tanto, si bien existía una referencia milimetrada en la fotografía se obtuvieron altos márgenes de error, de entre 1 y 2 mm para los parámetros estudiados.

Por otro lado, Normando y cols. el año 2011, evaluaron la confiabilidad de un método fotogramétrico para fotografías intraorales usando el software *Image tool*, el mismo usado en esta investigación, donde la calibración permitió transformar el número de píxeles contenidos en la distancia lineal de 1 cm a milímetros. Los resultados de este estudio indican que las diferencias medias entre el método directo y fotogrametría no mostraron diferencias estadísticas, y la diferencia está por debajo del límite de resolución del ojo humano (es decir, 200 micrómetros o 0,2 mm), por lo que esta diferencia puede considerarse clínicamente insignificante y confirma la excelente fiabilidad de las mediciones obtenidas.

En este estudio se evaluaron 3 variables (alto del incisivo central, ancho del incisivo central y distancia intercanina inferior) para 4 conjuntos de parámetros diferentes en comparación con la medición directa a modelos de yeso dental. Si bien la mayoría de los parámetros presentó una distribución normal y no presentó diferencia significativa,

el conjunto de parámetros que obtuvo el mejor rendimiento fue el de 100 mm que obtuvo una diferencia promedio total de 0,03 mm con respecto a la medición directa (0,03 mm más pequeña) y un buen rendimiento en todas las variables estudiadas.

En relación con los otros conjuntos de parámetros, el conjunto de lente 50 mm y magnificación 1:5 presentó la misma diferencia promedio total de 0.03 mm, pero en su caso el valor promedio fue más grande que la medición directa. Además, este conjunto no presentó un rendimiento tan preciso en los parámetros individuales, presentando una diferencia de 0.17 mm para la altura y 0.12 mm para el ancho, en comparación a la diferencia de 0.02 mm y 0.09 mm que presentó el conjunto de 100 mm y magnificación 1:4. Por otra parte la menor precisión se obtuvo con el parámetro de lente 100 mm y magnificación 1:5, arrojando una diferencia promedio total de 0.16 mm, y obteniendo una diferencia promedio de 0,26 mm en la distancia intercanina, la mayor diferencia en un parámetro individual del conjunto estudiado.

Comparando los resultados obtenidos en este trabajo de investigación con los obtenidos por Normando y cols., existen 2 medidas en común para ambos estudios que se pueden comparar, estas son la distancia intercanina inferior y el ancho de los incisivos centrales superiores. Para el estudio de Normando y cols., la distancia intercanina mostró una diferencia media de 0,16 mm y para los incisivos superiores una diferencia media entre 0,09 - 0,17 mm. En relación con esta tesis, los resultados evidencian un mejor rendimiento. Las diferencias promedio para la distancia intercanina inferior fue de 0,01 mm y para el ancho del incisivo superior derecho, y en algunos casos particulares izquierdo, fue de 0,09 mm. Considerando que se utilizó la misma metodología para realizar la fotogrametría, y que los resultados de ambos estudios muestran resultados confiables y precisos, el mejor rendimiento pudo estar influenciado por la calibración inter observador y la estandarización de los parámetros de la toma fotográfica.

Es probable que la utilización de diferentes lentes macro con distancia focal fija en combinación con distintas magnificaciones, haya influido favorablemente en la determinación de un método fotogramétrico preciso, ya que permitió obtener una variedad de fotografías en donde una misma composición era lograda con distintos

parámetros, permitiendo evaluar el rendimiento de cada conjunto de parámetros sometidos al mismo tipo de error.

3. Alcances y limitaciones de la fotografía a modelos dentales de yeso

Para obtener la misma fidelidad y funcionalidad que un modelo dental de yeso en una imagen digital, es necesario seguir una ruta que asegure este propósito. Primero, se deben conocer los alcances y limitaciones de la fotografía digital, determinados por el tipo de cámara y su tecnología, lentes objetivos y accesorios disponibles; posteriormente será necesario ajustar correctamente la cámara según lo que se desea captar de la realidad, unificando un encuadre y maximizando la utilidad de la cámara en base a sus parámetros y accesorios modificables; luego será necesario estandarizar la toma fotográfica para que sea un proceso simple que permita ser estudiado en base a su reproducibilidad, confiabilidad y validez; todo esto para finalmente poder ser reproducido en el contexto de una atención dental por un profesional calibrado o con experiencia (figura 20).

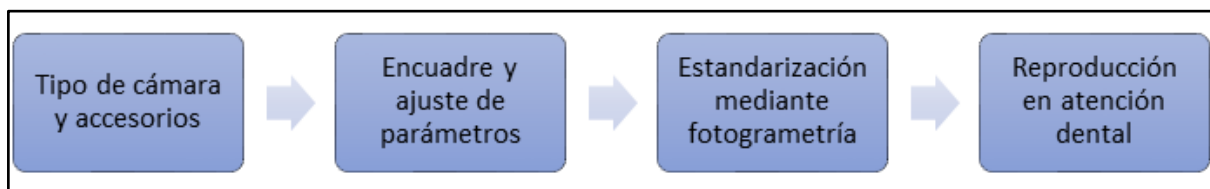


Figura 20: Esquema que grafica la ruta de estandarización de fotografías a modelos de yeso dental para ser usado en contexto de atención dental.

Para definir qué y cuantas fotografías tomar, será importante considerar la utilidad que se le quiera dar a las fotografías de modelos de yeso dental. Tendrá objetivos distintos si se requiere para estética dental, ortodoncia, para un registro médico legal o para ser parte de un portafolio dental básico de todos los pacientes.

En este estudio se estandarizaron fotografías frontales y oclusales a modelos de yeso dental. La cámara se ubicó perpendicular a la cara vestibular de los dientes anteriores (para registrar de forma correcta el plano frontal de estos dientes) y perpendicular al plano oclusal (para registrar de forma correcta el plano transversal de los dientes). Para ambos casos la fotografía ofrece limitaciones según la forma del arco dentario.

En fotografías frontales se podrá evaluar correctamente la sonrisa y otros parámetros estéticos, pero sólo se podrán realizar mediciones anatómicas precisas de los incisivos centrales, ya que desde el incisivo lateral hacia posterior existirá una discrepancia entre el ancho real y aparente de los dientes debido a la posición de estos a lo largo del arco maxilar (Mondaca, 2008).

En fotografías oclusales, este estudio valida la medición de la distancia intercanina inferior, no obstante, es necesario considerar tener buena visibilidad de las cúspides caninas para una correcta medición. No se sugiere utilizar este método para mediciones anatómicas en dientes posteriores, ya que no se corroboró la precisión en este estudio y además se sugiere en la literatura que, en fotografías oclusales, mediciones de la zona posterior dependen mayormente de qué tan pronunciada sea la curva de Spee, donde a mayor curvatura se dificulta más la medición de los componentes de la corona de los dientes posteriores. (Gholston, 1984), además la ubicación posterior de dientes molares en la arcada dental dificulta la obtención de imágenes óptimas (Normando y cols., 2011).

Ambos tipos de fotografías realizadas en este estudio podrían ser consideradas para ser parte de un portafolio dental básico de un paciente de Ortodoncia, tomando en cuenta los parámetros de la cámara que mostraron el mejor rendimiento. Si se quisiera validar este recurso como un instrumento médico legal, habría que considerar la cantidad mínima de tomas y medidas a realizar. En este sentido, en el estudio de Malik y cols., el año 2009, se plantea que la organización *Medical Defense Union* (MDDUS) del Reino Unido apoyó el registro fotográfico de los modelos dentales de yeso como un instrumento médico legal, aludiendo que, si existen fotografías de buena calidad de los modelos, las fotografías podrían admitirse como evidencia y como parte de los registros clínicos. Además, se indicó que, si las fotografías se conservan en formato digital, es importante que se realicen copias de seguridad de las imágenes con regularidad, y que el software de almacenaje debiese incorporar una pista de auditoría para demostrar que las imágenes y los datos del paciente no se han modificado de ninguna manera.

9. CONCLUSIONES

En este trabajo se realizaron mediciones espaciales mediante antropometría directa a un conjunto de modelos dentales de yeso y se compararon con mediciones realizadas por medio de fotogrametría digital a fotografías estandarizadas de los mismos modelos. Se utilizaron dos objetivos fotográficos y dos magnificaciones diferentes. Para la estandarización de los parámetros fotográficos, se analizaron algunos previamente y los utilizados en la literatura para este tipo de fotografías.

- Los resultados obtenidos mediante fotogrametría digital estandarizada con el protocolo propuesto en este trabajo, es decir, encuadre establecido a 57 cm, lente macro de 100 mm y magnificación de 1:4, no tuvieron diferencia estadística respecto a las mediciones directas, siendo además el conjunto de parámetros que proporcionó mayor fidelidad, con una diferencia total de 0.03 mm respecto a la medición directa. Esto confirma la hipótesis planteada.
- La cámara fotográfica debe ser una réflex DSLR con sensor APS-C con al menos 24 MP. Para una correcta exposición en este tipo de fotografías los parámetros ideales a usar son: f 22, velocidad de obturación de 1/125 e ISO 100. Además, elementos accesorios necesarios para este tipo de fotografía son: flash anular, fondo negro y regla milimetrada perpendicular a la cámara.
- Las mediciones obtenidas mediante fotogrametría digital con lente de 50 mm y magnificaciones de 1:4 y 1:5, si bien no presentaron una diferencia estadística respecto a las mediciones directas, no fueron tan precisas, sobre todo en la medición de altura, donde presentaron diferencias de 0.21 y 0.17 mm respectivamente. Las mediciones realizadas a las fotografías tomadas con lente de 100 mm y magnificación 1:5 fueron las menos precisas, presentando una diferencia promedio total de 0.16 mm.

10. SUGERENCIAS

Se espera que este estudio sirva para que en el futuro se puedan realizar mediciones en otras angulaciones y para otros fines. Además, se espera que este estudio se pueda replicar en tomas fotográficas intraorales directas y así ampliar la utilidad de la estandarización fotográfica en el contexto de la práctica clínica habitual.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Aksu, M., Kaya, D., Kocadereli, I. (2010). Reliability of reference distances used in photogrammetry. *Angle Orthodontist*, 80(4), 670–677. doi: 10.2319/070309-372.1
- (2) Ahmad, I. (2009a). Digital dental photography. Part 1: an overview. *British Dental Journal*; 206 (8), 403-407. doi: 10.1038/sj.bdj.2009.306
- (3) Ahmad, I. (2009b) Digital dental photography. Part 2: purposes and uses. *British Dental Journal*; 206 (9), 459-464. doi: 10.1038/sj.bdj.2009.366
- (4) Ahmad, I. (2009c) Digital dental photography. Part 4: choosing a camera. *British Dental Journal* 2009; 206 (11), 575–581. doi: 10.1038/sj.bdj.2009.476
- (5) Ahmad, I. (2020) *Clinical Dental Photography*. En Pasquali, P. (2020) *Photography in clinical medicine* (pp. 309-340), Suiza: Editorial Springer. doi: 10.1007/978-3-030-24544-3
- (6) Almasoud, N., Bearn, D. (2010). Little's irregularity index: photographic assessment vs study model assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 138(6), 787–794. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.01.031
- (7) Al-Khatib AR., Rajion, ZA., Masudi, SM., Hassan R., Anderson, PJ. y cols (2011). Tooth size and dental arch dimensions: a stereophotogrammetric study in Southeast Asian Malays. *Orthodontics & Craniofacial Research*; 14(4):243-253. doi: 10.1111/j.1601-6343.2011.01529.x
- (8) Barut, C., & Ertlav, H. (2011). Guidelines for standard photography in gross and clinical anatomy. *Anatomical sciences education*, 4(6), 348–356. doi: 10.1002/ase.247
- (9) Bertl, K., Bertl, MH., Gotfredsen, K., Heimel, P., Lettner S., Bertl, W., Stavropoulos, A. (2019) Reproducibility of intraoral photography for pink and white tissue assessment — Is it worth the hassle?. *Journal of Prosthodontic*

- (10) Carvajal-Carrascal, Gloria (2012). Medición de fenómenos de enfermería: el reto de validez y confiabilidad en la investigación cuantitativa. *Aquichan*, 12 (1), 5-7. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74124091001>
- (11) Cerda, J. Villarroel, L. (2008) Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Rev Chil Pediatr*, 79 (1): 54-58. Recuperado de: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062008000100008
- (12) Congreso de Chile (24 de Abril de 2012). Ley 20.584, artículo 13 (Título 2) Regula los derechos y deberes que tienen las personas en relación con acciones vinculadas a su atención de salud. DO: 40.245. Recuperado de: <http://bcn.cl/2p8hh>
- (13) Cuperus, A., Harms, M., Rangel, F., Bronkhorst ,E., Schols, J., Breuning, K. (2012) Dental models made with an intraoral scanner: A validation study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*; 142(3):308-13. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.03.031.
- (14) Diaz de Centeno, E., Hidalgo, J., Quiroz, M., Juárez, R. (2011). Calibración de dos observadores para evaluar restauraciones en una investigación clínica. Aplicación del Índice de Concordancia de KAPPA. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional del Nordeste (FOUNNE)*. doi: 10.30972/rfo.41977
- (15) Digital Camera Database (2021). *Pentax KP vs. Nikon D7200*. Recuperado de: https://www.digicamdb.com/compare/pentax_kp-vs-nikon_d7200/
- (16) Edwards, W. D. (1988). Photography of Medical Specimens: Experiences From Teaching Cardiovascular Pathology. *Mayo Clinic Proceedings*, 63(1), 42–57.

doi:10.1016/s0025-6196(12)62664-0

- (17) Ettore, G., Weber, M., Schaaf, H., Lowry, J., Mommaerts, M., Howaldt, H. (2006). Standards for digital photography in cranio-maxillo-facial surgery – Part I: Basic views and guidelines. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*; 34 (2), 65–73. doi: 10.1016/j.jcms.2005.11.002.
- (18) 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*; 24 (4), 737–741. doi: 10.17219/acem/58951
- (19) Farkas, L. (1996) Accuracy of Anthropometric Measurements: Past, Present, and Future. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*; 33(1):10-8
doi: 10.1597/1545-1569_1996_033_0010_aoampp_2.3.co_2
- (20) Fernandez, F. (2021). *Ruido, ISO y características del sensor de una cámara*. Recuperado de: <https://quecamarareflex.com/ruido-iso-y-caracteristicas-del-sensor-de-una-camara/>
- (21) Gholston L. R. (1984). Reliability of an intraoral camera: utility for clinical dentistry and research. *American journal of orthodontics*, 85(1), 89–93.
doi: 10.1016/0002-9416(84)90127-1
- (22) 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. doi: 10.1016/j.jcms.2009.04.003.
- (23) Institute of Medical Illustrators. (2008). *IMI National Guidelines Orthodontic Photography*. Recuperado de: <http://www.imi.org.uk/section/national-guidelines>
- (24) Jackson, TH., Kirk ,CJ., Phillips, C., Koroluk, LD. (2019). Diagnostic accuracy of intraoral photographic orthodontic records. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*; 31(1), 64-71. doi: 10.1111/jerd.12426

- (25) Jakowenko J. (2009). Clinical photography. *Journal of telemedicine and telecare*, 15(1), 7–22. doi: 10.1258/jtt.2008.008006
- (26) Jerrold, L., Schulte, M., Isaacs Henry, J. (2019). Can intraoral photography replace plaster and digital models in clinical practice? A preliminary investigation. *Journal of clinical orthodontics* : JCO, 53(2), 84–99.
- (27) Johnston, A., Pasquali, P., Alberich-Carrasco, R. *Equipment and Materials for Medical Photography* .En Pasquali, P. (2020) *Photography in clinical medicine* (pp. 167-190), Suiza: Editorial Springer. doi:10.1007/978-3-030-24544-3
- (28) Johnston, A., Pasquali, P., Estrada, J. *Basic Photographic Concepts*. En Pasquali, P. (2020) *Photography in clinical medicine* (pp. 131-166), Suiza: Editorial Springer. doi:10.1007/978-3-030-24544-3
- (29) Kragt, L., Hermus, AM., Wolvius, EB., Ongkosuwito, EM. (2016) Three-dimensional photographs for determining the Index of Orthodontic Treatment Need in scientific studies. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*; 150 (1): 64-70. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.12.023.
- (30) López de Ulibarri Galparsoro I, Pita Fernández S. (1999) Medidas de Concordancia: el índice de Kappa. *Cad Aten Primaria*. 6: 169 - 171. Recuperado de: <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/kappa/kappa2.pdf>
- (31) Malacara, D. (2015). *Óptica básica*. México: Editorial Fondo de Cultura Económica.
- (32) Malik, OH., Abdi-Oskouei, M., Mandall, NA (2009) An alternative to study model storage. *European Journal of Orthodontics*; 31(2):156-159. doi: 10.1093/ejo/cjn071.

- (33) Marcato, L., & Sandler, J. (2018). The best choice of equipment to obtain high quality standardized results in intra-oral photography - a comparison between the common practice in the UK and the gold standard set by the literature. *Journal of visual communication in medicine*, 41(2), 90–96.
doi: 10.1080/17453054.2018.1451250
- (34) Mattessich, S., Grant-Kels J. M. (2020). En Pasquali, P. (2020) *Photography in clinical medicine* (pp. 75-84), Suiza: Editorial Springer.
doi: 10.1007/978-3-030-24544-3
- (35) Mondaca, G., Angel, P. (2008). Parámetros para la Evaluación de la Estética Dentaria Antero Superior. *Revista Dental de Chile*; 2008; 99 (3) 29-38.
Recuperado de: <https://studylib.es/doc/5342322/par%C3%A1metros-para-la-evaluaci%C3%B3n-de-la-est%C3%A9tica-dentaria-antero>
- (36) Nechala, P., Mahoney, J., & Farkas, L. G. (1999). Digital two-dimensional photogrammetry: a comparison of three techniques of obtaining digital photographs. *Plastic and reconstructive surgery*; 103(7):1819–1825.
doi: 10.1097/00006534-199906000-00002
- (37) Nollet, P., Katsaros, C., Van 't Hof, M., Bongaarts, C., Semb G y cols. (2004). Photographs of Study Casts: An Alternative Medium for Rating Dental Arch Relationships in Unilateral Cleft Lip and Palate. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*; 41(6):646-50. doi: 10.1597/03-101.1.
- (38) Normando, D., da Silva, PL., Mendes, AM. (2011) A clinical photogrammetric method to measure dental arch dimensions and mesio-distal tooth size. *European Journal of Orthodontics*; 33(6):721-726. doi: 10.1093/ejo/cjq149.
- (39) Ovsenik, M., Farcnik, FM., Verdenik, I. (2004) Comparison of intra-oral and study cast measurements in the assessment of malocclusion. *European Journal of Orthodontics*; 26(3):273-7. doi: 10.1093/ejo/26.3.273
- (40) Pasquali, P. (2020) *Photography in clinical medicine*. Suiza: Editorial Springer.

doi: 10.1007/978-3-030-24544-3

- (41) Robinson, E. (2016). *Focus, Depth of Field, and Lenses*. En *Crime scene photography*, Londres: Editorial Elsevier.
- (42) Rodríguez, S. (2008). Cómo determinar el tamaño de una muestra aplicada a la investigación archivística. Recuperado el 25 de Mayo de 2019 desde: <https://www.monografias.com/trabajos60/tamano-muestra-archivistica/tamano-muestra-archivistica2.shtml>
- (43) Rungrojwittayakul, O., Kan, J. Y., Shiozaki, K., Swamidass, R. S., Goodacre, B. J., Goodacre, C. J., & Lozada, J. L. (2020). Accuracy of 3D Printed Models Created by Two Technologies of Printers with Different Designs of Model Base. *Journal of Prosthodontics*, 29(2), 124–128. doi: 10.1111/jopr.13107.
- (44) Sandler, J., Gutierrez, R. J., & Murray, A. (2012). Clinical photographs: the gold standard, an update. *Progress in orthodontics*, 13(3), 296–303.
doi: 10.1016/j.pio.2011.12.002
- (45) Silva, R. F.; Felter, M.; Tolentino, P. H. M. P.; Rodrigues, L. G.; Andrade, M., y cols. Importancia pericial de los modelos de yeso odontológicos para la identificación de cuerpo putrefacto – Relato de Caso. *Int. J. Odontostomat.*, 11(3):273-278, 2017. doi: 10.4067/S0718-381X2017000300273
- (46) Solesio Pilarte, F., Lorda Barraguer, E., Lorda Barraguer, A., Laredo Ortiz, C., Rubio Verdú, R.. (2009). *Estandarización fotográfica en Cirugía Plástica y Estética*. *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*, 35(2), 79-90. Recuperado desde http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-78922009000200001&lng=es&tlng=es
- (47) Stevens, D. R., Flores-Mir, C., Nebbe, B., Raboud, D. W., Heo, G., Major, P. W. (2006). Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. *American journal of orthodontics and dentofacial*

orthopedics, 129(6), 794–803. doi: 10.1016/j.ajodo.2004.08.023

- (48) Stuani, V. T., Ferreira, R., Manfredi, G. G. P., Cardoso, M. V., Sant'Ana, A. C. P. (2019). Photogrammetry as an alternative for acquiring digital dental models: a proof of concept. *Medical Hypotheses*. doi: 10.1016/j.mehy.2019.05.015
- (49) Vorenkamp, T. (2016). Framing in Photographic Composition. Recuperado de: <https://www.bhphotovideo.com/explora/photography/tips-and-solutions/framing-photographic-composition>
- (50) Wagner D. J. (2020). A Beginning Guide for Dental Photography: A Simplified Introduction for Esthetic Dentistry. *Dental clinics of North America*, 64(4), 669–696. doi: 10.1016/j.cden.2020.07.002
- (51) Wander P. (2016). Clinical Dental Photography in Orthodontic Practice. *Primary dental journal*, 5(4), 38–44. doi: 10.1308/205016816820209488
- (52) Wiranto, MG., Engelbrecht, WP., Tutein Nolthenius, HE., Joerd van der Meer, W., Ren Y. (2013). Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 143(1), 140-147. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.06.018
- (53) Wright, F. D., & Golden, G. S. (2010). The use of full spectrum digital photography for evidence collection and preservation in cases involving forensic odontology. *Forensic science international*, 201(1-3), 59–67. doi: 10.1016/j.forsciint.2010.03.013
- (54) Yélamos, O., García, R., D'Alessandro, B., Thomas, M., Patwardhan, S., Malvey, J. (2020). Understanding Color. En Pasquali, P. (2020) *Photography in clinical medicine* (pp. 99-111), Suiza: Editorial Springer. doi: 10.1007/978-3-030-24544-3

12. ANEXOS

Anexo 1: Carta de aprobación del Comité de Ética Científico de la FOUCH



Santiago, 25 de junio de 2020

Mat.: Carta Patrocinio CEC
Externos.

Dra. Susanne Krämer S.
Representante de Investigación
Departamento del Niño y ODM.
Facultad de Odontología
PRESENTE

Estimada Dra. Krämer:

Mediante la presente la DIFO informa que, a partir del mes de junio de 2020, los investigadores cuyos proyectos internos se encuentran aprobados por la DIFO y requieran certificación de Comité de Ética Humana, deben solicitar en la secretaría de la Dirección de Investigación, la Carta de Patrocinio Institucional que entregará la DIFO para respaldar su presentación a un **Comité de Ética Humana Acreditado**. Además, el investigador deberá señalar a qué comité enviará su proyecto.

Si lo requiere, la DIFO cuenta con la información de contacto y procedimientos de los comités que están disponibles para recibir proyectos de nuestros académicos.

Dada la importancia de esta información, es que les solicitamos que puedan difundirla en su unidad académica.

Agradeciendo desde ya su gentileza, se despide cordialmente,



DR. ALFREDO MOLINA BERRÍOS

*Director de Investigación
Facultad de Odontología
Universidad de Chile*

AMB/rcm.

Anexo 2: Acta de aprobación Comité de ética Facultad de Medicina



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 Bicocchi, 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

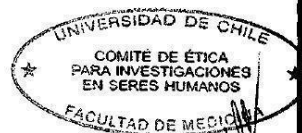
Ha revisado el Proyecto de Investigación titulado: **COMPARACIÓN DE MEDIDAS INTRA Y EXTRAORALES OBTENIDAS A TRAVÉS DE LA TÉCNICA DE MACROFOTOGRAFÍA ESTANDARIZADA Y ANTROPOMETRÍA DIRECTA COMO EXAMEN COMPLEMENTARIO EN ORTODONCIA Y OTRAS CIENCIAS MÉDICAS.** Cuyo investigador responsable es el Dr. Cristian 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



Anexo 3: Carta de aprobación de la 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, hacernos 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.

Anexo 4. Consentimiento informado aprobado por el Comité de Ética Científico de la FOUCH

CONSENTIMIENTO INFORMADO

TÍTULO 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.

Patrocinante: Departamento del Niño y Ortopedia Dentomaxilar.

Nombre del Investigador principal: Dr. Cristian Vergara Núñez

R.U.T. : 10.687.499-9

Institución: Facultad de Odontología, Universidad de Chile

Teléfonos: Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos. (+56 2) 2 9789536. Horarios: 08:00 a 17:00 hrs., de lunes a viernes. Mail: comiteceish@med.uchile.cl - ceish.uchile@gmail.com.

Invitación a participar: Le estamos invitando a participar en el proyecto de investigación "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.", debido a que 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.

Objetivos: 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. El estudio incluirá a un número total de 384 participantes, de la Clínica de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile ubicada en la comuna de Independencia en Santiago.

Procedimientos: Se le tomarán cuatro fotos intraorales y cuatro extraorales estandarizadas. El fotógrafo estará acompañado. La medición directa de las distancias 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.

Riesgos: No correrá ningún riesgo durante las mediciones directas o toma de las fotografías.

Costos: No existirán costos para usted, todos los gastos serán aportados por el equipo durante la investigación. Tampoco habrá remuneración por la participación en este estudio.

Beneficios: 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.



Confidencialidad: Toda la información derivada de su participación en este estudio será conservada en forma de estricta confidencialidad, lo que incluye acceso de los investigadores o agencias supervisoras de la investigación mediante el archivo de las imágenes y mediciones en un disco duro externo a cargo y bajo la responsabilidad del investigador principal. Cualquier publicación o comunicación científica de los resultados de la investigación será completamente anónima. Las fotografías se eliminarán al cabo de 4 años. Ninguna llevará su nombre, no se publicará, difundirá, o usará para ningún otro fin que esta investigación.

Usos potenciales de los resultados de la investigación, incluyendo los comerciales: Los resultados de esta investigación se publicarán en una revista científica para que otros profesionales de la salud usen la técnica y puedan hacer registros fotográficos útiles para diagnóstico e investigación.

Información adicional: Por el hecho de participar en el estudio, tendrá derecho a que se le informe sobre los resultados y puede hacer preguntas relacionadas con las dudas que le surjan acerca de la investigación antes, durante y después de su participación.

Voluntariedad: Su participación en este estudio es totalmente voluntaria y por este motivo, se puede retirar en cualquier momento. Para ello debe comunicarlo al investigador principal. Su retiro será inmediato y no tiene ninguna repercusión para usted.

Complicaciones: Que le tomen medidas directas o fotografías no tiene ninguna complicación para usted.

Derechos del participante: Usted recibirá una copia íntegra y escrita de este documento firmado. Si usted requiere cualquier otra información sobre su participación en este estudio o bien conocer los resultados puede comunicarse con:

Investigador: Dr. Cristian Vergara Núñez

Teléfono: (+56 2)2 9781725. Mail. cvergara@odontologia.uchile.cl. El horario de atención telefónica o personal es de 8:00 a 17:00 horas los miércoles y jueves en Clínica de Ortodoncia. Olivos 943, Independencia, Santiago.

Autoridad de la Institución: Decana

Nombre y teléfono: Dra. Irene Morales Bozo (+56 2) 2 978 1715. Lunes a viernes de 8:00 a 17:00. Olivos 943, Independencia, Santiago.

Otros Derechos del participante

En caso de duda sobre sus derechos debe comunicarse con el Presidente del "Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos", Dr. Manuel Oyarzún G., Teléfono: 2 - 978 95 36, Email: comiteceish@med.uchile.cl, cuya oficina se encuentra ubicada a un costado de la Biblioteca Central de la Facultad de Medicina, Universidad de Chile en Av. Independencia 1027, Comuna de Independencia.



Conclusión:

Después de haber recibido y comprendido la información de este documento y de haber podido aclarar todas mis dudas, otorgo mi consentimiento para participar en el 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”**.

Nombre del Participante Rut. :	Firma	Fecha
Nombre de Director de Institución o Delegado Art. 11 Ley 20120 Rut.:	Firma	Fecha
Nombre del investigador Rut.:	Firma	Fecha

