

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ORTODONCIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**COMPARACIÓN DE LA PRECISIÓN DEL MÉTODO DIGITAL DE ESCÁNER
INTRAORAL CON EL MÉTODO CONVENCIONAL EN LA OBTENCIÓN DE
LAS MEDIDAS DEL ANCHO MESIODISTAL DEL ESPACIO NECESARIO EN
AMBAS ARCADAS DE PACIENTES ADULTOS ATENDIDOS EN LA CLÍNICA
DE ODONTOLOGÍA Y BELLEZA FACIAL EN EL 2021-2022**

Código
CE-PT-327-16-01-21-29

**TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL
GRADO DE MAESTRIA EN ORTODONCIA**

Autor: Dra. Grace González

Tutor: Dr. Antonio Finlayson

Panamá, República de Panamá

2022

DEDICATORIA

A mis hijos Manuel y Fabiana, gracias a ellos que son mi principal motivación para seguir conquistando sueños y logrando metas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme las fuerzas necesarias para emprender y guiarme día a día en este camino.

A mis padres por siempre brindarme su apoyo incondicional.

A mis profesores del Postgrado por brindarme sus conocimientos y experiencias.

A mi profesor y tutor Dr. Antonio Finlayson por guiarme en la realización y desarrollo de esta tesis.

Al Dr. Moisés Chen y Dr. Moisés Sasson por abrirme las puertas de su consultorio y permitirme utilizar el escáner intraoral en beneficio del conocimiento a los futuros profesionales en el campo de la Ortodoncia.

Y especialmente a mi esposo Luis Eduardo, quien ha estado a mi lado durante estos 4 años y ha sido un pilar para mi familia. Sin ti esto no hubiera sido posible.

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE GRÁFICAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULOS	
I MARCO CONCEPTUAL	3
Planteamiento del problema	3
Justificación	8
Objetivos de investigación	11
Objetivo General	11
Objetivos Específicos	11
II MARCO TEÓRICO	12
Antecedentes	12
Bases Teóricas	16
Definición del Ancho Mesiodistal	16
Anatomía Dental	17
Características morfológicas de la dentición humana	18
Diagnóstico en Ortodoncia	21
Registros ortodóncicos	22
Análisis de los modelos de estudio	22
Importancia del ancho mesiodistal en el diagnóstico de ortodoncia	24
Diámetros mesiodistales en dentición permanente	25
Diámetros mesiodistales en dentición permanente según Moorrees	25
Diámetros mesiodistales en dentición permanente según McNamara	26
Definición del espacio necesario	27
Índice de medición del espacio necesario	28
Instrumentos de medición para el análisis de modelos de estudio	29
Método convencional	29
Método digital	30
Medidas diagnósticas en Ortodoncia	36
Hipótesis de investigación	38
III MARCO METODOLÓGICO	39
Tipo de Investigación	39
Población y Muestra	39
Métodos e Instrumento de Recolección	40
Procedimientos	41
Variables de Investigación	42
Técnicas de Análisis de la Información	44
Aspectos Éticos	44

IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
	Resultados	45
	Estadística descriptiva de las medidas del ancho mesiodistal	47
	Estadística paramétrica del ancho mesiodistal (comparación de medias)	49
	Estadística descriptiva y paramétrica del tiempo requerido para la obtención de la medida del ancho mesiodistal con método digital y método tradicional	52
	Discusión de Resultados	56
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
	Conclusiones	61
	Recomendaciones	62
	REFERENCIAS	63
	ANEXOS	76
A	Instrumento de recolección (hoja de registro, parte 1)	76
	Instrumento de recolección (hoja de registro, parte 2)	78
B	Escaneo intraoral	80
C	Medición de ancho mesiodistal con método tradicional	81
D	Medición de ancho mesiodistal con método digital	82
E	Almacenamiento de modelos en yeso del estudio	85
F	Informe emitido por el software Ortho System	86

LISTA DE TABLAS

1	Diámetros mesiodistales* maxilares y mandibulares según Moorrees	26
2	Tamaños dentales promedio* según McNamara	27
3	ICC interexaminadores para las medidas mesiodistales en milímetros (mm) con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)	45
4	Correlación de Pearson de las medidas mesiodistales en los métodos de yeso y escáner intraoral intraexaminadores	46
5	Estadísticos descriptivos de las medidas en milímetros (mm) del ancho mesiodistal con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)	47
6	Estadísticos descriptivos de la prueba T para el ancho mesiodistal	49
7	Estimación de la diferencia pareada	50
8	Estadística descriptiva del tiempo en minutos (min) para la obtención de medidas de ancho mesiodistal con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)	53
9	Prueba T de medias con muestras relacionadas para comparación del tiempo en minutos (min) requerido en la medición del ancho mesiodistal con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)	54

LISTA DE GRÁFICAS

1	Histograma de las medidas en milímetros (mm) del ancho mesiodistal con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)	48
2	Diagrama de caja de la distancia mesiodistal en milímetros (mm) con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)	48
3	Intervalo de confianza al 95% para la medias de la distancia mesiodistal en milímetros (mm) con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)	50
4	Diferencia de las medias e intervalo al 95% de confianza para la media con hipótesis nula (H_0)	51
5	Comparación de medias de la distancia mesiodistal en milímetros (mm) con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)	52
6	Comparación de la medida del tiempo en minutos (min) requerido en la medición del ancho mesiodistal con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)	54

RESUMEN

La relación del tamaño de los dientes, específicamente el ancho mesiodistal (MD), es uno de los elementos cruciales en el diagnóstico y planificación del tratamiento ortodóncico; a partir de este principio se orientó el objetivo de la presente investigación, comparar la precisión en el método digital de escáner intraoral vs el método tradicional en la obtención de las medidas del ancho MD del espacio necesario de ambas arcadas de pacientes atendidos en la Clínica de Odontología y Belleza Facial. Metodológicamente se trata de un estudio cuantitativo, de tipo clínico prospectivo y comparativo de enfoque descriptivo y diseño transversal, para el cual se seleccionó una muestra de 50 pacientes atendidos para pre-tratamiento, a los cuales se midió el ancho MD en dos formas: a partir de modelos de estudio en yeso con calibrador digital Mitutoyo convencional (método tradicional) y modelos digitalizados mediante escáner intraoral TRIOS3 (3Shape®) con el software Ortho System (método digital). A fines comparativos de la precisión de ambos métodos se realizó la prueba t de Student para muestras pareadas. De acuerdo a los resultados obtenidos y su discusión a la luz de los reportes publicados en la literatura científica consultada, se concluye que la precisión en las mediciones del ancho MD con escáner intraoral va a ser superior o igual a la obtenida con el método tradicional, dependiendo de la experiencia acumulada del clínico.

Palabras clave: Precisión, ancho mesiodistal, medición, calibrador manual, modelos de yeso, escáner intraoral, método tradicional, método digital.

ABSTRACT

The relationship of the size of the teeth, specifically the mesiodistal width (MD), is one of the crucial elements in the diagnosis and planning of orthodontic treatment. From this principle, the objective of the present investigation was oriented, to compare the precision in the digital method of intraoral scanner vs. the traditional method in obtaining the measurements of the MD width of the necessary space of both arches of patients attended in Clínica de Odontología y Belleza Facial. Methodologically, it was a quantitative, prospective and comparative clinical study with a descriptive approach and cross-sectional design, for which a sample of 50 patients attended for pre-treatment was selected, in whom MD width was measured in two ways: from plaster study models with a conventional caliper (traditional method) and digitized models using an intraoral scanner TRIOS3 Mono (3Shape®) with the Ortho System software (digital method). For comparative purposes of the accuracy of both methods, the Student's t-test was performed for paired samples. According to the results obtained and their discussion in light of the reports published in the consulted scientific literature, it is concluded that the precision in the measurements of the MD width with intraoral scanner will be greater than or equal to that obtained with the traditional method depending on the accumulated experience of the clinician.

Keywords: Precision, mesiodistal width, measurement, manual caliper, plaster study models, intraoral scanner, traditional method, digital method.

INTRODUCCIÓN

Con el correr del tiempo y a la par de la divulgación de las evidencias científicas y los constantes avances tecnológicos, la práctica odontológica moderna ha venido incorporando una serie de recursos que además de facilitar la toma de mediciones de interés odontológico reducen la posibilidad de error humano. La mayoría de los consultorios se han vuelto sin papel y la fotografía digital y la radiografía han reemplazado a sus contrapartes analógicas y se convierten en el papel principal. Las exploraciones intraorales y la radiografía tridimensional están reemplazando rápidamente los modelos de estudio de yeso y la radiografía bidimensional.

Los instrumentos para la medición del tamaño dental han evolucionado desde el método convencional, realizado sobre el modelo de yeso con compás de punta seca, calibrador manual y vernier digital, hasta llegar gracias a los avances tecnológicos a la digitalización de los modelos de estudio y, más recientemente, al uso del escáner intraoral que según se reporta en la literatura es más preciso que los instrumentos tradicionales.

Sin embargo, acerca de la exactitud de dichos instrumentos y recursos tecnológicos existen posturas encontradas, pues mientras algunos defienden las ventajas del método digital a partir de imágenes escaneadas en términos de practicidad y tiempo, otros argumentan que la medición manual en modelos de yeso es un procedimiento práctico, fácil y con resultados clínicamente aceptables.

Tales contradicciones, evidencian que hasta el momento no existe consenso respecto al método “gold” estándar para obtener medidas diagnósticas en Ortodoncia en forma precisa y confiable, lo cual es indispensable en la fase diagnóstica y consecuente planificación del tratamiento de ortodoncia; por ello, se hace necesario generar evidencias científicas acerca

de la precisión de los instrumentos con que cuenta el especialista para medir el ancho mesiodistal; en beneficio de contribuir con el perfeccionamiento de la práctica clínica.

Los resultados del presente trabajo de investigación son un aporte válido para esclarecer la controversia en el empleo de métodos convencionales o digitales, para obtener mayor precisión al realizar la medición del ancho mesiodistal del espacio necesario en el paciente que solicita terapia ortodóncica, realizando un diagnóstico eficiente.

CAPITULO I

MARCO CONCEPTUAL

Planteamiento del Problema

En la actualidad, los desafíos en las diferentes especialidades odontológicas radican no sólo en prevenir las diferentes patologías que comprometen la salud del aparato estomatognático, sino también en encontrar terapias exitosas para su aplicación directa en la clínica, escenarios estrechamente vinculados con los aportes de los avances científicos; ciertamente, la práctica odontológica moderna está fuertemente apoyada en los descubrimientos tecnológicos, los cuales han dado un vuelco total a las estrategias, planes y acciones, mediante su incorporación a los diversos procesos diagnósticos (Davidowitz & Kotick, 2011).

Según el último informe emitido por la Organización Mundial de la Salud (2016), las alteraciones oclusales poseen etiología multifactorial y son consideradas un problema de salud pública desde el punto de vista odontológico, siendo reportadas a nivel mundial como la tercera patología con mayor prevalencia, después de caries dental y enfermedad periodontal; asimismo, de acuerdo al programa Diagnóstico de Salud Bucodental (DISABU), estudio epidemiológico en la República de Panamá que considera las alteraciones dentofaciales en la población, principalmente como: desviación de la línea media, apiñamiento, mordida cruzada anterior y/o posterior, profunda y abierta, generalmente en ese orden. Lo que justifica la creciente demanda de tratamiento ortodóncico a objeto de mejorar el bienestar psicosocial y la calidad de vida de la persona (Almeida et al., 2014), por lo cual el clínico debe realizar una serie de mediciones indispensables a fin de elaborar el diagnóstico de la maloclusión y planificar la terapéutica requerida para su corrección.

Cuando hay anomalías en el tamaño de las coronas dentales es difícil alinear los dientes y lograr una relación posterior cuspídea normal para cumplir adecuadamente sus funciones, los dientes necesitan cierta dimensión, forma y ubicación para proteger los tejidos blandos y duros contra posibles daños y por ello, la forma imperfecta de uno o más piezas dentales y/o su desplazamiento en el arco, pueden alterar significativamente la armonía oclusal (Gorjizadeh et al., 2015, p. 1).

De allí la importancia en la práctica ortodóncica de conocer el ancho mesiodistal (AMD) de cada pieza dental mediante el uso de índices e instrumentos de medición a fin de detectar durante la fase de diagnóstico posibles discrepancias, que de lo contrario se van a manifestar en las etapas finales del tratamiento e imposibilitarán el logro de la correcta relación interoclusal y canina, así como en el overjet y/u overbite, según el caso (Andrade et al., 2014).

Los profesionales de la Odontología deben conocer las nuevas tecnologías incorporadas a los equipos y materiales dentales, evaluar las diferentes alternativas que se ofrecen en el mercado y realizar los ajustes que les permitan usarlos en la forma más conveniente en su práctica diaria, lo cual puede incluir la modificación de procedimientos y formas de tratamiento, aplicar nuevas técnicas y apropiarse de los conocimientos necesarios, siendo en tal sentido indispensable la constante actualización y capacitación (Brownstein et al., 2015)

La tecnología digital comenzó abrirse camino en el ámbito odontológico con la introducción de la programación computarizada en 1974 con la era CAD/CAM, acrónimo anglosajón de Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing (diseño asistido por ordenador y fabricación asistida por ordenador), se remonta al año 1980, cuando el odontólogo suizo Werner Möermmann y el ingeniero eléctrico italiano Marco Brandestini desarrollan el concepto, introducido en 1987 por Sirona Dental Systems como CEREC, el

primer sistema CAD/CAM comercializado para la fabricación de restauraciones dentales, mediante flujos de trabajo con digitalización de imágenes (Birnbaum et al., 2009).

Todo eso condujo a la introducción del primer sistema de escaneo de ortodoncia (OrthoCAD), desarrollado por Cadent en 1999. Así, los sistemas CAD/CAM en el consultorio dental se iniciaron con el uso de escáneres de mesa o laboratorio, específicamente diseñados para reproducir modelos dentales en yeso; luego varias empresas crearon los escáner de tipo intraoral y extraoral, destinados a la obtención directa de imágenes bidimensionales (2D) y tridimensionales (3D) de las estructuras maxilofaciales del paciente, todos los cuales constituyen hoy en día valiosos recursos para el diagnóstico, planificación de tratamientos odontológicos y su seguimiento (Kachalia y Geissberger, 2010).

Los modelos de estudio digitales se han utilizado en odontología desde finales de la década de 1990, pero los modelos dentales de yeso siguen siendo el estándar de oro en el diagnóstico clínico y la planificación del tratamiento durante muchos años (Chang et al., 2016).

Con el objetivo de identificar discrepancias dentales, los tradicionales modelos en yeso de las arcadas dentarias son ampliamente utilizados pues permiten un registro tridimensional a partir del cual se evalúa la morfología dental del paciente, sus condiciones oclusales sin la interferencia de los tejidos orales blandos y realizar mediciones de interés, como es el caso del AMD (Gregoret et al., 2014); sin embargo, si bien su elaboración es un procedimiento de rutina e indispensable para los análisis ortodóncicos, está sujeto al error humano tanto en la toma de impresión con alginato como en la secuencia de procedimientos correspondiente al vaciado, fraguado, recortes y acabado del modelo (Nallamuthu et al, 2012), así como en las mediciones (Chang et al, 2016), todo lo cual repercute en la calidad y confiabilidad de la información.

La oclusión ideal es el objetivo máximo del tratamiento ortodóncico y para lograrlo, es imprescindible la correcta interdigitación de las piezas dentarias, hecho que en la práctica diaria puede ser difícil de lograr por diversas razones, entre ellas, la anatomía de las piezas, su diámetro mesiodistal y proporcionalidad, todo ello genéticamente predeterminado y también influenciado por el entorno. El tamaño de los dientes de ambas arcadas debe guardar una proporción armónica, ya que su desequilibrio o discrepancia imposibilita el logro de contactos cúspides-fosas, como también un correcto overjet (Okeson, 2013); al respecto, se argumenta que aproximadamente el 5% de la población presenta algún grado de desproporción en el tamaño dental (Bagur, 2012), y también que las discrepancias inferiores a 1.5 mm rara vez resultan significativos, pero cifras mayores suelen ser causa de problemas al finalizar el tratamiento (Proffit, 2013).

Por lo tanto, la medición de distancias particularmente, el ancho mesiodistal de los dientes es una parte importante del diagnóstico y la precisión es un elemento fundamental, pues permite asegurar un pronóstico lo más favorable posible. Esta medición se puede realizar de forma convencional utilizando modelos de yeso dental y un calibrador, o se puede realizar con un método basado en software y escaneos 3D del arco dental con el objetivo de identificar esas discrepancias asociadas al tamaño dental y la morfología dental del paciente (Detterbeck et al., 2017).

El procedimiento de escaneo intraoral podría ser más preciso que la toma de impresión convencional, ya que el escaneo intraoral no es propenso a algunos de los errores que pueden ocurrir en el procedimiento de toma de impresión tradicional (Tavares-Camardella et al., 2017).

A lo anterior, se suma el problema que representan los modelos de yeso en términos de espacio, seguridad y tiempo, dada la necesidad de grandes áreas de almacenamiento para su clasificación, archivo y resguardo, de manera que se garantice su integridad física (Hero

y Kau, 2017).; e incluso el mantenimiento de temperaturas y/o condiciones de humedad inapropiadas en las áreas de almacenaje cuyo potencial de deterioro de dichos modelos es directamente proporcional a la cantidad de años en que se mantenga dicha situación (Chan y Darvell, 2001; Park y Laslovich, 2016; Kakadiya et al., 2017).

Los archivos de ortodoncia generalmente consisten en una ficha clínica con sus radiografías, fotografías y por lo menos dos modelos de estudio, donde 100 de estos archivos pueden ocupar, aproximadamente 1 metro de estantería (Scholz, 1988). De acuerdo a tales cálculos, si en un consultorio se atiende un promedio de 200 pacientes nuevos al año, al término de cinco se requeriría un espacio total aproximado de 10 metros lineales de estantería que con el paso del tiempo es más costoso conseguir.

También debemos tomar en cuenta que los modelos de yeso forman parte del historial clínico del paciente y deben mantenerse íntegramente a efectos no sólo de seguimiento y control del tratamiento, sino por ser registros de carácter médico-legal; en Panamá, la Ley N° 68 (2003), establece en su artículo 49 que los expedientes clínicos deben conservarse, como mínimo, hasta 20 años contados desde la muerte del paciente. Incrementándose según el número de pacientes atendidos cada año.

Por eso, el empleo de los nuevos recursos tecnológicos representa una alternativa ideal, gracias al avance de la tecnología se han incorporado a la práctica ortodóncica los escáneres de laboratorio e intraoral para la obtención de imágenes digitales que permiten la visualización de los registros del paciente en tamaño real y obtener datos diagnósticos de una manera rápida y fiable, eliminando las limitaciones que generan tanto el error humano como los problemas vinculados al almacenamiento físico de los modelos de yeso (Salinas et al., 2016).

Debido a la importancia de la exactitud del ancho mesiodistal como elemento diagnóstico en el tratamiento de las maloclusiones, es de interés científico comprobar si el

método digital con escáner intraoral es igual o más preciso que el método convencional en modelo de yeso con calibrador, a fin de aportar evidencias útiles para la toma de decisiones clínicas y optimizar el pronóstico de la intervención terapéutica.

Justificación

Según Kravitz et al (2014), los escáner son herramientas que proporcionan, entre otras cosas, mejora en el diagnóstico y planificación del tratamiento debido a la exactitud de las mediciones de interés ortodóncico; en consecuencia, la investigación validará cuál es la precisión brindada con el escáner intraoral, lo que se traduce como un aporte valioso en el ámbito profesional y facilitaría la toma de mediciones y el consiguiente ahorro de tiempo en la fase de planeación del tratamiento de ortodoncia, puesto que los software digitales, teóricamente, ahorran tiempo en la realización de los diferentes análisis, con mayor precisión y confiabilidad.

El profesional no sería el único beneficiado, pues la precisión que ofrezca el escáner intraoral en comparación con el método convencional para la obtención del ancho mesiodistal permitiría prevenir eventuales discrepancias y sus consecuencias negativas para el éxito de la terapia ortodóncica, garantizando de esta forma la satisfacción del paciente en términos de función y estética.

Asimismo, desde la perspectiva disciplinaria, la investigación es relevante tomando en cuenta las conclusiones formuladas en el estudio de Patzelt et al. (2014), en donde se determina la necesidad de seguir realizando estudios con escáneres de uso ortodóncico para obtener mayor cantidad de evidencia sobre su precisión, teniendo en cuenta asimismo que la tecnología avanza a pasos agigantados y son cada vez más numerosas las innovaciones con aplicación clínica.

Dentro de las innovaciones está la planificación del tratamiento virtual tridimensional (3D) que se está convirtiendo en una herramienta cada vez más importante dentro de los campos de la cirugía maxilofacial, ortodoncia e implantología. Las estructuras anatómicas complejas y las relaciones entre estas estructuras se pueden visualizar mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBTC), que se puede utilizar para crear un modelo de cabeza virtual pero este método implica exponer al paciente a radiación. Una alternativa que no implica exposición a la radiación es el escaneo intraoral, que también tiene la ventaja de detallar la anatomía dental en comparación con las imágenes CBCT de la dentición. Por lo tanto, capturar con precisión la dentición es de gran importancia ya que las guías de perforación o las guías de posicionamiento ortognático a menudo son compatibles con la superficie oclusal dental. La dentición también debe colocarse en la posición anatómica correcta en la mandíbula y el maxilar. Por lo cual, se requiere una coincidencia precisa de la dentición. (Tavares-Camardella et al., 2017).

Otra característica de la exploración intraoral es que puede ser utilizada en los pacientes que actualmente se someten a un tratamiento de ortodoncia con aparatos fijos, para quienes una impresión tradicional se verá muy distorsionada debido a la presencia de aparatos de ortodoncia y con esto, evitar impresiones inexactas afectando nuestros diagnósticos y, además, los modelos digitales están disponibles de inmediato y pueden usarse para discutir el tratamiento con el paciente durante la consulta. Utilizando tecnologías digitales, los ortodontistas pueden analizar con mayor precisión los problemas dentales, su tratamiento y colaborar también con otros especialistas.

Por otro lado, en la formación de los estudiantes de la Especialización en Ortodoncia se utiliza preferentemente la impresión con alginato para la posterior confección de los modelos de yeso, generándose un costo adicional cuando deben repetirse al no cumplir los niveles mínimos de una impresión clínicamente aceptable; al mismo tiempo, una vez

elaborados dichos modelos, se rotulan y guardan en cajas que ocupan gran espacio de almacenamiento, lo que conlleva el riesgo de fractura de los mismos y la consecuente pérdida de información valiosa para el seguimiento post-tratamiento y futuras investigaciones.

Asimismo, la investigación se justifica desde las perspectivas académica, institucional y bioética, pues se aspira demostrar la importancia de incorporar las nuevas tecnologías a la enseñanza de la ortodoncia y lograr una mejor preparación del especialista; igualmente, se desprende la posibilidad de ahorrar costos en materiales y espacio de almacenamiento, con la ventaja de contar con una forma más accesible y segura de guardar información diagnóstica, toda vez que los modelos de estudio del paciente forman parte de la historia clínica, cuya conservación en términos de integridad y tiempo se encuentra contemplada en el ordenamiento jurídico nacional.

Finalmente se estima el aporte teórico-metodológico del estudio, pues además de aportar datos fidedignos sobre las mediciones de interés ortodóncico en la población panameña, servirá como fuente de consulta y referencia para futuras investigaciones destinadas a validar la precisión del escáner intraoral en comparación con el tradicional método de calibración en modelo de yeso.

Objetivos de Investigación

Objetivo General

Comparar la precisión del método digital con escáner intraoral y del método tradicional en la obtención de las medidas del ancho mesiodistal del espacio necesario en ambas arcadas en pacientes adultos.

Objetivos Específicos

1. Comprobar las medidas interexaminador e intraexaminador del ancho mesiodistal con el método tradicional y el método digital
2. Establecer las medidas del ancho mesiodistal obtenidas con el método tradicional y con el método digital.
3. Analizar las medidas obtenidas del ancho mesiodistal del escáner intraoral y el método tradicional.
4. Cuantificar el tiempo en la obtención de las medidas del ancho mesiodistal entre el método digital y el método tradicional.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes

En la práctica de la odontología, cada vez se introduce más la innovación, no solo para realizar los diagnósticos sino también para su aplicación en los tratamientos odontológicos; se entiende, que la base de una buena terapéutica se encuentra en el diagnóstico, de no ser ésta correcta, la terapia no será adecuada; por ello, el diseño y empleo de recursos tecnológicos se orientan a reducir los errores humanos (Yoon et al, 2018).

A partir de la década de los 80', la aplicación del escaneo en odontología y especialmente en ortodoncia, ha crecido considerablemente al permitir construir una imagen digital en 3D de los arcos maxilares a partir de modelos de yeso y/o de dispositivos intra o extraorales, convirtiéndose si se quiere en una tarea rutinaria de la práctica clínica (Restrepo et al., 2015); así lo demuestran diversos estudios reportados en la literatura científica, cuya revisión permite realizar una puesta al día sobre las comparaciones sobre la precisión de los métodos convencionales y digitales.

A partir de un trabajo de revisión, Akyalcin (2011), informa en la determinación del tamaño dental, ancho de arcadas, análisis de espacios, overjet, overbite e índice de Bolton empleando la medición manual en modelos de yeso versus digitales, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, validando la precisión y aceptabilidad clínica del método digital en comparación al convencional.

Topcougulu et al. (2013), al comparar los métodos tradicional y digital en cuanto a exactitud, reproductibilidad, eficacia y eficiencia, pudieron comprobar que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos métodos para el cálculo del análisis

de Bolton total y anterior, si bien reconocen el uso del software O3DM como una alternativa aceptable al método tradicional en modelo de yeso.

Naidu y Freer (2013), al evaluar la validez, confiabilidad y reproducibilidad del escáner intraoral (iOc/OrthoCAD) versus los modelos de yeso en la medición del ancho mesiodistal y análisis de Bolton en 30 sujetos, los resultados de ambos métodos reportaron diferencias significativas que están dentro de los rangos reportados en la literatura, concluyendo que el escáner intraoral tiene una precisión clínicamente aceptable.

Mendonca et al. (2015), al realizar el análisis de Bolton anterior y total en 56 pares de modelos de yeso y digitalizados, no informan diferencias estadísticamente significativas al comparar las mediciones respectivas, hallazgos a partir de los cuales deducen que el análisis realizado en modelos virtuales tridimensionales es tan confiable como las mediciones obtenidas de moldes dentales, con un acuerdo satisfactorio.

Restrepo et al. (2015), informan los resultados obtenidos en la comparación realizada por dos examinadores en 30 modelos de estudio posteriormente digitalizados al medir tamaño dental, Bolton anterior y total: aunque entre ambos métodos se presentaron diferencias estadísticas, la magnitud de ésta fue clínicamente irrelevante, concluyendo que el método digital obtenido por escaneado presentó un buen desempeño en términos de reproducibilidad, confiabilidad y validez en la medición.

Aragón et al. (2016), en una revisión sistemática dirigida a determinar si las mediciones obtenidas por un escáner intraoral eran tan confiables como las realizadas en escaneo de modelos de yeso, reportan que en ambos métodos el análisis de Bolton fue similarmente exacto, aunque los pacientes refirieron estar más cómodos con el método convencional de impresión en alginato, argumentando que toma más tiempo realizar el escaneo de los dientes.

Kim y Lagravère (2016), compararon la precisión del análisis de Bolton total mediante 50 modelos de estudio y sus reproducciones obtenidas con escáner láser y tomografía de haz

cónico (CBCT); las mediciones logradas con calibrador digital y con los respectivos programas informáticos de los modelos digitalizados, condujeron a concluir que si bien la confiabilidad fue generalmente excelente para las tres modalidades de diagnóstico, los modelos digitales obtenidos con escáner láser fueron más precisos en comparación con los modelos físicos y los escáneres CBCT para evaluar las relaciones espaciales de los arcos dentales requeridas por el diagnóstico de ortodoncia.

Wan-Nurazreena et al. (2016), al comparar las mediciones del tamaño de arcos y de dientes en modelos de yeso con calibrador digital y sus respectivas imágenes capturadas por escáner de luz estructurada, realizadas dos veces por igual cantidad de operadores, no identificaron diferencias significativas entre métodos, inter-operadores ni primeras/segundas mediciones, concluyendo que los resultados aportados tanto por el método manual como por el digital son clínicamente aceptables.

Salinas et al. (2016), luego de comparar exactitud y fiabilidad del índice de Bolton y sus mediciones entre los métodos manual y digital en 50 modelos de estudio empleando calibrador digital y escáner de láser óptico con su respectivo programa de diagnóstico, reportan diferencias significativas en las medias de las mediciones a excepción del Bolton anterior, aunque ambos métodos mostraron medidas concordantes.

Darroudi et al (2017), compararon mediante la participación de cinco observadores las dimensiones lineales y las relaciones inter arcos obtenidas a partir del escaneo por tomografía computarizada de dos modelos de yeso; los resultados, indicaron alto coeficiente de correlación y mínima diferencia del promedio de cada medición, concluyéndose que las imprecisiones de los modelos digitales podrían atribuirse al error humano durante el escaneado.

Kurnia y Noerhadi (2017), compararon 12 pares de modelos de estudio convencionales y digitales, obtenidos a partir de impresiones dentales realizadas con alginato (yeso) y con

polivinilsiloxano (escáner), midiéndose el ancho mesiodistal y el índice de irregularidad de Little (LII) con calibrador y software del escáner, respectivamente; cada método se realizó dos veces para verificar la variabilidad intra-observador. Los resultados, indicaron ausencia de diferencias estadísticamente significativas en las mediciones, concluyendo que las medidas de los modelos de estudio digitales son tan precisas como las de los modelos convencionales.

Burzinsky et al. (2018), con el propósito de evaluar la satisfacción del paciente y el tiempo requerido para la toma de impresiones con el método convencional y el digital mediante escáner intraoral, reportan mayor nivel de satisfacción con el escaneado y concluyen que dichos dispositivos tecnológicos son una alternativa prometedora para reemplazar los modelos de yeso.

Hsiu-Ching et al. (2019), al encuestar a 16 ortodoncistas a fin de obtener su opinión sobre la utilidad de los modelos de yeso versus modelos digitalizados para la toma de decisiones en el tratamiento de maloclusiones, informan que ambos métodos fueron considerados igualmente eficaces para decidir la necesidad de extracciones, de intervención quirúrgica y respecto al tiempo dedicado a la planificación.

Murugesan y Sivakumar (2020), al comparar los valores mesiodistales medidos en incisivos, caninos y primeros premolares en modelos de yeso, sus respectivos escaneos con los obtenidos en mediciones intraorales directas, no encontraron variaciones significativas, concluyendo que todos los métodos son clínicamente confiables.

Baan et al. (2020), con el propósito de evaluar la precisión clínica de la fusión del escaneo intraoral con exploración mediante tomografía computarizada de haz cónico (CTBT) y sus respectivos programas informáticos (OrthoAnalyzer™ y IPS CaseDesigner®), habiendo empleado cráneos humanos para la experimentación, constataron que la combinación de ambos software mostraron un alto nivel de precisión en comparación con la

medición única con scanner, concluyendo que la fusión de las dos técnicas proporciona una base precisa para la planificación virtual en 3D.

Jacox et al. (2022), tras indagar sobre la adquisición de escaneo intraoral, tomografía computarizada de haz cónico, impresión tridimensional y diseño asistido por computadora en la práctica clínica mediante un estudio de corte cualitativo, encontraron que los 24 ortodontistas norteamericanos entrevistados perciben como principales barreras su alto costo, necesidad de capacitación y relación entre disponibilidad de tiempo versus flujo de trabajo; asimismo, suelen tomar o tomarían decisiones para la adquisición de equipos con tecnología de punta a partir de consejos de colegas, en tanto las evidencias divulgadas en literatura especializada y las ventajas que representan para el abordaje terapéutico no son incentivos principales para adoptar los recursos tecnológicos en cuestión. Se concluye que la transformación tecnológica de la ortodoncia está en marcha y el conocimiento sobre su adopción puede guiar la transición a la práctica moderna, donde las herramientas digitales son complementos efectivos para la experiencia clínica.

Como se aprecia desde los antecedentes revisados, las mediciones ortodóncicas empleando escáner intraoral han sido igual o, por el contrario, más precisas que las realizadas en forma convencional, ratificando la importancia de nuevos estudios dirigidos a aclarar la controversia y a divulgar sus ventajas para la práctica ortodóncica.

Bases Teóricas

Definición del Ancho Mesiodistal

La oclusión ideal es el objetivo máximo del tratamiento ortodóncico y para lograrlo, es imprescindible la correcta interdigitación de las piezas dentarias de ambos maxilares, hecho que en la práctica diaria puede ser difícil de lograr en razón de la anatomía y proporcionalidad

de cada pieza dental, genéticamente predeterminadas pero que también pueden ser influenciadas por factores endógenos y exógenos (Okeson, 2013). El ancho mesiodistal (AMD), se define como la medida de la corona clínica entre los puntos de contacto mesial y distal con los dientes contiguos; su determinación es fundamental para la elaboración del diagnóstico y posterior planificación del tratamiento ortodóncico, ya que indica el espacio que necesita cada diente para poder alinearse correctamente en la arcada (Kubodera et al., 2008).

Anatomía Dental

La anatomía dental, constituye el estudio individual y grupal de las piezas dentales, aunque son elementos similares varían en forma, volumen y posición, dando origen a cada grupo dentario; los dientes y los tejidos subyacentes constituyen el objeto de estudio sobre el cual realiza maniobras el ortodoncista: de allí se comprende la importancia de identificar su anatomía, discrepancias y demás características como paso indispensable en la planificación, ejecución y pronóstico del tratamiento (Proffit, 2013).

Okeson (2013), señala: La oclusión de los dientes maxilares y mandibulares se da de una manera precisa y exacta (p. 61); efectivamente, la línea que empieza en la superficie distal del tercer molar, se extiende en sentido mesial por todas las áreas de contacto proximal y termina en distal del tercer molar del lado opuesto, siendo ésta la longitud de las arcadas: aunque ambas tienen aproximadamente la misma longitud, la inferior es levemente más pequeña, ligera diferencia debida a que los incisivos inferiores son más estrechos que sus homólogos superiores. Si el alineamiento es correcto, los dientes están colocados en cada arcada haciendo un contacto firme con sus piezas adyacentes, obteniendo una gran ventaja que es la estabilidad dental.

Existen anomalías de tamaño en la dentición humana, que pueden afectar esa estabilidad y repercutir en otras afecciones o maloclusiones, como son la macrodoncia y la microdoncia; el primer término designa dientes cuya corona es de mayor tamaño que lo normal, y debe diferenciarse del que presenta geminación o fusión dentaria, asociada a un patrón hereditario autosómico dominante (Kliegman, 2016).

En contrapartida, la microdoncia define el o los dientes de tamaño reducido respecto a la norma y, al igual que la macrodoncia, se asocia a patrón hereditario autosómico dominante. Se observa a menudo en los incisivos laterales superiores, unilateral o bilateralmente semejándose a un cono por lo que recibe el nombre de laterales en clavija. Estas anomalías dentarias, por lo general, comprometen la longitud y la oclusión del paciente, lo que influye en la planificación del tratamiento de ortodoncia.

Características morfológicas y diámetros de piezas dentales permanentes

La alteración del tamaño dental es un fenómeno si se quiere recurrente; el desarrollo de los órganos dentarios es un proceso biológico continuo y extraordinariamente complejo, pues desde la etapa embrionaria se producen muchas variantes en su formación y estructura (Uribe, 2010). Por ello, conviene realizar un recuento anatómico de la morfología y dimensión dental (AMD) en dentición permanente.

Grupo Incisivos.

Centrales superiores: sus coronas clínicas son simétricas y regularmente formadas, con bordes incisales y mesiales casi rectos y los distales más curvos, con un cúngulo hacia la raíz; su diámetro mesiodistal promedio es de 8,5mm.

Laterales superiores: situados en sentido distal de los centrales y una morfología similar a éstos, son más pequeños y con una curvatura más pronunciada en la cara labial y ángulos

incisales distal y mesial redondeados, así como un cingulo un poco más prominente. Su ancho mesiodistal promedio es de 6,5mm.

Centrales inferiores: a la inversa que en el arco superior son más pequeños que los laterales; de hecho, son los órganos dentales de menor tamaño; las caras distal e incisal muestran simetría, si bien la labial es más ancha en sentido mesiodistal que la lingual. Su diámetro mesiodistal promedia 5mm.

Laterales inferiores: la mayor diferencia con respecto a sus homólogos centrales, además de su mayor tamaño, se encuentra en el borde incisal, mientras sus lóbulos de crecimiento distal presentan una ligera giroversión hacia lingual. El ancho mesiodistal suele ser de 5,5mm.

Grupo Caninos.

Superiores: sus contornos labiales y linguales muestran toda una serie de curvas, con excepción del ángulo formado por la punta de la cúspide, la cual tiene una cresta incisal mesial y una distoincisal; el ancho mesiodistal se promedia en 7,5mm.

Inferiores: la cara lingual de la corona clínica es más lisa, con el cingulo menos desarrollado y menor volumen que en los superiores, pero más ancha que cualquiera de los incisivos: promedian mesiodistalmente 7mm.

Grupo Premolares.

Primeros superiores: si bien estos órganos se asemejan a los caninos por vestibular, el área de contacto distal está representada por una curvatura más ancha que por la mesial, mientras la cresta de la curvatura del área de contacto tiende a estar algo más hacia la oclusal cuando se ubica el diente en posición vertical. El ancho de la corona clínica en sentido

mesiodistal es más o menos 2mm menor en el cuello que entre los puntos de mayor medida mesiodistal: 7mm.

Primeros inferiores: se caracterizan por poseer una gran cúspide vestibular y una más pequeña lingual, no funcional; el ancho mesiodistal de su corona clínica mide en promedio 7mm.

Segundos superiores: sus coronas clínicas tienen en término medio las mismas dimensiones que los primeros premolares, excepto su tendencia a ser más largo.

Segundos inferiores: la corona clínica posee características de un pequeño molar, debido a que sus cúspides linguales están bien desarrolladas; como en sus homólogos superiores, también suele promediar un diámetro mesiodistal de 7mm.

Grupo Molares.

Primeros superiores: su corona clínica posee cuatro cúspides funcionales y perfectamente formadas, y una suplementaria de poco uso práctico; habitualmente es la pieza dental más grande en la arcada maxilar, teniendo un promedio de 10mm en sentido mesiodistal.

Primeros inferiores: muestran cinco cúspides bien desarrolladas (dos vestibulares, dos linguales y una distal); como sus homólogos superiores, son los más grandes en la arcada mandibular y su ancho mesiodistal suele promediar 11 mm.

Segundos superiores: estas piezas complementan a los primeros molares en su función; poseen cuatro cúspides, siendo más pequeña la distopalatina; mesiodistalmente suelen promediar 9mm.

Segundos inferiores: presentan cuatro cúspides (ausencia de cúspide distal); como sus homólogos superiores, son más pequeños que los primeros molares, un promedio de 10,5mm de ancho mesiodistal.

Terceros superiores: aunque sus coronas son de contorno romboidal, los ángulos mesiovestibular y distopalatino son más agudos, la cúspide distovestibular es poco prominente y presentan un tamaño considerablemente más reducido; su medida mesiodistal puede promediar 8,5mm.

Terceros inferiores: presentan grandes variaciones anatómicas, con cinco o más cúspides; su ancho mesiodistal suele promediar 10mm.

Diagnóstico en Ortodoncia

En la práctica ortodóncica, el diagnóstico requiere las síntesis de múltiples factores en una lista de problemas, a fin de producir una descripción comprensible de los mismos y planificar el correspondiente tratamiento, lo que involucra, todos aquellos procedimientos que permiten describir, analizar y medir el problema maxilofacial y dentario en sus aspectos morfológicos y funcionales (Gregoret et al., 2014, p. 15).

Por ejemplo, las discrepancias en el tamaño de los dientes debe ser conocida tempranamente a fin de obtener un resultado ortodóncico ideal, representando por ende un parámetro que permite no sólo predecir los resultados terapéuticos, sino también delimitar configuraciones de diagnóstico en casos complejos (O'Mahony et al., 2015; Aminian et al., 2018).

Por tanto, la determinación del tamaño de las piezas dentales y del espacio necesario, y el establecimiento de los efectos de todos los factores involucrados en las discrepancias dentales y el diagnóstico de desequilibrios en los arcos, son de indiscutible importancia en la práctica ortodóncica.

Registros ortodóncicos

El diagnóstico en ortodoncia requiere la recopilación de una serie de registros obtenidos por el clínico a partir del paciente, integrando fuentes diagnósticas para la elaboración del plan de tratamiento (Proffit, 2013, p. 195), mediante la aplicación de dos métodos diferenciados:

- Métodos directos: a) Anamnesis. Datos que a partir del interrogatorio son recogidos en la historia clínica: motivo de consulta, antecedentes médicos, familiares, genéticos y odontológicos; b) Examen clínico. Comprende la palpación y exploración visual directa (valoración estética de la cara y la sonrisa, relaciones de armonía en los planos sagital y vertical, de frente y de perfil) y bucodental, incluyendo exploración de tejidos blandos y duros, evaluación funcional (Gregoret, 2014).

- Métodos indirectos: Contemplan los exámenes auxiliares, tales como fotografías intra-extra orales, radiografías, análisis cefalométricos y modelos de estudio (Kašparová et al., 2014).

Análisis de los modelos de estudio

El modelo de estudio, reproducción en yeso tradicionalmente obtenida a partir de la impresión en alginato de las arcadas dentales, es si se quiere uno de los registros más importantes para el diagnóstico y plan de tratamiento en ortodoncia, al permitir la evaluación detallada de la morfología y estructuras bucodentales desde distintas perspectivas.

Para Vellini (2004), el análisis de modelos de estudio permite evaluar: forma y simetría de los arcos, alineamiento dentario, anomalías de forma, tamaño y posición dental, apiñamientos, diastemas, presencia de frenillos, forma de las papilas interdentes y paladar; asimismo, se pueden analizar tipos de mordida, inclinaciones axiales y curva de Spee. Además, se obtiene información sobre puntos de contacto prematuro en cúspides linguales y

palatinas; igualmente, permiten realizar mediciones para determinar la relación entre la cantidad de espacio exigida para que todos los dientes se alineen correctamente, procedimiento que junto a los demás análisis permitirá al ortodoncista prever la necesidad de un tratamiento ortodóncico con o sin extracciones” (p. 161).

El análisis de los modelos de estudio contempla la evaluación de los tres planos del espacio, de manera independiente para cada arcada, información esta que se sintetiza desde las posturas asumidas por los expertos consultados (Vellini, 2004; Uribe, 2010; Proffit, 2013; Gregoret, 2014):

Análisis transversal: se emplea como referencia el plano medio sagital para evaluar la coincidencia o no de la línea media dentaria del maxilar superior e inferior, la simetría transversal de ambas arcadas (diastemas o apiñamiento), relación transversal interarcadas (mordidas cruzadas uni o bilaterales).

Análisis sagital: se emplea la clasificación de Angle (Clase I, II, III) para describir la relación anteroposterior entre arcadas, a nivel molar y canino; además se analiza el overjet o resalte incisal.

Análisis vertical: el plano de referencia es el horizontal, que corresponde al plano oclusal; analiza sobremordida u overbite y la curva de Spee.

Igualmente, el modelo de estudio permite analizar la relación entre el espacio disponible y el requerido para el correcto posicionamiento de los dientes, así como discrepancias; cuando se realiza la evaluación intermaxilar de la posición de los dientes se pueden encontrar tres posibles escenarios: a) Perfecta alineación, con puntos de contacto correctamente establecidos; b) Diastemas; c) Apiñamiento (Pinos, 2015).

Importancia del ancho mesiodistal en el diagnóstico de ortodoncia

La suma de los tamaños mesiodistales y la longitud de las arcadas dentarias se relacionan entre sí para determinar la magnitud de la discrepancia hueso diente y, por tanto, la evaluación clínica resultaría incompleta sin un análisis cuidadoso del AMD, ya que es decisivo para el desarrollo de alteraciones oclusales/faciales y de posibles discrepancias en la intercuspidación durante y después del tratamiento ortodóncico (Song et al., 2017).

Expertos como Nelson (2015), Scheid y Waiss, (2017), aseguran que es relativamente fácil observar un par de dientes discordantes mediante el simple examen visual, pero si las discrepancias incluyen varios dientes el patrón se vuelve complejo y se suman para producir desarmonías, al existir una relación directa entre su magnitud, número de dientes afectados y la presencia de irregularidades oclusales.

Por otra parte, se sostiene que los promedios del AMD pueden variar en $\pm 0,5\text{mm}$ e incluso más, por diversos factores, como dimorfismo sexual, influencia genética, raza y/o alteraciones en el proceso de desarrollo (Nelson, 2015; Torres et al., 2017); de acuerdo al promedio obtenido en una población mexicana, los sujetos masculinos con maloclusiones presentaron diámetros mesiodistales superiores mayores al compararse con sus pares y con mujeres con oclusiones normales (Díaz et al., 2017), lo cual coincide con los hallazgos de Pamecha y Sayakara (2012), quienes comprobaron en India una variación entre género de 8,36-9,33mm en incisivos centrales, en tanto Song et al. (2017) verificaron en China valores de 6,32 a 7,6 mm en relación a los incisivos laterales; todo esto, sugiere que el género sexual es un poderoso condicionante del AMD y, por ende, un factor decisivo en las alteraciones oclusales y la terapéutica ortodóncica.

Además, la presencia de dientes grandes ha sido positivamente asociada con apiñamiento dental en maloclusiones de Clase I y II (Gorzizadeh et al, 2015), y se ha sugerido que el AMD de los incisivos laterales es más pequeño en personas con maloclusión clase III

(D'La Torre et al., 2016). De allí que las mediciones sobre el tamaño dental para calcular el espacio disponible, la determinación de sus efectos y de los desequilibrios dentales en los arcos, son de indiscutible importancia clínica para el diagnóstico en ortodoncia.

Diámetros mesiodistales en dentición permanente

El apiñamiento dental, como resultado de la relación del requerimiento de espacio según el diámetro mesiodistal de los dientes frente al espacio disponible de acuerdo a la anchura, longitud y curvatura vertical de los arcos basales, es quizá el problema más comúnmente encontrado en pacientes con requerimientos ortodóncicos, siendo tres las situaciones que lo predisponen: a) Dientes excesivamente grandes; b) Bases óseas pequeñas y, c) Una combinación de las dos anteriores (Kubodera et al., 2008).

Por ello una evaluación ortodóncica es incompleta sin un análisis cuidadoso de las relaciones en los tamaños mesiodistales de las piezas dentales, ya que estas dimensiones son factores decisivos para el desarrollo de irregularidades oclusales y faciales, posibles discrepancias en la intercuspidación durante y después del tratamiento ortodóncico (Gorjizadeh et al., 2015).

Los parámetros del AMD en dentición permanente han sido objeto de estudio por numerosos investigadores, lo cual denota que se trata de uno de los factores más relevantes dentro del estudio de la anatomía dental y sus repercusiones en el tratamiento ortodóncico, siendo referencias las descritas a continuación.

Diámetros mesiodistales en dentición permanente según Moorrees

De acuerdo a las experiencias obtenidas por Moorrees (1959, 1964, 1965) al evaluar poblaciones caucásicas norteamericanas, los caninos e incisivos permanentes son de mayor tamaño que sus predecesores, en tanto los molares temporales son más grandes que los

premolares permanentes, lo cual aportaría otra explicación al por qué el espacio creado en mandibular sea mayor que en maxilar.

Junto a sus colaboradores, este investigador estableció un método para la medición del AMD, establecido como la máxima distancia entre los puntos de contacto mesial y distal poniendo el eje del calibre paralelo a las superficies oclusales (sector posterior) e incisales (sector anterior), estableciendo asimismo variaciones mesiodistales según arcada, género y órgano dental, como se verifica en la Tabla 1:

Tabla 1. Diámetros mesiodistales* maxilares y mandibulares según Moorrees

Arcada	Género	Incisivo central	Incisivo lateral	Caninos	1er premolar	2º premolar	1er molar
Maxilar	Hembra	8,40	6,47	7,53	6,85	6,62	10,50
	Varón	8,78	6,44	7,95	7,01	6,82	10,81
Mandibular	Hembra	5,25	5,78	6,47	6,87	7,02	10,70
	Varón	5,52	5,95	6,96	7,07	7,29	11,18

*milímetros (mm)

Adaptado de Moorrees et al. (1965)

Sin embargo, Moorrees establece que los dientes en los modelos de estudio tienden a ser ligeramente mayores que los originales debido a la expansión inicial del alginato y la posterior del yeso. También se podrían dar cambios atribuibles al desgaste debido a causa de sucesivas manipulaciones y pulido de los modelos.

Diámetros mesiodistales en dentición permanente según McNamara

En base a diversos estudios realizados en poblaciones norteamericanas, McNamara considera que un maxilar con la dimensión transversal adecuada ha de poder acomodar una dentición de tamaño estándar (1994), tomando como punto de referencia los hallazgos obtenidos en 1983 luego de realizar mediciones con calibrador en un total de 54 modelos de estudio pertenecientes a 30 mujeres y 24 hombres con edad comprendida entre 11 y 28 años,

con maloclusión Clase I sin apiñamiento y con apiñamiento severo, reportando los promedios del tamaño dental según arco dentario y género, representados en la Tabla 2:

Tabla 2. Tamaños dentales promedio* según McNamara

Arco dentario	Grupo	Género	Incisivo central	Incisivo lateral	Caninos	1er premolar	2º premolar	1er molar
Maxilar	Sin apiñamiento	Masculino	8,7	6,7	7,7	6,8	6,6	10,7
		Femenino	8,3	6,3	7,4	6,7	6,5	10,6
	Con apiñamiento	Masculino	8,6	6,8	7,8	6,8	6,7	10,8
		Femenino	8,3	6,4	7,3	6,7	6,4	10,4
Mandibular	Sin apiñamiento	Masculino	5,2	5,8	6,7	6,9	6,9	11,0
		Femenino	5,1	5,5	6,3	6,8	6,8	10,6
	Con apiñamiento	Masculino	5,3	5,9	6,8	7,1	7,2	11,1
		Femenino	5,2	5,7	6,3	6,8	6,8	10,5

*milímetros (mm)

Adaptado de McNamara et al. (1983)

Desde los datos tabulados, se observan diferencias entre género en el AMD, siendo más pronunciadas en incisivos y caninos maxilares en hombres a la comparación con los promedios obtenidos en mujeres. Por otro lado, McNamara (1993,1994), otorga mucho valor a la medición de la anchura intermolar, medida en la intersección del surco palatino con el margen gingival, como indicador del desarrollo de la base ósea maxilar.

Definición de Espacio Necesario

Partiendo de la premisa según la cual el espacio disponible (ED) corresponde al tamaño del hueso basal, es decir, la longitud medida desde la cara mesial del primer molar permanente a la cara mesial de su homólogo del lado opuesto, pasando a través de los puntos de contacto de premolares y caninos y los bordes incisales de los incisivos, el espacio necesario (EN) se define como el resultado de la suma del mayor diámetro mesiodistal de los dientes, de mesial a mesial de los primeros molares de la arcada (Gregoret, 2014).

La diferencia entre ED y EN va a dar como resultado la discrepancia de modelo, la cual va a presentar una de tres posibilidades: a) Discrepancia positiva. Si el ED es mayor al EN,

habrá suficiente espacio para lograr correctas posiciones dentarias; b) Discrepancia negativa. Cuando el ED es menor al EN, no habrá espacio suficiente para lograr alinear las piezas dentales; c) Discrepancia nula. Si el ED es igual al EN, el espacio disponible en la arcada es el justo para alinear todos los dientes (Vellini, 2004).

Índice de medición del espacio necesario

La adecuada colocación de los dientes en los huesos respectivos y su correcta relación entre sí en las tres dimensiones del espacio requieren, ante todo, la existencia de suficiente espacio en cada maxilar; en la práctica ortodóncica se han incorporado índices que permiten determinar el espacio requerido, a partir de la reproducción fidedigna y en tamaño real de las arcadas ya sea en dentición decidua, mixta o permanente, como paso fundamental de la planeación terapéutica. Existen diversos métodos analíticos: índices de Moyers, de Tanaka-Johnston, de Pont y de Bolton, entre los más usuales (Kašparová et al, 2014).

Como ya se ha mencionado, la determinación del tamaño dental en ortodoncia es imprescindible; en este particular mantiene plena vigencia el principio formulado por Bolton en 1958: para que exista un correcto engranaje dental es necesario un adecuado equilibrio. El índice de Bolton total es el porcentaje obtenido por la suma de los doce dientes (de primer molar a primer molar contralateral), dividido por la suma de esos doce dientes inferiores, con un ratio de 91,3% (rangos 87.5%-94.8%), siendo los valores de referencia propuestos para establecer discrepancias interarcadas los siguientes (Andrade et al., 2014):

- >91.3%: discrepancia y problema en el arco inferior
- <91.3%: discrepancia y problema en el arco superior
- >77.2%: discrepancia y problema en el sector antero inferior
- <77.2%: discrepancia y problema en el sector antero superior

Instrumentos de medición para el análisis de modelos de estudio

A lo largo de la historia de la ortodoncia moderna, la elección de un método para la determinación del tamaño y proporción de los dientes ha tenido importante incidencia en los resultados del análisis odontométrico u odontometría donde la dimensión más evaluada es el diámetro mesiodistal (Peck y Peck, 1972). Siempre ha existido un consenso en que el diagnóstico de una maloclusión y por ende el planeamiento de su tratamiento, encuentra gran sustento en la ubicación de las piezas dentales de acuerdo a los tres planos del espacio y por supuesto en sus características anatómicas, por lo que siempre es imprescindible el empleo de índices, métodos e instrumentos para su medición.

Con el correr del tiempo y a la par de los avances científicos, los instrumentos de medición han evolucionado en el ámbito odontológico, el perfeccionamiento de tales dispositivos ha facilitado la obtención de medidas cada vez más precisas, siendo indispensables como herramientas de diagnóstico y planificación terapéutica en ortodoncia. A continuación, se describen los instrumentos utilizados en la actualidad, categorizados como métodos convencionales y digitales.

Método convencional

Como método convencional, se definen las técnicas e instrumentos manuales de medición, ya sea directamente en la cavidad oral o de forma indirecta en los modelos de estudio, empleando maniobras específicas (Gorzizadeh et al., 2015).

La técnica para determinar el AMD en modelos de yeso, requiere la medición de las coronas dentales, teniendo como puntos de referencia la cima de la curvatura de la cara mesial y su homóloga distal, en cada uno de los dientes –excepto segundos y terceros molares- tanto

en la arcada maxilar como mandibular, según sea el interés de la medición (Nelson, 2015); tradicionalmente, los instrumentos diseñados para esta finalidad son:

- Compás de punta seca. Instrumento manual provisto de dos puntas; la apertura obtenida se coloca sobre regla milimetrada o se transfiere a ficha de cartulina, a fin de establecer y registrar la medición dental.
- Calibrador o Vernier. Instrumento graduado en escala de milímetros; existen dos variantes: manual (con regla milimetrada) y digital, con lectura directa de la medición.

La precisión de los instrumentos descritos ha sido objeto de estudio: al evaluarse la fiabilidad del análisis de Bolton analizando el efecto del apiñamiento en el error de las mediciones, se encontró que el calibrador resultó ser más fiable que el compás de dos puntas (Pinos, 2015)

Método digital

Si bien es cierto que los métodos e instrumentos manuales o convencionales siguen siendo de gran utilidad para la medición del AMD en modelos de estudio, la tecnología ha presentado pasos agigantados en las últimas décadas, ocupando el interés en la práctica ortodóncica como herramienta diagnóstica; aunque la reproducción de las arcadas dentales en modelos en yeso han sido fundamentales para la práctica ortodóncica, no es precisamente este recurso lo que necesita el clínico, sino la información de diagnóstico que proporciona y, pudiendo obtenerse esta en otros medios que garantizaran precisión, confiabilidad y una mejor atención al paciente, su evolución hacia la digitalización ha sido sólo cuestión de tiempo.

Los sistemas CAD/CAM en el consultorio dental se iniciaron con el uso de escáneres de mesa diseñados para reproducir modelos dentales en yeso; luego se crearon los de tipo intraoral y extraoral, destinados a la obtención directa de imágenes bidimensionales (2D) y

tridimensionales (3D) de las estructuras maxilofaciales, todos los cuales constituyen hoy en día valiosos recursos para el diagnóstico, planificación de tratamientos odontológicos y su seguimiento. (Kachalia y Geissberger, 2010)

Con el transcurrir de los años y los nuevos avances tecnológicos, surge la reconstrucción tridimensional gracias a inventos como la tomografía computarizada, resonancia magnética, ultrasonidos y escáneres de mesa, intraorales y extraorales, que pasaron a convertirse en herramientas de uso frecuente en las distintas especialidades odontológicas y por supuesto en la ortodoncia, dadas sus respectivas posibilidades para registrar y representar exactamente las características en tamaño real de las estructuras anatómicas y dentales, así como la recreación de procedimientos en forma virtual, cada uno de ellos con distintas utilidades y formas de procedimiento (Kakadiya et al., 2017). A eso se le conoce como el flujo de trabajo digital y existen tres pasos fundamentales requerido por tales recursos imagenológicos (Kirschneck et al., 2018):

1.- Digitalización de la preparación dentaria o de la superficie a escanear, mediante escáneres intraorales-extraorales o imágenes tomográficas en función de si es directa en el paciente, o a partir de modelos de encerados e impresiones.

2.- Diseño por ordenador, es decir, manipulación del archivo digital con un software específico.

3.-Tecnología de producción, como sería el mecanizado de un diseño específico.

Conviene destacar que los escáneres intraorales, permiten realizar una captura óptica directa de las superficies del medio oral, así como de las preparaciones dentarias; desde la introducción del primer escáner intraoral digital en los 80', distintos sectores de la investigación científica en estomatología y empresas especializadas en el desarrollo de equipos de alta tecnología han desarrollado el escaneado intraoral, dando lugar a la creación de distintos instrumentos para uso en la clínica odontológica que, a lo largo del tiempo, son

cada vez más fáciles de usar dada su capacidad para capturar imágenes virtuales en tercera dimensión o 3D (Kakadiya et al., 2017).

Los dispositivos existentes incluyen tecnología óptica en diversas modalidades: microscopía confocal, tomografía de coherencia óptica, fotogrametría, visión estéreo activa y pasiva, triangulación, interferometría y desplazamiento de fase; la mayoría de los prototipos y marcas actualmente disponibles, incorporan y/o combinan dos o incluso más de dichas técnicas (Cheng et al., 2018).

Cuando se utiliza el escáner intraoral, el proceso de digitalización se inicia con la emisión del haz de luz una vez activado el dispositivo: siguiendo el patrón de escaneo correspondiente, se recoge la información de la zona anatómica de interés en cada punto de la superficie dentro de su campo de visión; luego, la deformación que sufre el rayo sobre la estructura bucal es capturada por unas cámaras y utilizada para calibrar coordenadas 3D, que mediante el procesador de software genera una nube de puntos y mallas para la reconstrucción tridimensional de la superficie escaneada (Benítez, 2014).

Luego, el equipo conecta los puntos de la malla mediante líneas rectas que generan triángulos de diversos tamaños, con el objetivo de crear una superficie continua cuyo rango va a depender de cómo sea la superficie: más pequeños cuanto más curva sea la superficie, y más grandes cuanto más recta esta última; dicha malla, será posteriormente utilizada para extrapolar la forma del objeto mediante la reconstrucción 3D y obtener finalmente la imagen digital, gracias al software incorporado al equipo y mediante el cual se crea un fichero STL (Standard Tessellation Language), archivo informático de diseño asistido por computadora que define la geometría tridimensional del área anatómica escaneada, para su inmediata o posterior visualización y realización de diversos procedimientos de análisis clínicos, como es el caso del AMD (Baheti et al., 2015; Richert et al., 2017).

En el caso de los escáneres intraorales, se requiere conocimiento y desarrollo de pericia por parte del operador a objeto de obtener una correcta impresión digital: para ejecutar correctamente la captura de imágenes se debe seguir un patrón de escaneo (*scan path*), serie de movimientos específicos para aumentar la precisión del modelo virtual, a partir de una secuencia específica de pasos (Richert et al. (2017):

- La cámara debe mantenerse a 5-30 mm de distancia de la superficie escaneada; esto es esencial cuando se cambia de eje en un mismo diente, al pasar de un diente posterior a uno anterior o en las malposiciones dentarias. El movimiento debe ser fluido, manteniendo siempre la misma distancia y centrando el diente durante la toma.

- El mismo principio anterior rige para escanear arcadas completas, siguiendo dos tipos de movimiento:

- a) Lineal: siguiendo todas las superficies oclusopalatinas seguidas de las bucales de los dientes a escanear al mismo tiempo, lo que limita la distorsión espacial, finalizando la captación de la posición inicial evitando el error unidireccional, así como los movimientos de escaneado lineal y vestibular que resultan imprecisos en las áreas interproximales.

- b) Barrido en “S”: primero en vestibular, luego en oclusal y por último en lingual de cada diente a escanear.

Posteriormente, la información recogida por el dispositivo se introduce en un flujo de trabajo digital con mínimos márgenes de error, pues los software están diseñados para realizar los cálculos en forma automatizada.

En la actualidad existen diferentes tipos de escáneres intraorales cuyo empleo permite eliminar algunos de los inconvenientes de la toma tradicional de impresiones para el modelo de yeso (inestabilidad, discrepancias geométricas y dimensionales, laceraciones en los márgenes) y del vaciado siendo un especial aporte a la Ortodoncia; además, se identifican como principales beneficios del escáner intraoral frente a las prácticas manuales

convencionales los siguientes: obtención de modelos de alta fidelidad, creación de archivos 3D, simulación quirúrgica y simplificación de procesos (Yoon et al., 2018).

Cuperus et al. (2012), constataron que las mediciones digitales con scanner intraoral mostraron mejor reproductibilidad que las realizadas en modelos de yeso, dada la posibilidad de ampliar las imágenes y magnificar cualquier variación, lo cual puede resultar indispensable para el diseño y confección de los aditamentos ortodóncicos, mientras Jung et al. (2016) al evaluar la precisión de distintos escáneres intraorales (Trios, E4D Dentist, iTero y Zfx IntraScan) para medir ancho mesiodistal y distancia intermolar e intercanina en presencia de arcos y brackets, concluyeron que estos últimos no representaron dificultad para la obtención de imágenes clínicas, aunque se obtuvieron resultados más precisos con los dispositivos TRIOS e iTero.

En paralelo, en una revisión sistemática dirigida a valorar la precisión de varios sistemas de escaneado intraoral (Cerec Bluecam, Cerec Omnicam, Cadent iTero, Lava C.O.S, Lava True Definition, TRIOS, TRIOS Color, E4D, Planscan, MHT, Carestream 3500 y Zfx IntraScan), se verificó que en comparación con las impresiones convencionales todos los scanner intraorales se pueden utilizar de forma fiable con fines de diagnóstico, si bien su precisión mejora en superficies dentales con irregularidades mínimas y al reducirse el intervalo de escaneo (Abduo y Elseyoufi, 2018).

Por otra parte, aunque la realización de medidas del AMD en modelos en yeso sigue siendo la primera opción en la práctica clínica, los escáneres intraorales representan varias ventajas incluso frente a otros dispositivos imagenológicos, tales como tomografía, resonancia magnética o ultrasonido (Yuzbasioglu et al., 2014; Wessemann et al., 2017; Richert et al., 2017):

- Comodidad del paciente: Es favorable en personas con reflejo nauseoso pronunciado, labio/paladar hendido y/o dificultad respiratoria, evitando igualmente el riesgo de aspiración durante la toma de la impresión dental tradicional o de reacciones en pacientes alérgicos.

- Seguridad: Al emitir un rayo de luz estructurada o láser, elimina los riesgos asociados a las radiaciones ionizantes

- Eficiencia y conveniencia: El flujo de trabajo digital mejora la planificación del tratamiento, ayudando igualmente al desarrollo de nuevos métodos de producción y conceptos de tratamiento; al ser almacenada en forma informática, la información se puede consultar y compartir fácilmente, tanto entre profesionales como entre el odontólogo y el paciente.

Precisión mejorada: Se elimina la contracción del material durante el fraguado de los materiales de impresión, pues no existe posibilidad de generación de burbujas de aire ni la distorsión consecuente al movimiento de la bandeja; tampoco existe riesgo de emplear materias primas vencidas, inadecuadas o de mala calidad; además, al no existir interfase entre la impresión y la confección del modelo, éste es más fiable.

- Resolución: Permite detectar características muy detalladas por unidad de superficie en la zona escaneada.

- Simplificación: Las tareas asociadas a la toma de impresiones convencionales (selección de cubeta, mezcla de materiales, vertido y limpieza de yeso) ya no son necesarias.

- Costos: No se precisa habilitar espacios para área de laboratorio ni para almacenamiento, ni invertir en adquisición/reposición de materiales de impresión.

No obstante, los escáneres intraorales no están exentos de desventajas, que en todo caso son remediabiles: a) El clínico debe recibir suficiente capacitación para su utilización, a fin de desarrollar las habilidades técnicas requeridas para la captura y análisis de las imágenes

escaneadas; b) Se debe realizar una inversión importante para la adquisición del equipo, pero la misma se recupera en el corto plazo (El-Zanaty et al., 2016).

Medidas diagnósticas en Ortodoncia

Las mediciones diagnósticas en ortodoncia presenta dos condiciones básicas, a saber: a) Exactitud: capacidad de un instrumento de acercarse al valor de la magnitud real; suponiendo varias mediciones, no se trata del error de cada una, sino de la distancia a la que se encuentra la medida real de la media de todas ellas; b) Precisión: se basa en la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud: cuanto menor es la dispersión, mayor la precisión. En consecuencia, un instrumento o procedimiento es preciso si sus resultados son consistentes cuando se aplica más de una vez al mismo individuo bajo las mismas circunstancias (Vellini, 2004), condiciones según expertos, cumple a cabalidad la toma de mediciones mediante el escaneado intraoral, a lo que se suma su gran resolución: permiten detectar características muy detalladas por unidad de superficie en la zona escaneada (Richert et al., 2017).

En la literatura se encuentran revisiones sistemáticas sobre mediciones ortodóncicas convencionales a partir de modelos de yeso, y en sus correspondientes réplicas digitalizadas tridimensionales, donde se coincide en haber encontrado diferencias clínicamente irrelevantes entre ambos métodos (De Luca et al., 2015).

También se reporta evidencia científica para apoyar la validez de las mediciones sobre modelos dentales digitales en comparación con el método convencional, sobre todo en términos de ahorro de tiempo de laboratorio y de materiales, lo que ha conducido a una mayor aceptación de su uso al momento de la toma de decisiones terapéuticas (Rossini, 2017).

Por lo tanto, los recursos tecnológicos y la digitalización ha supuesto uno de los cambios más importantes en el ejercicio de la actividad profesional en odontología y por

supuesto en ortodoncia: el panorama actual y en el futuro inmediato, supone la aparición de diversos y novedosos sistemas CAD/CAM, así como nuevos conceptos que se deben comprender para la adaptación a las nuevas tecnologías y consecuente flujo de trabajo digital. En síntesis, constituyen herramientas valiosas para el ortodoncista debido a que facilitan precisión, exactitud y fiabilidad en las mediciones requeridas para la elaboración del diagnóstico y toma de decisiones terapéuticas; de allí el interés en constatar qué tan preciso es el escáner intraoral versus el convencional en la medición del AMD para el espacio necesario en ambas arcadas en pacientes adultos que precisan tratamiento ortodóncico.

Hipótesis de investigación

Hipótesis de trabajo (H_i): El método digital demuestra más precisión que el método tradicional para la obtención de las medidas del ancho mesiodistal del espacio necesario de ambas arcadas.

Hipótesis nula (H_0): El método digital no es más preciso que el método tradicional en la obtención de las medidas del ancho mesiodistal del espacio necesario de ambas arcadas.

Hipótesis alterna (H_1): El método digital es más preciso que el método tradicional en la obtención de las medidas del ancho mesiodistal del espacio necesario de ambas arcadas.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación

Corresponde a un estudio clínico de tipo cuantitativo, prospectivo de enfoque comparativo, toda vez que se compararán las medidas de ancho mesiodistal (AMD) obtenidas mediante método digital de escáner intraoral y método tradicional en modelos de yeso. De igual forma, asume las características de la investigación descriptiva, donde se detallan los elementos y se describirán con detalle dichas mediciones.

Asimismo, dentro de un diseño no experimental de corte transversal, ya que no se manipularán las variables y, además, se recolecta la información en un solo período de tiempo del AMD, con ambos métodos y se analiza la información obtenida.

Población y Muestra

El término población, aplica a la totalidad de unidades de análisis que integran el estudio; para la investigación, estará representada por pacientes a ser atendidos para tratamiento en la Clínica de Odontología y Belleza Facial de la ciudad de Panamá, durante el período comprendido del año 2021.

En referencia a la muestra de investigación, definida como subconjunto representativo que se extrae de la población, será igual a la misma, no probabilística intencional, modalidad donde los elementos son escogidos con base en parámetros o juicios preestablecidos por el investigador atendiendo a los siguientes criterios:

Criterios de inclusión:

- Pacientes con dentición permanente de primer molar izquierdo a primer molar derecho en ambas arcadas.
- Pacientes con cualquier tipo de maloclusión, sin tratamiento ortodóncico
- Pacientes que acepten participar en la investigación mediante firma de consentimiento informado

Criterios de exclusión:

- Pacientes que presenten una o más ausencias dentales entre primer molar izquierdo a primer molar derecho en ambas arcadas.
- Pacientes con pieza dental fracturada en el conjunto de piezas dentales a examinar
- Pacientes que se nieguen a participar en el estudio

Una vez aplicados los criterios de selección mencionados, se espera contar con una muestra de 50 pacientes y respectiva cantidad de modelos de estudio en yeso y escaneados intraorales de la Clínica de Odontología y Belleza Facial en la Ciudad de Panamá.

Métodos e Instrumentos de Recolección

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de los datos se realizaron en dos etapas:

La primera etapa se realizó una hoja de registro con 50 pacientes que fueron atendidos en la Clínica de Odontología y Belleza Facial para registros de tratamiento de ortodoncia donde requería apuntar el nombre del paciente que se le realizó el escaneado intraoral del ancho mesiodistal del primer molar izquierdo al primer molar derecho permanente y toma de impresión de alginato en ambas arcadas. La hoja de registro presenta un código a cada uno de los pacientes de la muestra para mantener su confidencialidad.

La segunda etapa se realizó la mediciones del ancho mesiodistal en los modelos de yeso en ambas arcadas del primer molar izquierdo al primer molar derecho permanente por con un calibrador tipo digital Mitutoyo con una precisión de 0,01 según el fabricante. Y las mismas mediciones en el software o programa de las imágenes del escaneado intraoral por parte del técnico especializado con el Software Ortho System.

Se utilizó una hoja de registro a fin de ingresar las medidas realizadas con ambos métodos en cada integrante de la muestra, así como el tiempo en minutos requeridos para realizar tales mediciones (Anexo A, partes 1 y 2)

Procedimientos

Los procedimientos a seguir, serán los siguientes:

1. Elaboración de modelos de estudio: un solo operador (investigadora) realizará la impresión de ambas arcadas dentales en cada paciente y técnicas estandarizadas empleando alginato Elite-Ortho Zermack® siguiendo las instrucciones del fabricante, para posterior vaciado y confección de modelos utilizando yeso Elite-Ortho Zermack®, siguiendo las indicaciones del fabricante y técnicas estandarizadas.
2. Las capturas del ancho mesiodistal con el escáner intraoral 3Shape TRIOS3 Mono serán realizadas por un solo operador (técnico) siguiendo los procedimientos indicados por la casa fabricante (Anexo B).
3. La medición del ancho mesiodistal en los modelos de yeso será realizada por un solo operador (investigadora) con calibrador digital marca Mitutoyo, desde el primer molar permanente derecho superior hasta el primer molar permanente izquierdo superior, sucesivamente en la arcada inferior, midiendo en ancho de cada diente (puntos de contacto) paralelo a la superficie oclusal y perpendicular al diente (Anexo C).

4. La medición del ancho mesiodistal de cada diente en los modelos digitalizados será realizada por un solo operador (técnico) con el software Ortho System, siguiendo las instrucciones del fabricante (Anexo D).

5. Las mediciones previamente señaladas serán registradas en el instrumento de recolección de datos (hoja de registro), para su posterior análisis estadístico.

6. Se repetirán al menos cinco mediciones con cada método:

a) por un clínico con experiencia para prueba interexaminador (método convencional);

b) por el mismo operador técnico para prueba intraexaminador (método digital).

Dichas mediciones no formarán parte de la data de resultados.

7. Se registró el tiempo en minutos requerido para realizar las mediciones con los métodos digital y convencional, empleando cronómetro.

Materiales

Para este estudio se utilizaron los siguientes materiales:

- Cubetas de impresión
- Alginato
- Yeso de ortodoncia
- Cronómetro
- Calibrador digital Mitutoyo

Variables de Investigación

Para el presente estudio se consideran las siguientes:

Variable dependiente: medida del ancho mesiodistal.

Definición Operacional: mediciones en milímetros, realizadas en las piezas dentales en sentido mesiodistal, entre los puntos interproximales desde el primer molar derecho hasta el primer molar izquierdo, en ambos maxilares.

Variables independientes:

- Método tradicional

Definición conceptual: medición realizada con calibrador manual o digital, a objeto de obtener lecturas exactas en un modelo dental de yeso.

Definición operacional: milímetros que mide cada pieza dental, desde el primer molar derecho hasta el primer molar izquierdo, en cada arcada, medidos con calibrador Digital Mitutoyo en modelos de yeso (Anexo C).

- Método digital con escáner intraoral

Definición conceptual: medición realizada por programa informático a partir del escaneado realizado con dispositivo intraoral.

Definición operacional: milímetros que mide cada pieza dental desde el primer molar derecho hasta el primer molar izquierdo en cada arcada en la imagen digital, medidos con software Ortho System del scanner intraoral 3Shape TRIOS3 Mono (Anexo D).

- Tiempo de medición

Definición conceptual: cantidad de tiempo requerido para realizar la medición del ancho mesiodistal con método digital y método tradicional.

Definición operativa: total en minutos demandado para la realización de la medición del ancho mesiodistal mediante el método digital (escáner intraoral) y el método convencional (calibrador digital en modelo de yeso).

Técnicas de Análisis de la Información

Al término de la recolección de la información, se procedió en primer término a la realización de pruebas intraexaminador (correlación de Pearson) e interexaminador; posteriormente, se continuó con el tratamiento estadístico de la data: medida de tendencia central (media), de dispersión (desviación estándar), proporciones (mínimo-máximo) y luego, para la comprobación de hipótesis, prueba t de Student para muestras pareadas con un nivel de confianza de 95% ($p=0.05$). Todo ello mediante el paquete de cálculo SPSS versión 25 para Windows y Excel.

Aspectos Éticos

La investigación fue desarrollada con apego a los principios bioéticos que rige la práctica odontológica; se solicitó firma de consentimiento informado a los pacientes candidatos a integrar la muestra, quienes en su totalidad (50) aceptaron participaron en el estudio.

Asimismo, se obtuvo autorización por parte de la Dirección de la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado de la Universidad de Panamá, con código N° CE-PT-327-16-01-21-29, para llevar a cabo dicha investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

A partir de una muestra integrada por 50 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión asignados, se realizaron igual número de modelos en yeso y de escaneos intraorales. Atendiendo a los objetivos pautados, a continuación, se exponen en la Tabla 3 los resultados del índice de correlación intraclase (ICC), dirigido a medir el acuerdo o consistencia entre medidas, en este caso el grado de concordancia entre examinadores, habiéndose asignado los siguientes valores de referencia (Koo y Li, 2016):

- < 0,40 = Pobre.
- 0,40 – 0,59 = Suficiente.
- 0,60 – 0,74 = Bueno.
- 0,75 – 1 = Excelente.

Tabla 3. ICC interexaminadores para las medidas mesiodistales en milímetros (mm) con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)

Correlación intraclase	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
	Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig
Medidas únicas ,989 ^a	0,983	0,992	176,063	99	99	0,000
Medidas promedio ,994 ^c	0,992	0,996	176,063	99	99	0,000

Fuente: Datos de la autora

Como se aprecia, a 1 y 2 grados de libertad la significación fue 0,000, mientras los rangos obtenidos para las medidas mesiodistales únicas y promedio para los métodos tradicional y digital expresaron 0,98 y 0,99 respectivamente, razones por las cuales el nivel de concordancia interexaminador fue excelente.

Ahora bien, se dice que, si el grado de concordancia interexaminadores es alta, se supone que la confiabilidad intraexaminadores también será elevada, pues habría menor presencia de factores de confusión (Martínez, 2020). Para confirmar dicha premisa se empleó la prueba de correlación de Pearson (r), cuyos valores oscilan entre -1 (correlación negativa perfecta) y $+1$ (relación positiva perfecta), estimándose de igual manera que mientras más cercano a uno (1) sea el coeficiente obtenido, mayor es la correlación entre las mediciones realizadas (Argimón, 2009). Así, los resultados arrojados al procesar las medidas mesiodistales intraexaminador obtenidas mediante los métodos tradicional y digital se presentan en la Tabla 4:

Tabla 4. Correlación de Pearson de las medidas mesiodistales en los métodos de yeso y escáner intraoral intraexaminadores

Método		Yeso	Escáner intraoral
Yeso	Correlación de Pearson	1	,989**
	Sig. (bilateral)		0,000
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	23,676	22,851
	Covarianza	0,239	0,231
	N	100	100
Escáner intraoral	Correlación de Pearson	,989**	1
	Sig. (bilateral)	0,000	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	22,851	22,547
	Covarianza	0,231	0,228
	N	100	100

** La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Datos de la autora

Como se verifica, habiendo asignado un nivel de significancia del 5% se dio correlación positiva intraexaminadores ($r=0.989$) en las mediciones mesiodistales repetidas para los métodos tradicional y digital ($p<0.05$), implicando con ello un alto nivel de concordancia.

Estadística descriptiva de las medidas del ancho mesiodistal

En la Tabla 5, se muestran los resultados obtenidos al aplicar la estadística descriptiva de la medida en milímetros del ancho mesiodistal obtenidos con el método tradicional (calibrador en modelo de yeso) y con el método digital (escaneo intraoral).

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de las medidas en milímetros (mm) del ancho mesiodistal con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)

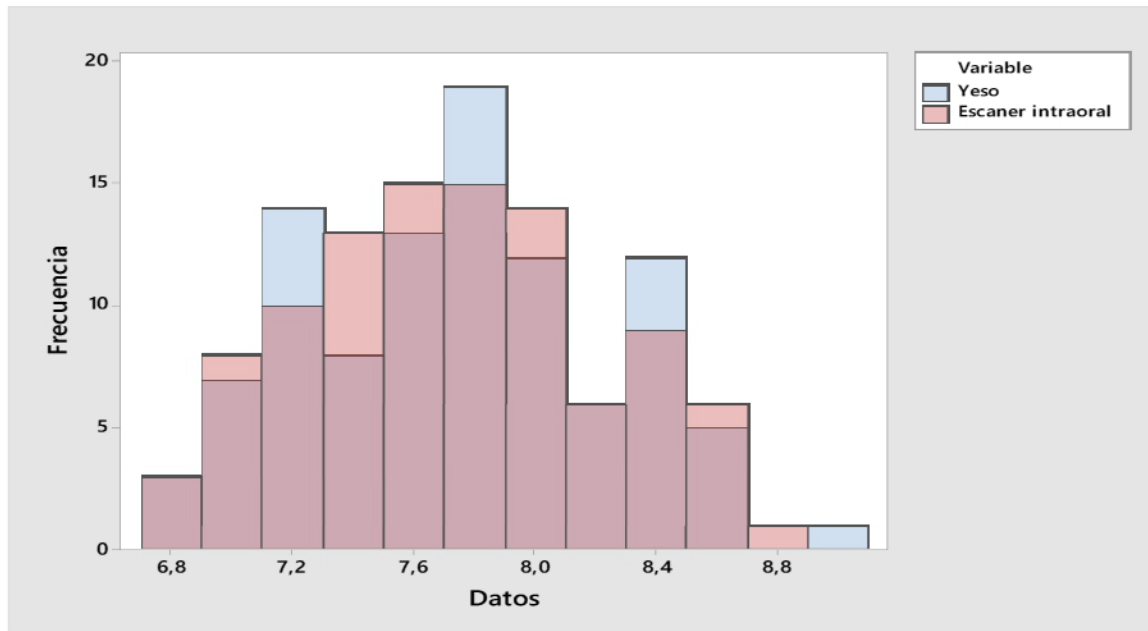
Método	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Intervalo de confianza para la media	
					Inferior	Superior
Modelos en yeso	7,733	6,758	8,920	0,489	7,636	7,830
Escáner intraoral	7,716	6,722	8,882	0,477	7,622	7,811

Fuente: Datos de la autora

De acuerdo a los datos tabulados, las medidas en milímetros obtenidas con calibrador en modelos de yeso presentaron valores de media, desviación estándar, mínimo-máximo e intervalos de confianza semejantes a las adquiridas con el software Ortho System del escáner intraoral 3Shape TRIOS3 Mono. Estos resultados sugieren que tanto el método tradicional como el digital mostraron precisión para medir el ancho mesiodistal desde el primer molar derecho hasta el primer molar izquierdo.

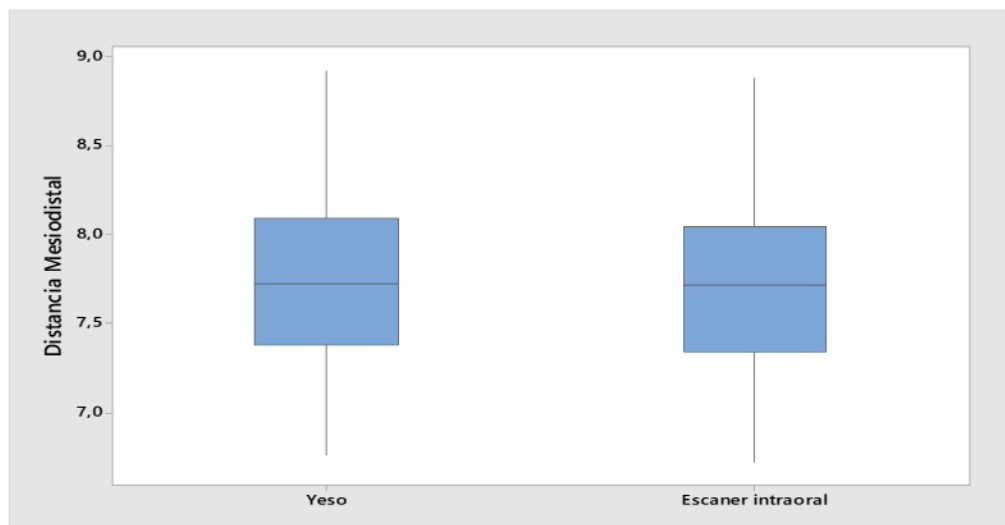
De hecho, como se advierte en la Gráfica 1, la distribución de frecuencias en las medidas mesiodistales con ambos métodos es bastante parecida, aunque se nota algo mayor en las obtenidas con el método de yeso en comparación con el escáner intraoral.

Gráfica 1. Histograma de las medidas en milímetros (mm) del ancho mesiodistal con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)



La representación gráfica ilustra que en la mayoría de las mediciones ambos métodos mostraron coincidencias (color violeta), con sólo algunas discrepancias (colores azul y rosa), que en todo caso se pueden considerar clínicamente aceptables. Tal interpretación queda demostrada en el Gráfico 2, donde no se advierten valores atípicos al contrastar la distancia mesiodistal con los métodos tradicional y digital.

Gráfica 2. Diagrama de caja de la distancia mesiodistal en milímetros (mm) con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)



Estadística paramétrica del ancho mesiodistal (comparación de medias)

Para comparar las medias de las mediciones del ancho mesiodistal obtenidas con el método tradicional (calibrador en modelos de yeso) y con el método digital (software de escaneo intraoral), se realizó prueba t de Student para muestras pareadas. Este análisis de estadística paramétrica compara las medias y desviaciones estándar de dos grupos relacionados para determinar si existe diferencia significativa (valor p) entre ambos, a partir de la formulación de dos hipótesis: a) nula: indica que no hay diferencia significativa entre las medias de los grupos; b) alternativa: existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias, no atribuible a un error de muestreo o al azar (Martínez, 2020).

Así, para la realización de esta prueba se asignó un nivel de confianza del 95% (nivel de significancia $\alpha=5\%$) y valor $p=0.05$ para la comprobación de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): El método digital no es más preciso que el método tradicional en la obtención de las medidas del ancho mesiodistal del espacio necesario de ambas arcadas.

Hipótesis alterna (H_1): El método digital es más preciso que el método tradicional en la obtención de las medidas del ancho mesiodistal del espacio necesario de ambas arcadas.

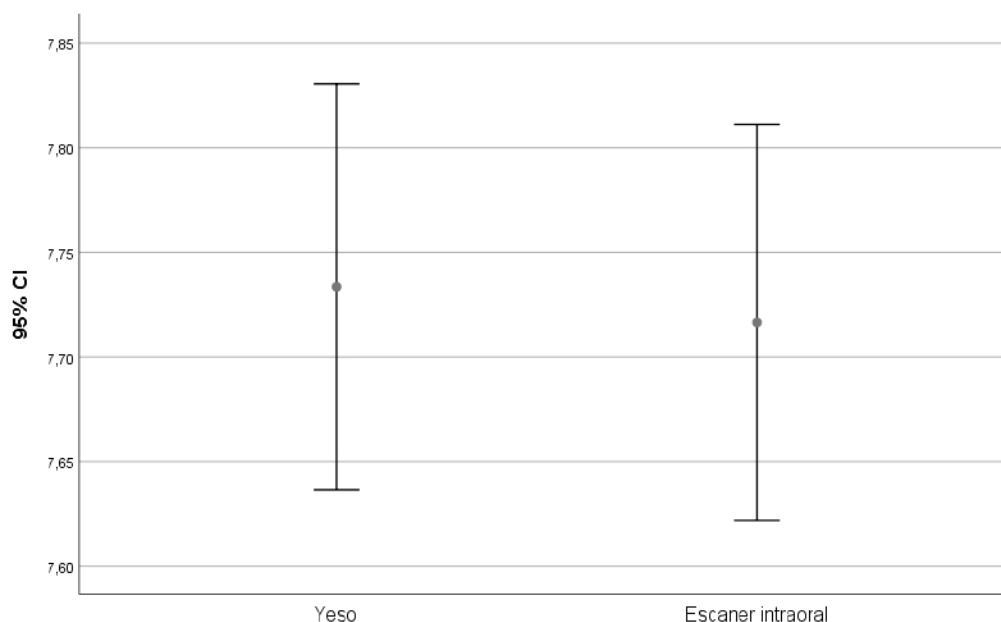
En la Tabla 6, se observa que los valores de las medias y desviaciones estándar e incluso el error son ligeramente inferiores para el método digital en comparación al tradicional, tendencia ésta ilustrada en la Gráfica 3, correspondiente a los respectivos intervalos de confianza al nivel asignado (IC 95%):

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de la prueba T para el ancho mesiodistal

Método	N	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media
Tradicional	100	7,7331	0,489	0,0489
Digital	100	7,7163	0,4772	0,0477

Fuente: Datos de la autora

Gráfica 3. Intervalo de confianza al 95% para la media de la distancia mesiodistal en milímetros (mm) con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)



Continuando, tal como se verifica en los datos contenidos en la Tabla 7, la estimación de la diferencia pareada en las medias de las mediciones es de 0,01682 con signo positivo, indicando divergencia en las mediciones obtenidas con ambos métodos de medición del ancho mesiodistal.

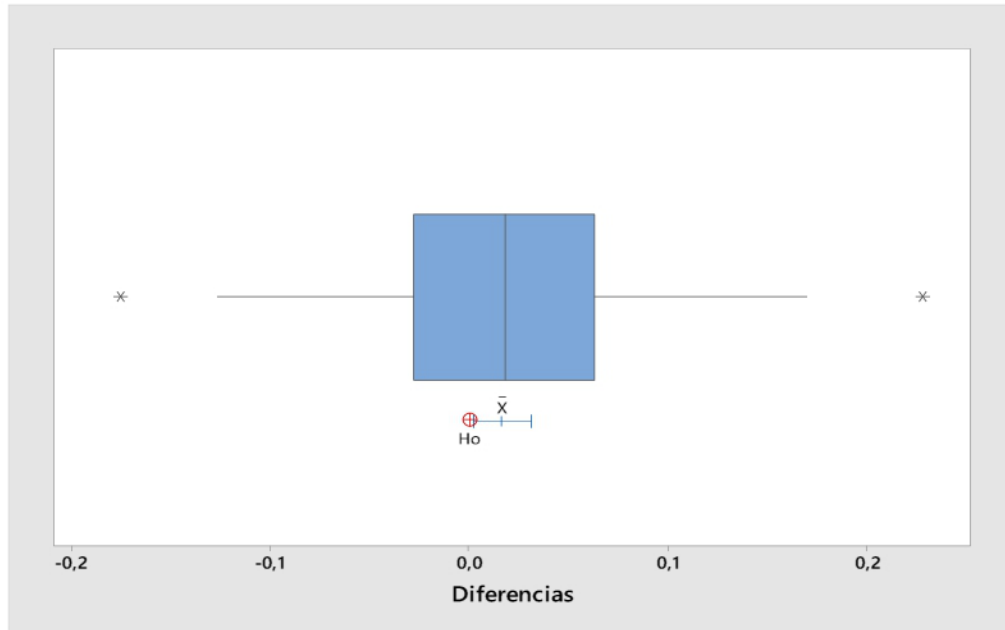
Tabla 7. Estimación de la diferencia pareada

Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior 95% para la diferencia_μ
0,01682	0,07262	0,00726	0,00476

Fuente: Datos de la autora

En efecto, en la Gráfica 4 se ilustra dicha diferencia con un IC al 95% para las medias de mediciones con el método tradicional versus método digital:

Gráfica 4. Diferencia de las medias e intervalo al 95% de confianza para la media con hipótesis nula (H_0)



Finalmente, al realizarse los cálculos correspondientes al límite inferior del nivel de confianza para la diferencia μ para el contraste de hipótesis, se obtuvo un valor $p=0,023$, representado en la Gráfica 5:

Prueba Estadística

Hipótesis nula H_0 : diferencia_ μ = 0

Hipótesis alterna H_1 : diferencia_ μ > 0

Valor T	Valor p
2,32	0,023

Gráfica 5. Comparación de medias de la distancia mesiodistal en milímetros (mm) con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)



En consecuencia, al ser inferior a 5% el resultado ($p < 0,05$), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: el método digital es más preciso que el método tradicional en la obtención de las medidas del ancho mesiodistal del espacio necesario de ambas arcadas.

Estadística descriptiva y paramétrica del tiempo requerido para la obtención de la medida del ancho mesiodistal con método digital y método tradicional

Para el logro de este objetivo, inicialmente se obtuvieron las medidas de proporción (mínimo-máximo), tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar), expresadas en la Tabla 8:

Tabla 8. Estadística descriptiva del tiempo en minutos (min) para la obtención de medidas de ancho mesiodistal con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)

Método	Muestra	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.
Tradicional	50	6,110	8,310	7,195	0,523
Digital	50	25,100	27,000	25,971	0,527

Fuente: Datos de la autora

Como se observa, el tiempo promedio en minutos (min) utilizado para realizar las mediciones del ancho mesiodistal fue notablemente inferior con el método tradicional ($7,19 \pm 0,52$ min), en contraste con el requerido por el método digital: $25,97 \pm 0,52$ min, verificándose asimismo contraste entre los mínimos y máximos: 6,11-8,13 min y 25,10-27,0 min, respectivamente.

Adicionalmente, a objeto de ratificar la data descriptiva y de comparación, se aplicó la prueba T de Student de muestras relacionadas asignando un nivel de confianza del 95% (nivel de significancia $\alpha=5\%$) y valor $p=0.05$, con la finalidad de comprobar alguna de las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): No hay diferencia significativa en el tiempo en minutos requerido para la medición del ancho mesiodistal con el método digital y el método tradicional.

Hipótesis alterna (H_1): Existe diferencia significativa en el tiempo en minutos requerido para la medición del ancho mesiodistal con el método digital y el método tradicional.

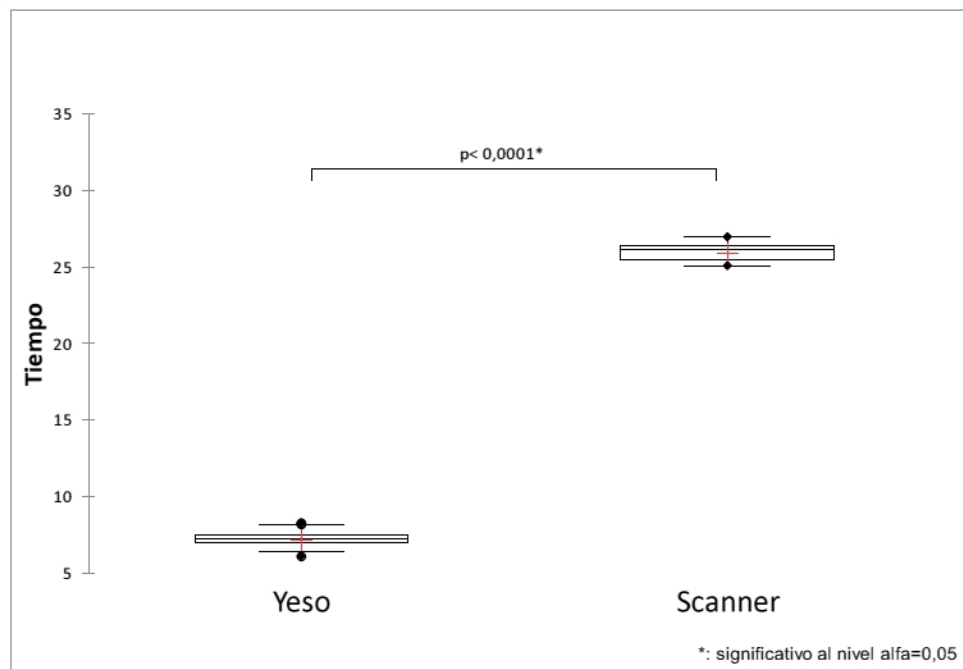
Los resultados para la comprobación de hipótesis con la prueba en cuestión, arrojó los resultados expresados en la Tabla 9 y la Gráfica 6:

Tabla 9. Prueba T de medias con muestras relacionadas para comparación del tiempo en minutos (min) requerido en la medición del ancho mesiodistal con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)

Diferencia	-18,776
t (Valor observado)	-180,770
t (Valor crítico)	2,010
GL	49
valor- <i>p</i> (bilateral)	< 0,0001
alfa	0,05

Fuente: Datos de la autora

Gráfica 6. Comparación de la medida del tiempo en minutos (min) requerido en la medición del ancho mesiodistal con el método tradicional (calibrador-modelos en yeso) y método digital (escaneo intraoral)



A un nivel de significancia del 5% y habiendo obtenido un valor $\alpha = 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: existe diferencia significativa en el tiempo en minutos requerido para la medición del ancho mesiodistal con el método digital y el

método tradicional, verificando que las mediciones realizadas con el software Ortho System del escáner intraoral 3Shape TRIOS3 Mono requieren mucho más tiempo que al utilizar calibrador en modelos de yeso.

Como valor agregado a la investigación se calculó el espacio necesario para el almacenamiento de los modelos de yeso; habitualmente, se emplean cajas con medidas estándar de 33 centímetros cuadrados (cm²) por 13,5 cm de alto, con capacidad para guardar cuatro juegos de modelos de estudio (uno de la arcada superior y uno de la arcada inferior) durante 20 años, según disposición legal vigente (Ley N° 68, 2003).

Bajo tales parámetros, la conservación de los 50 juegos de modelos de yeso utilizados en el presente estudio ameritaría un total de 13 cajas y consecuente espacio de aproximadamente 4 metros lineales para su ubicación en filas horizontales o en 4½ columnas verticales de ±50 cm cada una. Cabe destacar que ante la mejor forma para desplazar los modelos del estudio se adquirieron cajas estándar, necesitando cuatro cajas (Anexo E) con medidas 60cm² por 25 cm de alto, cada una de ellas con capacidad para 15 juegos, ocupando un espacio lineal de 2,40 metros lineales en fila horizontal o de un metro en sentido vertical.

En tal sentido, también se calcularon mediante cronómetro los tiempos requeridos para la búsqueda y localización de modelos en alginato y modelos digitales; en el primer caso, se requirió entre 5 y 8 min (aproximadamente 6,5 min / 390 segundos [seg.]), para ubicar manualmente un juego específico a partir de la etiqueta con nombre/número asignado, mientras en el segundo se registraron 15 seg. desde el momento de ingresar en el software el nombre del paciente hasta acceder a los datos-imágenes digitales de cada arcada. Esto significa que la búsqueda y localización manual de modelos de yeso representa frente a la misma tarea, en formato digital, una pérdida de tiempo aproximada de 5,5 min / 375 seg.

Asimismo, se realizó un ejercicio matemático destinado a calcular la inversión en un escáner intraoral como el utilizado en el presente estudio y otros gastos asociados, a precios actuales en el mercado, a objeto de establecer su recuperación:

Inversión:

Escáner intraoral 3Shape TRIOS3 Mono:	\$19.000
Software Ortho System:	\$2.000
Actualización de software (opcional):	\$900
Capacitación online:	\$530
Total:	\$22.430

En consecuencia, teniendo en cuenta que en Panamá el costo asignado dentro del presupuesto del tratamiento ortodóncico es de \$5.000, la recuperación de la inversión sería viable a corto-mediano plazo: reservando el 10% de dicho monto a tal fin (\$500), se requeriría la realización de 46 escaneos intraorales en igual número de pacientes que acepten iniciar la terapia ortodóncica con dicho procedimiento, e incluso menos si se tiene en cuenta el ahorro de costos asociados a la compra de materiales para elaborar modelos en yeso y su almacenamiento. Asimismo, se cubriría el monto asociado a la actualización del software con mínimo impacto en la utilidad económica por período, pues la misma suele ser bianual y en todo caso queda a juicio del clínico decidir la conveniencia de adquirirlo.

Discusión de Resultados

De acuerdo al orden de los resultados obtenidos en el presente estudio, el primer elemento a discutir tiene que ver con la excelente concordancia interexaminador y alta correlación positiva intraexaminador en las mediciones del ancho mesiodistal adquiridas con los métodos tradicional y digital en nuestro estudio. Al contrario, en la literatura se reportan diferencias de reproductibilidad entre primeras, segundas e incluso mayor cantidad de

mediciones, que sin bien pueden ser clínicamente aceptables orientan a cuestionar la capacitación y/o experiencia del examinador, sobre todo cuando dichas valoraciones se efectúan empleando recursos digitales (Soto-Álvarez, 2019; Liu et al, 2021).

Nuestros resultados indican que las medidas del ancho mesiodistal obtenidas con calibrador en modelos de yeso expresaron una diferencia promedio de $0,02 \pm 0,01$ mm por encima de las adquiridas mediante escáner intraoral; al revisar estudios de similar corte, se informan variaciones entre 0 y 0,38 mm, habiéndose comparado el método tradicional con: escáneres intraoral y extraoral 3Shape TRIOS (Atia et al., 2015), modelos generados por impresión digital e impresión 3D con escáner 3Shape TRIOS y escáner iTero (Arcas et al., 2021) e incluso con imágenes obtenidas mediante tomografía computarizada de haz cónico (CTCB, Darroudi et al., 2017). Tales hallazgos, sugieren que las medias estadísticas aquí informadas para ambos métodos se encontraron entre los parámetros usuales y dentro de los límites clínicamente deseados.

En el mismo orden, se recuerda que en la comparación de medias el estadístico t de Student arrojó diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$), confirmándose la hipótesis alterna: el método digital es más preciso que el tradicional para la obtención de las medidas del ancho mesiodistal del espacio necesario de ambas arcadas. Al contrastar dicho hallazgo con los publicados en la literatura, se encuentran evidencias que también validan la eficacia del escaneado intraoral frente al calibrador en modelos de yeso para realizar dicha medición, así como otras de interés en ortodoncia y rehabilitación oral (Kim y Lagravère, 2016; Faus et al., 2017; Tunca et al., 2021).

Sin embargo, es notablemente superior el número de publicaciones donde se informa ausencia de diferencias estadísticamente significativas tras compararse la precisión de las mediciones realizadas en modelos de yeso versus escáner en sujetos adultos (Topcuoglu et al., 2013; Mendonça et al., 2015; Atia et al., 2015; Wan-Nurazreena et al., 2016; Sfondrini

et al., 2018; Murugesan y Sivakumar, 2020; Prabhu et al., 2021; Arcas et al., 2021; Igai et al., 2021; Ellakany et al., 2022) y en pacientes en fase de dentición mixta (Schieffer et al., 2022). Por el contrario, se informa mayor exactitud de la CBCT frente a los escáneres odontológicos (Elkersh et al., 2021) e incluso la obtención de mediciones más fiables al fusionarse imágenes tomográficas y obtenidas por escaneo intraoral (Baan et al., 2020).

Ante tales contradicciones, se deduce nuevamente que la precisión en las medidas del ancho mesiodistal puede estar supeditada a la curva de aprendizaje de quien las efectúa; apoyando tal presunción, en la literatura se encuentra coincidencia respecto al rol que juegan la capacitación y la experiencia acumulada del operador, por lo que independientemente del instrumento o método a utilizar, se deben realizar las mediciones atenta y minuciosamente, cumpliendo con el paso a paso establecido a fin de reducir al mínimo el error humano (Aragón et al., 2016; Tavares-Camardella et al., 2017; Lui et al., 2021; Christopoulou et al., 2022).

En paralelo, investigadores coinciden en afirmar que con el escáner intraoral se sobreestiman las mediciones cuando el operador posee conocimientos limitados y/o poca experiencia para realizar el patrón de escaneo en el paciente, lo cual ocasiona que el algoritmo del software «suponga» datos que a su vez producen pequeñas variaciones en la posición de las referencias capturadas (Diker y Tak, 2020; Yousefi et al., 2021). Cabe destacar que en el presente estudio se descarta la posibilidad de sobreestimación, toda vez que los escaneos y posteriores mediciones fueron realizados por un técnico especializado en el escáner intraoral 3ShapeTrios Mono y su software, Ortho System.

En cuanto al tiempo requerido para realizar las mediciones, se verificó diferencia estadísticamente significativa a favor del método tradicional, con una media de 7,3 min y 18,7 min menos en comparación al método digital, cuya media fue de 26 min; este hallazgo encuentra cierta similitud con el informado por Prabhu et al. (2021), en cuyo estudio el

tiempo requerido para la determinación del índice de Bolton en modelos de yeso fue de 3 min, mientras para las respectivas reproducciones en digital se requirió aproximadamente 15 min.

Conviene precisar que en la mayoría de las investigaciones consultadas en donde se comparan los métodos tradicional y digital, la variable tiempo se ha dirigido a contrastar el promedio en minutos requerido para toma de impresión y obtención de modelos, pero no al utilizado para las mediciones, así como a fin de evaluar la satisfacción del paciente respecto a cada método.

En tal sentido, las revisiones consultadas coinciden en que el escaneo intraoral requiere menos tiempo de operación para la captura de imágenes y posterior reproducción digital de las arcadas dentales en comparación al requerido por la suma de procedimientos asociados a la toma de impresiones y obtención del modelo en yeso. Igualmente, se concuerda desde resultados obtenidos mediante la aplicación de escalas y/o encuestas que el método digital también reduce la duración de la consulta e incrementa el confort y nivel de colaboración del paciente (Burzinsky et al., 2018; Roth et al., 2020; Arcas et al., 2021; Afrashtehfar et al., 2022).

En consecuencia, de las descripciones previas, se extraen dos puntos importantes: la primera, tiene que ver con la pertinencia de incorporar las variables tiempo de sillón y satisfacción del paciente en futuros estudios semejantes a realizar en la Clínica de Odontología y Belleza Facial y otros consultorios odontológicos.

El segundo punto, se basa en que si bien las mediciones con calibrador en modelos de yeso son realizadas más rápidamente en comparación a las efectuadas en imágenes obtenidas con escaneo intraoral, la relación tiempo-esfuerzo para el clínico se compensa con los beneficios que aporta el método digital: obtención de informes detallados (Anexo F) y ahorro en materiales de impresión, mientras el almacenamiento de los registros en computadoras,

memorias portátiles y en la nube (por ejemplo Google Drive, DropBox), permite acceder a ellos y compartirlos, eliminando asimismo la necesidad de mantener/ampliar espacio físico para resguardar modelos de yeso.

Las interpretaciones previas se vinculan a los aportes del presente estudio respecto a recuperación de la inversión en un escáner intraoral 3Shape Mono, tiempo de búsqueda de modelos en yeso y su almacenamiento, ventajas estas que también han sido comunicadas en la literatura (Mangano et al., 2017; Bernal, 2020; Christopoulou et al., 2022). De allí que el escáner intraoral no sólo brinda la posibilidad de obtener mediciones precisas, sino que también ofrece múltiples provechos para el ortodoncista y sus pacientes.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

De conformidad con los hallazgos obtenidos y el cumplimiento de los objetivos específicos pautados, se extraen los siguientes argumentos concluyentes:

1. Al comprobarse las medidas interexaminador e intraexaminador del ancho mesiodistal con el método tradicional (calibrador en modelos de yeso) y el método digital (scanner intraoral), se encontró excelente concordancia y correlación positiva entre primeras y segundas mediciones.
2. Se establecieron las medidas del ancho mesiodistal obtenidas con el método tradicional y con el método digital, y las medidas obtenidas con calibrador en modelos de yeso expresaron unas diferencias promedio por encima de las adquiridas mediante escáner intraoral.
3. Luego de comparar la precisión del método tradicional versus el método digital se obtuvo diferencia estadísticamente significativa, comprobando en consecuencia la hipótesis alterna: el método digital es más preciso que el tradicional para la obtención de las medidas del ancho mesiodistal del espacio necesario de ambas arcadas.
4. Al cuantificar el tiempo en la obtención de las medidas del ancho mesiodistal, se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa a favor de las mediciones con calibrador en modelos de yeso que las realizadas en imágenes obtenidas con escaneado intraoral, comprobando la hipótesis alterna: existe diferencia significativa en el tiempo en minutos requerido para la medición del ancho mesiodistal con el método digital y el método tradicional.

Adicionalmente, de acuerdo a la discusión desarrollada mediante el contraste de nuestros hallazgos con los informados en la literatura científica consultada, se puede concluir que la precisión en las mediciones del ancho mesiodistal con escáner intraoral va a ser superior o igual a la obtenida con el método tradicional, dependiendo de la experiencia acumulada del clínico.

Recomendaciones

- Se requieren estudios que aporten a la comunidad odontológica nuevas evidencias con suficiente rigor científico sobre la precisión del escáner intraoral como sustituto del método tradicional, así como sus limitaciones y ventajas para el clínico y el paciente.

- La captura de imágenes con escáner intraoral y la realización de mediciones mediante su software exige dominio cognoscitivo y de determinados procedimientos para la obtención de resultados clínicamente fiables; de allí, la necesidad de que el ortodoncista realice cursos de capacitación que le permitan adquirir los conocimientos y habilidades requeridas para su correcta utilización.

- Es recomendable la incorporación del escáner intraoral en los contenidos teórico-práctico del pensum académico del Postgrado en Ortodoncia, teniendo en cuenta sus ventajas para agilizar procedimientos diagnósticos, optimizar la satisfacción del paciente y ahorrar costos por concepto de materiales de impresión y almacenamiento de modelos de yeso debido a la alta demanda de pacientes atendidos.

REFERENCIAS

- Abduo, J. y Elseyoufi, M. (2018). Accuracy of intraoral scanners: a systematic review of influencing factors. *The European Journal Prosthodontics Restoration Dentistry*, 26(3), 101-121. https://doi.or.dx/10.1922/EJPRD_0175Abduo21.
- Afrashtehfar, K.I., Alnakeb, N.A., y Mansour, K.M. (2022). Assery, accuracy of intraoral scanners versus traditional impressions: A rapid umbrella review. *The Journal of Evidence - Based Dental Practice*, 101719. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2022.101719>.
- Akyalcin, S. (2011) Are Digital Models Replacing Plaster Casts? *Dentistry*, 1(2). <https://doi.org/10.4172/2161-1122.1000e102>.
- Almeida, A.B., Leite, I.C., Melgaço, C.A. y Marques, L.S. (2014). Dissatisfaction with dentofacial appearance and the normative need for orthodontic treatment: determinant factors. *Dental Press Journal Orthodontics*, 19(3), 120-126.
- Aminian, A., Batooolalsadat, M., y Shahsavari, M. (2018). The prevalence of Bolton discrepancy and associated malocclusion in patients attended in the orthodontics department of Kerman Dental School and private clinics: 2012-2015. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*, 26(1), 77-84. http://jssu.ssu.ac.ir/browse.php?a_id=4321&sid=1&slc_lang=en
- Andrade, M.D., Aguilar, E. y Bravo, M.E. (2014). Análisis de Bolton en modelos de pacientes y relación con las diferentes maloclusiones. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*, 2014. <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2014/art-12/>
- Aragón, M.L. Pontes, L.F., Bichara, L.M., Flores-Mir, C., y Normando, D. (2016). Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models

- measurements: a systematic review. *The European Journal of Orthodontics*, 38(4), 429-434. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjw033>
- Arcas, L.P., Tribst, J.P., Baroudi, K., Amaral, M., Silva-Concêlio, L.R., y Vitti, R P. (2021). Dimensional accuracy comparison of physical models generated by digital impression / 3D-printing or analog impression / plaster methods. *International Journal of Odontostomatology*, 15(3), 562-568. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2021000300562>.
- Argimón, J.M. (2009). *Métodos de investigación clínica y epidemiológica*. 4ª edición. Elsevier.
- Arias, F. (2012). *El proceso de investigación*. 6ª edición. Orial.
- Atia, M.A., El-Gheriani, A.A., y Ferguson, D.J. (2015). Validity of 3 shape scanner techniques: a comparison with the actual plaster study casts. *Biometrics & Biostatistics International Journal*, 2(2), 64-69. <https://doi.org/10.15406/bbij.2015.02.00026>.
- Baan, F., Bruggink, R., Nijsink, J., Maal, J.J. y Ongkosuwito, E.M. (2020). Fusion of intra-oral scans in cone-beam computed tomography scans. *Clinical Oral Investigations*. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03336>
- Bagur, M. (2012). *Influencia del Análisis de Bolton en la finalización del tratamiento ortodóncico*. <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/5704/mbagur.pdf?sequence=1>
- Baheti, M.J., Soni, U.N., Gharat, N.V., Mahagaonkar, P., Khokhani, R. y Dash, S. (2015). Intra-oral Scanners: A New Eye in Dentistry. *Austin Journal Orthopedic & Rheumatology*, 2(3), ad1021. <http://austinpublishinggroup.com/orthopedics-rheumatology/download.php?file=fulltext/ajor-v2-id1021.pdf>.

- Benítez, C.F. (2014). *Estudio clínico descriptivo transversal de la fiabilidad de registros intermaxilares obtenidos mediante escaneado digital intraoral*.
<https://eprints.ucm.es/28501/1/FIABILIDADELOSESCANERESINTRAORALES.pdf>
- Bernal, C. (2020). Aplicaciones del escáner intraoral en las distintas ramas de la Odontología Contemporánea. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/109174.pdf>.
- Birnbaum, N.S., Aaronson, H.B., Stevens, C. y Cohen, B. (2009), 3D Digital Scanners: A High-Tech approach to more accurate dental impressions. *Inside Dentistry*, 5, 70-74.
https://www.researchgate.net/publication/236342957_3D.
- Birnbaum, N.S. y Aaronson, H.B. (2008). Dental impressions using 3D Digital Scanners: virtual becomes. *Reality Compendium*, 29(8), 494-505.
- Brownstein, S., Murad, A. y Hunt, R. (2015). Implementation of new technologies in U.S. Dental School Curricula. *Journal of Dental Education*, 79(2), 259-264.
<https://doi.org/10.1002/j.022-0337.2015.79.3>
- Burzynski, J. A., Firestone, A. R., Beck, F. M., Fields, H. W. y Deguchi, T. (2018). Comparison of digital intraoral scanners and alginate impressions: Time and patient satisfaction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 153(4), 534-541. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.08.017>.
- Chan, T. y Darvell, B. (2001). Effect of storage conditions on calcium sulphate hemihydrate-containing products. *Dental Materials*, 17(2). [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(00\)00052-X](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(00)00052-X).
- Chang, Y.C., Yu, C.H., Liang, W.M., Tu, M.G. y Chen, S.Y. (2016) Comparison of the surfaces roughness of gypsum models constructed using various impression materials and gypsum products. *Journal of Dental Sciences*, 11(1), 23-28.
<https://doi.org/10.1016/j.jds.2012.11.002>.

- Cheng, M.X., Jiang, T., Sun, Y.C. y Zhang, H.Y. (2018). Influence of intraoral scan and dental cast scan on occlusal quantitative analysis of virtual dental model. *Beijing Da Xue Xue Bao*, 50(1), 136-140. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29483736>.
- Christopoulou, I., Kaklamanos, E.G., Makrygiannakis, M.A., Bitsanis, I., Perlea, P., y Tsolakis, A.I. (2022). Intraoral Scanners in Orthodontics: A Critical Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 1407. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031407>.
- Cuperus, A.M., Harms, M.C., Rangel, F.A., Bronkhorst, E.M., Schols, J.G. & Breuning, K.H. (2012). Dental models made with an intraoral scanner: A validation study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 142(3), 308-313. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.03.031>.
- Darroudi, A., Kuijpers, A.M., Ongkosuwito, E., Maarten, C., Bronkhorst, E. & Hero-Breuning, K (2017). Accuracy of a computed tomography scanning procedure to manufacture digital models. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics*, 151, 995-1003. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.12.013>.
- Davidowits, Gar., Kotick, Philip G. (2011) The Use of CAD/CAM in Dentistry. *Dental Clinics o North America*. v.55, n. 5, pp. 559 - 570. DOI: 10.1016/j.cden.2011.02.001
- De Luca, G., Pacheco, C., Lagravere, M.O., Flores-Mir, C. y Major, P.W. (2015). Intra-arch dimensional measurement validity of laser-scanned digital dental models compared with the original plaster models: a systematic review. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 18(2), 65-76.
- Detterbeck, A., Hofmeister, M., Haddad, D., Weber, D., Schmid, M., Hölzing, A. et al. (2017). Determination of the mesio-distal tooth width via 3D imaging techniques with and without ionizing radiation: CBCT, MSCT and μ CT versus MRI. *European Journal of Orthodontics*, 39(3), 310-319. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjw047>.

- Diagnóstico de Salud Bucodental (s/f). *Atlas interactivo en salud pública*. DISABU.
<http://www.gorgas.gob.pa/atlas%20interactivo/MapDisabu4.html>.
- Díaz, V., Pérez, L., Herrera, I., Escofié, M. (2017). Estudio de los tamaños mesiodistales de incisivos superiores en Yucatán. *Revista Tamé*, 5(15), 521-524. http://www.uan.edu.mx/d/a/publicaciones/revista_tame/numero_15/Tam1715-04i.pdf.
- Diker, B., y Tak, Ö. (2020). Comparing the accuracy of six intraoral scanners on prepared teeth and effect of scanning sequence. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 12(5), 299-306. <https://doi.org/10.4047/jap.2020.12.5.299>.
- D'La Torre, C., Gurrola, B. y Casasa, A. (2016) Manejo multidisciplinario en paciente con laterales superiores microdónticos. Caso clínico. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 4(2), 136-141. <https://doi.org/10.1016/j.rmo.2016.10.009>
- Elkersh, N.M., Fahmy, R.A., Zayet, M.K., y Gaweesh, Y.S. (2021). Accuracy of models obtained from digital impressions versus scanning of conventional impressions. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-802865/v1>
- Ellakany, P., Al-Harbi, F., El Tantawi, M., y Mohsen, C. (2022). Evaluation of the accuracy of digital and 3D-printed casts compared with conventional stone casts. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 127(3), 438–444. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.08.039>.
- El-Zanaty, H.M., El-Beialy, A.R., Abou El-Ezz, A.M., Attia, E.K., El-Bialy, A.R., Mostafa, Y.A. (2016). Three dimensional dental measurement: An alternative to plaster models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(2), 259-265. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.04.030>.
- Faus, I., Paredes, V., Gandia, J.L., y Bellot, C. (2017). Estudio comparativo de la validez y reproducibilidad en la medición de los tamaños mesiodistales de los dientes y de la arcada dentaria con el escáner intraoral iTero y el método tradicional. Recuperado de: <http://roderic.uv.es/handle/10550/58859>

- Gorjizadeh, F., Javaheri, M. y Rahim, A. (2015). Analyzing mesiodistal widths of the permanent teeth. *Iran Journal Orthodontics*, 10(2). <https://doi.org/10.17795/ijo-4984>.
- Gregoret, J. (2014) *Ortodoncia y Cirugía Ortognática: diagnóstico y planificación*. ESPAXS S.A.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2009). *Metodología de la Investigación*. 5ª edición. McGraw-Hill Interamericana.
- Hero, K. y Kau, C.H. (2017). *Digital Planning and Custom Orthodontic Treatment*. John Wiley & Sons.
- Hsiu-Ching, K., Weitao, D., Sepideh, T., Spiekerman, C. y Huang, G. (2019) Agreement of treatment recommendations based on digital vs plaster dental models. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics*, 155: 135-142. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2018.03.018>.
- Igai, F., Junior, W.S., Iegami, C.M., y Neto, P.T. (2021). Assessment of different types of intra oral scanners and 3D printers on the accuracy of printed models: An *in vitro* study. *Journal of Clinical Experiment Dentistry*, 13(12), 1174-1181. <https://doi.org/10.4317/jced.58765>.
- Interlandi, S. (2002) *Ortodoncia. Bases para la iniciación*. Artes Médicas.
- Jacox, L.A., Bocklage, C., Edwards, T., Milhas, P., Lin, F.C. y Ko, C.C. (2022). Understanding technology adoption by orthodontists: a quantitative study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 161(3), 364-374. <https://doi.org.10.1016/j.ajodo.2020.08.024>
- Kachalia, P. y Geissberger, M (2010) Dentistry a la carte: in-office CAD-CAM Technology. *Journal California Dental Association, Journal*, 38(5), 323-330. <https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e318226b8043>.

- Kakadiya, A., Tandon, R., Azam, A., Kulshrestha, R. y Bhardwaj, M. (2017) Recent advancements in diagnostic aids in Orthodontics - A review. *SM Dentistry Journal*, 3(2), 1016-1024. https://smjournals.com/dentistry/download.php?file=full_text/smd-v3-1016.pdf.
- Kašparová, M., Procházka, A., Grajciarová, L., Yadollahi, M., Vyšata, O. y Dostálová, T. (2014). Evaluation of dental morphometrics during the orthodontic treatment. *BioMedical Engineering*, 13(1), 68-72.
- Kim, J. y Lagravère, M. (2016) Accuracy of Bolton analysis measured in laser scanned digital models compared with plaster models (gold standard) and cone-beam computer tomography images. *Korean Journal of Orthodontics*, 46(1), 13-19. <https://doi.org/10.4041/kjod.2016.46.1.13>.
- Kirschneck, C., Kamuf, B., Putsch, C., Chhatwani, S., Bizhang, M., y Danesh, G. (2018). Conformity, reliability and validity of digital dental models created by clinical intraoral scanning and extraoral plaster model digitization workflows. *Computers in Biology and Medicine*, 100, 114-122. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2018.06.035>
- Kliegman, M.R. (2016). *Nelson Tratado de Pediatría*. Volumen 2. 20ª edición. Elsevier.
- Kravitz, N. D., Groth, C., Jones, P. E., Graham, J. W., & Redmond, W. R. (2014). Intraoral Digital Scanner's. *Journal of Clinic Orthodontics*, 48(6), 337-347.
- Kubodera, T., Zárate, C., Lara, E., Montiel, N., Esquivel, G. y Centeno, C. (2008) Dimensiones coronales mesiodistales en la dentición permanente de mexicanos. *Academia Dental Mexicana*, 65(3), 141-149. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=16429>
- Kurnia, A. y Noerhadi, A.I. (2017) Comparison of Bolton analysis and Little's irregularity index on laser scanned three dimensional digital study models with conventional study

- models. *Journal of Physics Conference Series*, 884, 012061.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/884/1/012061>
- Lahrman, D.E. (1976). Mobile storage systems. *Journal of Clinical Orthodontics*, 10(8), 589.
- Ley N° 68 (2003). 25 de noviembre de 2003. G.O. N° 24.935.
- Liu, J., Liu, Y., Wang, J., Zuo, X., Wang, X., Zhang, Y., y He, H. (2021). Dental measurements based on a three-dimensional digital technique: A comparative study on reliability and validity. *Archives of Oral Biology*, 124, 105059.
<https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2021.105059>.
- Mangano, F., Gandolfi, A., Luongo, G., y Logozzo, S. (2017). Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BioMed Central Oral Health*, 17(1), 149-153.
<https://doi.org/10.1186/s12903-017-0442-x>.
- Martínez, M.A. (2020). *Bioestadística amigable*. 4a edición. Elsevier.
- McNamara, J.A. Jr (1994). Mixed Dentition treatment. En Graber TM ,Vanarsdall RL (eds). *Orthodontics: Current Principles and techniques*, 2a ed. Mosby; 507-541.
- McNamara, J.A. Jr, Howe, R.P. y O'Connor, K.A. (1983). An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension. *American Journal of Orthodontics*; 83, 363-373. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(83\)90320-2](https://doi.org/10.1016/0002-9416(83)90320-2).
- McNamara Jr, J.A. y Brudon, W.L. (1993) Orthodontic and orthopedic treatment in the mixed dentition. Needham Press.
- Mendonça, M., Costal, M. y Vogel, C.J. (2015). Reliability of Bolton analysis evaluation in tridimensional virtual models. *Dental Press Journal Orthodontics*, 20(5), 72-77.
<http://dx.doi.org/10.1590/2177-6709.20.5.072-077.oar>.
- Moorrees, C.F.A. (1959). *The dentition of the crowing child. A longitudinal study of dental development between 3 and 18 years of age*. Massachusetts: Harvard University Press Cambridge.

- Moorrees, C.F.A. y Reed, R.B. (1964). Correlations among crown diameters of human teeth. *Archives Oral Biology*, 9, 685-697.
- Moorrees, C.F.A. y Chadha, J.M. (1965). Available Space for the incisor during dental development. A Growth study based on physiologic age. *Angle Orthodontics*, 35(1), 12-22. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1965\)035<0012:ASFTID>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1965)035<0012:ASFTID>2.0.CO;2)
- Murugesan, A. y Sivakumar, A. (2020). Comparison of accuracy of mesiodistal tooth measurements made in conventional study models and digital models obtained from intraoral scan and desktop scan of study models. *Journal of Orthodontics*, 47(2), 149-155. <https://doi.org/10.1177/1465312520910755>.
- Naidu, D. y Freer, T.J. (2013). Validity, reliability, and reproducibility of the iOC intraoral scanner: a comparison of tooth widths and Bolton ratios. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(2), 304-310. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.04.01>
- Nallamuthu, N., Branden, M. y Mangala, P. (2012) Some aspects of the formulation of alginate dental impression materials - Setting characteristics and mechanical properties. *Dental Materials*, 28(7), 756-762. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.03.012>.
- Nelson, S. (2015). *Anatomía, Fisiología y Oclusión Dental de Wheeler*. 10ª edición. McGraw-Hill Interamericana.
- Okeson, J. (2013) *Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares*. 7ª edición. Elsevier-Mosby.
- O'Mahony, G., Millet, D.T., Cronin, M.S., McIntire, G.T. y Barry, M.K. (2015). The relationship between tooth size discrepancy and arch-form classification in orthodontic patients. *Journal of Clinical Dentistry*, 7(2), e268-e272. <http://doi.org/10.4317/jced.52208>.

- Organización Mundial de la Salud (2022). *Oral Health. Key facts*. Sitio web de OMS: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>.
- Pamecha, S. y Dayakara, H.R. (2012). Comparative measurement of mesiodistal width of six anterior maxillary and mandibular teeth in Rajasthan population. *Journal of Indian Prosthodontic Society*, .12(2), 81-86. <http://doi.org/10.1007/s13191-012-0117-x>.
- Park, J.H. y Laslovich, J. (2016). Trends in the use of digital study models and other technologies among practicing orthodontists. *Journal of Clinical Orthodontics*, 50(7), 413-419. <https://www.jco-online.com/archive/2016/07/413/>.
- Patzelt, S. B. M., Emmanouilidi, A., Stampf, S., Strub, J.R. y Att, W. (2014). Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clinical Oral Investigations*, 18(6), 1687-1694. <https://doi.org/10.1007/s00784-013-1132-y>.
- Pinos, A. (2015). *Diagnóstico de modelos de yeso vs digitales: exactitud y fiabilidad en la comparación del análisis de Bolton y sus mediciones correspondientes*. http://www.uan.edu.mx/d/a/publicaciones/revista_tame/numero_15/Tam1715-04i.pdf.
- Prabhu, K., Venkatesan, N., Kirubarakan, A., Karthick, V.C., Imithiyas, M., y Karthick, R. (2021). Comparison of reliability and validity of measurements on digital study models made with scann three-dimensional smartphone software and plaster models: *in vitro* study. *Journal Interdisciplinary Dentistry*, 11, 11-16. https://doi.org/10.4103/jid.jid_37_19.
- Proffit, W.R. (2013) *Ortodoncia contemporánea*. 5ª edición. Elsevier.
- Restrepo, M., Castellanos, L., Grhes-Porto, B., Santos-Pinto, A. y Santos-Pinto, L. (2015) Comparación de medidas dentales y transversales realizadas en modelos de yeso con calibrador digital, y en modelos digitales con el software O^{3d}. *CES Odontología*, 28(2),

- 58-68. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-971X2015000200006&lng=en&tlng=es.
- Richert, R., Goujat, A., Venet, L., Viguie, G., Viennot, S., Robinson, P., Farges J.C, Fages, M. y Ducret, M. (2017). Intraoral Scanner Technologies: A review to make a successful impression. *Journal of Healthcare Engineering*, 1, 9-12. <https://doi.org/10.1155/2017/8427595>.
- Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A. y Debernardi, C. (2016). Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: A systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 149(2), 161-170. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.06.029>.
- Salinas, P., Pinos, A.G. y Bravo, M.E. (2016). Diagnóstico de modelos de yeso vs digitales: exactitud y fiabilidad en la comparación del Análisis de Bolton y sus mediciones correspondientes. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*. <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2016/art-37/>
- Scheid, R. y Waiss, G. (2017). *Woelfel Anatomía Dental*. 9ª edición. Wolters Kubler-Lippincott, Williams & Wilkins.
- Schieffer, L., Latzko, L., Ulmer, H., Schenz-Spasic, N., Lepperdinger, U., Paulus, M., y Crismani, A.G. (2022). Comparison between stone and digital cast measurements in mixed dentition: Validity, reliability, reproducibility, and objectivity. *Journal of Orofacial Orthopedics*. <https://doi.org/10.1007/s00056-022-00376-9>.
- Scholz R. (1988). Indefinite Storage of Orthodontic Records. *Journal of Clinical Orthodontics*, 22(11), 734-735. <https://www.jco-online.com/archive/1988/11/734-indefinite-storage-of-orthodontic-records/>
- Sfondrini, Maria Francesca., Gandini, Paola., Di Corato, Francesco., Trovati, Federico., Scribante, Andrea. (2018). Computerized casts for Orthodontic purpose using powder-

- free intraoral scanners: Accuracy, execution time and patient feedback. *BioMed Research International*. 1(9). <https://doi.org/10.1155/2018/4103232>.
- Song, J.W., Leesungbok, R., Park, S.J., Chang, S.H., Ahn, S.J. y Lee, S.W. (2017). Analysis of crown size and morphology, and gingival shape in the maxillary anterior dentition in Korean young adults. *Journal Advances of Prosthodontics*, 9(4), 315-320. <https://doi.org/10.4047/jap.2017.9.4.315>.
- Soto-Álvarez, C., Fonseca, G. M., Viciano, J., Alemán, I., Rojas-Torres, J., Zúñiga, M. H., y López-Lázaro, S. (2020). Reliability, reproducibility and validity of the conventional buccolingual and mesiodistal measurements on 3D dental digital models obtained from intra-oral 3D scanner. *Archives of Oral Biology*, 109, 104575. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2019.104575>.
- Tamayo, M. (2009). *El proceso de la investigación científica*. 3ª edición. Limusa.
- Tavares-Camardella, L., Breuning, H., y de Vasconcellos, O. (2017). Accuracy and reproducibility of measurements on plaster models and digital models created using an intraoral scanner. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 78, 211-220. <https://dx.doi.org/10.1007/s00056-016-0070-0>.
- Topcuoglu, T., Ozturk, F. y Nalcaci, R. (2013). Comparison of Bolton analysis and tooth size measurements obtained using conventional and three-dimensional orthodontic models. *European Journal of Dentistry*, 7(5), 66-68. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.119077>.
- Torres, H.M., Arruda, J.J., Silva-Filho, J.M., Faria, D.L., Nascimento, M.C. y Torres, E.E. (2017). Maxillary canine morphology: comparative and descriptive analysis from periapical radiographs and cone beam computed tomography. *Genetic Dentistry*, 65(3), 37-41. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28475083>
- Tunca, M., Tunca, Y., Kotan, S., y Bilen, S. (2021). Comparison of linear measurements and Bolton analysis on the model obtained from conventional method with OrthoCAD

- Uribe, R. (2010) *Ortodoncia Teórica y Clínica*. 2ª edición. CIB.
- Vellini, F. (2004). *Ortodoncia. Diagnóstico y Planificación Clínica*. 2ª edición. Artes Médicas Latinoamérica.
- Wan-Nurazreena, W.H., Siti, O., Chee, C., Roshashida A., Siti, A. y Anis, R. (2016) Assessing agreement in measurements of orthodontic study models: Digital caliper on plaster models vs 3-dimensional software on models scanned by structured-light scanner. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics*, 150, 886-895. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.04.021>.
- Wessemann, C., Muallah, J., Mah, J. y Bumann, A. (2017). Accuracy and efficiency of full-arch digitalization and 3D printing: A comparison between desktop model scanners, an intraoral scanner, a CBCT model scan, and stereolithographic 3D printing. *Quintessence International*, 48(1):41-50. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a37130>.
- Yoon JH, Yu HS, Choi J. (2018). Model analysis of digital models in moderate to severe crowding: in vivo validation and clinical application. *BioMed Central Research International*, 1(9). <https://doi.org/10.1155/2018/8414605>.
- Yousefi, F., Shokri, A., Zahedi, F., y Farhadian, M. (2021). Assessment of the accuracy of laser-scanned models and 3-dimensional rendered cone-beam computed tomographic images compared to digital caliper measurements on plaster casts. *Imaging Science in Dentistry*, 51(4), 429-438. <https://doi.org/10.5624/isd.20210142>
- Yuzbasioglu, E., Kurt, H., Turunc, R. y Bilir, H. (2014). Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BioMed Central Oral Health*, 14(10). <https://doi.org/10.1186/1472-6831-14-10>.

Anexo A. Instrumento de recolección (hoja de registro, parte 2)

Px	Tiempo total de medición (minutos)	
	Modelo de yeso	Scanner
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		

Anexo A. Instrumento de recolección (hoja de registro, parte 2)

Px	Tiempo total de medición (minutos)	
	Modelo de yeso	Scanner
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		

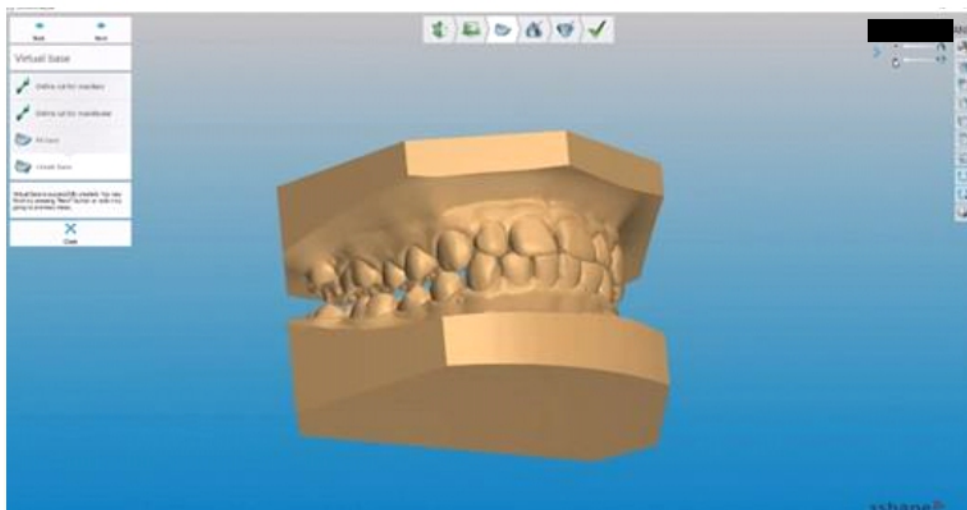
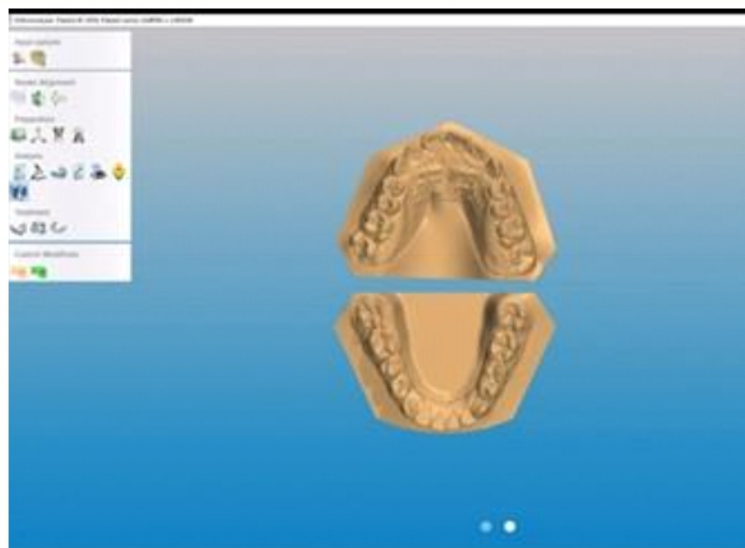
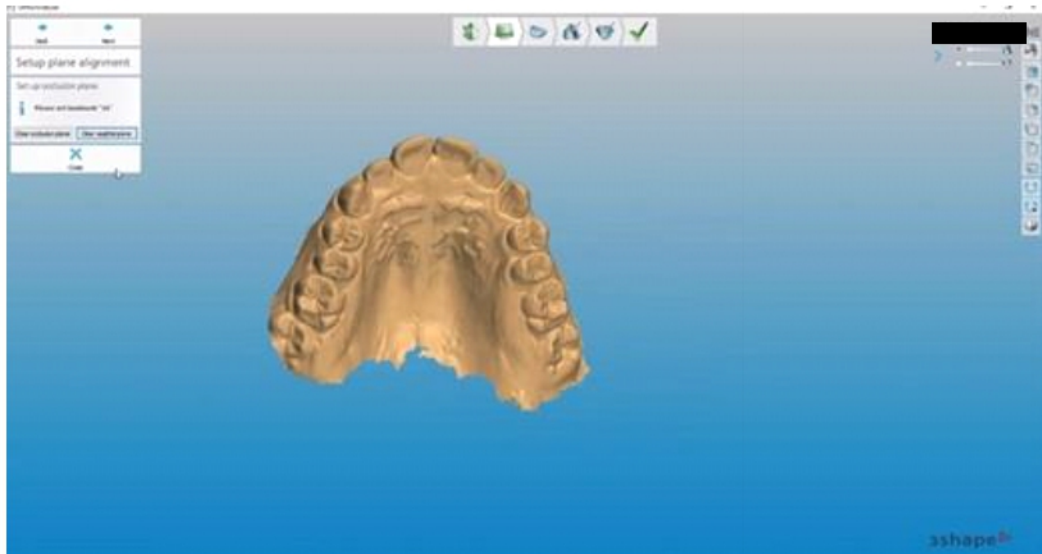
Anexo B. Escaneo Intraoral

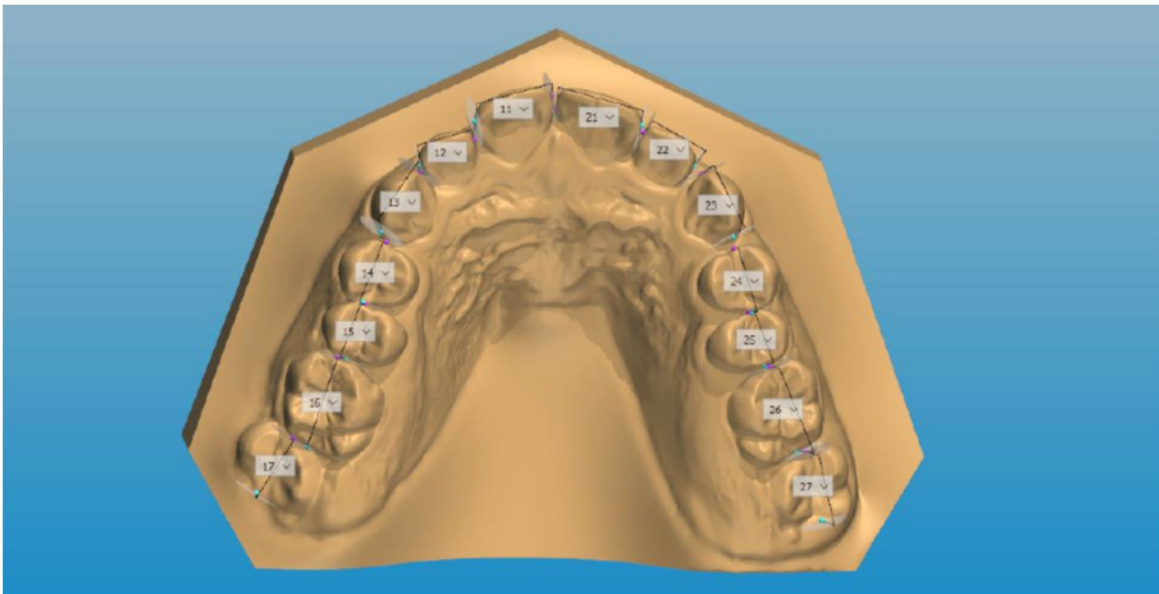


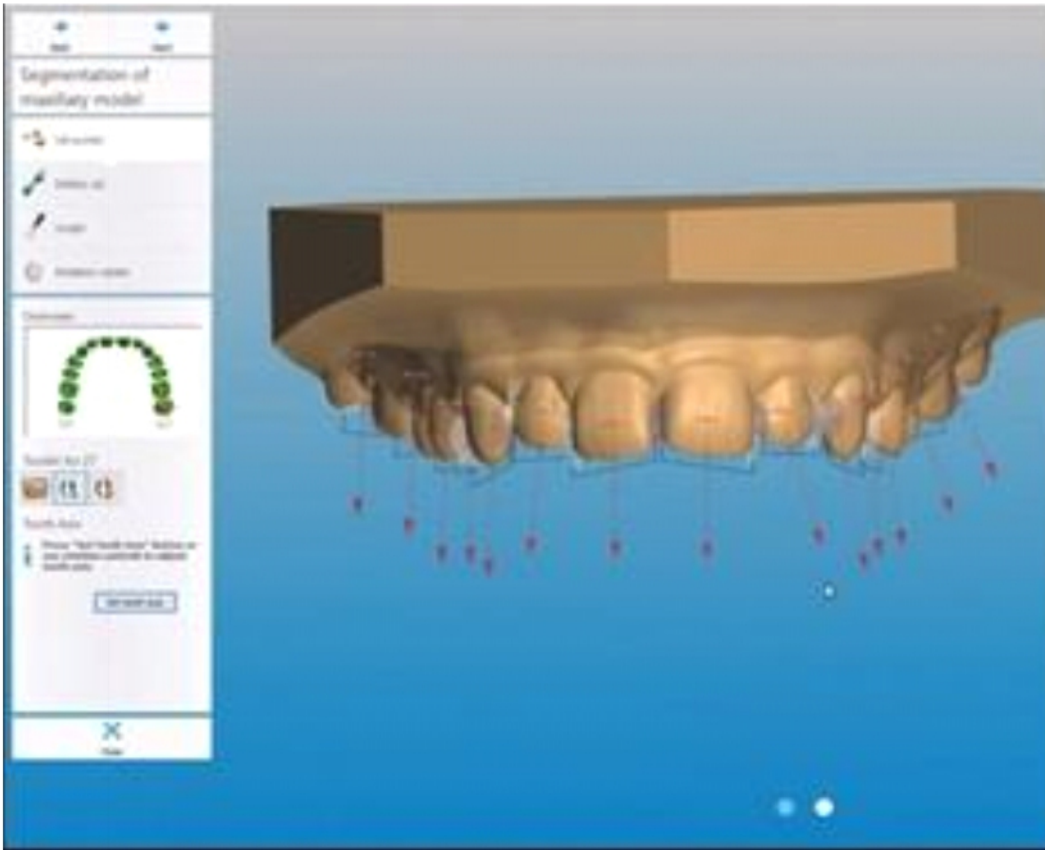
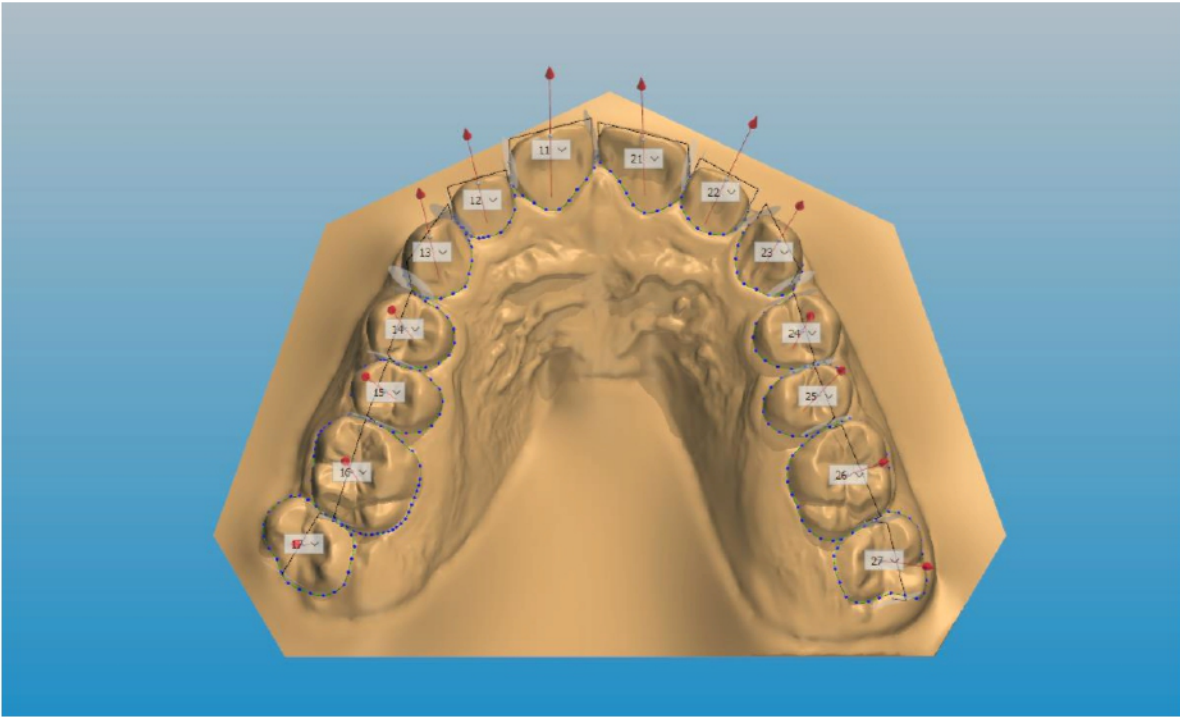
Anexo C. Medición de ancho mesiodistal con método tradicional



Anexo D. Medición de ancho mesiodistal con método digital







Anexo E. Almacenamiento de modelos en yeso del estudio



Anexo F. Informe emitido por el software OrthoSystem

Overview

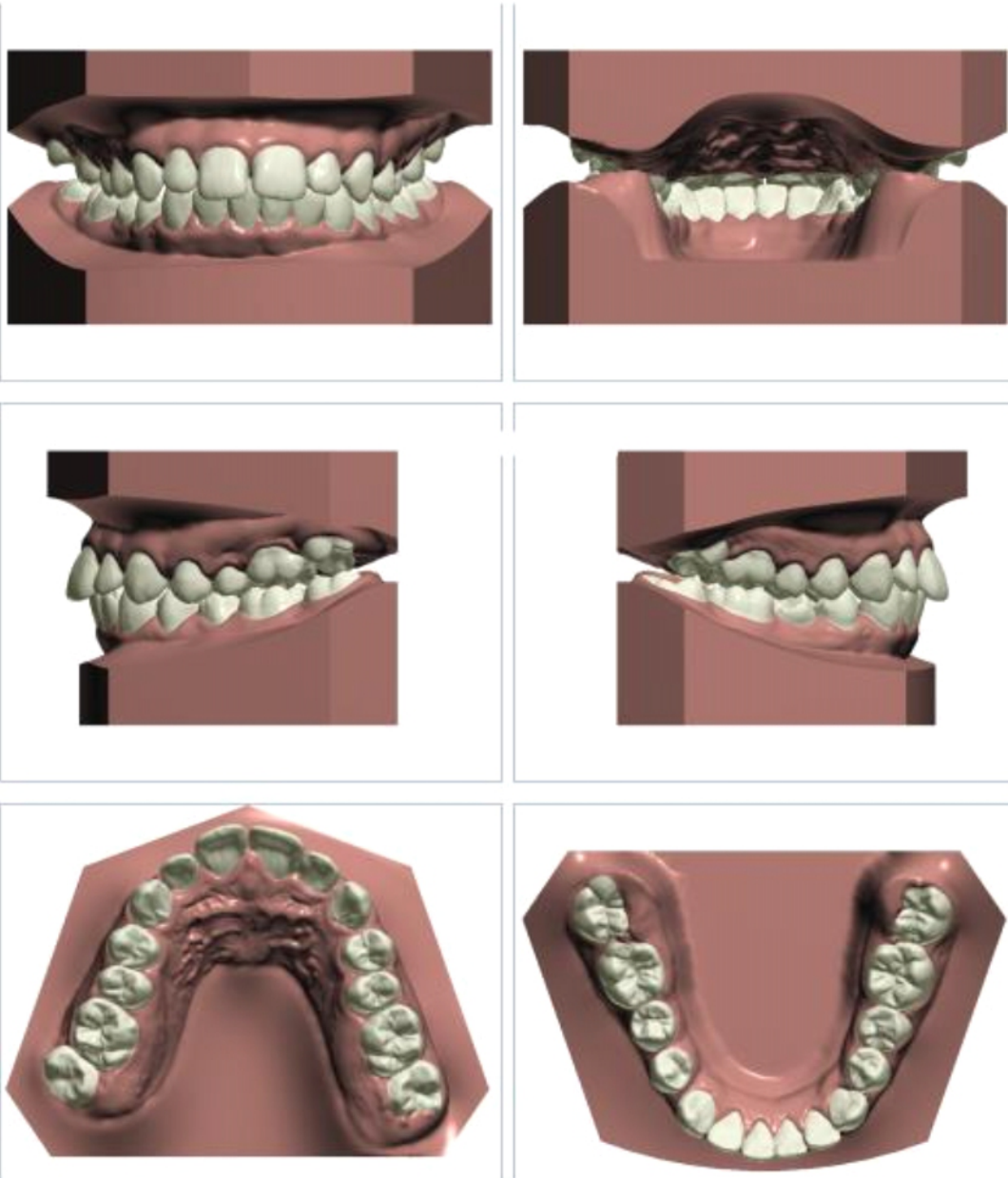


PATIENT

- ID: 0028
- SSN:
- Name: [REDACTED] RANE
- Address:
- City:
- Country:
- Clinic ID:

CASE

- ID: Medidas
- Operator:
- Comment:
- Case date: 15/02/2022
- Scan date: 15/02/2022 10:36:37



Tooth width analysis

11	9.44 mm	21	10.31 mm	Actual arc length: 116.77 mm
12	6.69 mm	22	7.05 mm	
13	7.97 mm	23	7.98 mm	
14	7.62 mm	24	7.46 mm	
15	6.74 mm	25	6.65 mm	
16	11.14 mm	26	10.89 mm	
17	7.56 mm	27	9.28 mm	
18		28		
48		38		Actual arc length: 116.02 mm
47	10.14 mm	37	11.47 mm	
46	11.63 mm	36	11.95 mm	
45	7.87 mm	35	7.88 mm	
44	7.57 mm	34	7.64 mm	
43	7.71 mm	33	7.47 mm	
42	6.36 mm	32	6.57 mm	
41	5.78 mm	31	5.98 mm	

Space Analysis

MAXILLARY SPACE ANALYSIS

- Total space available: 77.91
- Sum of incisor widths: 33.49

Moyers

- Sum of left canine & premolars: 23.51
- Sum of right canine & premolars: 23.51
- Total space required: 80.51
- Discrepancy: -2.61

Tanaka & Johnston

- Sum of left canine & premolars: 23.34
- Sum of right canine & premolars: 23.34
- Total space required: 80.18
- Discrepancy: -2.27

MANDIBULAR SPACE ANALYSIS

- Total space available: 70.83
- Sum of incisor widths: 24.69

Moyers

- Sum of left canine & premolars: 23.21
- Sum of right canine & premolars: 23.21
- Total space required: 71.12
- Discrepancy: -0.29

Tanaka & Johnston

- Sum of left canine & premolars: 22.84
- Sum of right canine & premolars: 22.84
- Total space required: 70.38
- Discrepancy: 0.45

Bolton analysis

ANTERIOR BOLTON ANALYSIS

- Maxillary 6 width: 49.43 mm
- Mandibular 6 width: 39.87 mm
- Ratio: 0.81

Maxill. 6	Mandib. 6	Ratio
40.00	30.90	0.77
40.50	31.30	0.77
41.00	31.70	0.77
41.50	32.00	0.77
42.00	32.40	0.77
42.50	32.80	0.77
43.00	33.20	0.77
43.50	33.60	0.77
44.00	34.00	0.77
44.50	34.40	0.77
45.00	34.70	0.77
45.50	35.10	0.77
46.00	35.50	0.77
46.50	35.90	0.77
47.00	36.30	0.77
47.50	36.70	0.77
48.00	37.10	0.77
48.50	37.40	0.77
49.00	37.80	0.77
49.50	38.20	0.77
50.00	38.60	0.77
50.50	39.00	0.77
51.00	39.40	0.77
51.50	39.80	0.77
52.00	40.10	0.77
52.50	40.50	0.77
53.00	40.90	0.77
53.50	41.30	0.77
54.00	41.70	0.77
54.50	42.10	0.77
55.00	42.50	0.77

OVERALL BOLTON ANALYSIS

- Maxillary 12 width: 99.93 mm
- Mandibular 12 width: 94.41 mm
- Ratio: 0.94

Maxill. 12	Mandib. 12	Ratio
85.00	77.60	0.91
86.00	78.50	0.91
87.00	79.40	0.91
88.00	80.30	0.91
89.00	81.30	0.91
90.00	82.10	0.91
91.00	83.10	0.91
92.00	84.00	0.91
93.00	84.90	0.91
94.00	85.80	0.91
95.00	86.70	0.91
96.00	87.60	0.91
97.00	88.60	0.91
98.00	89.50	0.91
99.00	90.40	0.91
100.00	91.30	0.91
101.00	92.20	0.91
102.00	93.10	0.91
103.00	94.00	0.91
104.00	95.00	0.91
105.00	95.90	0.91
106.00	96.80	0.91
107.00	97.80	0.91
108.00	98.60	0.91
109.00	99.50	0.91
110.00	100.40	0.91