

**Reproducibilidad de medidas digitales y manuales en un análisis sagital y transversal en
modelos de dentición temporal**

Angélica Maria Fernández Carvajal y Jessica Natalia Ramírez Quintero

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Ortodoncia

Director
Ethman Ariel Torres Murillo
Magíster en Administración

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga
División de Ciencias de la Salud
Facultad de Odontología
2022

Agradecimientos

Primero a Dios, por la fortaleza que nos da día tras día, a nuestras familias que han sido siempre soporte y guía para todos nuestros proyectos y un reconocimiento especial a nosotras mismas por sacar adelante nuestro trabajo de investigación. Gracias al doctor Ethman Ariel Torres, director del trabajo y a Luis Alberto López, docente de investigación por el tiempo dedicado a la orientación y el desarrollo del proyecto, así como a las personas que de alguna u otra manera hicieron parte de este.

Tabla de contenido

1. Introducción	9
1.1. Planteamiento del problema.....	10
1.2. Justificación	11
2. Marco teórico	11
2.1. Reproducibilidad en medidas lineales por métodos manuales y digitales.....	12
2.2. Estudio de modelos en dentición decidua.....	13
2.3. Modelos de Estudio.....	15
3. Objetivos	15
3.1. Objetivo general	15
3.2. Objetivos específicos	15
4. Materiales y Métodos.....	16
4.1. Tipo de Estudio	16
4.2. Selección y Descripción de Participantes	16
4.2.1. Población.....	16
4.2.2. Muestra	16
4.2.3. Tipo de Muestreo	16
4.2.4. Criterios de Selección	16
4.3. Variables (Apéndice A)	17
4.3.1. Sexo	17
4.3.2. Edad	17
4.3.3. Distancia Intercanina Manual	17
4.3.4. Distancia Intercanina Digital	18
4.3.5. Distancia Intermolar Manual	18
4.3.6. Distancia Intermolar Digital	18
4.3.7. Perímetro de Arco Manual.....	18
4.3.8. Perímetro de Arco Digital.....	19
4.4. Instrumento para la Recolección de Datos.....	19
4.5. Procedimiento de Investigación.....	19
4.5.1. Calibración.....	20
4.6. Prueba Piloto.....	20
4.7. Elementos Requeridos	20
4.8. Control de sesgos	21
4.9. Procesamiento de los datos	21
4.9.1. Procesamiento	21
4.9.2. Análisis de la información	21
4.10. Consideraciones Bioéticas	22
5. Cronograma.....	22
6. Presupuesto	22
7. Resultados	22
8. Discusión.....	29
9. Conclusiones	32
Referencias.....	33
Apéndices.....	¡Error! Marcador no definido.

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Escala para el coeficiente Kappa de Cohen, según Landis y Koch</i>	21
Tabla 2. <i>Reproducibilidad (ICC) entre las medidas tomadas de manera manual versus digital.</i>	23
Tabla 3. <i>Coeficiente de correlación de concordancia de Lin entre las medidas tomadas de manera manual versus digital.</i>	24

Lista de figuras

Figura 1. Límites de acuerdo de Bland & Altman para distancia intercanina superior manual	
distancia intercanina superior digital	24
Figura 2. Límites de acuerdo de Bland & Altman para distancia intercanina inferior manual	
distancia intercanina inferior digital.....	25
Figura 3. Límites de acuerdo de Bland & Altman para distancia intermolar superior manual	
distancia intermolar superior digital.....	26
Figura 4. Límites de acuerdo de Bland & Altman para distancia intermolar inferior manual	
distancia intermolar inferior digital	27
Figura 5. Límites de acuerdo de Bland & Altman para perímetro de arco superior manual y	
perímetro de arco superior digital.....	28

Lista de apéndices

Apéndice A. <i>Operacionalización de Variables</i>	¡Error! Marcador no definido.
Apéndice B. <i>Instrumento para la recolección de la información</i>	¡Error! Marcador no definido.
Apéndice C. <i>Instrumento para la Prueba Piloto</i>	¡Error! Marcador no definido.
Apéndice D. <i>Cronograma</i>	¡Error! Marcador no definido.
Apéndice E. <i>Presupuesto General</i>	¡Error! Marcador no definido.

Resumen

Introducción: La digitalización y el procesamiento de imágenes 3D, facilita la práctica clínica, simplificando de manera organizada el plan de tratamiento y los procesos para el clínico y para el paciente. **Objetivo:** Determinar la reproducibilidad de las medidas tomadas de manera manual en modelos de yeso de pacientes pediátricos comparadas con las tomadas en los modelos digitalizados. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio de reproducibilidad tomando 204 modelos. Se tomaron las medidas manuales: distancia intermolar y distancia intercanina en los modelos con el calibrador de Boley digital y perímetro de arco con el alambre de ortodoncia. Se obtuvieron las imágenes digitales con el Scanner Ineos X5 (escáner CAD/CAM de Sirona), se tomaron las medidas con el Software Autodesk. Se realizó un análisis descriptivo, así como se calculó el Coeficiente de Correlación Intraclass (ICC) para verificar la reproducibilidad entre las mediciones y los límites de acuerdo de Bland & Altman en el programa STATA 14.0. **Resultados:** La edad promedio de los sujetos fue de $3,84 \pm 0,64$, el 51.96% (n=53) eran mujeres. La reproducibilidad mayor se obtuvo en distancia intermolar inferior, Coeficiente de correlación intraclass, ICC=0,96, IC 95%: 0,94-0,97, mientras que la medida con menor reproducibilidad se obtuvo en distancia intercanina inferior, ICC= 0,80, IC 95%: 0,73-0,87. **Conclusiones:** Se encontró un alto grado de reproducibilidad y acuerdo entre las medidas de los modelos manuales y digitales. La medida con más alto acuerdo fue la distancia intermolar inferior con un alto coeficiente que se considera una reproducibilidad casi perfecta.

Palabras clave: reproducibilidad de los resultados, modelos dentales, análisis digital de modelos, odontometría, medidas dentales

Abstract

Introduction: Digitization and 3D image processing facilitate clinical practice, simplifying the treatment plan and processes for the clinician and the patient in an organized manner. **Objective:** To determine the reproducibility of measurements taken manually on plaster models of pediatric patients compared to those taken on digitized models. **Materials and methods:** A reproducibility study was carried out taking 204 models. Manual measurements were taken: intermolar distance and intercanine distance in the models with the digital Boley caliper and arch perimeter with orthodontic wire. Digital images were obtained with the Ineos X5 Scanner (Sirona CAD/CAM scanner), measurements were taken with Autodesk Software. A descriptive analysis was carried out, as well as the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) was calculated to verify the reproducibility between the measurements and the Bland & Altman limits of agreement in the STATA 14.0 program. **Results:** The average age of the subjects was 3.84 ± 0.64 , 51.96% (n=53) were women. The greatest reproducibility was obtained in distance inferior intermolar distance, Intraclass Correlation Coefficient, ICC=0.96, 95% CI: 0.94-0.97, while the measurement with the least reproducibility was obtained in inferior intercanine distance, ICC= 0.80, 95% CI: 0.73-0.87. **Conclusions:** A high degree of reproducibility and agreement was found between the measurements of the manual and digital models. The measure with the highest agreement was the lower intermolar distance with a high coefficient that is considered an almost perfect reproducibility.

Keywords: reproducibility of results, dental models, digital analysis of models, odontometry, dental measurements

1. Introducción

La odontología digital comprende la utilización de tecnologías que permiten la digitalización y el procesamiento de imágenes, lo cual facilita de diversas maneras la práctica clínica, optimizando tiempos en la consulta, simplificando de una manera muy organizada el plan de tratamiento y facilitando los procesos tanto para el clínico como para el paciente (1).

Para el diagnóstico en ortodoncia se hace indispensable contar con una serie de exámenes complementarios, los cuales facilitarán la interpretación de los hallazgos para orientar el plan de tratamiento ideal según las necesidades de cada paciente. De acuerdo con la ley 2015 del 2020, que tiene como objeto regular la interoperabilidad de la historia clínica electrónica-IHCE, a través de la cual se intercambiarán los elementos de datos clínicos relevantes, así como los documentos y expedientes del curso de vida de cada persona, se reglamenta en Colombia el uso y la implementación de la historia clínica digital. A través de este recurso se facilitará, agilizará, y garantizará el acceso y ejercicio de los derechos a la salud y a la información de las personas, respetando el Hábeas Data y la reserva de esta. La historia clínica odontológica es un documento legal, en el que se consignan los datos del paciente y se recoge toda la información referente al estado de salud de este, en el que deben ir incluidas ayudas diagnósticas tales como: radiografía panorámica, radiografía lateral de cráneo, periapicales, tomografías, interconsultas, y diferentes anexos que incluyen análisis de modelos, examen de ATM, análisis cefalométrico, entre otros. En ortodoncia es importante realizar un análisis completo de la oclusión, para lo que contamos con herramientas como los modelos de yeso, que nos permiten realizar este análisis, visualizar la morfología y la posición de los dientes en sus respectivos arcos dentales, así como proporcionar una vista tridimensional de la oclusión del paciente, gracias a las mediciones lineales realizadas en los mismos, en los planos transversal y sagital (1)(2).

Los modelos de yeso son el "estándar de oro" en la práctica clínica en odontología. Se han implementado varios métodos de análisis y elementos para medir y analizar modelos de yeso, entre esos se pueden mencionar los calibradores y herramientas según Bernklau. Aunque los modelos de yeso tradicionales tienen una larga historia en ortodoncia, se reportan algunos inconvenientes; entre los que se pueden mencionar: requieren almacenamiento a largo plazo, lo cual conlleva a la necesidad de un espacio físico para guardarlos; otro problema que se resalta es el riesgo de fractura debido a la naturaleza frágil de los mismos, así como el uso de materiales dentales para su confección y la limitación para enviarlos a otros especialistas cuando son casos multidisciplinarios (2).

Una situación que se presenta al momento de elaborar los modelos de estudio surge de la toma de las impresiones dentales; a pesar de que se ha tratado de mejorar el material, teniendo hoy en día diversas opciones de biomateriales, este proceso todavía se considera incómodo para el paciente y requiere mucho tiempo para el clínico, y aún más cuando se trata de pacientes pediátricos o que requieren una atención especial. Por lo que en este sentido la digitalización de la imagen sería una manera de solucionar este inconveniente (3).

1.1. Planteamiento del problema

La implementación de los modelos digitales en 3D parece muy llamativa, puesto que estas nuevas tecnologías no presentan muchos de los inconvenientes de los modelos de yeso, mientras que un escaneo directamente en la boca del paciente eliminaría la necesidad de tomar impresiones dentales de manera convencional, esto sería de gran utilidad en la atención de pacientes pediátricos, sindrómicos o con condiciones especiales, pues se considera una maniobra compleja, debido a que el desarrollo cognitivo e intelectual propio de la edad o de estas condiciones médicas dificultan dichos procedimientos. Otro aspecto positivo, es que los modelos obtenidos se pueden archivar en un formato digital, lo cual resolvería el problema del almacenamiento, tampoco estarían expuestos a daños físicos o degradación, y se evitaría la liberación de sulfato de potasio u otros compuestos que son nocivos para la salud. Además de esto, con la toma de impresiones digitales y la obtención de modelos electrónicos, se descartaría el uso de biomateriales dentales los cuales requieren, luego de haber tomado el registro en el paciente protocolos de desinfección rigurosos y las personas encargadas de esta labor tendrían contacto directo con fluidos y sustancias. Para la toma de imágenes digitales, se utilizan protectores descartables en el escáner y además se obtendría la imagen de una manera inmediata, minimizando tiempos de consulta y costos de laboratorio, también se disminuiría el riesgo de contaminación cruzada. Otro aspecto favorable que se debe resaltar es la posibilidad de obtener copias de la imagen digitalizada, lo que no es posible cuando se trata de las impresiones dentales convencionales, que al realizarse con un material hidrocoloide, al pretender realizar más de un vaciado con yeso, este podría sufrir deformaciones o desgarres que van a alterar la reproducibilidad de los detalles de la impresión. (2).

Otra ventaja de los modelos digitales es la capacidad de verlos desde cualquier computador conectado al servidor central del consultorio, por lo que la recuperación de la imagen es rápida y eficiente, esto también ayudaría en el momento de explicar el plan de tratamiento al paciente o al acudiente responsable en el caso de los niños o adultos mayores, ya que la imagen se puede visualizar mediante la pantalla. Además, los archivos electrónicos se pueden transferir virtualmente, lo que facilitaría la consulta y la remisión a otros especialistas. Los modelos digitales también tienen la ventaja de permitir una "configuración virtual" para así, realizar en ellos mediciones específicas que serán importantes al momento de llegar a un diagnóstico (2)(4)(5).

El hecho de evaluar si las mediciones que se obtienen de los modelos digitales podrían reemplazar a las que se obtienen de los modelos de yeso de manera convencional es un tema controversial, puesto que las mediciones casi siempre son propensas a varios tipos de errores, lo que hace que el valor medido difiera del valor verdadero; sin embargo, en algunos estudios realizados por diferentes investigadores se ha evidenciado que los modelos digitales ofrecen un alto grado de validez en comparación con la medición directa en modelos de yeso; por lo tanto se afirma que es probable que las diferencias entre ambos enfoques sean clínicamente aceptables, como en el caso del estudio realizado por Asquith y colaboradores en el que se reporta que la mayoría de los parámetros en los modelos digitales se pueden medir de manera confiable, con una diferencia media entre las mediciones realizadas con los dos métodos de menos de 0,5 mm (2)(6)(7).

Con base a lo anterior, es necesario evaluar la posibilidad de implementar en la consulta ortodóncica la utilización de sistemas tecnológicos que permitan la digitalización de imágenes

diagnósticas y modelos de estudio que complementen de una manera confiable el análisis de hallazgos clínicos. De esta manera surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la reproducibilidad de las medidas tomadas en modelos de estudio de manera manual comparadas con las medidas tomadas mediante un sistema digital en modelos con dentición temporal?

1.2. Justificación

La rápida evolución de la tecnología y su relación con la odontología ha marcado un importante cambio en la manera en la que los odontólogos desarrollan su consulta. Los equipos que facilitan los procedimientos necesarios para llegar a obtener un modelo de estudio digital y el software para su respectivo análisis están cada vez más en tendencia. Dentro de estas herramientas se incluyen la toma de impresiones con scanner digital y la fabricación de modelos computarizados, de esta manera se ha venido revolucionando también la forma de realizar mediciones y analizar modelos de estudio, mediante software especializados que facilitan dichos procesos (4).

Esta investigación tiene como fin aportar al gremio odontológico a través de la determinación de reproducibilidad que tendrían los modelos de yeso frente a los digitales, lo cual apuntará a la posibilidad de tener una herramienta en la consulta odontológica que permita implementar nuevas tecnologías con el uso de estos métodos digitales, puesto que de esta manera, se mejora la experiencia del paciente pediátrico y/o con condiciones especiales con la toma de impresiones, minimizando el tiempo en la consulta y eliminando los costos y procesos de laboratorio, además de permitir la opción de visualizar y medir los modelos digitalmente sin riesgos de deterioro, fractura o pérdida de los mismos. Todos estos beneficios facilitan la práctica diaria odontológica y traen consigo un nuevo panorama en el ejercicio de la profesión, donde la adquisición de los equipos y software obliga a la capacitación sobre el uso de ellos; del mismo modo se establecerá una nueva forma de comunicación entre los diferentes profesionales al realizar interconsultas y remisión de pacientes con la utilización de este tipo de ayudas diagnósticas digitales (8).

La importancia de implementar estas nuevas tecnologías en la consulta odontológica implica obtener diversas mediciones de forma rápida, sencilla y precisa para conseguir un resumen de hallazgos que se complementarán con las demás ayudas diagnósticas para finalmente tener un diagnóstico definitivo; además eliminará la necesidad de tener un almacenamiento físico y a su vez, las desventajas que trae guardar, conservar y tomar este tipo de modelos convencionales.

2. Marco teórico

El advenimiento de la tecnología digital ha cambiado de una manera positiva el proceso de examinar, diagnosticar, pronosticar y tratar a los pacientes en las distintas especialidades de la consulta odontológica como la ortodoncia, endodoncia, cirugía oral, medicina oral, implantología entre otras. Desde la parte administrativa, el diligenciamiento de la historia clínica digital, el control de imágenes diagnósticas a través de un software, hasta la realización de una guía quirúrgica para la colocación de implantes, hay una secuencia de procedimientos en la que se incluyen archivos digitales. El análisis de imágenes mediante los sistemas de tomografía computarizada con haz cónico ha vuelto más fiable el examen odontológico y por lo tanto más exacto el diagnóstico, lo que permite llegar a un plan de tratamiento idóneo para cada caso. Implementar el uso de estas tecnologías en la consulta representa costos altos, pues se requiere la

adquisición de equipos, el entrenamiento en los distintos sistemas y sus fundamentos, sin embargo, representa a largo plazo una inversión favorable, y supone varias ventajas para el odontólogo y el paciente, pues como se mencionó anteriormente, favorece al diagnóstico, minimiza tiempo de consulta, representa mayor confortabilidad para el paciente, entre otras ventajas. Además, el estudio de estas nuevas tecnologías constituye una línea de investigación importante en el ámbito científico para obtener mayores datos que avalen su uso (9).

Dentro del marco teórico se realiza una revisión de la bibliografía relacionada con la reproducibilidad de medidas tomadas en modelos de yeso comparados con los modelos digitalizados, esto con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados dentro de la investigación.

2.1. Reproducibilidad en medidas lineales por métodos manuales y digitales

La reproducibilidad se define como la capacidad de una prueba, experimento o instrumento de dar los mismos resultados en mediciones tomadas de forma independiente en condiciones similares (3). Es necesario tener en cuenta que pueden existir variaciones debido a la utilización de diferentes métodos de medición o instrumentos, mediciones realizadas por diferentes observadores o evaluadores, o mediciones realizadas durante un período de tiempo (6).

Para evaluar la reproducibilidad se considera la escala de medición de la variable de interés: si es una variable dicotómica, el coeficiente ideal es el Kappa de Cohen (K) pero si ésta es continua es necesario utilizar el Coeficiente de Correlación Intraclass (ICC) (10).

Son numerosos los estudios que evalúan el grado de reproducibilidad de estas medidas lineales de modelos en yeso en relación con aquellas tomadas de manera digital. Como es el caso del estudio presentado por Asquith y colaboradores en 2007 en el que se evalúan diez pares de modelos de estudio de pacientes con maloclusiones de clase I, II y III seleccionados de los archivos del Departamento de Ortodoncia, Instituto Dental Postgrado de Edimburgo, estudio en el que se concluye que los modelos digitales pueden eliminar potencialmente la necesidad de obtener y almacenar modelos en yeso, puesto que, según las mediciones realizadas, se evidencia una medida inferior a 0,5 mm de diferencia entre el método manual y el digital, lo que estaría indicando alta confiabilidad con los valores obtenidos (11).

En otro análisis, Abizadeh y colaboradores en 2012, seleccionaron ciento doce pares de modelos de estudio en los que se tomaron mediciones manuales con calibradores digitales en los modelos de yeso; estas mismas mediciones se realizaron en imágenes digitales de los modelos de estudio, y se concluyó que hubo diferencias sistemáticas estadísticamente significativas para doce de las dieciséis medidas, lo que indica que los modelos digitales escaneados no eran una representación 1:1 real de los modelos de yeso (7).

Bell y colaboradores en 2003 evidenciaron que es posible utilizar imágenes digitales con el fin de almacenar modelos de estudio previamente escaneados para el seguimiento del tratamiento del paciente con un grado de precisión satisfactorio, dado que en sus resultados se pudo describir que la diferencia promedio entre las mediciones de modelos en yeso e imágenes en 3D fue de 0,27

mm. Esta diferencia estuvo dentro del rango de errores del operador (0,10–0,48 mm) y no fue estadísticamente significativa (12).

Quimby y colaboradores en 2004 concluyen que las medidas que se tomaron a partir de modelos digitalizados parecen ser tan precisos y confiables como las mediciones realizadas en modelos de yeso. La eficacia y la efectividad fueron similares a las de los modelos de yeso (13).

En el informe presentado por Bootvong y colaboradores en 2010, tomaron los modelos de yeso correspondientes de 80 pacientes en dentición permanente y se pudo evidenciar que, tanto la confiabilidad intra e interexaminador como la confiabilidad test-retest del análisis de modelo virtual fueron aceptables para evaluar las medidas tomadas (distancia intercanina, distancia intermolar, overjet, overbite, discrepancia de línea media, análisis de espacio y diámetro meso-distal de la corona dental). Estos resultados evidencian que el análisis realizado en modelos virtuales es tan válido como el realizado en los modelos de yeso para evaluar medidas con respecto a la relación intra e interarco (14).

En un estudio realizado en la clínica de ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de São Paulo por Watanabe-Kanno y colaboradores, en el que se obtuvo una muestra que consistió en quince pares de modelos elegidos al azar. La prueba realizada presentó una alta reproducibilidad y confiabilidad en la obtención de diferentes medidas en modelos. Como conclusión se afirmó que la validez de las mediciones tomadas de los modelos digitales en comparación con las obtenidas de los modelos de yeso podría considerarse clínicamente aceptable (15).

2.2. Estudio de modelos en dentición decidua

Crecimiento Transversal

Este se determina mediante la medición en anchura de los arcos dentales, se da por:

- Caninos
- Molares temporales
- Premolares y molares permanentes

Distancia intercanina: Es la distancia lineal que se da entre las cúspides de los caninos superiores o caninos inferiores. Si el paciente presenta faceta de desgaste en las cúspides de los caninos, esta distancia se toma en el centro de la superficie de desgaste. La distancia intercanina aumenta levemente en el maxilar inferior debido a la distalización de los caninos por el espacio primate, la cual, es producida durante la erupción de los incisivos; por el contrario, a nivel del maxilar superior el incremento es regulado por los periodos de crecimiento alveolar vertical. La distancia intercanina es determinada por la erupción mesial y vestibular de los caninos permanentes; por lo que su diámetro es mayor en la dentición permanente (16) (17).

En 1951 Clinch, llega a conclusiones similares, comprobando que la distancia intercanina se incrementa después de la erupción de los incisivos permanentes, tanto en la arcada inferior, como en la arcada superior. Por otra parte, Barrow y Colaboradores, en 1952 reportan que, la distancia intercanina aumenta desde los 5 hasta los 9 años, pero en la mayoría de los casos hay una disminución de esta a partir de los 14 años (17).

Distancia intermolar: Es la distancia tomada en milímetros en el maxilar superior e inferior, que va desde el margen gingival en la cara palatina/lingual de primeros molares de lado a lado. El maxilar superior aumenta debido al crecimiento divergente de los procesos alveolares, en el maxilar inferior su aumento es casi vertical; en primeros molares, las coronas erupcionan inclinadas ligeramente hacia lingual y cambian su inclinación hasta que erupcionan los segundos molares, a medida que se enderezan los primeros molares ocurre un aumento del diámetro mandibular, a causa del incremento en el ancho bimolar (16).

Baume, en 1950 realizó un estudio sobre los modelos de 60 niños, antes y después de la erupción de los primeros molares permanentes, para analizar el comportamiento fisiológico de la migración dentaria, comprobando que, en ninguno de los casos, hubo alteración a nivel de la anchura intercanina, medida a nivel de las superficies distales de los mismos y que permanecía constante, después del cambio en el escalón dental; no obstante, la distancia intermolar se incrementa entre los 7 y los 11 años, continuándose con una leve disminución a partir de esa edad y hasta los 15 años, debido, según su opinión, a la mesialización de los primeros molares permanentes, tras el recambio de los segundos molares temporales (17).

En relación con la anchura de las arcadas a nivel de los primeros molares permanentes, en 1954 Meredith y Cox, publicaron los siguientes resultados de medidas tomadas en niños de 9 años, distancia mínima entre las superficies linguales, y máxima distancia entre las superficies bucales, tanto a nivel de caninos como de molares. En los cuales se hallaron que, la distancia mínima entre los primeros molares permanentes en ambas arcadas y en ambos sexos fue de 32,5 mm y la transversal máxima de 53,5 mm (17). Al continuar con la misma línea de investigación Meredith y Hopp, en 1956 encontraron que, dependiendo la edad, el sexo y la forma de la arcada, va a variar la anchura máxima vestibular entre los segundos molares temporales. Siendo así, la arcada superior más variable con una desviación estándar de 2,3 mm que la arcada inferior con 1,9 mm (17).

En las edades entre los 4 y los 8 años, los cambios que se presentan en el ancho del arco son muy distintos entre un niño y otro, pudiendo afirmar que algunos individuos presentan el mismo ancho a esas edades, mientras que en otros pacientes los incrementos en el ancho superaban los 3.5 mm. dentro de este intervalo de 4 años.

El ancho transversal del arco dentario es una medida que depende a su misma vez del valor específico de la longitud transversal del mismo, a nivel de los cuatro incisivos superiores, premolares y molares considerando su distancia meso-distal.

Cuando hay un aumento en la longitud del arco o el paciente tiene coronas dentarias pequeñas o una combinación de ambas, se evidencia la presencia de espaciamiento, mientras que, al tener un arco pequeño, en el cual las coronas de los dientes se pueden ubicar más adelante de lo normal dando lugar a biprotrusión dentaria, un apiñamiento o una combinación de ambas condiciones.

Según Clinch, durante la erupción de los incisivos permanentes y de manera muy disminuida en el resto de los períodos examinados, se pudo evidenciar el mayor aumento registrado en el ancho del arco dentario, y en la profundidad de este.

De igual manera Speck, reporta en 1950 que la longitud del arco dentario es casi siempre mayor en la dentición temporal que en la permanente, sin embargo, afirma que los seis dientes anteriores permanentes inferiores ocupan mayor longitud de arco que sus predecesores en la arcada inferior.

2.3. Modelos de Estudio

Los modelos de estudio como complemento al diagnóstico de ortodoncia son parte esencial para guiar y planificar el tratamiento, tradicionalmente en la práctica clínica se realizan modelos físicos en yeso, pero también cabe resaltar la posibilidad de tener estos modelos de forma digital lo que brinda beneficios y comodidades al profesional de la salud y al paciente (18).

- Modelos digitales: Los modelos digitales se han convertido con el paso del tiempo en una herramienta digital que suprime los problemas que trae consigo, el hecho de salvaguardar los modelos físicos en yeso. Los modelos digitales proporcionan múltiples beneficios como la accesibilidad en cualquier momento a información tridimensional de un paciente; las imágenes virtuales pueden ser compartidas en cualquier momento y lugar en el que se desee. Clínicamente tiene relevancia, ya que con el paso del tiempo han ganado mayor aceptación como una opción para obtener modelos de estudio en la práctica odontológica. Es importante resaltar que, para un análisis de modelos digitales, se requiere el manejo de software especializados en el estudio de este tipo de modelos, donde las mediciones requeridas son posibles de tomar a través de esta herramienta (18).
- Modelos físicos: Los modelos físicos son una réplica exacta de las piezas dentales del paciente que permiten obtener la información de cualquier maloclusión presente de forma tridimensional, y así permitir la identificación de cada uno de los aspectos a evaluar para poder fijar un diagnóstico y establecer las pautas a considerar durante el tratamiento.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Determinar la reproducibilidad de las medidas tomadas de manera manual en modelos de yeso de pacientes pediátricos comparadas con las tomadas en los modelos digitalizados.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar las medidas obtenidas en modelos digitales y su relación con medidas tomadas manualmente en los modelos de yeso de pacientes pediátricos.
- Evaluar la reproducibilidad de los modelos de estudio digitales con respecto a los de yeso, para implementar el uso de esta técnica en la práctica clínica diaria.
- Establecer los límites de acuerdo de Bland & Altman para las mediciones de los modelos digitales, tomadas a partir de los modelos de yeso provenientes de una población pediátrica.

4. Materiales y Métodos

4.1. Tipo de Estudio

Se realizó un estudio de evaluación de tecnología diagnóstica, con el que se buscó establecer la reproducibilidad de las medidas tomadas de forma manual en modelos de estudio pediátricos comparados con las medidas tomadas en los modelos digitalizados (19).

4.2. Selección y Descripción de Participantes

4.2.1. Población.

El universo de este estudio está constituido por 395 modelos de niños en dentición temporal en edades de 3 a 5 años, vinculados con los Jardines Infantiles del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) que fueron tomados para realizar el trabajo de grado titulado “*Prevalencia de maloclusiones y su relación con caries dental en niños de tres a cinco años de edad del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar en Bucaramanga*” por los estudiantes Eddy Castro y Andrés Felipe Niño en el año 2015 (20).

4.2.2. Muestra

Se seleccionaron 204 modelos de pacientes en dentición temporal tomados previamente en el estudio “*Prevalencia de maloclusiones y su relación con caries dental en niños de tres a cinco años de edad del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar en Bucaramanga*” (20).

4.2.3. Tipo de Muestreo

No se realizó un tipo de muestreo específico debido a que se tuvieron en cuenta todos los modelos que fueron tomados para realizar el trabajo de grado mencionado anteriormente, para establecer la reproducibilidad de las medidas tomadas de forma manual en modelos de estudio pediátricos comparados con las medidas tomadas en los modelos digitalizados.

4.2.4. Criterios de Selección

4.2.4.1. Criterios de Inclusión.

A continuación, se presentan los criterios de inclusión de los modelos que se emplearon en la presente investigación:

- Modelos de yeso tomados de pacientes con dentición temporal completa.
- Modelos tomados en pacientes con un rango de edad entre 3 a 5 años.
- Los modelos deben haber sido tomados en niños vinculados con los Jardines Infantiles del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) para realizar el trabajo de investigación mencionado anteriormente.

4.2.4.2. Criterios de Exclusión.

A continuación, se presentan los criterios de exclusión de los modelos que se emplearon en la presente investigación:

- Modelos de yeso que presenten fracturas.
- Modelos de yeso que evidencien ausencia de uno o más dientes temporales.
- Presencia de apiñamiento dental severo.
- Presencia de caries interproximal.
- Presencia de restauraciones desadaptadas.
- Modelos de yeso que presenten un vaciado irregular o burbujas en las superficies que comprometan las mediciones a tomar (perímetro de arco, distancia intermolar, distancia intercanina).

4.3. Variables (Apéndice A)

4.3.1. Sexo

- Definición Conceptual: Es la condición orgánica que distingue al hombre de la mujer y puede ser femenino o masculino.
- Definición Operacional: Grupo al que pertenece el paciente, sea sexo femenino o masculino que participó en la toma de impresión para la confección de modelos de yeso.
- Naturaleza: Cualitativa.
- Escala de Medición: Nominal. Dicotómica.
- Valor que asume: Femenino (0), Masculino (1)

4.3.2. Edad

- Definición Conceptual: Tiempo en años que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.
- Definición Operacional: Años cumplidos del participante hasta el día que se realizó la toma de la impresión para la confección de modelos de yeso.
- Naturaleza: Cuantitativa.
- Escala de Medición: Razón.
- Valor que asume: (3), (4) o (5) años.

4.3.3. Distancia Intercanina Manual

- Definición conceptual: Es la distancia lineal entre las cúspides de los caninos, o en el caso de presentar faceta de desgaste se toma en centro de la superficie de desgaste, producido por la función masticatoria en arcada superior e inferior.
- Definición operativa: Distancia en milímetros entre las cúspides de caninos temporales superiores e inferiores tomadas con calibrador de Boley digital.
- Naturaleza: Cuantitativa.
- Escala de medición: Razón.
- Valores que asume: Registro tomado en milímetros.

4.3.4. Distancia Intercanina Digital

- Definición conceptual: Es la distancia lineal entre las cúspides de los caninos, o en el caso de presentar faceta de desgaste se toma en centro de la superficie de desgaste, producido por la función masticatoria en arcada superior e inferior.
- Definición operativa: Distancia en milímetros entre las cúspides de caninos temporales superiores e inferiores tomadas con el software Autodesk.
- Naturaleza: Cuantitativa.
- Escala de medición: Razón.
- Valores que asume: Registro tomado en milímetros.

4.3.5. Distancia Intermolar Manual

- Definición conceptual: Es la distancia tomada en milímetros en el maxilar superior e inferior, que va desde el margen gingival en la cara palatina/lingual de primeros molares de lado a lado.
- Definición operativa: Distancia en milímetros desde margen gingival en la cara palatina/lingual de los primeros molares temporales superiores e inferiores de lado a lado tomadas con calibrador de Boley digital.
- Naturaleza: Cuantitativa.
- Escala de medición: Razón.
- Valores que asume: Registro tomado en milímetros.

4.3.6. Distancia Intermolar Digital

- Definición conceptual: Es la distancia tomada en milímetros en el maxilar superior e inferior, que va desde el margen gingival en la cara palatina/lingual de primeros molares de lado a lado.
- Definición operativa: Distancia en milímetros desde margen gingival en la cara palatina/lingual de los primeros molares temporales superiores e inferiores de lado a lado tomadas con el software Autodesk.
- Naturaleza: Cuantitativa.
- Escala de medición: Razón.
- Valores que asume: Registro tomado en milímetros.

4.3.7. Perímetro de Arco Manual

- Definición conceptual: Distancia tomada desde la cara distal del segundo molar temporal, siguiendo la circunferencia del arco sobre los puntos de contacto y bordes incisales, hasta la cara distal del segundo molar temporal del lado opuesto, tanto en arcada superior e inferior.
- Definición operativa: Distancia tomada sobre todas las cúspides desde el segundo molar temporal derecho al segundo molar izquierdo tanto en arcada inferior como en arcada superior, siguiendo la circunferencia del arco con un alambre de ortodoncia (ligadura metálica, calibre 0,010”).
- Naturaleza: Cuantitativa.
- Escala de medición: Razón.
- Valores que asume: Registro tomado en milímetros.

4.3.8. Perímetro de Arco Digital

- Definición conceptual: Distancia tomada desde la cara distal del segundo molar temporal, siguiendo la circunferencia del arco sobre los puntos de contacto y bordes incisales, hasta la cara distal del segundo molar temporal del lado opuesto tanto en arcada superior como inferior.
- Definición operativa: Distancia tomada sobre todas las cúspides desde el segundo molar temporal derecho al segundo molar izquierdo tanto en arcada superior como en arcada inferior, siguiendo la circunferencia del arco con el software Autodesk.
- Naturaleza: Cuantitativa.
- Escala de medición: Razón.
- Valores que asume: Registro tomado en milímetros.

4.4. Instrumento para la Recolección de Datos

Se diseñó un instrumento por parte del equipo investigador para recolectar la información que se requiere para cumplir con los objetivos del estudio. En este se registraron aquellas medidas tomadas por los investigadores de forma manual, y las medidas digitales procesadas por el Software Autodesk, (Apéndice B), teniendo en cuenta las variables relacionadas en el trabajo de investigación (Apéndice A). El instrumento se validó durante la prueba piloto.

4.5. Procedimiento de Investigación

El procedimiento de investigación se llevó a cabo de la siguiente forma:

1. Se analizaron los modelos de yeso de pacientes en dentición temporal tomados previamente en el estudio “Prevalencia de maloclusiones y su relación con caries dental en niños de tres a cinco años de edad del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar en Bucaramanga”. Evaluando que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión mencionados anteriormente en este trabajo.
2. Se solicitó el permiso para el uso del Scanner Ineos X5 (escáner CAD/CAM de Sirona) para el escaneo de los modelos de yeso. Con el permiso aprobado se procede al escaneo de los modelos de yeso. Esta actividad estuvo a cargo del técnico delegado del equipo.
3. Una vez obtenidas las imágenes digitales con el Scanner Ineos X5 (escáner CAD/CAM de Sirona), se tomaron las medidas: perímetro de arco, distancia intermolar y distancia intercanina (Apéndice A) con el Software Autodesk, teniendo en cuenta los puntos de referencia, como, la distancia intercanina, distancia intermolar y perímetro de arco, los cuales el Software enlazó proporcionando las medidas en milímetros:

Puntos de referencia según la variable:

- Distancia intercanina: cúspide del canino derecho hasta la cúspide del canino izquierdo, tanto en arcada superior como inferior.
- Distancia intermolar: margen gingival en la cara palatina/lingual de los primeros molares de lado a lado, superior como inferior.

- Perímetro de arco: cara distal del segundo molar temporal, siguiendo la circunferencia de los bordes incisales, hasta la cara distal del segundo molar temporal del lado opuesto tanto en arcada superior como inferior.

4. Se tomaron las medidas manuales: distancia intermolar y distancia intercanina (Apéndice A) en los modelos de yeso con el calibrador de Boley digital y perímetro de arco con el alambre de ortodoncia (ligadura metálica, calibre 0,010”), registrándolas en el instrumento para la prueba piloto (Apéndice D). Esta actividad estuvo a cargo del experto en ortodoncia (operador 1) y de los investigadores (operador 2 y 3). El operador que tuvo mayor concordancia con las medidas del experto en ortodoncia fue el encargado de tomar las medidas que se registraron en el instrumento para la recolección de los datos. Estas medidas fueron tomadas en horas de la mañana a la luz del día.

5. Se registraron en el instrumento para la recolección de datos las medidas tomadas tanto manual como digitalmente (Apéndice B).

4.5.1. Calibración

Se realizó la calibración interexaminador a cargo del experto en ortodoncia (Gold estándar) y la calibración intraexaminador en la que los investigadores (harán las veces de prueba) realizaron la recolección de datos antes de la prueba piloto. Esto con el fin de determinar las personas encargadas de la toma de medidas en el estudio, y comprobar que tanto las medidas del experto, como las de los investigadores tienen un nivel de concordancia adecuado. Para esto, se calculó el Coeficiente de Correlación Intraclass (CCI), puesto que este coeficiente se utiliza cuando se evalúan variables cuantitativas, como es el caso de esta investigación.

4.6. Prueba Piloto

Se realizó una prueba piloto seleccionando 5 modelos superiores y 5 modelos inferiores de yeso, de los suministrados por el equipo de investigación que realizó el trabajo anteriormente mencionado. La prueba piloto se realizó con el fin de evaluar el tiempo requerido para las mediciones y validar el instrumento.

4.7. Elementos Requeridos

- Modelos de yeso
- Calibrador digital de Boley
- Alambre de ortodoncia (ligadura metálica, calibre 0,01”)
- Scanner Ineos X5
- Software Autodesk
- Tapabocas
- Gorro desechable
- Careta

4.8. Control de sesgos

Para evitar sesgos de información los modelos fueron escaneados por el técnico delegado del equipo, y las mediciones digitales fueron tomadas por una sola persona, quien estableció los puntos de referencia y el software los enlazó para generar las medidas, esta persona no tenía conocimiento de las medidas tomadas de manera manual. Para las mediciones manuales se escogió el investigador que obtuvo mayor concordancia con el experto en ortodoncia para evitar errores o discrepancia en el registro de estas medidas.

4.9. Procesamiento de los datos

4.9.1. Procesamiento

Después de la recolección de los datos, estos fueron digitados por duplicado, y se consignaron de forma independiente en dos bases de datos, las cuales posteriormente fueron validadas para verificar con el instrumento cualquier error que se encuentre.

4.9.2. Análisis de la información

En el análisis estadístico se contempló un análisis univariado, en el que se calcularon frecuencias y proporciones para aquellas variables que son cualitativas, y medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas. La reproducibilidad entre los dos métodos de medición se valoró e interpretó según la escala que propusieron Landis y Koch, que fue usada para interpretar el Coeficiente de Correlación Intraclass que se evaluó en este trabajo (21). (Tabla 1). Adicionalmente, para evaluar el acuerdo se calcularon los límites de acuerdo de Bland & Altman.

Se considera significativo un valor p inferior a 0,05. Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas a dos colas. Los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico STATA, versión 14.

Tabla 1. Escala para el coeficiente Kappa de Cohen, según Landis y Koch

Kappa	Escala de interpretación
<0,00	Pobre
0,00-0,20	Leve
0,21-0,40	Justa
0,41-0,60	Moderada
0,61-0,80	Sustancial
0,81-1,00	Casi perfecto

Adaptado de (20).

4.10. Consideraciones Bioéticas

Respecto a los principios estipulados en la declaración de Helsinki, Belmont, Organización Mundial de la Salud y el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) y en Colombia bajo la Resolución No. 008430 de 1993, se considera una “investigación sin riesgo”, ya que se trata de la evaluación de medidas tomadas en modelos de yeso (22). Los modelos se obtuvieron del estudio: “Prevalencia de maloclusiones y su relación con caries dental en niños de tres a cinco años del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar en Bucaramanga”, con previa autorización de la persona encargada (20).

Esta investigación tiene en cuenta el principio de autonomía, puesto que, las personas que participaron en la investigación original, de la cual se obtuvo la muestra, dieron el consentimiento informado para ello, igualmente esta propuesta se sometió a un comité de investigación y de ética, en el cual fue aprobada. Cabe resaltar que durante esta investigación no se usaron los nombres de las personas, por lo que se protege la identidad de cada uno de los sujetos partícipes en la investigación y se utilizaron códigos no ligantes, cumpliendo con la protección de los datos personales descrita en la ley 1581.

De acuerdo con el principio de beneficencia, este proyecto beneficia a los sujetos en la medida en que se genera nuevo conocimiento en relación con el uso de las tecnologías en salud para el mejoramiento del diagnóstico y del uso de recursos tecnológicos con el fin de realizar la medición de los modelos físicos y digitales, además, beneficia el conocimiento en la profesión.

Los participantes de la investigación no recibieron ningún tipo de compensación por su participación, además en ninguno de los modelos se discriminó en relación con el estrato socioeconómico o por alguna condición de los sujetos que están en la investigación, esto con el fin de aplicar el principio de justicia.

5. Cronograma

La realización del proyecto se estipuló en las fechas establecidas descritas en el cronograma (apéndice E).

6. Presupuesto

Se hizo una proyección de los gastos que se tuvieron durante el proceso de la investigación (Apéndice F).

7. Resultados

Se tomaron las medidas a 102 personas tanto en el arco superior e inferior, que aportaron un total 204 mediciones (modelos). La edad promedio de los sujetos fue de $3,84 \pm 0,64$, el 51.96% (n=53) eran mujeres y el restante 48.04% (n=49) eran hombres, (Ver Tabla 2).

La reproducibilidad mayor se obtuvo en Distancia Intermolar Inferior, Coeficiente de correlación intraclass, ICC=0,96, IC 95%: 0,94-0,97, mientras que la medida con menor

reproducibilidad se obtuvo en distancia intercanina inferior, ICC= 0,80, IC 95%: 0,73-0,87, (Ver Tabla 2).

Tabla 2. *Reproducibilidad (ICC) entre las medidas tomadas de manera manual versus digital.*

Método	Promedio±DE Distancia Superior (M)	Promedio±DE Superior (D)	Diferencia±DE	Correlación Pearson	Valor P*	Coefficiente de correlación intraclase, IC 95% Reproducibilidad
Distancia Intercanina Superior	30,42± 1,75	30,79±1,78	-0,37 ±0,46	0,97	<0,001	0,95 (0,93-0,97)
Distancia Intercanina Inferior	23,58±1,67	23,77±1,82	-0,19±1,09	0,81	<0,001	0,80 (0,73-0,87)
Distancia Intermolar Superior	30,53±1,87	29,75±1,87	0,78±0,73	0,92	<0,001	0,85 (0,80-0,90)
Distancia Intermolar Inferior	28,21±1,44	28,14±1,50	0,07±0,43	0,96	<0,001	0,96 (0,94-0,97)
Perímetro De Arco Superior	81,28±3,56	80,87±3,49	0,38±1,11	0,95	<0,001	0,94 (0,92-0,97)
Perímetro De Arco Inferior	73,51±3,28	72,86±3,53	0,64±1,16	0,94	<0,001	0,92 (0,90-0,95)

Nota: M: Distancia manual; D: Distancia digital, ICC: Coeficiente de correlación intraclase. *Valor de p para el coeficiente de correlación Pearson.

Hubo buen acuerdo entre las medidas digitales y manuales, dado que el Coeficiente de correlación de Concordancia de Lin estuvo por arriba o iguales a 0.92 para todas las medidas a excepción de la medida correspondiente a distancia intercanina inferior, la cual tuvo un coeficiente de 0.80 IC 95%: 0,73-0,87. La medida con más alto acuerdo fue la distancia intermolar inferior con un coeficiente de 0.96 IC95%: 0.94-0.97, lo cual se considera un acuerdo casi perfecto, (Ver Tabla 3).

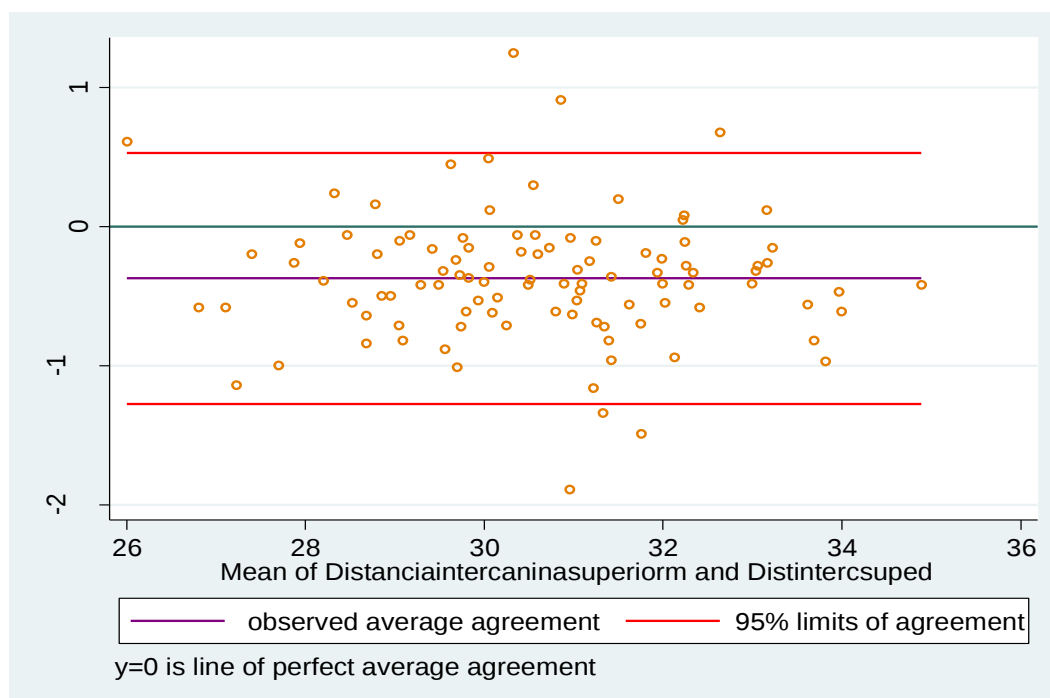
Tabla 3. Coeficiente de correlación de concordancia de Lin entre las medidas tomadas de manera manual versus digital.

Medida	CCC de Lin (IC 95%)
Distancia Intercanina Superior	0.95(0,93-0,97)
Distancia Intercanina Inferior	0.80 (0,73-0,87)
Distancia Intermolar Superior	0.85 (0.80-0.90)
Distancia Intermolar Inferior	0.96 (0.94-0.97)
Perímetro De Arco Superior	0.94 (0.92-0.97)
Perímetro De Arco Inferior	0.92 (0.90-0.95)

Nota: CCC= Coeficiente de correlación de concordancia de Lin. Adaptado de (21).

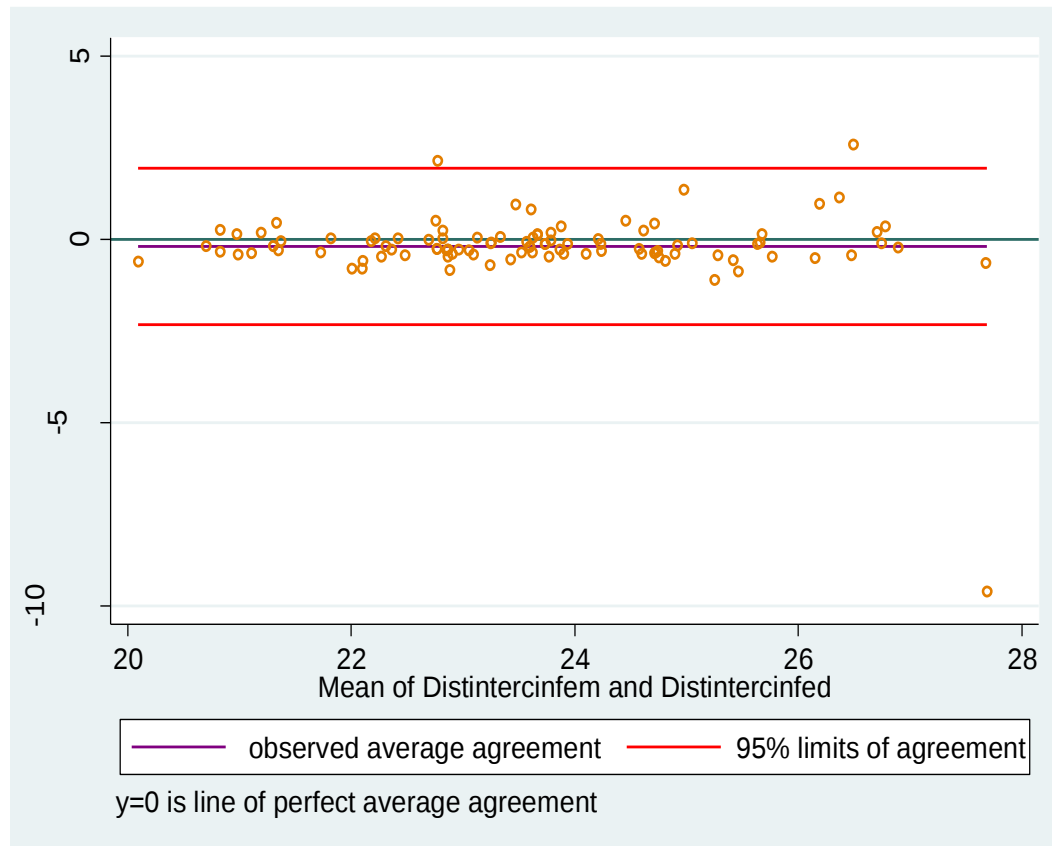
Con respecto a los límites de acuerdo de Bland & Altman para el método de medición manual de la distancia intercanina superior con respecto al método digital existe una distancia desviada promedio de 0,3 milímetros, Figura 1.

Figura 1. Límites de acuerdo de Bland & Altman para distancia intercanina superior manual distancia intercanina superior digital



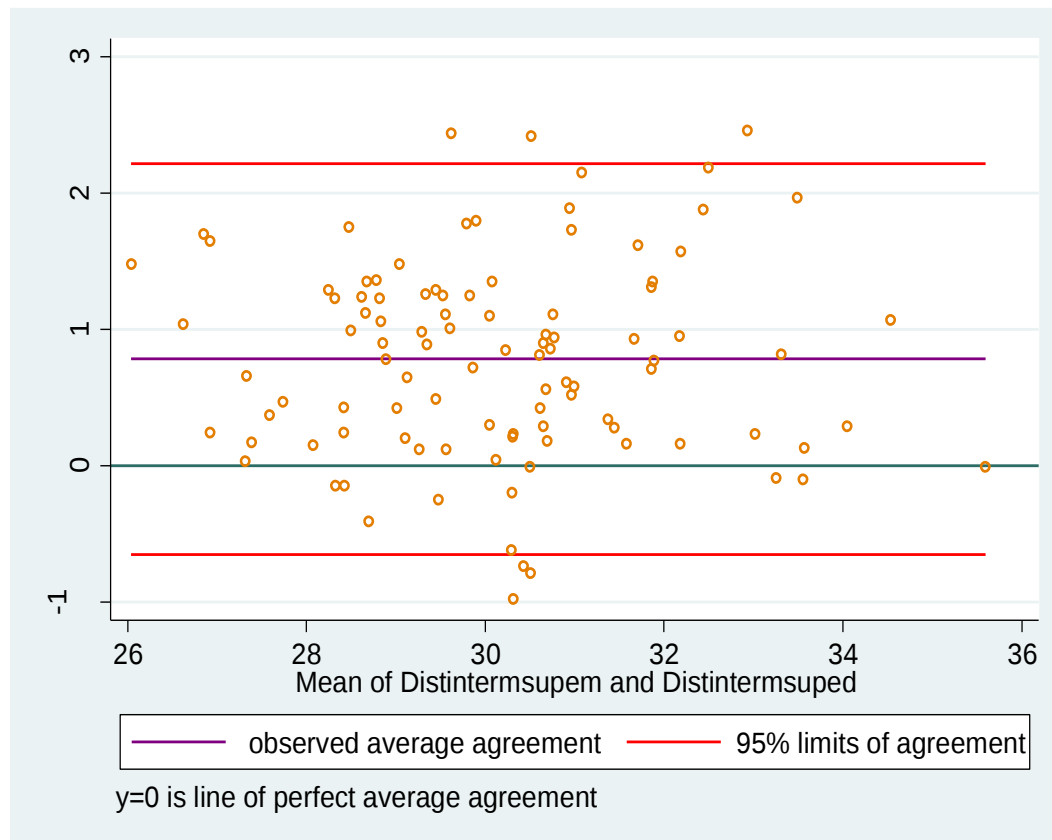
Los límites de acuerdo de Bland & Altman para el método de medición manual de la distancia intercanina inferior con respecto al método digital existe una distancia desviada promedio de 0,2 milímetros, Figura 2.

Figura 2. Límites de acuerdo de Bland & Altman para distancia intercanina inferior manual distancia intercanina inferior digital



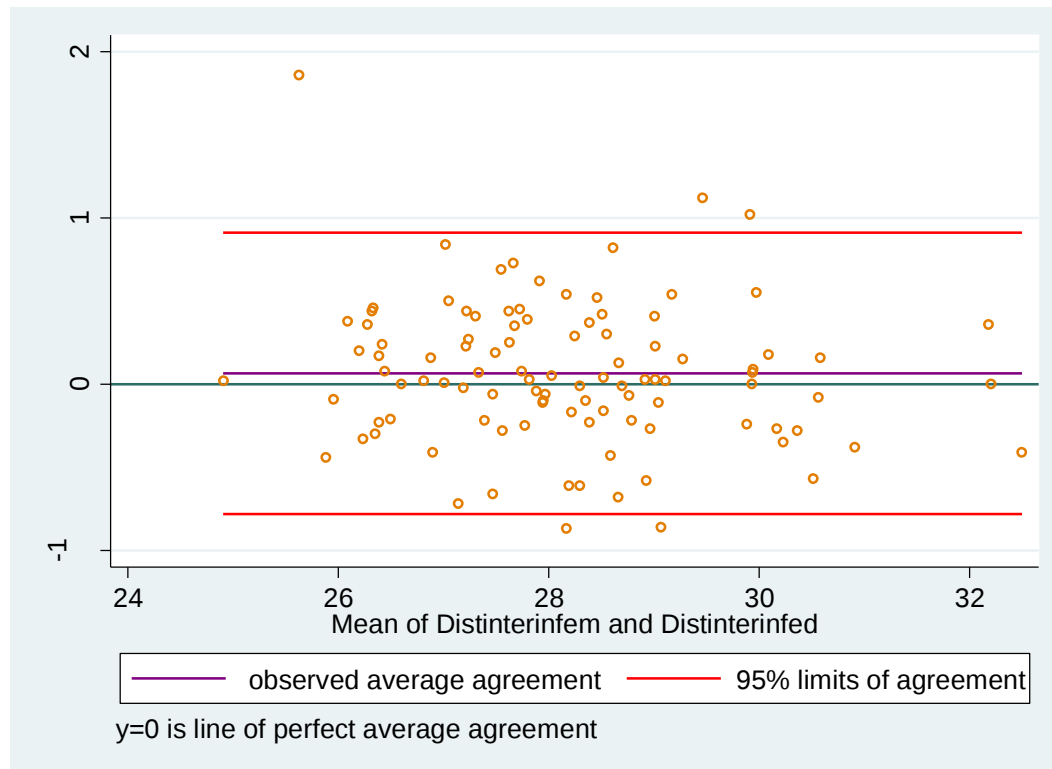
Para el método de medición manual de la distancia intermolar superior con respecto al método digital existe una distancia desviada promedio de 0.8 milímetros, teniendo en cuenta los límites de acuerdo de Bland & Altman. Figura 3.

Figura 3. Límites de acuerdo de Bland & Altman para distancia intermolar superior manual distancia intermolar superior digital



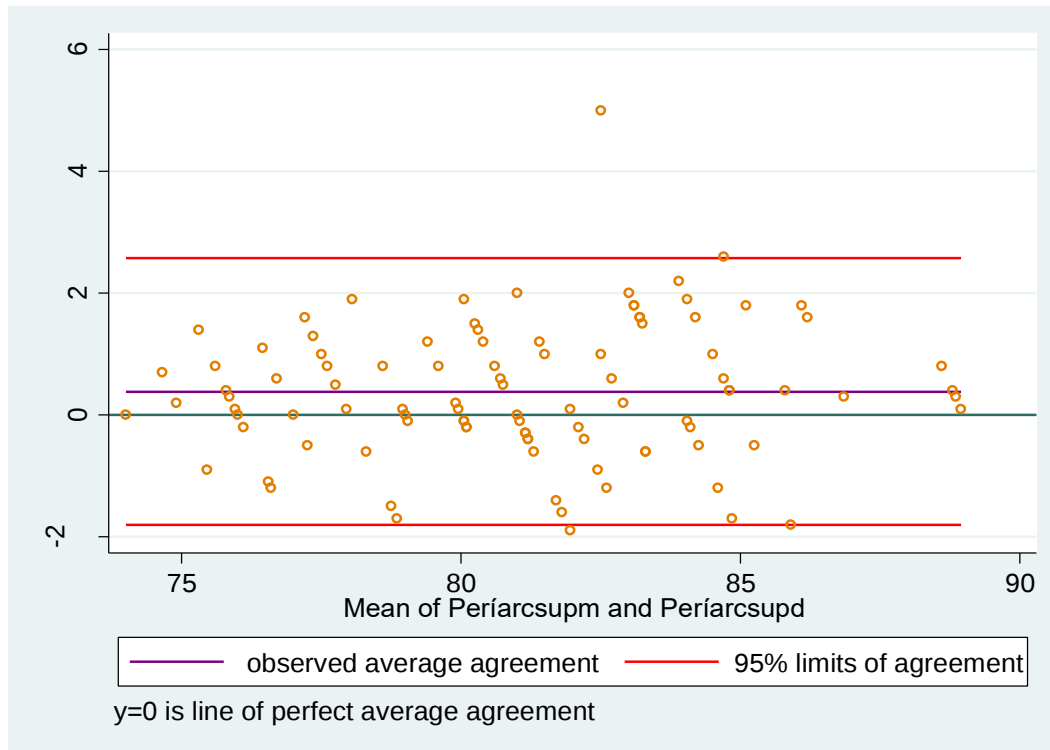
Los límites de acuerdo de Bland & Altman para el método de medición manual de la distancia intermolar inferior con respecto al método digital existe una distancia desviada promedio de 0,1 milímetros, Figura 4.

Figura 4. Límites de acuerdo de Bland & Altman para distancia intermolar inferior manual distancia intermolar inferior digital



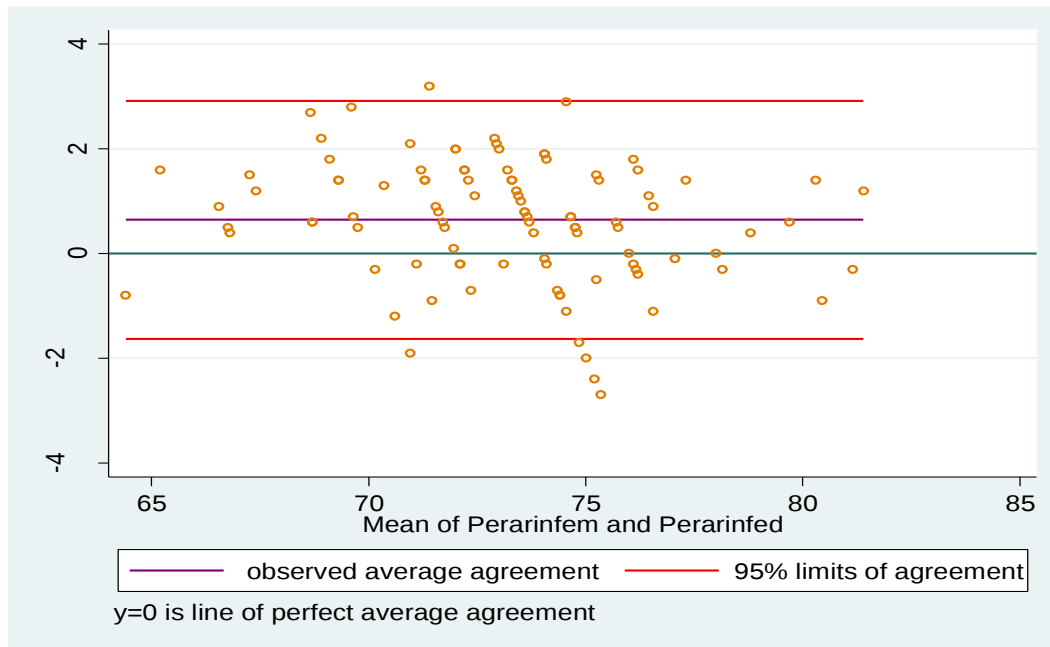
Para el método de medición manual de perímetro de arco superior con respecto al método digital existe una distancia desviada promedio de 0.4 milímetros, teniendo en cuenta los límites de acuerdo de Bland & Altman. Figura 5.

Figura 5. Límites de acuerdo de Bland & Altman para perímetro de arco superior manual y perímetro de arco superior digital



Para el método de medición manual de perímetro de arco inferior con respecto al método digital existe una distancia desviada promedio de 0.6 milímetros, teniendo en cuenta los límites de acuerdo de Bland & Altman. Figura 6.

Figura 6. Límites de acuerdo de Bland & Altman para perímetro de arco inferior manual y perímetro de arco inferior digital



8. Discusión

En la actualidad, se han implementado alternativas para facilitar la consulta de ortodoncia, optimizar tiempos y minimizar recursos mediante el uso de scanner para la obtención de imágenes digitales a las que, al ser procesadas por softwares especializados, se les pueda realizar un análisis computarizado con medidas precisas que puedan ser útiles para el momento del diagnóstico y la definición del plan de tratamiento. Tal y como lo mencionan Redlich et al (23) en su estudio, quienes resaltan las ventajas de utilizar un sistema de medición computarizado las cuales incluyen mediciones detalladas, ahorro de tiempo y espacio de almacenamiento, así como posibilidades de consulta y presentación en línea para facilitar las interconsultas entre profesionales. Sin embargo, en algunos estudios, como el realizado por Grünheid et al (24) en el que hacen referencia que el método digital podría significar un costo más elevado para la clínica odontológica, ya que se necesita adquirir equipos y software especializados, así como las licencias de estos. Otra desventaja que reportan los autores en el estudio mencionado anteriormente es, en el caso de la toma de impresiones digitales, la dificultad para acceder a ciertas zonas anatómicas con la punta del scanner intraoral, pues por su tamaño, podría resultar difícil o incómodo para el paciente, interfiriendo con la calidad de la imagen. Respecto a la obtención de los modelos digitales confeccionados a partir del escaneado extraoral, según Stevens et al (25), han demostrado ser válidos para la toma de medidas en ortodoncia.

Conscientes de esto, como estudiantes del posgrado de ortodoncia vemos la necesidad de implementar dichas tecnologías en la consulta de los pacientes de la clínica de la universidad Santo Tomás, por lo tanto, se realizó un trabajo en el que se tomaron medidas lineales de forma manual y digital a 204 modelos de pacientes pediátricos, con el fin de evaluar la reproducibilidad entre los dos métodos de medición. La visión general del proyecto es lograr que el ortodoncista empiece a aprovechar los avances tecnológicos que ha tenido la profesión e implemente en su consulta métodos digitales como alternativa diagnóstica.

En este estudio se encontró que las medidas digitales y manuales presentan un buen acuerdo, dado que el ICC tuvo un valor que se encontró por encima o igual a 0.92 para todas las medidas, lo cual indica que son reproducibles entre sí, como es en el caso de la investigación realizada por Bootvong et al (14) en la que se tuvieron en cuenta criterios como ancho mesodistal de algunos dientes, distancias intercaninas e intermolares, overjet, overbite, discrepancia de la línea media y concordancias de análisis de espacios, con un ICC superior o igual a 0.70 lo que indica un acuerdo aceptable entre ambos métodos de medición. Los acuerdos entre examinadores para las relaciones canina y molar fueron también superiores a 0,70 lo que indica que hay una reproducibilidad sustancial.

Para esta investigación se tuvieron en cuenta las siguientes 3 medidas específicas: distancia intercanina, distancia intermolar y perímetro de arco, las cuales se tomaron en los 204 modelos por un investigador que fue previamente seleccionado después de realizar una calibración con un experto en ortodoncia. Se obtuvieron dichas mediciones con un método digital, después de procesar una imagen computarizada y en modelos de yeso de manera manual. A diferencia del estudio realizado por Kaihara et al (26) en el que se obtienen las mediciones siguiendo parámetros diferentes, pues tres examinadores analizaron de manera independiente los tamaños de algunos dientes y la distancia intercanina e intermolar de modelos digitales y modelos en yeso. En dicho estudio se realizó 10 veces cada medida a cada modelo. Las medias de las 10 mediciones fueron diferentes entre los 2 métodos de medición, y las diferencias oscilaron entre 0,07 y 0,23 mm; diferencias que fueron inferiores a 0,3 mm, por lo que no se consideran clínicamente significativas. Las proporciones de la desviación estándar y el coeficiente de variación fueron mayores a 1 en 7 de las 10 mediciones realizadas, lo que sugiere que la reproducibilidad del escáner 3D fue ligeramente menos reproducible que las mediciones directas, pero aun así clínicamente aceptable.

Similar a los resultados del presente estudio, fueron los hallados por Koretsi et al (27), quienes reportaron que la confiabilidad intraobservador de las mediciones que se tomaron demostró ser sustancial tanto en el método manual como en el digital, excepto por cinco resultados 12,8 % en el método manual ($0,59 \leq ICC \leq 0,68$). Tres de estos resultados fueron índices de discrepancia del tamaño de los dientes ($0,59 \leq ICC \leq 0,66$). La confiabilidad fue mayor en el método digital ($ICC \geq 0,7$ para todos los resultados) que en el método manual.

En este trabajo pudimos encontrar que la medida con menor reproducibilidad fue la distancia intercanina inferior la cual tuvo un promedio de 23.7mm (DE: 1.8) en el método digital, y 23.58 (DE: 1.67) mientras que en el estudio realizado por Mullen et al (28), las medidas que tuvieron una diferencia significativa fueron la longitud del arco y la estructura dental en ambos arcos con los 2 métodos de medición. La cantidad de estructura dental en el arco inferior medida de manera digital fue en promedio 1,5 1,36 mm más pequeña que la medida en el modelo de yeso. Y para la

variable de la cantidad de estructura dental en el arco superior medida de manera digital fue en promedio 1,48 1,55 mm más pequeña que la medida en el modelo de yeso.

Para el presente estudio se tuvo en cuenta una muestra de 204 modelos los cuales fueron escaneados y procesados por un software y medidos de forma manual con el calibrador. De acuerdo con la literatura consultada, las muestras de los estudios reportados fueron menores, teniendo en cuenta 30 pacientes en el estudio de Mullen et al (28), 108 modelos para la investigación de Labajo et al (29), 48 modelos de yeso para el trabajo de Koretsi et al (27), el estudio de Kaihara et al (26), el cual únicamente tuvo en cuenta 1 par de modelos de yeso, pero la estrategia de medición fue diferente para establecer la exactitud de los métodos de medición. Así como Quimby et al (13) que establecieron una muestra de 44 modelos luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión específicos para cada caso y realizaron las medidas determinadas dos veces en cada modelo.

El análisis anterior permite concluir que el tamaño de muestra que utilizamos en este trabajo es considerable y que los resultados que se obtuvieron en la investigación pueden llegar a ser más precisos, sin embargo, para mejorar la exactitud de las mediciones realizadas se podría sugerir realizar varias veces cada una de las medidas, como lo hicieron algunos estudios consultados. En este trabajo se midieron los modelos una sola vez, pero previamente se había realizado una calibración teniendo como referencia un experto en ortodoncia, el cual tomó las medidas las cuales se compararon con las medidas tomadas por los dos investigadores y se eligió el investigador con las medidas más parecidas al experto.

En los estudios encontrados sobre reproducibilidad en mediciones de modelos, se reportó el uso de escáneres intraorales y extraorales de diferentes marcas como Rexcan DS 3D, OrthoX scan de Dentauro y Holographic sensor ConoProbe de Optimet. En el presente estudio se utilizó un scanner extraoral de la marca Inneos de Sirona y para el procesamiento de las medidas el software digital Autodesk, que nos permitió obtener las medidas lineales digitales.

En el momento de realizar la toma de las mediciones manuales, se debe tener especial cuidado en los puntos de referencia que se establecen al principio, pues esto se reporta en los diferentes estudios como un inconveniente para la exactitud de las medidas en ambos métodos. Así como lo refiere Kaihara et al (26) quienes determinan que al realizar la medición estos puntos de referencia pueden variar dependiendo de las preferencias individuales, en el caso de que se tenga en cuenta más de un investigador para la toma de las medidas. En esta investigación se describieron los puntos de referencia teniendo en cuenta la definición reportada en la literatura, de cada una de las variables, y se descartaron aquellos modelos que pudieran presentar defectos estructurales del material, o maloclusiones severas, fallas en los vaciados de yeso o ausencias dentales, entre otros criterios.

Después de analizar que las diferencias entre ambos métodos de medición son clínicamente aceptables, surge la necesidad de que en las clínicas de ortodoncia de la universidad Santo Tomás se implemente el uso de escáneres intra o extraorales para la obtención de imágenes digitales, y software especializados para el procesamiento de dichas imágenes y la realización de mediciones, la simulación de tratamientos y el aprovechamiento de los recursos tecnológicos que ofrece hoy en día la odontología moderna. Siendo que esta toma de registros digitales podría facilitar el diagnóstico, la presentación de los casos clínicos y las evoluciones de los tratamientos en un tiempo determinado, la distribución y el almacenamiento de las imágenes de una forma más segura y al

que todos los especialistas o el equipo multidisciplinario pueda tener acceso remoto y de esta manera se optimice la remisión del paciente y la oportunidad en la atención.

9. Conclusiones

La implementación de las tecnologías digitales puede representar altos costos, sin embargo, a largo plazo es una inversión favorable, brindando ventajas en la atención odontológica como lo es la confortabilidad del paciente, se descarta el uso de biomateriales los cuales disminuyen en gran medida el riesgo de contaminación cruzada y costos de laboratorio, además, permiten la opción de visualizar y medir los modelos digitalmente sin riesgos de deterioro, fractura o pérdida de estos.

En este estudio las mediciones tomadas en modelos de manera digital según las variables mostraron una precisión y reproducibilidad estadísticamente significativa en comparación con las mediciones tomadas de forma manual.

La reproducibilidad mayor se obtuvo en distancia intermolar inferior, Coeficiente de correlación intraclase, ICC=0,96, IC 95%: 0,94-0,97, mientras que la medida con menor reproducibilidad se obtuvo en distancia intercanina inferior, ICC= 0,80, IC 95%: 0,73-0,87.

Referencias

1. Wan Hassan WN, Othman SA, Chan CS, Ahmad R, Ali SN, Abd Rohim A. Assessing agreement in measurements of orthodontic study models: Digital caliper on plaster models vs 3-dimensional software on models scanned by structured-light scanner. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2016;150(5):886-895.
2. Lippold C, Kirschneck C, Schreiber K, Abukiress S, Tahvildari A, Moiseenko T, et al. Methodological accuracy of digital and manual model analysis in orthodontics – A retrospective clinical study. *Comput Biol Med* 2015; 62:103-109.
3. Tarazona B. Estudio comparativo de la fiabilidad y reproducibilidad en la medición de los tamaños dentarios y las medidas de la arcada dentaria entre la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) y un método digital con modelos de estudio. [Tesis Doctoral] España: Universitat de València; 2011.
4. Restrepo M, Castellanos L, Grhes B, Santos A, Santos L. Comparación de medidas dentales y transversales realizadas en modelos de yeso con calibrador digital, y en modelos digitales con el software o3d. *CES Odontol* 2015;28(2):58-68.
5. Ackerman JL, Proffit WR, Sarver DM, Ackerman MB, Kean MR. Pitch, roll, and yaw: Describing the spatial orientation of dentofacial traits. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007;131(3):305-310.
6. Bartlett JW, Frost C. Reliability, repeatability and reproducibility: analysis of measurement errors in continuous variables. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008;31(4):466-475.
7. Abizadeh N, Moles DR, O'Neill J, Noar JH. Digital versus plaster study models: How accurate and reproducible are they? *J. Orthod.* 2012;39(3):151-159.
8. Mangiacapra R, Butti AC, Salvato A, Biagi R. Traditional plaster casts and dental digital models: intra-examiner reliability of measurements. *Prog Orthod* 2009;10(2):48.
9. Abad-coronel C. Odontología digital: Una realidad cada vez menos virtual. *Mouth.* 2017;2(1):19042017.
10. Rodríguez MJ, Camargo DM, Orozco LC. Aspectos metodológicos en los estudios de evaluación de pruebas diagnósticas. *Ustasalud* 2012;11(2):115.
11. Asquith J, Gillgrass T, Mossey P. Three-dimensional imaging of orthodontic models: a pilot study. *Eu. J. Orthod.* 2007;29(5):517-522.
12. Bell A, Ayoub A, Siebert P. Assessment of the accuracy of a three-dimensional imaging system for archiving dental study models. *J. Orthod.* 2003;30(3):219.
13. Quimby ML, Vig KWL, Rashid RG, Firestone AR. The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models. *Angle. Orthod.* 2004;74(3):298.

14. Bootvong K, Liu Z, McGrath C, Hägg U, Wong RWK, Bendeus M, et al. Virtual model analysis as an alternative approach to plaster model analysis: reliability and validity. *Eu. J. Orthod.* 2010;32(5):589-595.
15. Watanabe-Kanno GA, Abrão J, Miasiro Junior H, Sánchez-Ayala A, Lagravère MO. Reproducibility, reliability and validity of measurements obtained from Ceph3 digital models. *Braz. Oral. Res.* 2009;23(3):288-295.
16. Vidal Rebaza CA. Relación entre la distancia intermolar e intercanina con la discrepancia alveolo-dentaria. Perú: UPAO; 2016.
17. Echaniz Valiente R, Barbería Leache E. Comprobación de las medidas transversales de las arcadas y del índice de Izard [Internet]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2005. Available from: [https://ebookcentral.proquest.com/lib/\[SITE_ID\]/detail.action?docID=3160124](https://ebookcentral.proquest.com/lib/[SITE_ID]/detail.action?docID=3160124)
18. Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. *Orthod Craniofac Res* 2011;14:1–16.
19. Castro-Jiménez MÁ, Cabrera-Rodríguez D, Castro-Jiménez MI. Evaluación de tecnologías diagnósticas: conceptos básicos en un estudio con muestreo transversal. *Rev Colomb Obstet Ginecol* 2007;58(1):45-52.
20. Castro Bonilla E, Niño Florez AF. Prevalencia de maloclusiones y su relación con caries dental en niños de 3 a 5 años de edad del instituto colombiano de bienestar familiar en Bucaramanga. Ustasalud 2016.
21. Landis JR, Koch GG. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics* 1977 Mar;33(1):159-174.
22. Ministerio de Salud. Resolución 8430 de 1993. Fecha de consulta: 27 de mayo de 2021. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
23. Redlich M, Weinstock T, Abed Y, Schneor R, Holdstein Y, Fischer A. A new system for scanning, measuring and analyzing dental casts based on a 3D holographic sensor. *Orthod Craniofac Res.* 2008;11(2).
24. Grünheid T, McCarthy SD, Larson BE. Clinical use of a direct chairside oral scanner: An assessment of accuracy, time, and patient acceptance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* [Internet]. 2014 Nov 1 [cited 2023 Feb 13];146(5):673–82. Available from: <http://www.ajodo.org/article/S0889540614007276/fulltext>
25. Stevens DR, Flores-Mir C, Nebbe B, Raboud DW, Heo G, Major PW. 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* [Internet]. 2006 Jun 1 [cited 2023 Feb 13];129(6):794–803. Available from: <http://www.ajodo.org/article/S0889540606001272/fulltext>
26. Kaihara Y, Kihara T, Kakayama A, Amano H, Nikawa H, Kozai K. Accuracy of a non-contact 3D measuring system for dental model analysis. *Pediatric Dental Journal.* 2013 Aug 1;23(2–3):71–8.

27. Koretsi V, Tingelhoff L, Proff P, Kirschneck C. Intra-observer reliability and agreement of manual and digital orthodontic model analysis. *Eur J Orthod* [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2023 Feb 13];40(1):52–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28531341/>
28. Mullen SR, Martin CA, Ngan P, Gladwin M. Accuracy of space analysis with emodels and plaster models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* [Internet]. 2007 Sep 1 [cited 2023 Feb 13];132(3):346–52. Available from: <http://www.ajodo.org/article/S0889540607004489/fulltext>
29. Labajo González, E., Perea Pérez, B., & Sánchez Sánchez, J. A. Evaluación del método de fotocopias de modelos para el estudio antropométrico de la arcada dental. *Ortodoncia Española*, (2004); 44(4), 279-283.