



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

COMPARACIÓN LONGITUDINAL DE
LA DISTANCIA FA-WALA EN DIENTES
POSTERO-INFERIORES ANTES, AL
FINALIZAR Y DOS AÑOS DESPUÉS
DEL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN ORTODONCIA

MARCO ANTONIO ESTRADA VITORINO

LIMA - PERÚ

2025

ASESOR

Mg. Esp. Carlos Liñan Duran

CO-ASESOR

Phd. Mg. Esp. Abraham Meneses López

JURADO DE TESIS

Mg. ORLANDO TUESTA DA CRUZ

PRESIDENTE

Mg. JOSE FERNANDO SILVA ESTEVES RAFFO

VOCAL

Dr. JOHN ALEXIS DOMINGUEZ

SECRETARIO

DEDICATORIA.

A la memoria de Larry Andrews, maestro y amigo.

A mi padre, investigador de vida, cuyo ejemplo me inspira y guía en el camino de
la investigación.

AGRADECIMIENTOS.

A mi familia y asesores por todo su apoyo.

A mis pacientes, por confiar en nosotros y permitir que la ciencia avance a través
de sus sonrisas.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Tesis Autofinanciada

DECLARACIÓN DE AUTOR			
FECHA	25	JULIO	2025
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO	ESTRADA VITORINO MARCO ANTONIO		
PROGRAMA DE POSGRADO	MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA CON MENCIÓN EN ORTODONCIA		
AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS	2024		
TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO	“COMPARACIÓN LONGITUDINAL DE LA DISTANCIA FA-WALA EN DIENTES POSTERO-INFERIORES ANTES, AL FINALIZAR Y DOS AÑOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO”		
MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO	TESIS		
Declaración del Autor El presente Trabajo de Grado es original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente.			
Teléfono de contacto (fijo / móvil)	941365542		
E-mail	marco.estrada@upch.pe		


 Firma del Egresado
 DNI 25001268

INDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	6
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
III. HIPÓTESIS.....	7
3.1 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN (HI)	7
3.2 HIPÓTESIS NULA (H0)	7
3.3 HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)	7
IV. MARCO TEÓRICO.....	8
V. MATERIALES Y MÉTODOS	24
5.1 TIPO DE ESTUDIO	24
5.2 DISEÑO DE ESTUDIO	24
5.3 POBLACION	24
5.4 MUESTRA	25
5.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN	27
5.6 VARIABLES	29
5.7 PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS.....	30
5.8 CONSIDERACIONES ÉTICAS	39
5.9 PLAN DE ANÁLISIS	40
5.10 PROTOCOLO DE CONTENCIÓN	41
VI. RESULTADOS	43

VII.	DISCUSIONES	47
VIII.	CONCLUSIONES	57
IX.	RECOMENDACIONES	58
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
XI.	ANEXOS.....	

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la estabilidad a largo plazo de la distancia entre el punto FA y el borde WALA (FA–WALA) en dientes postero-inferiores (molares y premolares) antes del tratamiento ortodóntico (T0), al finalizarlo (T1) y dos años después (T2). Adicionalmente, se analizó la influencia del sexo y del lado del arco sobre dicha distancia. **Materiales y Métodos:** Se realizó un estudio longitudinal en 35 pacientes (20 mujeres y 15 varones; edad promedio: 18,0 años), tratados sin extracciones dentarias bajo un protocolo estandarizado basado en la filosofía de los Seis Elementos. Se tomaron modelos mandibulares en tres momentos: antes del tratamiento (T0), al finalizarlo (T1) y dos años después (T2). Las distancias FA–WALA se midieron en primeros y segundos premolares, así como en primeros y segundos molares, obteniéndose una alta confiabilidad intraevaluador ($ICC > 0.97$). Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas t pareadas, ANOVA de medidas repetidas y análisis por subgrupos. **Resultados:** Las distancias FA–WALA mostraron una reducción significativa de T0 a T1 en la mayoría de las piezas analizadas ($p < .05$), manteniéndose estables en T2. Las diferencias iniciales entre lados no se observaron en el seguimiento. En cuanto al sexo, se identificaron variaciones puntuales, pero sin un patrón consistente a lo largo del tiempo. **Conclusiones:** La conformación del arco mandibular siguiendo el borde WALA mostró una reducción significativa en la distancia FA–WALA al finalizar el tratamiento, que se mantuvo estable durante el seguimiento a dos años. Las discrepancias iniciales entre lados no persistieron y no se identificaron diferencias

consistentes por sexo, lo que respalda la utilidad del borde WALA como referencia para la planificación ortodóntica individualizada.

PALABRAS CLAVE: BORDE WALA; PUNTO FA; FORMA DEL ARCO MANDIBULAR; ESTABILIDAD TRANSVERSAL; RESULTADOS POSTRATAMIENTO.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the long-term stability of the distance between the Facial Axis point and the WALA ridge (FA–WALA) in mandibular posterior teeth (premolars and molars) before orthodontic treatment (T0), at the end of treatment (T1), and two years post-treatment (T2). Additionally, the influence of sex and arch side on this distance was analyzed. **Materials and Methods:** A longitudinal study was conducted on 35 patients (20 females and 15 males; mean age: 18.0 years) treated without dental extractions under a standardized protocol based on the Six Elements philosophy. Mandibular models were collected at three time points: before treatment (T0), at the end of treatment (T1), and two years later (T2). FA–WALA distances were measured in first and second premolars, as well as first and second molars, with high intra-examiner reliability ($ICC > 0.97$). Paired t-tests, repeated-measures ANOVA, and subgroup analyses were applied for statistical evaluation. **Results:** FA–WALA distances showed a significant reduction from T0 to T1 in most teeth examined ($p < .05$), remaining stable at T2. Initial differences between the right and left sides were not observed at follow-up. Sex-related variations were sporadic and did not demonstrate a consistent pattern over time. **Conclusions:** The mandibular arch conformation following the WALA ridge demonstrated a significant reduction in FA–WALA distance at the end of treatment, which remained stable during the two-year follow-up. Initial discrepancies between sides did not persist, and no consistent sex-related differences were found. These findings support the use of the WALA ridge as an anatomical reference for individualized orthodontic planning.

KEYWORDS: WALA RIDGE; FA POINT; MANDIBULAR ARCH FORM;
TRANSVERSE STABILITY; POSTTREATMENT OUTCOMES.

I. INTRODUCCIÓN

La estabilidad postratamiento constituye un objetivo clínico en ortodoncia, ya que se relaciona con la permanencia de los resultados y con la función oclusal a largo plazo.^{1, 2} Mantener los dientes en posiciones estables representa un desafío, dado que los cambios en la forma de los arcos durante el tratamiento se han asociado con un mayor riesgo de recidiva.² Diversos factores pueden influir en este comportamiento, incluyendo la severidad de la maloclusión, la irregularidad de los incisivos, la morfología cortical ósea, el uso de extracciones, la calidad de la terminación y las estrategias de retención.² Además, la falta de estabilidad puede asociarse con fenómenos como reabsorción radicular,³ pérdida de hueso alveolar⁴ y aparición de dehiscencias o fenestraciones.⁵ Estas condiciones incrementan el riesgo de movilidad y pérdida dentaria.

Ante estas limitaciones, se han desarrollado distintos procedimientos orientados a mantener la posición dentaria a largo plazo. Entre ellos, la conformación del arco de alambre se considera un procedimiento clave, ya que permite reproducir las características observadas en arcos con oclusión normal, lo que favorece la estabilidad postratamiento.⁶ En la práctica clínica se emplean diversos enfoques para determinar la forma del arco. Uno de ellos consiste en el uso de registros funcionales, como las plantillas de cera, que permiten conformar el alambre sobre las indentaciones de los brackets alineados.⁷ Otro enfoque es el uso de plantillas preformadas, seleccionadas bajo criterios geométricos o visuales estandarizados.⁸ También es común adaptar el arco directamente a la alineación dental obtenida, sin

considerar referencias anatómicas subyacentes. En años recientes, los sistemas digitales han incorporado modelos tridimensionales y robótica para la confección de arcos personalizados guiados por un plan virtual de tratamiento.⁹

Más allá de estos procedimientos clínicos, la literatura científica ha intentado definir durante más de un siglo una forma ideal de arco, empleando modelos algebraicos y geométricos como la elipse, parábola, curva catenaria, spline cúbico, funciones polinómicas y secciones cónicas.¹⁰ A pesar de estos esfuerzos, no existe consenso sobre cuál debería ser el tamaño y la forma ideales del arco ortodóntico, y muchas de las formas actualmente comercializadas provienen de dichas aproximaciones. En consecuencia, es frecuente que los clínicos adopten una única forma de arco para todos los pacientes, basada en apreciaciones subjetivas de oclusión funcional y estética.¹¹ Sin embargo, diversos estudios han demostrado una amplia variabilidad en las formas de arco entre diferentes tipos de maloclusión, lo que ha llevado a cuestionar la eficacia del uso de una única forma estándar para todos los casos.¹¹

Frente a esta diversidad de métodos, surge la necesidad de contar con una referencia anatómica objetiva y estable que oriente la conformación del arco de manera individualizada. En este contexto, el borde WALA ha sido propuesto como una guía confiable para personalizar la forma del arco mandibular.¹² WALA es un acrónimo de Will Andrews y Larry Andrews, y se define como la porción más prominente de la unión mucogingival de la mandíbula.^{13, 14} Esta estructura refleja la morfología del hueso basal de cada individuo, proporcionando una representación útil de la

base apical y permitiendo predeterminedar una forma de arco adaptada a la arquitectura ósea del paciente.¹² El concepto se fundamenta en posicionar las raíces de los dientes mandibulares centradas sobre el hueso basal, entre sus límites bucal y lingual, y en asegurar que las coronas presenten la inclinación adecuada para lograr una oclusión armónica con la dentición antagonista.¹²

Diversos estudios han demostrado que las distancias entre el punto FA (Facial Axis Point), definido como el centro de la corona clínica en su superficie vestibular,¹⁵ y el borde WALA del arco mandibular aumentan progresivamente desde los primeros premolares hasta los segundos molares.¹⁶⁻¹⁸ Esta secuencia ascendente se ha observado de manera consistente en distintas poblaciones, lo que sugiere que constituye un patrón con valor diagnóstico universal.¹² Al ser cuantificable de forma confiable, esta progresión convierte al borde WALA en una referencia anatómica objetiva y estable, útil para evaluar la posición transversal de los dientes mandibulares antes, durante y después del tratamiento ortodóntico.¹²

En este mismo contexto, el borde WALA ha sido planteado también como una referencia anatómica para la conformación de arcos individualizados.^{13,14} Al diseñar la forma del alambre siguiendo esta estructura, se busca orientar la adaptación del arco dental a la morfología basal del paciente, manteniendo las raíces dentro de sus límites óseos y asegurando que las coronas presenten la inclinación adecuada.¹² Esta técnica se fundamenta en que el borde WALA reproduce de manera consistente la forma del hueso basal mandibular, lo que le otorga relevancia clínica como guía para el diseño del arco. Su utilidad ha sido respaldada por

diversos estudios que avalan su aplicación en la conformación anatómica de arcos ortodónticos.^{12, 19, 20}

No obstante, persiste una limitación importante en la literatura: la falta de investigaciones que evalúen el efecto de la individualización del arco basada en el borde WALA sobre la estabilidad de la posición dentaria a largo plazo. Aunque estudios previos han señalado que esta referencia reproduce con mayor precisión la anatomía basal y resulta útil para el diagnóstico y la conformación anatómica de arcos, la evidencia disponible aún no es concluyente respecto a su capacidad para garantizar resultados estables postratamiento. En particular, no se han desarrollado estudios longitudinales que determinen si la adaptación de los arcos según el borde WALA se traduce efectivamente en una mayor estabilidad de la posición dentaria una vez finalizada la terapia ortodóntica. Frente a esta limitación, el presente estudio tuvo como propósito evaluar si la distancia entre el punto FA y el borde WALA en dientes postero-inferiores experimentaba variaciones significativas antes (T0), al finalizar (T1) y dos años después del tratamiento ortodóntico (T2), además de explorar la posible influencia de variables como el lado de la mandíbula y el sexo del paciente.

En este marco, el presente estudio no solo busca responder a una limitación identificada en la literatura, sino también situar sus hallazgos en diferentes planos de análisis. Desde la perspectiva clínica, se examina la individualización anatómica de los arcos como una estrategia vinculada con la estabilidad postratamiento. En el ámbito científico, se pretende generar evidencia sobre el uso del borde WALA

como referencia diagnóstica y su potencial utilidad en la planificación ortodóntica. Finalmente, desde una dimensión humana, se considera la importancia de incorporar las particularidades morfológicas de cada paciente como un elemento para orientar tratamientos con resultados funcionales y estables en el tiempo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Comparar la distancia entre el punto FA de los dientes postero-inferiores (molares y premolares) y el borde WALA en tres momentos del tratamiento ortodóntico: T0 (antes del tratamiento), T1 (al finalizarlo) y T2 (dos años después de finalizado).

2.2 Objetivos específicos

1. Determinar la distancia FA-WALA en los dientes postero-inferiores en los tiempos T0, T1 y T2.
2. Comparar las distancias FA-WALA de los dientes postero-inferiores entre los tiempos T0, T1 y T2.
3. Comparar las distancias FA-WALA de los dientes postero-inferiores entre los tiempos T0, T1 y T2 según lado.
4. Comparar las distancias FA-WALA de los dientes postero-inferiores entre los tiempos T0, T1 y T2 según sexo.

III. HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis de investigación (hi)

Las distancias entre el punto FA de los dientes postero-inferiores y el borde WALA presentan una reducción significativa entre el inicio y el final del tratamiento ortodóntico (T0–T1), y se mantienen estables durante el seguimiento a dos años postratamiento (T1–T2).

3.2 Hipótesis nula (Ho)

No existen diferencias significativas en las distancias FA–WALA entre los tiempos T0, T1 y T2.

3.3 Hipótesis alternativa (H1)

Existen diferencias significativas en las distancias FA–WALA entre los tiempos T0, T1 y T2.

Para contrastar estas hipótesis, se aplicaron análisis estadísticos comparativos en los tres momentos del tratamiento ortodóntico (T0, T1 y T2), así como análisis complementarios según el lado de la mandíbula y el sexo del paciente. Las pruebas empleadas permitieron identificar si existían diferencias significativas en las distancias FA–WALA a lo largo del tiempo y entre grupos.

IV. MARCO TEÓRICO

En ortodoncia contemporánea, un aspecto central es lograr que los resultados del tratamiento se mantengan estables en el tiempo. La estabilidad postratamiento se relaciona con la consideración de factores biológicos, mecánicos y anatómicos que intervienen en la corrección de la maloclusión. A pesar de los avances científicos y tecnológicos en este campo, el fenómeno de la recidiva continúa observándose en diferentes grados y formas, lo que ha motivado múltiples investigaciones orientadas a identificar sus causas y predecir su aparición.²¹

En este marco, diversos estudios han señalado que la estabilidad postratamiento no afecta de manera uniforme a todas las estructuras involucradas en la oclusión. En particular, la alineación del sector anterior inferior y la sobremordida vertical se han asociado con una mayor frecuencia de recidiva.²² Un estudio longitudinal con seguimiento de 4 a 10 años reportó que únicamente el 7,1 % de los pacientes alcanzó estabilidad absoluta, mientras que el 68,6 % logró estabilidad relativa.²³ Estos hallazgos indican que determinadas zonas oclusales presentan una mayor susceptibilidad a cambios tras el tratamiento ortodóntico.

Ante estas diferencias en el comportamiento postratamiento de distintas estructuras, la estabilidad ha sido definida de diversas maneras. Algunos autores consideran estable un tratamiento cuando no se presentan cambios en los valores postratamiento en el tiempo,²⁴ mientras que otros admiten pequeñas variaciones dentro de un margen clínicamente aceptable.²⁵ Esta diversidad de criterios ha

llevado a la utilización de los términos “estabilidad absoluta” y “estabilidad relativa” para clasificar los cambios observados durante el seguimiento.²³

Además de las distintas definiciones propuestas, diversos estudios han analizado los factores asociados con la estabilidad o la recidiva a largo plazo. Entre los factores vinculados a un mayor riesgo de inestabilidad se incluyen la ausencia de retención fija, un mayor tiempo sin retención activa y la realización de extracciones como parte del plan terapéutico.²³ En contraste, la presencia de un retenedor fijo en la arcada inferior se ha asociado con una mayor probabilidad de estabilidad en el segmento anterior mandibular.²³

Además de los factores clínicos previamente señalados, gran parte de la literatura se ha enfocado en la estabilidad sagital y en la alineación anterior inferior. Sin embargo, el estudio de la estabilidad transversal también ha sido objeto de un número creciente de investigaciones, especialmente en lo referente a la forma del arco dentario y su relación con estructuras anatómicas de referencia. El colapso transversal posterior, la recidiva de expansiones dentoalveolares y los cambios en la intercuspidación bucal pueden comprometer la estabilidad oclusal global si no se consideran parámetros adecuados durante la planificación.

A partir de estas observaciones, la estabilidad transversal postratamiento ha sido analizada en diversos estudios que buscan identificar los factores que influyen en su mantenimiento a largo plazo. Se ha señalado que una expansión inadecuada o diagnosticada de forma incorrecta puede generar recidiva transversal, en particular

cuando no se dispone de una guía anatómica clara para definir la forma del arco. Asimismo, se ha documentado que, incluso después de tratamientos considerados exitosos, pueden producirse colapsos en la dimensión transversal, lo que ha llevado a plantear la necesidad de incorporar referencias anatómicas estables en el diagnóstico y planificación ortodóntica.²⁶

Considerando estas limitaciones, se planteó la necesidad de utilizar referencias anatómicas externas que permitieran definir con mayor precisión la forma del arco dentario y, de esta manera, favorecer la estabilidad transversal postratamiento. En este marco, Andrews introdujo el punto FA (Facial Axis Point) como una referencia coronaria. El FA se ubica en el centro de la superficie clínica vestibular de cada corona, sobre el eje longitudinal de la pieza dentaria; en términos simples, corresponde al centro de la corona clínica. Coincide con el lugar donde la línea del eje facial de la corona (FACC) divide la corona en mitades gingival y oclusal. A diferencia de otros referentes, como los márgenes incisales o los puntos de contacto, ofrece mayor consistencia y reproducibilidad. Su empleo ha permitido estandarizar la medición de angulación e inclinación dentaria, y se utiliza como marcador clínico para evaluar la posición de los dientes en el espacio.¹⁵

Dado que el punto FA constituye una referencia localizada a nivel coronario, se ha considerado necesario complementarlo con estructuras que reflejen de manera más estable la morfología basal. En este sentido, Andrews propuso el borde WALA como una guía diagnóstica que se relaciona sistemáticamente con los puntos FA y orienta la individualización de la forma del arco mandibular.¹²

El borde WALA se describe como una estructura anatómica situada en la base de los procesos alveolares mandibulares, que ha sido incorporada progresivamente al diagnóstico y la planificación ortodóntica. En términos simples, corresponde a la prominencia más externa de la base alveolar mandibular. Además de su función como límite anatómico, se ha propuesto como una guía para el diseño individualizado del arco inferior, ya que permite adaptar la forma del alambre a la anatomía específica de cada paciente. Este enfoque implica un cambio en la manera de abordar la planificación transversal: no consiste en expandir o contraer de forma arbitraria, sino en respetar la forma basal del hueso como referencia para favorecer la estabilidad a largo plazo.^{13,14}

El borde WALA se describe como una banda de tejido blando ubicada inmediatamente por encima de la unión mucogingival en la mandíbula y próxima, en sentido vertical, al centro de resistencia de los dientes. Esta estructura refleja la prominencia de la base ósea y la influencia de los músculos orofaciales circundantes, coincidiendo en la mayoría de los casos con el centro de rotación horizontal de los dientes. Su conceptualización, originalmente planteada por Andrews, se basó en el análisis de 120 modelos mandibulares con oclusión ideal, donde se identificó una relación sistemática entre los puntos FA y esta cresta anatómica.¹²

A partir de estas observaciones, el borde WALA fue definido como una marca anatómica empleada para establecer los límites anterior y lateral del arco

mandibular. Desde entonces, se ha propuesto como una plantilla de referencia para individualizar la forma del arco de alambre, permitiendo que los dientes se alineen en concordancia con la base alveolar. El uso de esta estructura se ha planteado con el objetivo de favorecer la salud periodontal, optimizar el anclaje óseo y contribuir a la estabilidad a largo plazo del tratamiento ortodóntico.^{12,18,13,14}

El borde WALA ha sido descrito como una estructura anatómica utilizada en el diagnóstico ortodóntico, al corresponder a la zona más prominente de la unión mucogingival en la mandíbula. Diversos estudios han respaldado su validez al mostrar que esta estructura refleja de manera consistente la forma basal de los procesos alveolares mandibulares, lo que ha llevado a considerarla una guía estable y reproducible para el diagnóstico.^{16,17,27,28}

Asimismo, se ha observado que la distancia entre el punto FA de las coronas mandibulares y el borde WALA presenta valores promedio dentro de un rango estrecho en distintas poblaciones y etapas dentarias, lo que sugiere un patrón anatómico constante con potencial aplicación clínica.^{16,17,27,28} Varios estudios también han documentado que esta distancia tiende a incrementarse de manera progresiva desde los primeros premolares hacia los segundos molares.^{16,17,27,28} En su serie original de 120 modelos con oclusión óptima, Andrews reportó que la distancia FA–WALA en la mandíbula sigue una progresión regular de 0,8 mm en el primer premolar, 1,3 mm en el segundo premolar, 2,0 mm en el primer molar y 2,2 mm en el segundo molar (Anexo 1).¹⁴

La consistencia anatómica observada ha llevado a describir al borde WALA como una “marca” más que como una referencia convencional. En este contexto, el término marca se utiliza para designar estructuras que permanecen estables durante el tratamiento, al encontrarse en una posición considerada adecuada, lo que permite emplearlas como base para cuantificaciones diagnósticas. En contraste, las referencias corresponden a puntos que pueden encontrarse en una posición alterada y, por lo tanto, modificarse con la mecánica ortodóntica. De esta manera, el borde WALA se plantea como una marca anatómica estable, mientras que el punto FA actúa como una referencia que se desplaza durante el tratamiento, permitiendo establecer una relación diagnóstica tridimensional entre ambas estructuras.^{12,29}

El valor diagnóstico del borde WALA también ha sido analizado mediante estudios con tomografía computarizada de haz cónico (TCHC), que permiten observar su relación tridimensional con la estructura ósea mandibular. Tonial et al. emplearon este método en pacientes con diferentes patrones faciales y encontraron que el borde WALA presentó coincidencia con el límite externo de la base ósea mandibular, reproduciendo su forma bucolingual en distintos niveles verticales. Estos hallazgos aportan evidencia sobre su utilización como guía diagnóstica con sustento anatómico y complementan lo descrito en estudios basados en modelos físicos. Sin embargo, los autores señalaron que esta relación puede ser menos consistente en pacientes con discrepancias esqueléticas marcadas o asimetrías faciales, por lo que el borde WALA se recomienda como parte de un enfoque diagnóstico integral que considere tanto la estructura ósea como la posición dental individual de cada paciente.³⁰

El uso del borde WALA como guía diagnóstica también ha sido analizado en relación con la edad del paciente. Gupta et al. observaron que la distancia entre el punto FA de las coronas mandibulares y el borde WALA tiende a incrementarse con la edad, especialmente en los sectores posteriores, lo que refleja la maduración progresiva de la base ósea mandibular y el crecimiento transversal del arco. Este hallazgo indica que, aunque el borde WALA puede aplicarse tanto en niños como en adultos, su interpretación diagnóstica debe considerar el estadio de desarrollo dentofacial.³¹

En poblaciones infantiles, donde el crecimiento se encuentra en curso, el borde WALA se ha descrito como una referencia sujeta a cambios fisiológicos. En contraste, en pacientes adultos, cuya estructura ósea se encuentra más estabilizada, puede considerarse una guía anatómica más estable. Aunque se observaron variaciones individuales y diferencias entre grupos etarios en algunos sectores, el estudio concluyó que la forma del arco basal no difiere significativamente entre adolescentes y adultos, lo que apoya el uso del borde WALA como referencia transversal en distintas etapas del desarrollo. De este modo, se ha sugerido que esta estructura forme parte de un enfoque diagnóstico adaptado a la edad y características individuales de cada paciente.³¹

La evidencia sobre la estabilidad relativa del borde WALA en adultos y su utilidad diagnóstica en niños plantea una interrogante para la práctica clínica: ¿cómo incorporar esta información anatómica en la planificación del tratamiento? En

relación con ello, Ronay et al. evaluaron la correspondencia entre la forma del arco dental (representada por el punto FA) y la forma del arco basal (representada por el borde WALA), concluyendo que ambas estructuras muestran una correlación estrecha, especialmente en las regiones canina y molar.¹⁹

Este hallazgo apoya el uso del borde WALA como marca diagnóstica transversal y evidencia su aplicación en la conformación individualizada de arcos. En lugar de emplear formas de arco estandarizadas, los autores propusieron que el diseño clínico se adapte a la anatomía basal específica de cada paciente, representada por el borde WALA. Esta relación entre diagnóstico anatómico y aplicación clínica permite considerar al borde WALA como un recurso que puede contribuir a la precisión terapéutica y a la estabilidad postratamiento.¹⁹

Zou et al. evaluaron la relación entre la forma del arco dental y la forma del arco basal en pacientes con maloclusión clase III esquelética, utilizando modelos digitales tridimensionales.³² Encontraron una correlación moderada a alta entre los puntos FA y WALA, especialmente en la región molar, mientras que en la región canina se observó mayor variabilidad. Asimismo, los autores señalaron que los puntos FA tendían a ubicarse en una posición más lingual, lo que refleja las compensaciones dentales frecuentes en este tipo de maloclusión. El análisis también mostró que el arco basal presentaba un radio de curvatura más amplio que el arco dental.

Estos hallazgos respaldan la utilidad del borde WALA como guía anatómica para el diagnóstico y la conformación individualizada de arcos, incluyendo su aplicación en pacientes con discrepancias esqueléticas marcadas.³²

Ball et al. compararon la forma del arco mandibular a nivel dental (punto FA) y basal (borde WALA) en pacientes con maloclusión clase I y clase II División 1.³³ Observaron que, aunque la forma basal del arco fue similar en ambos grupos, los pacientes con clase II presentaron una mayor distancia intercanina a nivel dental, lo que sugiere que la posición dentaria puede estar influida por la relación oclusal más que por la anatomía basal. A pesar de estas diferencias, se identificó una correlación alta entre las formas dental y basal, especialmente en las regiones de caninos y molares.

Estos resultados respaldan el uso del borde WALA como una referencia útil para predecir la forma del arco dental y orientar la conformación individualizada de arcos ortodónticos.³³ En este enfoque, la guía anatómica permite adaptar la forma del arco a las características específicas de cada paciente, en contraste con la aplicación de formas estandarizadas.

Suk et al. utilizaron tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) para comparar la forma del arco mandibular dental y basal en pacientes con oclusión normal y en aquellos con maloclusión clase III.³⁴ La evaluación incluyó puntos a nivel coronario (FA) y radicular (centro de la raíz) desde primer molar a primer

molar. Los resultados mostraron que el grupo con clase III presentó mayores anchos intercaninos tanto a nivel dental como basal.

En sujetos con oclusión normal se observó una correlación fuerte entre el arco dental y el arco basal, mientras que en los pacientes con clase III esta correlación fue moderada.³⁴ Estos hallazgos indican que, aunque la forma del hueso basal puede orientar el diagnóstico de la forma del arco en pacientes sin alteraciones esqueléticas, en casos con discrepancias mandibulares significativas la relación entre estructuras se modifica y requiere un análisis más detallado. En este contexto, el estudio apoya la consideración de referencias anatómicas estables, como el borde WALA, para comprender la morfología basal y diseñar arcos individualizados que respeten la anatomía de soporte y contribuyan a la estabilidad postratamiento.³⁴

Zou et al. realizaron un estudio transversal que comparó las formas del arco mandibular dental (puntos FA) y basal (borde WALA) en pacientes con maloclusiones esqueléticas clase II y clase III, utilizando modelos virtuales tridimensionales.³⁴ Los resultados mostraron que los anchos intercaninos e intermolares, tanto dentales como basales, fueron significativamente mayores en el grupo clase III, lo que se asoció con una forma de arco más amplia y menos curva en comparación con la clase II. Asimismo, se observó una correlación moderada entre los arcos dentales y basales en la región canina y una correlación alta en la región molar, siendo más marcada en los pacientes clase III.

Estos hallazgos apoyan el uso del borde WALA como guía anatómica para definir la forma del arco mandibular en función de la morfología esquelética del paciente, mostrando una correlación más consistente en casos de clase III.³⁵

Diversos autores han señalado que los criterios para la posición tridimensional de los dientes mandibulares incluyen que las raíces se ubiquen centradas dentro de la cresta alveolar, mientras que las coronas presenten una inclinación que favorezca la relación funcional con los dientes superiores.³⁶ En este marco, el borde WALA ha sido propuesto como una guía anatómica para la conformación individualizada del arco mandibular.

Cuando los dientes están correctamente posicionados, los puntos FA mantienen una relación reproducible con el borde WALA.³⁶ Por tanto, diseñar un arco ortodóntico siguiendo este contorno permite controlar la inclinación dentaria, en especial de los dientes posteriores, mediante fuerzas vestibulares que respetan el alojamiento óseo radicular. Dichas fuerzas pueden generarse a partir de arcos expandidos o con torsión progresiva, facilitando movimientos de enderezamiento y preservando la relación con los tejidos de soporte.³⁶

O'Neil et al. realizaron un estudio tridimensional mediante tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) para comparar las formas del arco mandibular derivadas de tres estructuras anatómicas: dientes (puntos FA), hueso alveolar (puntos BK) y tejido blando (borde WALA).³⁷ Aunque encontraron diferencias significativas en las distancias entre estas formas, especialmente en la

región posterior de la arcada, también observaron que todas mantenían una forma general semejante y correlacionada. En promedio, las discrepancias fueron mayores entre dientes y hueso en la mandíbula que en el maxilar, y las mayores diferencias entre dientes y borde WALA se localizaron en segundos premolares, primeros y segundos molares.

A pesar de estas discrepancias, los autores señalaron que estructuras de fácil identificación clínica, como el borde WALA, pueden ser utilizadas como predictores de la forma subyacente del hueso alveolar.³⁷ En este sentido, plantearon que el borde WALA puede emplearse como una guía diagnóstica útil para la individualización de arcos ortodónticos, considerando la necesidad de adaptar el tratamiento a las características anatómicas de cada paciente.

Weaver et al. evaluaron los cambios en los anchos dentales y dentoalveolares durante el tratamiento ortodóntico, comparando el uso de arcos preformados estándar con arcos personalizados según la anatomía individual basada en el borde WALA.²⁰ Los resultados mostraron que los pacientes tratados con arcos preformados experimentaron cambios significativos en los anchos dentales y dentoalveolares, mientras que aquellos tratados con arcos personalizados no presentaron modificaciones significativas en dichas medidas en comparación con un grupo control no tratado.

Estos hallazgos apoyan el uso del borde WALA como guía anatómica para la individualización de arcos, al permitir mantener el contorno basal sin generar

movimientos dentoalveolares no planificados.²⁰ El estudio también reportó correlaciones significativas entre los anchos dentales y basales, aunque con diferencias en los tipos de movimiento según el arco utilizado. En particular, se observó que los arcos preformados podían producir inclinaciones y extrusiones que modificaban la posición radicular, mientras que los arcos personalizados mantuvieron una mayor correspondencia con la anatomía basal. En este sentido, el borde WALA ha sido considerado un referente anatómico para preservar la arquitectura basal y orientar la biomecánica durante el tratamiento.²⁰

Diversos estudios han respaldado la utilidad del borde WALA como guía anatómica para individualizar la forma del arco mandibular en ortodoncia.³⁸ Su empleo permite adaptar los alambres a la anatomía dentoalveolar basal del paciente, lo que favorece el control de la inclinación dental y contribuye a un alineamiento tridimensional manteniendo la relación con la cortical ósea. No obstante, cuando el tratamiento no se planifica en función de esta referencia, los resultados pueden diferir de los valores de referencia establecidos.

Aycardi et al. evaluaron los cambios transversales en el arco inferior mediante el análisis del borde WALA en pacientes tratados con tres sistemas de autoligado (Damon, Quick e In-Ovation).³⁸ Al comparar las medidas pre y postratamiento con los valores propuestos por Andrews, encontraron que ninguno de los sistemas alcanzó dichos valores en todos los niveles dentarios. Además, el estudio no reporta que los arcos hayan sido conformados siguiendo el contorno del borde WALA, lo que limita la interpretación de los resultados en relación con esta referencia

anatómica. En este contexto, los hallazgos destacan la necesidad de utilizar guías estables como el borde WALA para definir formas de arco más personalizadas.

Ahmed et al. evaluaron la conformidad de arcos preformados comerciales con la forma del arco mandibular en una muestra de sujetos con oclusión clase I, perfiles faciales equilibrados y relaciones oclusales consideradas ideales.³⁹ Al comparar las dimensiones de los modelos mandibulares con las de los arcos prefabricados, encontraron discrepancias significativas, especialmente a nivel de molares. Ninguno de los arcos analizados mostró una correspondencia total con la forma anatómica de los pacientes.

Estos resultados indican que el uso de arcos preformados, sin un criterio de personalización, puede alterar la forma del arco dental y afectar la estabilidad postratamiento.³⁹ En este sentido, los hallazgos resaltan la necesidad de adaptar la forma del arco a las características individuales de cada paciente, utilizando referencias anatómicas estables como el borde WALA para guiar su diseño.

Lione et al. evaluaron el comportamiento biomecánico de dos sistemas de tratamiento ortodóntico, alineadores transparentes y aparatología fija de arco continuo, en relación con la curva de Wilson y la distancia entre los dientes posteriores inferiores y el borde WALA.⁴⁰ Aunque el objetivo principal del estudio no fue analizar el uso diagnóstico del borde WALA ni la conformación de arcos en función de él, los resultados mostraron que ambos sistemas producen cambios diferentes en la relación transversal entre las coronas dentarias y esta estructura

anatómica. En particular, se observó que los alineadores redujeron en mayor medida la distancia entre los premolares inferiores y el borde WALA, mientras que la aparatología fija generó mayores modificaciones en la posición de los segundos molares.

Estos hallazgos apoyan la consideración del borde WALA como una referencia útil en la evaluación postratamiento, al permitir identificar patrones específicos de movimiento transversal según el tipo de mecánica empleada.⁴⁰ De este modo, incluso cuando no se utiliza como guía para la conformación de arcos, el borde WALA puede ser empleado como recurso clínico para el análisis y control de los efectos biomecánicos durante el tratamiento.

A pesar del respaldo científico acumulado sobre el uso del borde WALA como guía anatómica válida para el diagnóstico ortodóntico y como referencia para la conformación individualizada de arcos, aún no se dispone de evidencia concluyente que demuestre si esta práctica se asocia con una mayor estabilidad a largo plazo. La mayoría de los estudios se han centrado en describir la relación FA–WALA en distintos contextos clínicos, como tipos de maloclusión, edad o patrones de tratamiento y en comparar arcos preformados con arcos personalizados. Sin embargo, son escasas las investigaciones que han evaluado de manera longitudinal si conformar los arcos en función del borde WALA permite mantener estable la forma del arco una vez concluido el tratamiento. Esta limitación en la literatura evidencia la necesidad de estudios que integren la perspectiva diagnóstica con la evaluación de resultados a largo plazo. En este marco, el presente estudio busca

aportar nueva evidencia al analizar la distancia entre el punto FA y el borde WALA en dientes posteriores mandibulares en tres momentos clínicos: antes del tratamiento, al finalizarlo y dos años después. Con ello, se pretende establecer si la individualización del arco basada en el borde WALA contribuye efectivamente a preservar la forma del arco mandibular y, en consecuencia, a favorecer la estabilidad transversal en el tiempo.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Tipo de estudio

El estudio fue de tipo observacional, analítico y retrospectivo.

5.2 Diseño de estudio

El diseño del estudio fue cuantitativo, no experimental y longitudinal.

5.3 Población

La población del estudio estuvo conformada por pacientes tratados ortodóncicamente en el centro OCEA entre los años 2020 y 2022, cuyas edades oscilaron entre los 12 y 40 años. Durante ese periodo, 150 pacientes iniciaron tratamiento ortodóntico, y de ellos, 65 contaban con modelos completos en los tiempos T0 (antes del tratamiento) y T1 (al finalizarlo), lo que constituyó la población elegible inicial del estudio.

Todos los pacientes fueron tratados por un equipo conformado por dos ortodoncistas del centro OCEA, quienes comparten los mismos criterios clínicos, procesos diagnósticos y protocolos terapéuticos, basados en la filosofía de los Seis Elementos de la Armonía Orofacial. Ambos profesionales recibieron formación directa de los doctores Lawrence y Will Andrews, lo

que garantiza una aplicación precisa, coherente y estandarizada de este sistema en todas las fases clínicas: diagnóstico, clasificación, planificación y tratamiento.

Todos los tratamientos se realizaron con el mismo tipo de brackets (Andrews 2, marca Henry Schein), la misma secuencia de arcos clínicos, y bajo un protocolo común que incluyó la individualización de los arcos de acero utilizando el borde WALA como marca anatómica de referencia para su conformación.

OCEA es un centro especializado en ortodoncia ubicado en Miraflores, Lima. Se caracteriza por un enfoque clínico integral, el uso de tecnología avanzada y una filosofía orientada a la excelencia diagnóstica, funcional y estética. Su equipo aplica de forma sistemática principios biomecánicos y referencias anatómicas precisas, como el borde WALA, para lograr tratamientos personalizados y estables a largo plazo (Anexo 2).

5.4 Muestra

El tamaño de la muestra se determinó utilizando una fórmula para comparación de medias aplicada a un diseño de medidas repetidas, acorde con el objetivo del estudio de evaluar cambios longitudinales en tres momentos (T0, T1 y T2). Para ello se efectuó un análisis de potencia estadística en el software G*Power 3.1.9.7, empleando el modelo 'ANOVA:

repeated measures, within factors', apropiado para comparar medias en un solo grupo evaluado en tres tiempos. Los parámetros utilizados y el resultado del cálculo se detallan en el Anexo 3.

Con base en la variabilidad observada en el estudio piloto, se estableció un tamaño del efecto de magnitud media ($f = 0.25$), un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y una potencia estadística deseada del 85% ($1 - \beta = 0.85$). Asimismo, se consideró una correlación esperada de 0.5 entre mediciones repetidas, valor consistente con estudios longitudinales en ortodoncia, y se asumió un coeficiente de esfericidad igual a 1. Bajo estos parámetros, el análisis indicó que el número mínimo de pacientes necesarios para lograr el poder estadístico requerido era de 33 sujetos.

La muestra final del estudio estuvo conformada por 35 pacientes, todos ellos con registros completos en los tres tiempos de medición (T0, T1 y T2). Este número fue superior al mínimo calculado, permitiendo alcanzar un poder estadístico real de aproximadamente 87.6%, lo que asegura una capacidad adecuada para detectar diferencias clínicamente relevantes en la variable principal.

La selección de los casos se realizó mediante muestreo aleatorio simple a partir de la base de datos institucional del centro OCEA, considerando únicamente a los pacientes que cumplían con los criterios de inclusión y que completaron el seguimiento hasta el tiempo T2. La muestra quedó

conformada por 20 mujeres y 15 varones, con edades de inicio del tratamiento entre 13 y 31 años (promedio: 18 años). El tiempo total de tratamiento osciló entre 13 y 30 meses, con un promedio de 20.4 meses. Solo se incluyeron casos tratados sin extracciones dentarias, salvo terceros molares.

Las características descriptivas de la muestra, incluyendo edad, sexo, tiempo de tratamiento, tipo de tratamiento y protocolo de contención, se presentan de manera resumida en el Anexo 4.

5.5 Criterios de selección

Criterios de Inclusión

- Modelos de estudio completos correspondientes a los tres momentos evaluados: T0 (inicio del tratamiento), T1 (final del tratamiento) y T2 (seguimiento a dos años).
- Modelos de estudio en dentición permanente.
- Modelos en buen estado de conservación y con adecuada anatomía dental.
- Modelos de estudio de pacientes que completaron el tratamiento ortodóntico en el centro OCEA, tratados por un equipo clínico con criterios estandarizados.
- Modelos obtenidos en tratamientos donde se haya utilizado la misma técnica de conformación de arcos de alambre basada en el borde WALA.

- Modelos de estudio correspondientes a tratamientos ortodónticos sin extracciones dentarias, a excepción de los terceros molares.
- Modelos de pacientes cuyas edades al iniciar el tratamiento oscilaron entre los 12 y 40 años.
- Modelos de estudio correspondientes a pacientes de ambos sexos.
- Modelos de pacientes que hayan firmado el consentimiento informado para uso de sus registros con fines de investigación.
- Modelos asociados a un historial clínico completo y adecuadamente documentado.

Criterios de Exclusión

- Modelos de estudio incompletos o ausentes en cualquiera de los tres momentos específicos del tratamiento (T0, T1 y T2).
- Modelos de pacientes con agenesias dentarias.
- Modelos de estudio correspondientes a tratamientos ortodónticos no concluidos.
- Modelos con alteraciones morfológicas dentarias que interfieran con la medición (fracturas, desgastes severos, anomalías anatómicas, entre otros).
- Modelos de pacientes con condiciones sistémicas o bucales que comprometan la estabilidad postratamiento (por ejemplo, enfermedad periodontal severa).
- Modelos de pacientes que hayan recibido tratamientos ortodónticos adicionales luego del periodo considerado en el estudio, los cuales puedan alterar los resultados.

- Modelos correspondientes a pacientes que hayan retirado su consentimiento durante el desarrollo del estudio.

5.6 Variables (Anexo 5)

Distancia entre el punto FA y el borde WALA

Variable cuantitativa, medida en escala de razón, definida como la distancia en milímetros entre el punto FA de molares y premolares inferiores y el borde WALA, determinada mediante una proyección perpendicular que representa su relación bucolingual en el plano transversal.

Etapas del tratamiento

Variable cualitativa, medida en escala ordinal, que clasifica los registros según el momento del tratamiento ortodóntico: T0 (inicio), T1 (finalización) y T2 (seguimiento a dos años postratamiento).

Lado

Variable cualitativa, medida en escala nominal, que indica el lado de la arcada donde se realizó la medición: derecho o izquierdo.

Sexo

Variable cualitativa dicotómica, medida en escala nominal, que distingue a los pacientes según su sexo biológico: masculino o femenino.

5.7 Procedimientos y técnicas

Obtención de los modelos de estudio

La obtención de los modelos de estudio ortodóntico se realizó mediante la técnica convencional de impresión con alginato y vaciado con yeso extraduro. En todos los casos se utilizaron cubetas metálicas cribadas, que ofrecieron una adecuada retención del material de impresión. Las impresiones se tomaron con alginato Orthoprint® (Zhermack, Italia), utilizando la relación agua-polvo recomendada por el fabricante y un mezclador automático de alginato (Algimax-II GX300®), lo que garantizó una mezcla homogénea.

Una vez fraguadas, las impresiones fueron enjuagadas, desinfectadas y vaciadas con yeso Elite Rock Clase IV® (Zhermack, Italia). Para este proceso se siguió la proporción agua-yeso especificada por el fabricante y se utilizó un vibrador mecánico, lo que permitió obtener modelos anatómicamente fieles y sin defectos.

Los modelos de estudio se obtuvieron en tres momentos clave del tratamiento ortodóntico:

T0 (inicio del tratamiento): modelos registrados al inicio del tratamiento como parte del protocolo clínico habitual.

T1 (final del tratamiento): modelos registrados al concluir el tratamiento activo, en el momento del retiro de los brackets.

T2 (dos años postratamiento): modelos recolectados prospectivamente durante las citas de control de contención, una vez transcurridos dos años desde la finalización del tratamiento.

Es importante señalar que los modelos correspondientes a T0 y T1 ya estaban disponibles al momento de iniciar el estudio, y su uso fue autorizado mediante el consentimiento informado general firmado por todos los pacientes o sus representantes legales al inicio del tratamiento, el cual contempla el uso de los registros clínicos con fines académicos y de investigación.

En cambio, para la obtención de los modelos en T2, se solicitó un consentimiento adicional, específico para este estudio. A los pacientes mayores de edad se les presentó un consentimiento informado individual, y en el caso de menores, un asentimiento informado acompañado del consentimiento de los padres o tutores. Ambos documentos fueron revisados

y aprobados por el Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (ver Anexos 6 y 7).

Como muestra de agradecimiento por su participación, a los pacientes que aceptaron formar parte de esta fase se les ofreció un kit de limpieza dental (cepillo e hilo dental) y una limpieza dental gratuita realizada durante la misma cita.

Conformación de arcos según el borde WALA

Durante el tratamiento ortodóntico, todos los pacientes incluidos en este estudio fueron tratados siguiendo un protocolo clínico estructurado, que incluyó una secuencia de arcos iniciando con alambres superelásticos prefabricados y, posteriormente, arcos de acero conformados de manera individualizada. La individualización se realizó utilizando como guía anatómica la forma del borde WALA observada en los modelos de estudio de cada paciente.

El procedimiento clínico para la conformación de los arcos de acero incluyó los siguientes pasos:

- **Identificación del borde WALA:** Se reconoció la anatomía del borde WALA directamente sobre el modelo inferior de yeso de cada paciente, considerándolo una representación estable del hueso basal mandibular.

- **Conformación del arco de acero:** Se utilizaron alambres de acero de diferentes dimensiones, redondo 0.018”, rectangular 0.018” x 0.025” o 0.019” x 0.025” según los requerimientos clínicos. Cada arco fue conformado manualmente con un alicate Tweed plano, siguiendo con precisión la forma del borde WALA previamente identificada.
- **Verificación de la forma y simetría:** El arco conformado fue superpuesto sobre una plantilla milimetrada para verificar su simetría antes de ser instalado en boca.

La individualización de los arcos en base al borde WALA ha sido implementada en OCEA como parte de un enfoque biomecánico preciso, orientado a mejorar la armonía transversal, la estabilidad postratamiento y la predictibilidad de los resultados. El procedimiento puede visualizarse en el Anexo 6, donde se muestran imágenes representativas del protocolo utilizado.

Medición de las distancias del punto FA al borde WALA

La variable principal del estudio fue medida sobre modelos de yeso mandibulares correspondientes a tres momentos del tratamiento ortodóntico: T0 (inicio), T1 (finalización) y T2 (dos años postratamiento). El procedimiento se desarrolló bajo un protocolo estandarizado, que incluyó la

marcación precisa de referencias anatómicas y el uso de un instrumento digital para asegurar la confiabilidad de las mediciones.

Para ello, se siguió una secuencia de pasos operativos que se describen a continuación:

Identificación de puntos de referencia: En cada modelo se trazó con lápiz la línea del borde WALA, definida como la región más prominente de la unión mucogingival en la zona de molares y premolares mandibulares. Posteriormente, se marcó el punto FA (Facial Axis) en el centro de la corona clínica de cada diente, ubicándolo en la zona más prominente de su superficie vestibular.

Instrumento de medición: Para registrar las distancias se utilizó un calibrador digital modificado (modelo VINCA DCLA-0605), al cual se le adaptaron dos extensiones metálicas de 6 mm y 15 mm, permitiendo medir con exactitud la distancia entre los puntos marcados sin perder perpendicularidad. Este instrumento cuenta con una precisión de ± 0.03 mm y una pantalla LCD para facilitar la lectura directa del valor.

Técnica de medición: La distancia entre el punto FA y el borde WALA se determinó mediante la proyección de una línea perpendicular desde el punto FA hasta interceptar la línea previamente trazada sobre el borde WALA. Para garantizar la estandarización, cada modelo fue colocado en una superficie

plana cuidando que el plano oclusal quedara paralelo a la mesa de trabajo, lo que permitió mantener la perpendicularidad del calibrador digital durante todas las mediciones. De esta forma se evitó que posibles irregularidades en la base de los modelos afectaran la toma de datos. Las mediciones se realizaron de manera paralela al plano oclusal y se aplicaron en los siguientes dientes postero-inferiores: primer premolar, segundo premolar, primer molar y segundo molar, tanto del lado derecho como del izquierdo.

Con el fin de controlar la fatiga visual y reducir sesgos relacionados con el orden de análisis, los modelos fueron codificados y organizados en un orden aleatorio mediante una hoja de cálculo en Microsoft Excel. Asimismo, las mediciones se realizaron en jornadas controladas, con un número limitado de modelos por día, pausas programadas y bajo condiciones de luz natural en un ambiente adecuadamente iluminado, siguiendo los lineamientos establecidos en el estudio piloto.

Registro de datos: Todas las mediciones fueron registradas en una ficha electrónica elaborada en Microsoft Excel, diseñada específicamente para este fin, lo que permitió un control sistemático, ordenado y verificable de los datos recolectados. Este registro facilitó posteriormente el procesamiento estadístico.

El procedimiento completo fue documentado mediante registros fotográficos, los cuales se incluyen en el Anexo 9.

Estudio piloto

Antes de iniciar la fase de ejecución del estudio, se realizó una prueba piloto con el objetivo de validar el protocolo de medición diseñado para cuantificar la distancia entre el punto FA y el borde WALA. Este piloto permitió confirmar la viabilidad del procedimiento, precisar el tiempo requerido por medición y asegurar la ergonomía del proceso.

Se utilizaron 10 modelos de yeso correspondientes a la fase T0, distintos de los incluidos en la muestra final del estudio. En cada uno de ellos se aplicó el protocolo estandarizado descrito previamente: marcación de puntos anatómicos, uso del calibrador digital modificado y registro en una ficha electrónica de Excel especialmente diseñada para este fin.

Durante la ejecución del piloto se identificó que el tiempo promedio requerido para medir un modelo completo (ocho dientes) fue de aproximadamente 4 minutos, utilizando una metodología en la que el investigador dictaba los valores a un asistente, quien los registraba en la ficha. Basándose en criterios ergonómicos y en recomendaciones para evitar fatiga operativa, se estimó que la capacidad máxima recomendada era de 50 modelos diarios, dentro de una jornada de 6 horas efectivas de trabajo, incorporando pausas programadas de 10 minutos por cada hora continua de actividad. Sin embargo, en la fase activa

del estudio se estableció un límite de 20 modelos por día, lo que garantizó mayor control y precisión en las mediciones.

Adicionalmente, el estudio piloto permitió evaluar la claridad de las instrucciones operativas, la adecuación de los instrumentos utilizados y la estabilidad del procedimiento. Los hallazgos confirmaron que el protocolo era factible, reproducible y aplicable a una muestra mayor sin comprometer la precisión de los resultados.

Este ejercicio preliminar resultó fundamental para afinar los detalles del proceso y garantizar un desarrollo eficiente durante la recolección y análisis de los datos en la muestra definitiva del estudio.

Capacitación y calibración

Tal como se describe en la literatura, la capacitación previa a la calibración debe incluir sesiones teóricas y prácticas orientadas a estandarizar criterios y asegurar la reproducibilidad de las mediciones (Vilella et al., 2016)⁴¹. En este estudio, dicho proceso fue llevado a cabo directamente con los doctores Lawrence y Will Andrews, descubridores del concepto del borde WALA. La capacitación teórica consistió en la revisión detallada de los fundamentos del borde WALA y su relación con el punto FA, mientras que la capacitación práctica incluyó el entrenamiento supervisado en la identificación de puntos anatómicos y en la medición de la distancia FA–WALA en modelos de

estudio. Además, se abordó la conformación clínica de arcos de alambre siguiendo al borde WALA como marca de referencia, reforzando así la integración del concepto en la práctica diagnóstica y terapéutica.

Tras este proceso de capacitación, se procedió a la fase de calibración intraobservador. Con el fin de garantizar la consistencia y precisión de las mediciones, se realizó una evaluación intraobservador utilizando un conjunto de 10 modelos seleccionados aleatoriamente correspondientes a la fase T0, los cuales no formaron parte de la muestra principal del estudio. Para evitar sesgos relacionados con el orden de análisis, se utilizó una hoja de cálculo en Microsoft Excel que generó claves numéricas aleatorias para codificar los modelos, asegurando que las mediciones se realizaran sin seguir una secuencia fija o predecible. Las mediciones se efectuaron en dos momentos distintos, con un intervalo de dos semanas entre sesiones. La confiabilidad fue evaluada mediante el Coeficiente de Correlación Intraclass (CCI), utilizando el programa JAMOV (versión 2.3.28), considerando un valor mayor a 0.8 como indicador de alta confiabilidad.

La elección metodológica de realizar únicamente una calibración intraobservador se basó en el alto nivel de formación y experiencia del evaluador, lo cual brindó garantías suficientes de consistencia en las mediciones. Por ello, no se consideró necesaria la inclusión de una calibración interobservador para los fines de este estudio.

5.8 Consideraciones éticas

Previo al inicio del estudio, se obtuvo la autorización formal del centro OCEA para el uso de modelos de estudio y la revisión de historias clínicas, tras la presentación de una propuesta detallada que incluía los objetivos, la metodología y las medidas adoptadas para garantizar la confidencialidad de los datos de los pacientes (Anexo 10).

Asimismo, el proyecto fue evaluado y aprobado por el Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, bajo la modalidad de revisión expedita, cumpliendo con los estándares éticos y científicos exigidos por la institución. Esta aprobación incluyó el protocolo de investigación, el consentimiento informado y el asentimiento para menores de edad, y tuvo vigencia hasta el 13 de septiembre de 2025 (Anexo 11).

En el caso de los modelos correspondientes a T0 y T1, ya disponibles al momento de iniciar el estudio, se hizo uso de los registros clínicos autorizados previamente por los pacientes o sus padres, a través del consentimiento informado firmado al inicio del tratamiento ortodóntico, el cual incluye una cláusula que autoriza el uso de dichos registros con fines de investigación.

Para la obtención de los modelos T2, se solicitó nuevamente la participación voluntaria de los pacientes, quienes firmaron un nuevo documento de consentimiento o asentimiento informado, según correspondiera a su edad. Como parte del proceso ético de recolección prospectiva, se brindó una

limpieza dental gratuita y un kit básico de higiene oral a quienes aceptaron participar (Anexos 6 y 7).

5.9 Plan de análisis

El análisis estadístico de este estudio se realizó bajo un esquema de cegamiento, en el cual el investigador principal no participó en el procesamiento ni en el análisis estadístico de los datos. Las mediciones fueron organizadas en una base de datos electrónica y entregadas al estadista, quien, de manera independiente, ejecutó todos los análisis pertinentes, asegurando la imparcialidad y evitando posibles sesgos en la interpretación de los resultados. El estadista utilizó el software JAMOV versión 2.3.28, basado en el lenguaje R.

En una primera etapa, se realizaron análisis descriptivos de las distancias FA–WALA, obteniendo promedios y desviaciones estándar para cada diente y para cada uno de los tres tiempos evaluados (T0, T1 y T2).

Posteriormente, se aplicaron pruebas t de Student para muestras apareadas con el objetivo de comparar los valores de las distancias FA–WALA entre los tres tiempos (T0–T1, T0–T2 y T1–T2). Además, se analizaron las diferencias entre los lados derecho e izquierdo de la arcada mandibular en los mismos intervalos temporales, también mediante pruebas t apareadas.

Para explorar posibles diferencias según el sexo, se emplearon análisis de varianza (ANOVA) de un factor (sexo) por cada diente y en cada uno de los intervalos de tiempo (T0–T1, T0–T2 y T1–T2). Cuando se identificaron diferencias significativas, se realizaron pruebas post hoc ajustadas por Bonferroni.

La confiabilidad intraevaluador fue determinada mediante el Coeficiente de Correlación Intraclass (CCI), calculado a partir de mediciones repetidas en un subconjunto de modelos. Se consideraron valores de CCI superiores a 0.8 como indicadores de alta confiabilidad.

Todos los análisis estadísticos fueron interpretados considerando un nivel de significancia de $p < 0.05$ y, cuando fue pertinente, se reportaron los intervalos de confianza del 95%.

5.10 Protocolo de contención

Al culminar la fase activa del tratamiento ortodóntico, todos los pacientes incluidos en este estudio recibieron un protocolo estandarizado de retención. En el arco superior se utilizó una contención removible tipo Hawley, confeccionada con alambre de acero de 0,9 mm, que abarcaba hasta los segundos molares y se complementaba con una placa acrílica palatina. El régimen de uso consistió en 24 horas diarias durante los primeros seis meses,

posteriormente solo durante el sueño nocturno en los siguientes seis meses, y finalmente se indicó el cese progresivo del uso.

En el arco inferior se colocó una contención fija de canino a canino, confeccionada con alambre de ligadura trenzado de tres hilos calibre 0,010”, cementado en la superficie lingual de los dientes anteriores. Se recomendó mantener este dispositivo por un período mínimo de tres años, momento en el cual se evaluaría clínicamente la necesidad de retirarlo o mantenerlo de manera indefinida, según la adaptación del paciente y sus condiciones de higiene oral.

VI. RESULTADOS

En la Tabla N.º 1 se observa una disminución de las distancias promedio FA–WALA entre T0 y T1 en todas las piezas evaluadas, excepto en el primer premolar inferior izquierdo (34–BW), cuya distancia aumentó levemente. Esta variación estuvo acompañada por una reducción general en los valores de desviación estándar (DE). En T2, las distancias promedio se mantienen similares o muestran ligeras variaciones respecto a T1, con valores de DE comparables a los registrados al finalizar el tratamiento.

En la Tabla N.º 2 se identificaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre T0 y T1, así como entre T0 y T2, en la mayoría de las piezas evaluadas. En la comparación entre T1 y T2, no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las piezas.

En la Tabla N.º 3 se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los lados derecho e izquierdo en las distancias FA–WALA de los 2.º molares ($p = 0.011$) y de los 1.º premolares ($p = 0.035$) en el intervalo T0–T1. En el intervalo T0–T2 también se identificaron diferencias significativas para los 2.º molares ($p = 0.048$) y los 1.º premolares ($p = 0.019$). En ambos casos, los valores promedio fueron mayores en el lado derecho. En el intervalo T1–T2, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los lados en ninguna de las piezas evaluadas ($p > 0.05$).

En la Tabla N.º 4 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre sexos en la mayoría de las piezas evaluadas para el intervalo T0–T1 ($p > 0.05$), con excepción del primer molar inferior izquierdo ($p = 0.018$). En el intervalo T0–T2 también se identificó una diferencia significativa en el primer molar inferior izquierdo ($p = 0.017$), sin diferencias significativas en las demás piezas. En el intervalo T1–T2, se observaron diferencias entre sexos en el segundo molar inferior derecho ($p = 0.047$) y en el segundo premolar inferior izquierdo ($p = 0.027$). En las demás piezas evaluadas, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$).

TABLA N.º 1. Distancias (mm) FA–WALA en molares y premolares inferiores evaluadas en T0 (inicio), T1 (final del tratamiento) y T2 (seguimiento a dos años)

DISTANCIA	T0		T1		T2	
	$\bar{x}$	(DE)	$\bar{x}$	(DE)	$\bar{x}$	(DE)
47-BW	3.11	(1.09)	2.19	(0.28)	2.24	(0.29)
46-BW	2.51	(1.13)	1.95	(0.28)	1.97	(0.30)
45-BW	1.61	(0.96)	1.19	(0.26)	1.18	(0.25)
44-BW	1.19	(0.94)	0.88	(0.24)	0.84	(0.28)
34-BW	0.89	(0.67)	0.91	(0.24)	0.92	(0.25)
35-BW	1.81	(1.09)	1.23	(0.24)	1.27	(0.22)
36-BW	2.44	(0.98)	2.03	(0.25)	2.07	(0.27)
37-BW	2.75	(0.95)	2.34	(0.27)	2.29	(0.38)

$\bar{x}$: Promedio de las distancias FA-borde WALA (BW).

DE: Desviación estándar de las mediciones.

47-BW: Distancia del 2.º molar inferior derecho (según nomenclatura FDI) al borde WALA (BW).

T0: modelo inicial; T1: modelo al finalizar el tratamiento ortodóntico; T2: modelo de seguimiento dos años después del tratamiento.

TABLA N.º 2. Variación de las distancias (mm) FA–WALA en molares y premolares inferiores entre T0 (inicio), T1 (final del tratamiento) y T2 (seguimiento a dos años)

DISTANCIA	TIEMPO					
	T0-T1		T0-T2		T1-T2	
	(mm)	p	(mm)	p	(mm)	p
47-BW	0.92	<.001	0.87	<.001	-0.05	0.960
46-BW	0.56	0.004	0.54	0.006	-0.02	0.995
45-BW	0.42	0.014	0.43	0.013	0.01	0.999
44-BW	0.31	0.083	0.35	0.043	0.04	0.960
34-BW	-0.02	0.976	-0.03	0.955	-0.01	0.997
35-BW	0.59	0.001	0.55	0.003	-0.04	0.972
36-BW	0.41	0.022	0.37	0.038	-0.03	0.976
37-BW	0.40	0.025	0.46	0.009	0.05	0.933

Prueba t para muestras apareadas ($p < 0.05$).

47–BW: Distancia del 2.º molar inferior derecho (según nomenclatura FDI) al borde WALA (BW).

T0: modelo inicial; **T1:** modelo al finalizar el tratamiento ortodóntico; **T2:** modelo de seguimiento dos años después del tratamiento.

TABLA N.º 3. Comparación de las distancias (mm) FA–WALA entre lados derecho e izquierdo en molares y premolares inferiores en T0 (inicio), T1 (final del tratamiento ortodóntico) y T2 (seguimiento a dos años)

DISTANCIA	TIEMPO								
	T0-T1			T0-T2			T1-T2		
	DERECHO		p	IZQUIERDO		p	DERECHO		p
	$\bar{x}$ (DE)	$\bar{x}$ (DE)		$\bar{x}$ (DE)	$\bar{x}$ (DE)		$\bar{x}$ (DE)	$\bar{x}$ (DE)	
37-BW y 47-BW	0.92 (1.02)	0.40 (0.94)	0.011	0.87 (1.00)	0.46 (1.05)	0.048	-0.05 (0.18)	0.05 (0.30)	0.090
36-BW y 46-BW	0.56 (1.12)	0.41 (1.04)	0.393	0.54 (1.12)	0.37 (1.04)	0.344	-0.02 (0.24)	-0.03 (0.20)	0.755
35-BW y 45-BW	0.42 (0.97)	0.59 (1.07)	0.324	0.43 (0.99)	0.55 (1.06)	0.458	0.01 (0.22)	-0.04 (0.23)	0.230
34-BW y 44-BW	0.31 (0.92)	-0.02 (0.74)	0.035	0.35 (0.96)	-0.03 (0.72)	0.019	0.04 (0.22)	-0.01 (0.22)	0.310

Prueba t para muestras apareadas. Se compararon las distancias FA–WALA entre los lados derecho e izquierdo en cada intervalo de tiempo (T0–T1, T0–T2 y T1–T2) ($p < 0.05$).

$\bar{x}$: Promedio de las distancias FA-borde WALA (BW).

DE: Desviación estándar de las mediciones.

37–BW y 47–BW: Distancia de los 2.º molares (según nomenclatura FDI) al borde WALA (BW).

T0: modelo inicial; **T1:** modelo al finalizar el tratamiento ortodóntico; **T2:** modelo de seguimiento dos años después del tratamiento.

TABLA N.º 4. Comparación de las distancias (mm) FA–WALA entre sexos en molares y premolares inferiores durante T0 (inicio), T1 (final del tratamiento ortodóntico) y T2 (seguimiento a dos años)

DISTANCIA	TIEMPO								
	T0 – T1			T0 - T2			T1-T2		
	Masculino	Femenino		Masculino	Femenino		Masculino	Femenino	
	$\bar{x}$ (DE)	$\bar{x}$ (DE)	p	$\bar{x}$ (DE)	$\bar{x}$ (DE)	p	$\bar{x}$ (DE)	$\bar{x}$ (DE)	p
47-BW	1.06 (1.13)	0.82 (0.95)	0.491	0.95 (1.12)	0.82 (0.93)	0.717	-0.11 (0.13)	0.01 (0.19)	0.047
46-BW	0.66 (1.46)	0.49 (0.82)	0.655	0.55 (1.47)	0.54 (0.80)	0.963	-0.11 (0.17)	0.05 (0.27)	0.057
45-BW	0.29 (1.11)	0.52 (0.87)	0.504	0.27 (1.18)	0.55 (0.84)	0.432	-0.02 (0.20)	0.03 (0.24)	0.559
44-BW	0.40 (1.24)	0.25 (0.60)	0.639	0.37 (1.28)	0.35 (0.65)	0.948	-0.03 (0.15)	0.10 (0.26)	0.092
34-BW	-0.14 (0.72)	0.07 (0.75)	0.423	-0.18 (0.77)	0.08 (0.68)	0.298	-0.04 (0.20)	-0.02 (0.23)	0.467
35-BW	0.81 (1.25)	0.42 (0.91)	0.296	0.67 (1.30)	0.46 (0.85)	0.552	-0.13 (0.15)	0.04 (0.25)	0.027
36-BW	-0.07 (1.16)	0.76 (0.80)	0.018	-0.10 (1.17)	0.73 (0.79)	0.017	-0.03 (0.21)	-0.03 (0.20)	0.962
37-BW	0.21 (1.21)	0.55 (0.68)	0.293	0.23 (1.29)	0.63 (0.81)	0.265	-0.03 (0.21)	-0.03 (0.20)	0.566

ANOVA de medidas repetidas. Se compararon las distancias FA–WALA entre hombres y mujeres en los intervalos de tiempo T0–T1, T0–T2 y T1–T2, con pruebas post hoc ajustadas por Bonferroni ($p < 0.05$).

$\bar{x}$: Promedio de las distancias FA–borde WALA (BW).

DE: Desviación estándar de las mediciones.

47–BW: Distancia del 2.º molar inferior derecho (según nomenclatura FDI) al borde WALA (BW).

T0: modelo inicial; **T1:** modelo al finalizar el tratamiento ortodóntico; **T2:** modelo de seguimiento dos años después del tratamiento.

VII. DISCUSIONES

En este estudio se observó que la distancia FA–WALA en molares y premolares mandibulares presentó una reducción significativa entre el inicio y el final del tratamiento ortodóntico (T0–T1), asociada a la mecánica aplicada sobre la posición transversal de los dientes. Al evaluar a los pacientes dos años después de finalizado el tratamiento (T2), estas distancias se mantuvieron estables, lo que indica que los cambios logrados durante la fase activa persistieron en el periodo de seguimiento. Las diferencias iniciales entre los lados derecho e izquierdo tendieron a desaparecer, y las variaciones relacionadas con el sexo fueron mínimas y sin un patrón sistemático, lo que sugiere que la estabilidad transversal observada fue consistente independientemente del lado y del sexo analizado.

La Tabla 1 muestra el comportamiento de la distancia FA–WALA en dientes postero-inferiores a lo largo del tratamiento ortodóntico y en el seguimiento. Al inicio (T0), las distancias fueron más amplias y con mayor dispersión, lo que refleja la variabilidad asociada a las malposiciones presentes en los pacientes antes del tratamiento. Al finalizar el tratamiento (T1) se observó una reducción en los promedios y en la dispersión de los valores, indicando que los dientes fueron reubicados hacia posiciones más uniformes respecto a la base ósea. Dos años después (T2), los valores se mantuvieron estables, lo que evidencia la persistencia de los cambios alcanzados.

Un hallazgo importante de la Tabla 1 fue la conservación del patrón decreciente de las distancias FA–WALA desde el segundo molar hasta el primer premolar, tanto al finalizar el tratamiento como en el seguimiento. Este comportamiento coincide con lo reportado en estudios realizados en poblaciones no tratadas con oclusión considerada normal, como el estudio original de Andrews (2.2 mm, 2.0 mm, 1.3 mm y 0.8 mm)¹³ (ver Anexo 1), así como en investigaciones posteriores en población peruana¹⁶ y brasileña¹⁷. En la presente investigación, este patrón se observó después del tratamiento, lo que indica que la conformación de los arcos basada en el borde WALA permitió reproducir una forma transversal compatible con la descrita en sujetos con posiciones dentarias naturalmente óptimas.

De manera complementaria, Tonial et al. (2022) evaluaron el grosor óseo bucal en la región del borde WALA mediante TCHC y encontraron que dicho grosor aumenta progresivamente desde el primer premolar hasta el segundo molar.³⁰ Aunque se trata de un enfoque metodológico distinto, los resultados confirman el mismo patrón transversal descrito previamente en estudios basados en modelos. La concordancia entre la disposición escalonada del hueso bucal observada en tomografía y la relación FA–WALA identificada en modelos sugiere que el patrón transversal no es solo una observación clínica en modelos de estudio, sino que refleja también la arquitectura tridimensional de la base ósea mandibular.

La Tabla 2 complementa los hallazgos descritos previamente al mostrar que la reducción significativa de la distancia FA–WALA ocurrió principalmente entre T0 y T1, mientras que entre T1 y T2 no se evidenciaron cambios estadísticamente

significativos en ninguna de las piezas evaluadas. Este comportamiento confirma que la modificación transversal se produjo durante la fase activa del tratamiento y que los resultados alcanzados se mantuvieron estables en el periodo de seguimiento de dos años.

En términos individuales, la mayoría de las piezas dentarias siguieron el patrón descrito, con excepción de la 34, que no mostró diferencias significativas en ninguno de los intervalos, y de la 44, que no presentó cambios entre T0 y T1 aunque sí al comparar T0 con T2. Este comportamiento puede explicarse por dos aspectos complementarios. Primero, los valores iniciales de los primeros premolares suelen encontrarse más próximos al patrón transversal esperado en sujetos con oclusión considerada normal y sin tratamiento previo, caracterizado por distancias FA–WALA decrecientes de distal a mesial (2.2, 2.0, 1.3 y 0.8 mm, respectivamente)¹³, lo que reduce la necesidad de ajuste clínico en estas piezas. Segundo, desde el punto de vista biomecánico y anatómico, en los premolares se prioriza con frecuencia el control de rotación y torque más que las traslaciones bucolinguales, y su soporte óseo bucal es menor que en los molares; este gradiente ha sido documentado mediante tomografía, mostrando un aumento progresivo del grosor óseo bucal desde premolares hacia molares³⁰, lo que limita la magnitud de los cambios transversales esperables en estas piezas.

Los resultados encontrados en la Tabla 2 son consistentes con lo reportado por Conti et al. (2011)⁴², quienes evaluaron la estabilidad transversal en pacientes tratados con arcos individualizados al borde WALA y siguieron los casos durante

tres años. En su estudio, la estabilidad se observó principalmente en las mediciones realizadas sobre el borde WALA, mientras que las dimensiones intercaninas e intermolares mostraron algunas variaciones postratamiento. Una diferencia metodológica relevante es que en la presente investigación se analizaron distancias individuales entre el punto FA y el borde WALA de cada diente, lo que permitió una evaluación más detallada del comportamiento transversal, en contraste con el enfoque de medidas globales empleado en el estudio de Conti.

Mientras que los hallazgos de Conti et al. (2011)⁴² fueron consistentes con los resultados de la Tabla 2, el estudio de Ramachandran et al. (2024)⁴³ mostró un comportamiento distinto. Estos autores evaluaron pacientes tratados con aparatología MBT utilizando arcos preformados estandarizados, diseñados con una forma genérica y no adaptada a la anatomía basal de cada paciente, y reportaron reducciones significativas en la dimensión transversal mandibular durante el primer año de retención, particularmente en los segmentos intercanino e interpremolar. Aunque identificaron una correlación positiva entre las medidas dentarias y las tomadas en el borde WALA, los cambios registrados durante la retención evidenciaron una tendencia a la recidiva. Esta diferencia puede atribuirse a la ausencia de individualización de los arcos según el borde WALA, lo que contrasta no solo con el presente estudio, donde se mantuvo la estabilidad durante un seguimiento de dos años con un análisis detallado pieza por pieza, sino también con lo reportado por Conti et al.⁴², quienes documentaron estabilidad al utilizar arcos conformados de acuerdo con esta referencia anatómica.

La Tabla 3 muestra las diferencias en las distancias FA–WALA entre los lados derecho e izquierdo en molares y premolares mandibulares. Al inicio del tratamiento (T0) se identificaron discrepancias significativas en algunas piezas, lo que refleja la presencia de malposiciones características de los pacientes al comenzar la terapia ortodóntica. Tras la conformación de los arcos en función del borde WALA, estas diferencias disminuyeron progresivamente y, en el seguimiento a dos años (T2), ya no se registraron contrastes estadísticamente significativos. Este comportamiento indica que el protocolo aplicado permitió corregir las discrepancias transversales iniciales entre ambos lados y mantener dicha corrección en el tiempo.

Los hallazgos iniciales de la Tabla 3, que muestran diferencias significativas entre los lados derecho e izquierdo en determinados dientes, coinciden con lo descrito por Pucciarelli et al. (2024)⁴⁴. En su investigación, los autores reportaron que la mandíbula presenta mayor variabilidad entre los lados derecho e izquierdo en comparación con el maxilar, en sujetos sin tratamiento ortodóntico. Este resultado respalda la interpretación de que las diferencias observadas al inicio del tratamiento en la muestra analizada forman parte de la variabilidad morfológica natural del arco mandibular. A diferencia de lo señalado en dicho estudio, en el presente trabajo las diferencias entre lados se corrigieron durante el tratamiento y se mantuvieron sin significación estadística en el seguimiento a dos años, lo que evidencia que un protocolo basado en el borde WALA permite no solo reducir discrepancias iniciales, sino también mantener la equivalencia entre los lados en el tiempo.

De manera complementaria, Scanavini et al. (2012)⁴⁵ evaluaron arcos dentarios de individuos brasileños con oclusión normal y con maloclusión Clase II, y reportaron diferencias estadísticamente significativas entre los lados derecho e izquierdo en todos los grupos analizados. Incluso en los sujetos sin tratamiento y con oclusión considerada normal se identificaron discrepancias, siendo más evidentes en la mandíbula que en el maxilar. Estos resultados coinciden con los hallazgos iniciales de la Tabla 3, en los que también se observaron diferencias entre lados antes del tratamiento, lo que confirma que tales discrepancias forman parte de un patrón comúnmente descrito en la literatura.

Kusnoto et al. (2002) evaluaron pacientes con asimetrías transversales tratados ortodóncicamente y reportaron que, aun después de la terapia con arcos preformados, persistían diferencias estadísticamente significativas entre los lados derecho e izquierdo del arco, concluyendo que la corrección de estas discrepancias no se logra de forma predecible mediante técnicas convencionales⁴⁶. Este hallazgo contrasta con los resultados del presente estudio, en el cual las diferencias entre lados se redujeron de manera progresiva y alcanzaron valores sin significación estadística al finalizar el tratamiento y en el seguimiento a dos años. La diferencia podría explicarse porque, a diferencia de Kusnoto et al., nuestro protocolo empleó la conformación de arcos individualizados en función del borde WALA, lo que permitió guiar la corrección de las discrepancias iniciales y favorecer su estabilidad en el tiempo.

De forma complementaria, Lione et al. (2024)⁴⁰ analizaron pacientes tratados con alineadores transparentes y con aparatología fija, utilizando modelos digitales 3D para evaluar las diferencias entre los lados derecho e izquierdo. Sus resultados mostraron que, independientemente de la mecánica empleada, no se registraron discrepancias estadísticamente significativas al finalizar el tratamiento, lo que indica que el equilibrio transversal puede alcanzarse mediante distintos enfoques terapéuticos. En el contexto del presente estudio, este hallazgo refuerza que lo determinante no es la técnica utilizada, sino la consecución de una meta transversal estable. El uso del borde WALA como referencia permitió guiar la corrección de las discrepancias iniciales y mantener la equivalencia entre lados hasta dos años después del tratamiento, aportando evidencia sobre la utilidad de esta guía anatómica para lograr y conservar la distribución equilibrada de los dientes en el arco mandibular.

La Tabla 4 analiza las diferencias en la distancia FA–WALA entre hombres y mujeres en molares y premolares mandibulares durante el tratamiento ortodóntico y en el seguimiento a dos años. Los resultados mostraron algunas diferencias puntuales entre sexos en determinados dientes y momentos clínicos, pero estas no se repitieron de manera sistemática ni se mantuvieron en el tiempo. La ausencia de un patrón consistente sugiere que las variaciones observadas responden a la variabilidad individual de la muestra más que a un efecto atribuible al sexo biológico, lo que indica que esta variable no tiene un impacto significativo en la relación entre el punto FA y el borde WALA.

Estos resultados guardan coherencia con lo señalado por O’Neil y Kau (2021)³⁷, quienes, al estudiar la forma del arco mandibular en función de dientes, hueso alveolar y tejidos blandos, no identificaron diferencias significativas entre hombres y mujeres. De manera complementaria, Ramón et al. (2022)⁴⁷ evaluaron la variable sexo en pacientes con mordida cruzada posterior y tampoco encontraron un efecto relevante en las dimensiones transversales. Asimismo, Zou et al. (2015)³², al analizar la relación FA–WALA en casos de clase III esquelética severa, describieron una marcada variabilidad individual en la conformación del arco mandibular, sin atribuirla al sexo. En conjunto, estos antecedentes respaldan que el borde WALA constituye una referencia anatómica válida y aplicable de manera uniforme en ambos sexos, lo que permite planificar la forma del arco mandibular considerando las particularidades anatómicas individuales más que el sexo biológico.

Una vez analizados los resultados de las Tablas 1 a 4, corresponde considerar las limitaciones metodológicas que enmarcan la presente investigación. El estudio se realizó con una muestra homogénea, tratada exclusivamente bajo la filosofía ortodóntica de los Seis Elementos y siguiendo protocolos clínicos estandarizados. Esta característica facilita relacionar los cambios observados con el enfoque aplicado; sin embargo, los resultados deben interpretarse dentro de este contexto y no extrapolarse de manera automática a pacientes tratados con otras filosofías ortodónticas o con esquemas terapéuticos diferentes.

En este mismo sentido, el tamaño muestral estuvo conformado por 35 casos que cumplieron criterios clínicos definidos y contaron con registros completos en tres momentos: antes del tratamiento, al finalizarlo y dos años después. Aunque esta cifra puede considerarse reducida desde el punto de vista estadístico, debe analizarse en el contexto de la dificultad que implica reunir muestras longitudinales con seguimiento a largo plazo. Investigaciones previas han reportado tamaños similares o incluso menores, lo que sitúa a la presente investigación dentro de los parámetros habituales para este tipo de diseños.

Finalmente, debe considerarse que en la actualidad la digitalización de modelos y el uso de softwares especializados se han incorporado de manera progresiva en la práctica clínica y representan la tendencia en el análisis ortodóntico. En este estudio se emplearon modelos de yeso obtenidos mediante impresión con alginato y vaciado controlado, siguiendo un protocolo estandarizado de marcación y medición con instrumentos calibrados. A pesar de tratarse de una metodología analógica, continúa siendo válida para la evaluación de distancias lineales como la FA-WALA, siempre que se mantenga la consistencia técnica y la rigurosidad del procedimiento.

Más allá de las limitaciones señaladas, este estudio presenta características metodológicas y clínicas que respaldan la interpretación de sus resultados. La estandarización en la obtención y medición de los modelos, junto con la aplicación de un protocolo clínico uniforme, permitió generar registros comparables y reducir la variabilidad derivada de los procedimientos técnicos. Las mediciones se

realizaron con un calibrador digital modificado y técnicas previamente validadas, complementadas con una calibración intraobservador que alcanzó valores de concordancia adecuados.

En el plano clínico, todos los pacientes fueron diagnosticados, planificados y tratados bajo un mismo enfoque terapéutico, con criterios diagnósticos unificados, una misma prescripción de brackets, una secuencia estandarizada de arcos y la conformación individualizada de los arcos de acero en función del borde WALA. Esta consistencia favoreció un entorno controlado para analizar los cambios en la distancia FA–WALA.

Desde el punto de vista del diseño, la inclusión de tres momentos de evaluación permitió valorar tanto el efecto del tratamiento ortodóntico como la estabilidad durante el seguimiento. El análisis estadístico, ajustado a la naturaleza longitudinal de los datos, facilitó la evaluación de las diferencias entre tiempos de manera adecuada. Estas condiciones metodológicas y clínicas en conjunto constituyen fortalezas que otorgan un marco de consistencia a los hallazgos de la presente investigación.

VIII. CONCLUSIONES

1. En este estudio se observó una reducción significativa en la distancia FA–WALA en dientes postero-inferiores al finalizar el tratamiento ortodóntico, la cual se mantuvo sin cambios durante el seguimiento a dos años, evidenciando estabilidad transversal postratamiento.
2. Se identificaron diferencias significativas entre los lados derecho e izquierdo en algunos dientes al comparar los modelos iniciales y finales, las cuales no se mantuvieron en el seguimiento a dos años. Este hallazgo confirma que las discrepancias iniciales entre ambos lados no persistieron a lo largo del tiempo.
3. No se identificó un patrón sostenido de diferencias significativas entre hombres y mujeres en las distancias FA–WALA. Las variaciones observadas fueron aisladas y no se repitieron en el tiempo ni entre piezas homólogas, lo que sugiere un comportamiento transversal comparable entre ambos sexos.

IX. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda incorporar de manera sistemática el borde WALA como referencia para la conformación individualizada del arco mandibular en tratamientos ortodónticos. Su uso permitió alcanzar relaciones dentoalveolares más armónicas, simétricas y estables, lo que respalda su valor como parámetro fiable para la planificación transversal.
2. Sería valioso replicar este estudio en poblaciones con características clínicas distintas, como pacientes sometidos a tratamientos con extracciones dentarias o abordajes ortodóncico-quirúrgicos, donde las demandas biomecánicas y los desplazamientos esqueléticos podrían alterar de forma más significativa la relación con el borde WALA.
3. Se recomienda extender los estudios de seguimiento más allá del segundo año postratamiento para observar la evolución de la estabilidad transversal en el largo plazo y analizar la posible influencia de factores adicionales, como el tipo de retención o la adaptación funcional del sistema estomatognático.
4. Si bien este estudio fue desarrollado con modelos de yeso, futuros trabajos podrían beneficiarse del uso de modelos digitales 3D y software de medición, siempre que se implementen protocolos rigurosos de estandarización. Esto permitiría ampliar las posibilidades analíticas sin comprometer la confiabilidad de las mediciones.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics. 6th ed. St. Louis (MO): Elsevier; 2018.
2. Giannakopoulou TT, Papadopoulou AK, Busenhardt DM, Eliades T, Papageorgiou SN. Long-term stability of dental arch widths after extraction and nonextraction orthodontic treatment: A retrospective cohort study. *J World Fed Orthod*. 2025 Jun 14: S2212-4438(25)00028-1.
3. Levander E, Malmgren O, Eliasson S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *Eur J Orthod*. 1994 Jun;16(3):223-8.
4. Garlock DT, Buschang PH, Araujo EA, Behrents RG, Kim KB. Evaluation of marginal alveolar bone in the anterior mandible with pretreatment and posttreatment computed tomography in nonextraction patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016 Feb;149(2):192-201.
5. Melsen B. Tissue reaction to orthodontic tooth movement--a new paradigm. *Eur J Orthod*. 2001 Dec;23(6):671-81.
6. Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod*. 1972;62(3):296-309.
7. McLaughlin, R., Bennett, J. & Trevisi, H. Systemized Orthodontic Treatment Mechanics. Elsevier, St. Louis (2005).
8. Bennett JC, McLaughlin RP. Fundamentals of Orthodontic Treatment Mechanics. 1st ed. London: Le Grande Publishing; 2014.

9. Mah J, Sachdeva R. Computer-assisted orthodontic treatment: the SureSmile process. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001 Jul;120(1):85-7.
10. Weaver KE. The stability of the WALA ridge as a landmark for determining dental arch form [master's thesis]. Morgantown (WV): West Virginia University; 2010. 107 p.
11. Felton JM, Sinclair PM, Jones DL, Alexander RG. A computerized analysis of the shape and stability of mandibular arch form. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987 Dec;92(6):478-83.
12. Andrews LF. The 6-elements orthodontic philosophy: Treatment goals, classification, and rules for treating. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015 Dec;148(6):883-7.
13. Andrews LF. Andrews foundation syllabus of the Andrews orthodontic philosophy. 1st ed., 1991; revised and edited, 1994; revised and edited in subsequent editions; 4th ed., 1995; 8th ed. (1999) through 9th ed. (2001). p. 19–21.
14. Andrews LF, Andrews WA. Element I. *Andrews J Orthod Orofac Harmony.* 2000;1:i–ii.
15. Andrews LF. Straight-Wire-The Concept and Appliance. San Diego, CA. L.A. Wells Co., 1989.
16. Kong-Zárate CY, Carruitero MJ, Andrews WA. Distances between mandibular posterior teeth and the WALA ridge in Peruvians with normal occlusion. *Dental Press J Orthod.* 2017 Nov-Dec;22(6):56-60.
17. Triviño T, Siqueira DF, Andrews WA. Evaluation of distances between the mandibular teeth and the alveolar process in Brazilians with normal

- occlusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Mar;137(3):308.e1-4; discussion 308-9.
18. Glass TR, Tremont T, Martin CA, Ngan PW. A CBCT evaluation of root position in bone, long axis inclination and relationship to the WALA Ridge. *Semin Orthod.* 2019;25(1):24–35.
 19. Ronay V, Miner RM, Will LA, Arai K. Mandibular arch form: the relationship between dental and basal anatomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(3):430–8.
 20. Weaver K, Tremont T, Ngan P, Fields H, Dischinger T, Martin C, Gunel E. Changes in dental and basal archforms with preformed and customized archwires during orthodontic treatment. *Orthod Waves.* 2012;71(2):45–50.
 21. Martin C, Littlewood SJ, Millett DT, Doubleday B, Bearn D, Worthington HV, Limones A. Retention procedures for stabilising tooth position after treatment with orthodontic braces. *Cochrane Database Syst Rev.* 2023 May 22;5(5):CD002283.
 22. de Bernabé PG, Montiel-Company JM, Paredes-Gallardo V, Gandía-Franco JL, Bellot-Arcís C. Orthodontic treatment stability predictors: A retrospective longitudinal study. *Angle Orthod.* 2017 Mar;87(2):223-229.
 23. Al Yami EA, Kuijpers-Jagtman AM, van 't Hof MA. Stability of orthodontic treatment outcome: follow-up until 10 years postretention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Mar;115(3):300-4.
 24. Ormiston JP, Huang GJ, Little RM, Decker JD, Seuk GD. Retrospective analysis of long-term stable and unstable orthodontic treatment outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005 Nov;128(5):568-74; quiz 669.

25. Zachrisson BU. Important aspects of long-term stability. *J Clin Orthod.* 1997 Sep;31(9):562-83.
26. Prado GP, Furtado F, Aloise AC, Biló JP, Masako Ferreira L, Pereira MD. Stability of surgically assisted rapid palatal expansion with and without retention analyzed by 3-dimensional imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014 May;145(5):610-6.
27. Mahalakshmi R, Varadharaja MM, Ninan RL, Kumar VV, Kanagasabapathy B, Saravana Balaji MD. Evaluation of horizontal distance between WALA-FA point in angle's Class I, Class II, and Class III malocclusion. *J Pharm Bioall Sci* 2021;13:S506-9.
28. Rasmussen C, Zhu P, Lohse C, Volz J, Salinas T. Use of the WALA ridge to evaluate mandibular molar inclination measured to American Board of Orthodontics standards. *J World Fed Orthod.* 2019;8:51-56.
29. Shrestha A, Thapa VB, Sherchan P, Poudel P. Horizontal distance between WALA ridge and mandibular teeth with normal occlusion. *J Nepal Dent Assoc.* 2020 Jul- Dec;20(31):63-7.
30. Tonial FG, Ferreira MC, Araki J, de Mello Ferreira V, da Luz Silva Lima M, Guimarães CH Jr. Evaluation of WALA ridge in different facial patterns: A cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2022 Jun;161(6):e580-e587.
31. Gupta D, Miner RM, Arai K, Will LA. Comparison of the mandibular dental and basal arch forms in adults and children with Class I and Class II malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Jul;138(1):10.e1-8; discussion 10-1.

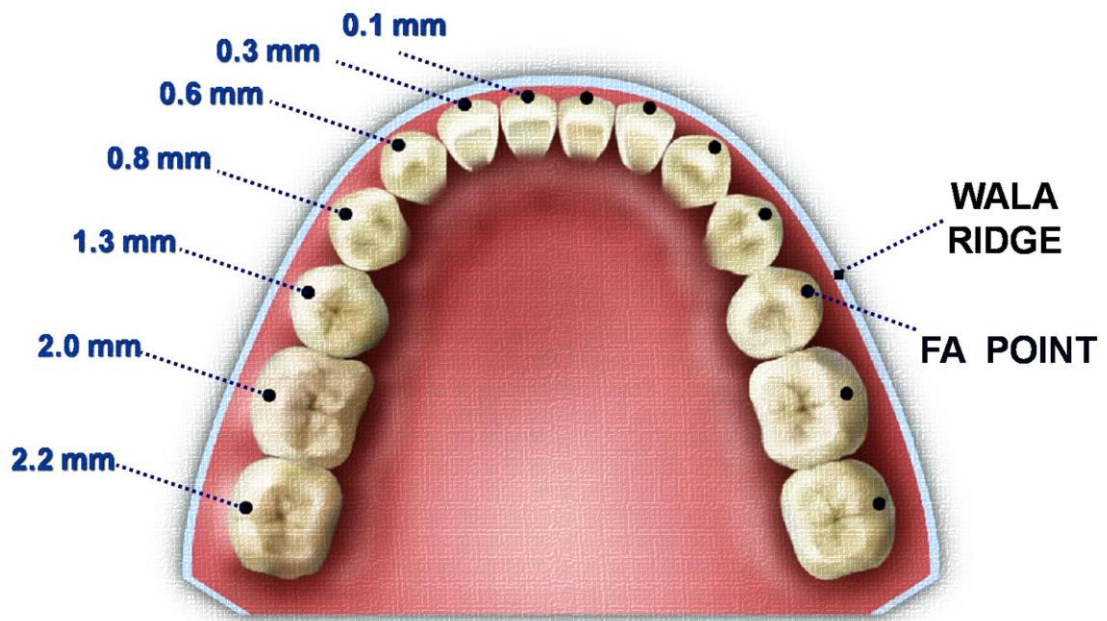
32. Zou W, Jiang J, Xu T, Wu J. Relationship between mandibular dental and basal bone arch forms for severe skeletal Class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2015 Jan;147(1):37-44.
33. Ball RL, Miner RM, Will LA, Arai K. Comparison of dental and apical base arch forms in Class II Division 1 and Class I malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010 Jul;138(1):41-50
34. Suk KE, Park JH, Bayome M, Nam YO, Sameshima GT, Kook YA. Comparison between dental and basal arch forms in normal occlusion and Class III malocclusions utilizing cone-beam computed tomography. *Korean J Orthod*. 2013 Feb;43(1):15-22.
35. Zou W, Wu J, Jiang J, Xu T, Li C. Archform comparisons between skeletal class II and III malocclusions. *PLoS One*. 2014 Jun 27;9(6):e100655.
36. Tremont TJ, Posnick JC. Selected Orthodontic Principles for Management of Cranio-Maxillofacial Deformities. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2020 May;32(2):321-338.
37. O'Neil R, Kau CH. Comparison of dental arch forms created from assessment of teeth, alveolar bone, and the overlying soft tissue. *J Orofac Orthop*. 2021 Nov;82(6):413-421. English.
38. Aycardi MT, Ibarra M, Lanata A. Análisis de WALA Ridge para evaluar cambios transversales del arco inferior en pacientes tratados con sistemas de autoligado. *Univ Odontol*. 2014;33(70):129–36.
39. Ahmed M, Shaikh A, Fida M. Evaluation of conformity of preformed orthodontic archwires and dental arch form. *Dental Press J Orthod*. 2019 Jan-Feb;24(1):44-52.

40. Lione R, De Razza FC, Gazzani F, Cozza P, Pavoni C. Wilson curve modification in permanent dentition: a retrospective comparison between clear aligners and continuous archwire treatment. *Angle Orthod.* 2024 Jul 1;94(4):400-407.
41. Vilella KD, Assunção LR, Junkes MC, Menezes JV, Fraiz FC, Ferreira Fde M. Training and calibration of interviewers for oral health literacy using the BREALD-30 in epidemiological studies. *Braz Oral Res.* 2016 Aug 22;30(1):e90.
42. Conti MF, Vedovello Filho M, Vedovello SAS, Valdrighi HC, Kuramae M. Longitudinal evaluation of dental arches individualized by the WALA ridge method. *Dental Press J Orthod.* 2011 Mar-Apr;16(2):65–74.
43. Ramachandran UM, Suresh KP, Jeyaram SV. Comparison of WALA ridge and dental arch dimension changes before, after, and 1-year postorthodontic treatment in skeletal and dental Class I, Class II, and Class III malocclusion – A retrospective study. *Oral Health Res Clin Evid.* 2024 Jul–Dec;1(1):23–8.
44. Pucciarelli MGR, Ambrosio ECP, Oliveira TM, Sforza C, Menezes M, Soares S. Fluctuating arch symmetry: a comparison of two methods of assessment - applicability and efficiency. *Dental Press J Orthod.* 2024;29(4):e2423265.
45. Scanavini PE, Paranhos LR, Torres FC, Vasconcelos MHF, Jóias RP, Scanavini MA. Evaluation of the dental arch asymmetry in natural normal occlusion and Class II malocclusion individuals. *Dental Press J Orthod.* 2012 Jan-Feb;17(1):125-37.

46. Kusnoto J, Evans CA, BeGole EA, Obrez A. Orthodontic correction of transverse arch asymmetries. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002 Jan;121(1):38-45.
47. Ramón R, Adanero A, Miegimolle M. A New Approach to Diagnosis to Posterior Cross Bite: Intraoral Photography and Wala Ridge. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Aug 1;19(15):9443.

XI. ANEXOS

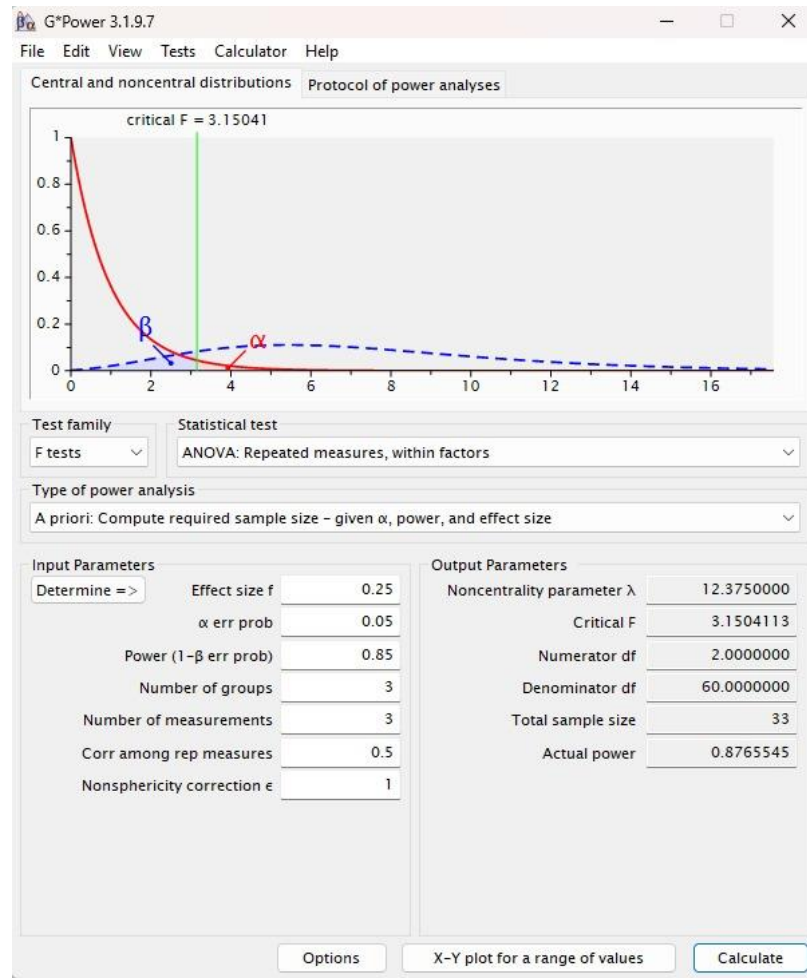
ANEXO 1. Distancias promedio FA-WALA en piezas inferiores según estudio original de Andrews



ANEXO 2. Mapa de Ubicación del Centro OCEA



ANEXO 3. Cálculo del tamaño muestral mediante análisis de potencia



Análisis de potencia realizado en el software G*Power 3.1.9.7 para estimar el tamaño muestral mínimo requerido en un diseño de medidas repetidas con tres tiempos (T0, T1 y T2). El modelo utilizado fue “ANOVA: repeated measures, within factors”, con un tamaño del efecto medio ($f = 0.25$), un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$), una potencia deseada del 85% ($1 - \beta = 0.85$) y una correlación esperada entre mediciones de 0.5. Bajo estos parámetros, el cálculo arrojó un tamaño mínimo de 33 sujetos.

ANEXO 4. Características descriptivas de la muestra del estudio

Característica	Descripción
Número de pacientes	35
Sexo	20 mujeres (57,1%), 15 varones (42,9%)
Edad al inicio (años)	13 – 31 (promedio: 18,0)
Tipo de tratamiento	Ortodoncia fija con brackets Andrews 2 (Henry Schein), sin extracciones dentarias (excepto terceros molares)
Tiempo de tratamiento (meses)	13 – 30 (promedio: 20,4)
Tiempo de seguimiento (T2)	24 meses postratamiento
Protocolo de contención	Superior: Hawley (uso continuo 6 meses, nocturno 6 meses, retiro progresivo). Inferior: Retenedor fijo de canino a canino (.010” trenzado), mantenido mínimo 3 años.

ANEXO 5. Operacionalización de las Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo	Escala de medición	Valores y categorías
Distancia entre el Punto FA y el Borde WALA	Distancia en milímetros entre el punto FA de los molares y premolares inferiores y el borde WALA, que representa su relación bucolingual en el plano transversal.	Determinada mediante una medición perpendicular desde el punto FA al borde WALA sobre modelos de yeso mandibulares, utilizando un calibrador digital modificado.	Distancia (en mm) desde el punto FA al borde WALA por diente y tiempo (T0, T1, T2)	Cuantitativa	De razón	Milímetros
Etapas del Tratamiento	Fase del proceso ortodóntico que indica el momento en que se encuentra el tratamiento de un paciente, permitiendo comparar cambios a lo largo del tiempo.	Se clasificó en tres momentos del tratamiento ortodóntico: T0: antes del tratamiento, T1: al finalizar el tratamiento activo, T2: dos años postratamiento.	Fase del tratamiento en la que se encuentra el paciente al momento de la medición.	Cualitativa	Ordinal	T0 (Inicial) T1 (Final) T2 (2 años post)
Lado	Mitad derecha o izquierda del arco mandibular en la que se ubica la pieza dentaria evaluada.	Se determinó si la pieza dentaria evaluada correspondía al lado derecho o izquierdo del arco mandibular, según su posición anatómica en el modelo de yeso, considerando la vista desde la perspectiva del paciente.	Ubicación lateral (derecha o izquierda) de cada diente postero-inferior evaluado en el modelo de yeso.	Cualitativa	Nominal	Derecho Izquierdo
Sexo	Característica biológica que clasifica al paciente como masculino o femenino.	Se registró según el sexo consignado en el documento de identidad del paciente.	Categoría asignada a cada paciente: masculino o femenino.	Cualitativa	Dicotómica Nominal	Hombre Mujer

ANEXO 6. Consentimiento Informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN	
Título del estudio:	Comparación de la distancia pre y postratamiento de ortodoncia entre los dientes postero-inferiores al borde WALA
Investigador:	Marco Antonio Estrada Vitorino
Institución:	Universidad Peruana Cayetano Heredia

Propósito del estudio:

Estimado participante, queremos invitarlo a formar parte de un estudio importante que busca analizar si existen cambios en la distancia entre los dientes postero-inferiores y el borde WALA después del tratamiento de ortodoncia. Este estudio es llevado a cabo por el doctor Marco Antonio Estrada Vitorino, estudiante de Maestría en Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Procedimiento:

Si usted acepta participar, se realizará lo siguiente:

1. Revisaremos los modelos de estudio en tres momentos específicos: T0 (antes de iniciar el tratamiento), T1 (al finalizar el tratamiento) y T2 (dos años después del tratamiento).
2. Los modelos T0 y T1 ya están registrados. Ahora necesitamos tomar el modelo T2 para completar el estudio.
3. Se revisará su historia clínica para obtener más información sobre su tratamiento.

Riesgos:

No existen riesgos al participar en este estudio. El procedimiento para tomar el modelo T2 es seguro y no causará dolor.

Beneficios:

Su participación nos ayudará a entender mejor cómo podemos mejorar la estabilidad y efectividad de los tratamientos de ortodoncia. Se le informará de manera confidencial los resultados obtenidos. Además, se le entregará un kit de limpieza dental que constará de un cepillo e hilo dental.

Confidencialidad:

Toda la información recopilada será mantenida en confidencialidad. Solo el investigador tendrá acceso a sus datos, que serán almacenados en un computador protegido con códigos en lugar de nombres. La información se guardará por un plazo de 6 meses y luego será eliminada. Si los resultados de este estudio se publican, no se revelará ninguna información que permita identificarlo a usted u otros participantes.

Derechos del participante:

Si usted decide participar en el estudio, podrá retirarse en cualquier momento sin sufrir ningún perjuicio. Si tiene alguna duda adicional, por favor contacte a Marco Antonio Estrada Vitorino al teléfono 941365542. Si tiene preguntas sobre los aspectos éticos del estudio, o cree que ha sido tratado injustamente puede contactar al Dr. Manuel Raúl Pérez Martinot, presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia al teléfono 01-3190000 anexo 201355 o al correo electrónico: orvei.ciei@oficinas-upch.pe

Asimismo, puede ingresar a este enlace para comunicarse con el Comité Institucional de Ética en Investigación UPCH:
<https://investigacion.cayetano.edu.pe/etica/ciei/consultasquejas>

Una copia de este consentimiento informado le será entregada.

DECLARACIÓN Y/O CONSENTIMIENTO

Acepto voluntariamente participar en este estudio. Comprendo las actividades en las que participaré si decido formar parte del estudio. También entiendo que puedo decidir no participar y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento.

Nombres y Apellidos:

DNI:

Firma:.....

Fecha y Hora:

Nombres y Apellidos del Investigador:

Firma del Investigador:

Fecha y Hora:

ANEXO 7. Asentimiento Informado

ASENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN	
Título del estudio:	Comparación de la distancia pre y postratamiento de ortodoncia entre los dientes postero-inferiores al borde WALA
Investigador:	Marco Antonio Estrada Vitorino
Institución:	Universidad Peruana Cayetano Heredia

Propósito del Estudio:

Hola, queremos invitarte a participar en un estudio para entender mejor cómo los dientes se mantienen en su lugar después de haber terminado un tratamiento de ortodoncia. Este estudio lo está realizando el doctor Marco Antonio Estrada Vitorino, estudiante de Maestría en Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

¿Qué haremos?

Si decides participar en este estudio, haremos lo siguiente:

1. Revisaremos los modelos de tus dientes en tres momentos: antes de empezar el tratamiento (T0), al terminar el tratamiento (T1) y dos años después de haber terminado el tratamiento (T2).
2. Los modelos T0 y T1 ya están registrados. Ahora necesitamos tomar el modelo T2 para completar el estudio.
3. Revisaremos tu historia clínica para obtener más información sobre tu tratamiento.

¿Hay algún riesgo?

No existen riesgos al participar en este estudio. Tomar el modelo T2 es seguro y no te causará dolor.

¿Cuáles son los beneficios?

Tu participación nos ayudará a mejorar los tratamientos de ortodoncia. Te informaremos de manera confidencial sobre los resultados obtenidos y recibirás un kit de limpieza dental que incluye un cepillo e hilo dental.

Confidencialidad:

Toda la información recopilada será mantenida en confidencialidad. Solo el investigador tendrá acceso a tus datos, que se almacenarán en un computador protegido con códigos en lugar de nombres. La información se guardará por 6 meses

y luego será eliminada. Si se publican los resultados del estudio, no se revelará ninguna información que permita identificarte.

Derechos del participante:

Tu participación en este estudio es completamente voluntaria. Puedes decidir no participar ahora o en cualquier momento sin sufrir ningún perjuicio. Si tienes alguna pregunta, puedes contactar al doctor Marco Antonio Estrada Vitorino llamando al teléfono 941365542. Si tienes dudas sobre los aspectos éticos del estudio, puedes contactar al Dr. Manuel Raúl Pérez Martinot, Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, llamando al teléfono 01-3190000 anexo 201355 o enviando un correo electrónico a orvei.ciei@oficinas-upch.pe. También puedes comunicarte con el Comité Institucional de Ética en Investigación UPCH a través de este enlace: <https://investigacion.cayetano.edu.pe/etica/ciei/consultasquejas>

Una copia de este consentimiento informado le será entregada.

DECLARACIÓN DE ASENTIMIENTO

Acepto voluntariamente participar en este estudio. Entiendo las actividades en las que participaré si decido formar parte del estudio. También sé que puedo decidir no participar y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento.

Nombres y Apellidos:
Edad:
Firma:
Fecha y Hora:

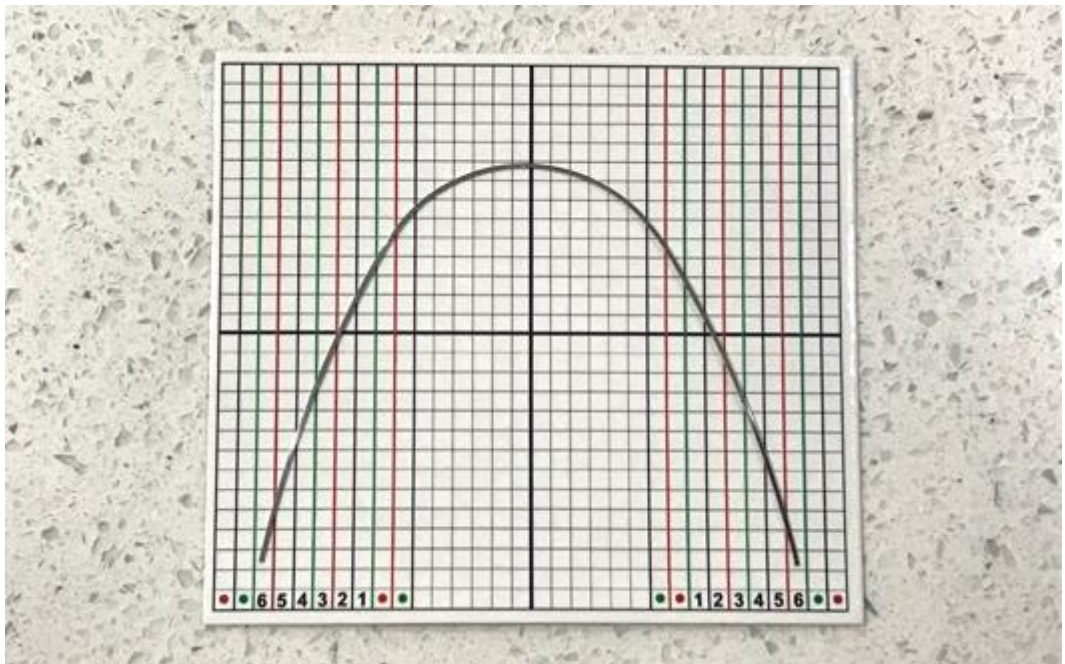
CONSENTIMIENTO DE LOS PADRES/TUTORES

Acepto voluntariamente que mi hijo(a) participe en este estudio. Comprendo las actividades en las que participará si decide formar parte del estudio. También entiendo que mi hijo(a) puede decidir no participar y que puede retirarse del estudio en cualquier momento.

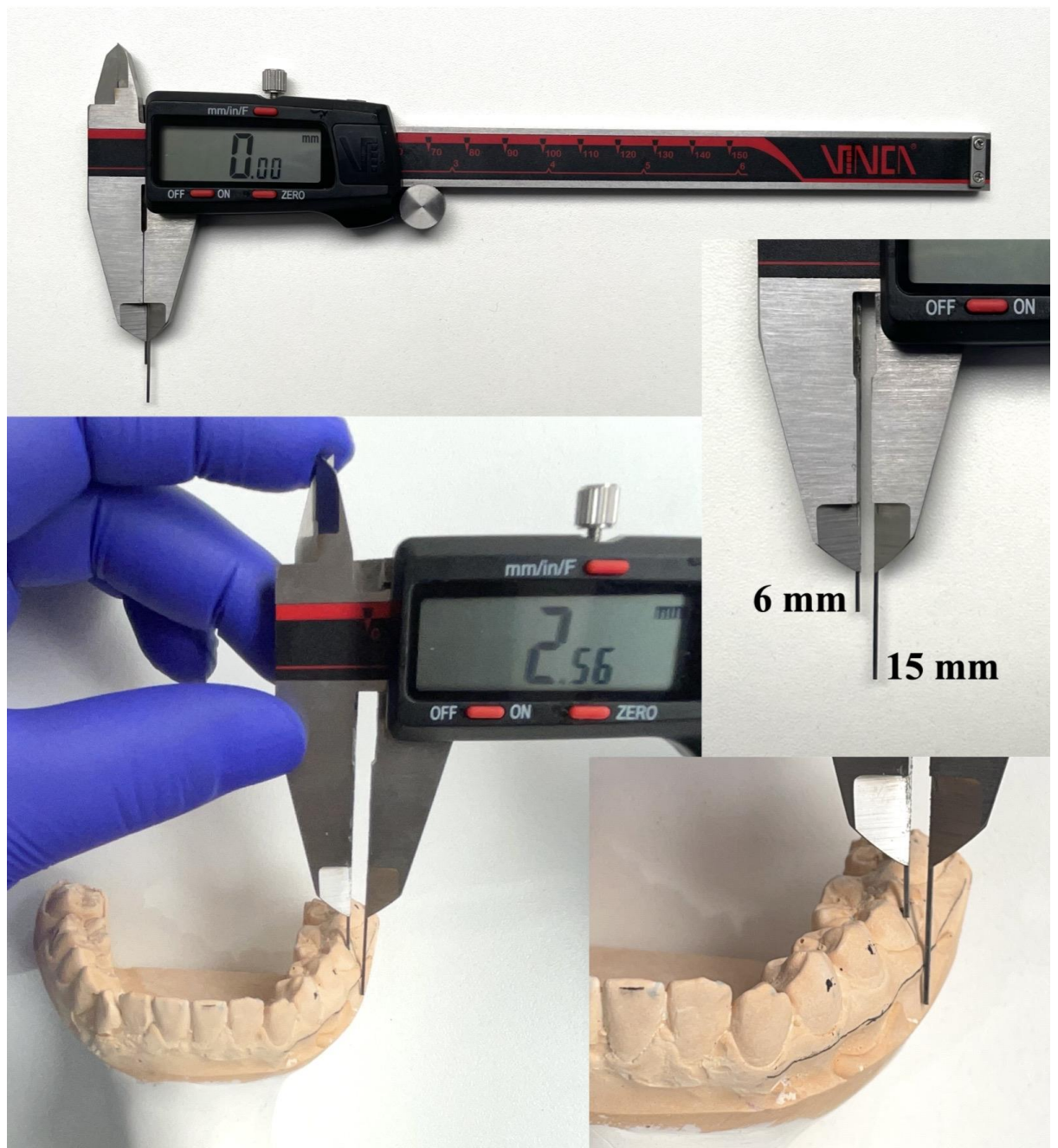
Nombres y Apellidos del Padre/Madre/Tutor:
Firma del Padre/Madre/Tutor:
DNI:
Fecha y Hora:

Nombres y Apellidos del Investigador:
Firma del Investigador:
Fecha y Hora:

ANEXO 8. Conformación de Arcos según el borde WALA



ANEXO 9. Procedimiento de Medición de la Distancia Punto FA al borde WALA



ANEXO 10. Solicitud de Autorización

SOLICITO: AUTORIZACIÓN PARA DESARROLLO DE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

SEÑOR GERENTE CLÍNICO DEL CENTRO OCEA

Yo, Marco Antonio Estrada Vitorino, Cirujano Dentista, identificado con DNI 25001268, con estudios de Maestría en la Universidad Peruana Cayetano Heredia, ante usted me presento y expongo:

Que habiendo desarrollado el proyecto de investigación titulado “Comparación de la distancia pre y postratamiento de ortodoncia entre los dientes postero-inferiores al borde WALA”, el cual tiene como objetivo evaluar si existen cambios postratamiento de ortodoncia en la distancia entre los dientes postero-inferiores y el borde WALA. Este estudio considerará variables como el tiempo de tratamiento, el sexo del paciente y el lado de la mandíbula (izquierdo o derecho) para determinar su influencia en dichos cambios.

Por tal motivo, solicito a usted se me brinde el consentimiento y autorización para ejecutar dicho estudio en el centro OCEA. La ejecución del estudio implicará la evaluación de modelos y la revisión de historias clínicas (HC) de los pacientes tratados durante el período 2020-2022. Se garantizará en todo momento la confidencialidad y protección de los datos personales de los pacientes, cumpliendo con las normativas vigentes sobre protección de datos.

Este estudio no solo contribuirá al avance científico en el campo de la ortodoncia, sino que también beneficiará a la comunidad, ya que los resultados serán publicados en revistas científicas y divulgados en diversos foros académicos, redundando en un mayor conocimiento y mejora en la práctica ortodóntica.

Por lo expuesto:

Solicito a usted se me brinde la autorización y el consentimiento para la ejecución del estudio.

Lima, 30 de mayo del 2024

Atentamente,

Marco Estrada Vitorino
Cirujano Dentista
C.O.P. 10490

ANEXO 11. Constancia de Aprobación Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación – UPCH



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

CONSTANCIA-CIEI-447-35-24

El Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia hace constar que el proyecto de investigación señalado a continuación fue **APROBADO** por el Comité Institucional de Ética en Investigación, bajo la categoría de revisión **EXPEDITA**.

Título del Proyecto : “COMPARACIÓN DE LA DISTANCIA PRE Y POST TRATAMIENTO DE ORTODONCIA ENTRE LOS DIENTES POSTERO-INFERIORES AL BORDE WALA”

Código SIDISI : 214746

Investigador(a) principal(es) : Estrada Vitorino Marco Antonio

La **aprobación** incluyó los documentos finales descritos a continuación:

1. Protocolo de investigación, versión 13 de fecha 10 de setiembre del 2024.
2. Consentimiento Informado, versión 13 de fecha 10 de setiembre del 2024.
3. Asentimiento Informado (12 a 17 años), versión 13 de fecha 10 de setiembre del 2024.

La **APROBACIÓN** considera el cumplimiento de los estándares de la Universidad, los lineamientos científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo investigador y la confidencialidad de los datos, entre otros.

Cualquier enmienda, desviaciones, eventualidad deberá ser reportada de acuerdo a los plazos y normas establecidas. El investigador reportará cada seis meses el progreso del estudio y alcanzará un informe al término de éste. La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente documento hasta el **Sábado 13 de setiembre del 2025**.

El presente proyecto de investigación sólo podrá iniciarse después de haber obtenido la(s) autorización(es) de la(s) institución(es) donde se ejecutará.

Si aplica, los trámites para su renovación deberán iniciarse por lo menos 30 días previos a su vencimiento.

Lima, 13 de setiembre del 2024



Manuel Raul Perez Martinot
Presidente
Comité Institucional de Ética en Investigación
Universidad Peruana Cayetano Heredia

ANEXO 12. Presupuesto

Materiales de impresión y modelos de estudio	2000 soles
Herramientas y equipo de medición	400 soles
Materiales para la conformación de arcos	700 soles
Imprevistos	500 soles
TOTAL	3600 soles

ANEXO 13. Cronograma de Actividades

PROCEDIMIENTO	Mayo 2024	Junio 2024	Julio 2024	Agosto 2024	Sep 2024	Octubre 2024	Nov 2024	Dic 2024	Enero 2025	Feb 2025	Marzo 2025	Abril 2025	Mayo 2025	Junio 2025	Julio 2025
Desarrollo del Proyecto	X														
Presentación del Proyecto		X													
Aprobación del Proyecto		X	X												
Revisión de Modelos T0 y T1			X	X											
Estudio Piloto			X	X											
Recopilación de Modelos T2					X	X	X								
Recolección de Datos							X	X							
Ejecución del Proyecto								X	X	X					
Análisis de Datos										X	X				
Resultados y Discusión												X			
Conclusiones y Sugerencias													X		
Informe Final														X	
Sustentación															X