



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
ESTOMATOLOGÍA

PREDICTIBILIDAD DE LOS MOVIMIENTOS DENTARIOS EN EL
TRATAMIENTO ORTODÓNTICO CON ALINEADORES SEGÚN
DISEÑO DE LA LÍNEA DE CORTE GINGIVAL

PREDICTABILITY OF TOOTH MOVEMENTS IN ORTHODONTIC
TREATMENT WITH ALIGNERS ACCORDING TO THE GINGIVAL
CUT LINE DESIGN

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ORTODONCIA Y
ORTOPEDIA MAXILAR

AUTOR

ALEJANDRO EDUARDO ARANZABAL NAVARRETE

ASESOR

JOSE ANTONIO VIDALON CASTILLA

LIMA – PERÚ

2024

ASESOR DE TRABAJO ACADÉMICO

ASESOR

Mg. Esp. Jose Antonio Vidalon Castilla

Departamento Académico Estomatológico del Niño y del Adolescente

ORCID: 0000-0002-8168-0006

Fecha de aprobación: 23 de Setiembre 2024

Calificación: Aprobado

DECLARACIONES Y CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

PREDICTIBILIDAD DE LOS MOVIMIENTOS DENTARIOS EN EL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO CON ALINEADORES SEGÚN DISEÑO DE LA LÍNEA DE CORTE GINGIVAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	magazine.zhermack.com Fuente de Internet	2%
3	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	Submitted to uniovi Trabajo del estudiante	1%
5	issuu.com Fuente de Internet	1%
6	Submitted to London Metropolitan University Trabajo del estudiante	<1%
7	acikerisim.balikesir.edu.tr Fuente de Internet	<1%
8	prezi.com Fuente de Internet	<1%

TABLA DE CONTENIDOS

Pág.

Resumen

Abstract

I.	Introducción	1
II.	Objetivos	4
III.	Materiales y Métodos	5
IV.	Resultados Esperados	12
V.	Conclusiones	15
VI.	Referencias bibliográficas	16
VII.	Presupuesto y cronograma	19

Anexos

RESUMEN

Introducción: Los alineadores se comercializaron como una alternativa a los aparatos fijos tradicionales. Con el tiempo, la gama de casos que se pueden tratar mediante alineadores invisibles se ha ampliado. Aún no hay consenso en cuanto a la previsibilidad del movimiento con alineadores y cómo la distribución de fuerzas transmitidas desde los alineadores a la superficie del diente se ven afectadas por la geometría y la extensión de la línea de corte, se han realizado pocos estudios para investigar la capacidad efectiva de los alineadores para lograr movimientos complejos.

Objetivo: Evaluar la predictibilidad de los movimientos ortodónticos dentarios con alineadores transparentes con diferentes diseños de corte a nivel gingival, de pacientes atendidos en el servicio de Ortodoncia y Ortopedia maxilar del Centro Dental Docente Cayetano Heredia en el periodo 2024 - 2025. **Materiales y Métodos:** El siguiente estudio será de tipo longitudinal, observacional, descriptivo y prospectivo, para verificar la hipótesis de que el tratamiento con alineadores transparentes con línea de corte gingival festoneado no expresa completamente los movimientos ortodónticos dentarios diseñado digitalmente en la primera etapa de tratamiento. La población estará conformada por pacientes (En un rango de edad entre los 18 a 35 años.) que reciban tratamiento ortodóntico con alineadores transparentes con diferente diseño de corte. Se analizarán modelos digitales de cada paciente en formato .STL (Standard Tessellation Language) antes y después del tratamiento con alineadores. **Conclusiones:** esto permitirá la identificación de puntos de referencia anatómicos, planos y ejes para obtener mediciones lineales y angulares pre-tratamiento (T0), post-tratamiento ideal (T1) y post-tratamiento real (T2), en el servicio de Ortodoncia y Ortopedia maxilar del Centro Dental Docente Cayetano Heredia, durante el periodo 2024 - 2025.

Palabras clave: Movimiento Ortodóntico, Precisión del Movimiento, Predictibilidad, Aparato termoplástico removible, Análisis de estrés.

ABSTRACT

Introduction: Aligners were marketed as an alternative to traditional fixed appliances. Over time, the range of cases that can be treated using invisible aligners has expanded. There is still no consensus regarding the predictability of movement with aligners and how the distribution of forces transmitted from the aligners to the tooth surface is affected by the geometry and extent of the shear line, and few studies have been conducted to investigate the effective ability of aligners to achieve complex movements. **Objective:** To evaluate the predictability of orthodontic tooth movements with clear aligners with different cutting designs at the gingival level, in patients treated at the Orthodontics and Maxillary Orthopedics service of the Cayetano Heredia Teaching Dental Center in the period 2024 - 2025. **Materials and Methods:** The following study will be longitudinal, observational, descriptive and prospective, to verify the hypothesis that treatment with clear aligners with a scalloped gingival cutting line does not fully express the orthodontic tooth movements digitally designed in the first stage of treatment. The population will be made up of patients (In an age range between 18 to 35 years) who receive orthodontic treatment with clear aligners with different cutting designs. Digital models of each patient will be analyzed in .STL (Standard Tessellation Language) format before and after treatment with aligners. **Conclusion:** this will allow the identification of anatomical reference points, planes and axes to obtain linear and angular measurements pre-treatment (T0), ideal post-treatment (T1) and actual post-treatment (T2), in the Orthodontics and Maxillary Orthopedics service of the Cayetano Heredia Teaching Dental Center, during the period 2024 - 2025.

Keywords: Orthodontic Movement, Movement Precision, Predictability, Removable thermoplastic appliance, Stress analysis.

I. INTRODUCCIÓN

La ortodoncia tuvo sus orígenes alrededor de los años 1800, pero hubo que esperar a finales del año 1970 para llegar al concepto de ortodoncia de “arco recto”, gracias a Lawrence F. Andrews, quien fue la primera persona en teorizar y crear los brackets preajustados. Actualmente, el “gold estándar” sigue siendo la técnica tradicional con aparatos fijos, pero, teniendo en cuenta las innegables ventajas y los constantes avances tecnológicos, es justo considerar la técnica con alineadores transparentes como una alternativa eficaz y adecuada en un amplio número de contextos clínicos.

Desde que la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA siglas en inglés) aprobó en 1998, el sistema Invisalign (Align Technology, Santa José, California) se ha utilizado para tratar a más de 18 millones de pacientes (1) y ha inspirado a muchas otras empresas a desarrollar productos de alineadores secuenciales para el movimiento dentario en ortodoncia.

El tratamiento con alineadores transparentes es una técnica de ortodoncia que utiliza materiales termoplásticos, accesorios adhesivos y otras herramientas auxiliares para mover los dientes de forma gradual a través de programas digitales (2,3). En las últimas dos décadas, el campo de la ortodoncia se ha visto revolucionado por los avances tecnológicos. Las imágenes tridimensionales y los escáneres intraorales han ampliado las capacidades de diagnóstico, planificación del tratamiento y la fabricación digital de aparatos (4 – 6).

Lamentablemente, la literatura actual, muestra que la confiabilidad del movimiento dentario con dispositivos como los alineadores no es alentadora. Diversas investigaciones, han demostrado que lo planificado virtualmente no es lo que se puede expresar clínicamente (7 – 11).

A través de deformaciones creadas por inteligencia artificial en los alineadores, éstos logran movimientos sutiles en los dientes, los alineadores transparentes proporcionan fuerzas más suaves y precisas, siendo el conocimiento de la biomecánica de los alineadores, crucial en la definición de la calidad del tratamiento de ortodoncia con alineadores.

Algunos estudios clínicos han explorado la predictibilidad del tratamiento con alineadores transparentes en varios tipos de movimientos dentales. Los resultados indicaron que los alineadores transparentes fueron más eficientes para lograr movimientos como la distalización de molares y la expansión del arco, mientras que la predictibilidad fue baja para movimientos como la extrusión y la corrección de rotaciones. (3, 12, 13).

Uno de los factores que influye en el comportamiento biomecánico del alineador es el diseño de la línea de corte. El corte festoneado conduce a una mayor flexibilidad y debilitamiento del material en áreas marginales, lo que resulta en una reducción de la magnitud de fuerza aplicada sobre el diente. El recorte del alineador extendido recto parece aumentar la rigidez, la retención y la adaptación gingival del alineador logrando una mejor distribución de la tensión y un mejor control del movimiento dentario,

ejerciendo fuerzas más cerca del centro de resistencia, mejorando así potencialmente el control del movimiento corporal. (14)

La investigación clínica sobre tratamiento con alineadores transparentes aún requiere un mayor análisis, siendo que la mayoría de los estudios publicados comprenden pequeños grupos de pacientes, organizados de manera no homogénea, (15 – 17). generando todo esto, cierto grado de escepticismo en muchos ortodoncistas. En tal sentido, este estudio de investigación va dirigido a ortodoncias y estudiantes del área de postgrado en ortodoncia y ortopedia maxilar, en cuya práctica clínica es común la aplicabilidad de los alineadores.

El presente estudio de investigación tiene como objetivo evaluar la predictibilidad de los movimientos ortodónticos dentarios con alineadores transparentes en pacientes atendidos en el Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia en el periodo 2024 - 2025.

II. OBJETIVOS

Objetivos Generales

Evaluar la predictibilidad de los movimientos ortodónticos dentarios con alineadores transparentes con diferentes diseños de corte a nivel gingival atendidos en el servicio de Ortodoncia y Ortopedia maxilar del Centro Dental Docente Cayetano Heredia en el periodo 2024 - 2025.

Objetivos Específicos

- Evaluar la predictibilidad de los movimientos ortodónticos dentarios de intrusión y extrusión con alineadores invisibles con diferente diseño de corte.
- Evaluar la predictibilidad de los movimientos ortodónticos dentarios de rotación con alineadores invisibles con diferente diseño de corte.
- Evaluar la predictibilidad de los movimientos ortodónticos dentarios de expansión con alineadores invisibles con diferente diseño de corte.
- Evaluar la predictibilidad de los movimientos ortodónticos dentarios de inclinación con alineadores invisibles con diferente diseño de corte.
- Evaluar los factores que pueden influir en el comportamiento biomecánico del alineador en el diseño de la línea de corte gingival.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del Estudio

Se realizará un estudio longitudinal, observacional, descriptivo y prospectivo, para verificar la hipótesis de que el tratamiento con alineadores transparentes con línea de corte gingival festoneado no expresa completamente los movimientos ortodónticos dentarios diseñado digitalmente en la primera etapa de tratamiento.

Población

La muestra estará compuesta por los pacientes, en un rango de edad entre los 18 a 35 años, que reciban tratamiento ortodóntico con alineadores transparentes con diferente diseño de corte, en el servicio de Ortodoncia y Ortopedia maxilar del Centro Dental Docente Cayetano Heredia, durante el periodo 2024 - 2025.

Criterios de Selección

Criterios de Inclusión:

- Pacientes que hayan sido sometidos a tratamiento con alineadores invisibles en ambas arcadas.
- Pacientes en dentición permanente completa, con la excepción de los terceros molares.
- Movimientos dentarios programados a velocidad estándar de acuerdo al fabricante.
- Alineadores transparentes usados en un rango diario de 20 – 22 horas.
- Alineadores transparentes cambiados cada 7 a 14 días.

- Tratamiento con alineadores por un tiempo aproximado de 9 meses que comprenda la primera etapa de tratamiento. (Alineamiento y nivelación dentaria).

Criterios de Exclusión

- Pacientes que requieran tratamiento ortodóntico – quirúrgico.
- Pacientes con lesiones cariosas.
- Pacientes con tratamientos híbridos (alineadores con cualquier otro aparato de ortodoncia).
- Pacientes con tratamiento de ortodoncia previo.
- Pacientes que presenten prótesis dentales.
- Pacientes que presenten problemas periodontales.
- Pacientes que presente signos y/o síntomas de trastornos temporomandibulares.

Variables

Movimientos ortodónticos dentarios de intrusión y extrusión con alineadores invisibles: Movimiento dental controlado en dirección axial fuera de su posición normal en el alvéolo en relación con el plano oclusal. Se digitalizaron las cúspides de los caninos, el punto medio del borde de los incisivos y las cúspides vestibulares mesial y distal de los molares como puntos de referencia para medir el movimiento dentario a lo largo de planos sagitales y verticales. Es Cuantitativa, escala en Razón. Los indicadores serán los resultados de medición en los archivos .STL de los arcos maxilar y mandibular de todos los pacientes pre-tratamiento (T0), post-tratamiento ideal (T1)

y post-tratamiento real (T2) desde el software. Los valores son medidos en Milímetros (mm).

Movimientos ortodónticos dentarios de rotación con alineadores invisibles: Corrección de la posición de un diente alrededor de su eje longitudinal (Corona - raíz). Se define operacionalmente como la medición del puntos mesial y distal de la superficie oclusal del canino se proyectaron sobre el plano transversal. El ángulo entre esta línea proyectada y el plano sagital medio se definió como el ángulo de rotación absoluto. Es Cuantitativa, escala en Razón. Los indicadores serán los resultados de medición en los archivos .STL de los arcos maxilar y mandibular de todos los pacientes pre-tratamiento (T0), post-tratamiento ideal (T1) y post-tratamiento real (T2) desde el software. Los valores son medidos en grados (°).

Movimientos ortodónticos dentarios de expansión con alineadores invisibles: Ancho transversal maxilar - mandibular, además de la inclinación vestibulolingual de los dientes posteriores. Se define operacionalmente evaluar cuatro medidas de cada diente y su antagonista en: las puntas de las cúspides (vestibular en premolares, mesiovestibular en los molares), el centro de las superficies linguales/palatinas a lo largo del margen gingival, los centroides (centro de masa) de la corona clínica, el punto en la superficie oclusal de cada diente en el que el eje largo interceptaba la superficie oclusal. Es Cuantitativa, escala en Razón. Los indicadores serán los resultados de medición en los archivos .STL de los arcos maxilar y mandibular de todos los pacientes pre-tratamiento (T0), post-tratamiento ideal (T1) y post-tratamiento real (T2) desde el software. Los valores son medidos en Milímetros (mm).

Movimientos ortodónticos dentarios de inclinación con alineadores invisibles: Movimiento de un diente en relación con su eje longitudinal y el arco dental. Evalúa cómo está orientada la corona del diente respecto a la raíz y cómo se inclina el diente hacia adelante (vestibularmente) o hacia atrás (lingual o palatino). Se define operacionalmente un sistema de coordenadas individual: el plano transversal individual es paralelo al plano transversal global de cada pieza dental: Plano mesiodistal, plano perpendicular al plano transversal y pasaba por los puntos mesial y distal a lo largo del surco oclusal central. Plano vestibulolingual, es el plano que era perpendicular tanto al plano transversal como al plano mesiodistal. Es Cuantitativa, escala en Razón. Los indicadores serán los resultados de medición en los archivos .STL de los arcos maxilar y mandibular de todos los pacientes pre-tratamiento (T0), post-tratamiento ideal (T1) y post-tratamiento real (T2) desde el software. Los valores son medidos en grados (°).

Periodo de evaluación de uso de Alineadores Invisibles: Es el tiempo transcurrido desde el cambio entre alineadores. Se define operacionalmente como el registro de bases de datos. Es Cualitativa, escala Politómica Ordinal. Los indicadores serán los días Cumplidos. Los valores son cambios a 7 días y 14 días

Diseño de la línea de corte gingival del Alineador: Variación en el tamaño vertical de los alineadores que cubren los dientes y encía. Se define operacionalmente como el registro de bases de datos. Es Cuantitativa, escala en Razón. Los indicadores serán el diseño de la línea de corte. Los valores son alineadores con margen festoneado y corte recto 2mm por encima del cenit gingival.

Procedimientos

Se evaluarán los efectos clínicos de dos tipos de alineadores: Alineadores de márgenes festoneados y alineadores de corte recto a 2 mm por encima del cenit gingival, con y sin attachments. Los alineadores serán usados por los pacientes en un promedio de 22 horas al día, y serán renovados por nuevos alineadores en un periodo comprendido entre 7 a 14 días, dependiendo de las indicaciones del fabricante y la expresión clínica de los movimientos dentarios.

Los modelos digitales de cada paciente serán analizados en formato .STL (Standard Tessellation Language) por un solo operador. Permitirá la identificación de puntos de referencia anatómicos, planos y ejes en los modelos digitales, necesarios a su vez para el cálculo de la angulación, inclinación y prominencia vestibular de cada diente, todo esto, a través de mediciones lineales y angulares.

Se analizarán modelos digitales pre-tratamiento (T0), post-tratamiento ideal (T1) y post-tratamiento real (T2) de los maxilares superior e inferior de cada paciente.

Tipo de alineador

Material:

El alineador festoneado será confeccionado de un material de poliuretano termoplástico multicapa, copoliéster de aproximadamente 0,76mm de grosor dependiendo de las indicaciones del fabricante.

El alineador con bordes rectos a 2mm por encima del zenit, empleará un material con una estructura única de tres capas, que combina un núcleo interno elastomérico, con dos capas externas de poliuretano termoplástico, obteniéndose un grosor total de 0,75mm.

Plan de análisis

Se realizarán los siguientes cálculos para cada tipo de movimiento dentario en todos los pacientes:

1. El valor absoluto de la prescripción, es decir, la diferencia entre las mediciones ideales post-tratamiento y pre-tratamiento, para identificar el movimiento total programado:

$$\text{prescripción} = \text{post-tratamiento ideal (T1)} - \text{pre-tratamiento(T0)}$$

2. El valor absoluto de la imprecisión, es decir, la diferencia entre las mediciones ideales y reales post-tratamiento, para identificar la diferencia entre la posición real post-tratamiento de cada diente y el movimiento programado:

$$\text{imprecisión} = \text{post-tratamiento ideal (T1)} - \text{post-tratamiento real(T2)}$$

Análisis de la Precisión del movimiento

Para cuantificar la precisión de cada movimiento para cada tipo de diente respecto a la prescripción se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Precisión del Movimiento} = \frac{\text{post-tratamiento real(T2)} - \text{pre-tratamiento inicial (T0)}}{\text{post-tratamiento ideal (T1)} - \text{pre-tratamiento inicial (T0)}}$$

De esta forma se obtendrá un índice de precisión de cada movimiento: cuanto más cercano a 1 sea el valor, más preciso será el movimiento dental logrado por la serie de alineadores (100% de la prescripción).

Aspectos éticos del estudio

Se solicitará la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia para la realización del presente trabajo de investigación. Se garantizará la confidencialidad y manejo ético de la base de datos, respetando los derechos de los participantes guardando su identidad.

IV. RESULTADOS ESPERADOS

El recorte festoneado producirá una mayor flexibilidad y debilitamiento del material en las áreas marginales, lo que resultaría en una reducción de la cantidad de fuerza aplicada sobre el diente cerca del área gingival, disminuyendo la probabilidad de lograr movimientos más complejos (como la traslación corporal).

El recorte del alineador recto extendido a 2mm por encima del cenit gingival aumentaría la rigidez, la retención y la adaptación gingival del alineador, logrando una mejor distribución de la fuerza y un mejor control del movimiento dental, aplicando mayor fuerza en el área gingival, acercándose al centro de resistencia, mejorando así potencialmente el control del movimiento corporal. El diseño extendido y recto de la línea de corte exhibiría fuerzas y una distribución de tensión más uniformes a lo largo de la superficie coronal de los dientes a diferencia diseños convencionales (festoneados).

La precisión en predictibilidad sería alta en la extrusión de incisivos y la intrusión de molares y de baja precisión en movimientos de intrusión de incisivos y la extrusión de molares sugiriendo que los alineadores podrían ser más eficaces en el tratamiento de la mordida abierta.

Los movimientos de rotación, especialmente de dientes redondeados como los caninos y premolares, serán notoriamente difíciles de predecir con alineadores. Se podría lograr una mayor precisión de rotación canina asociada está con la reducción interproximal (IPR).

Los movimientos de inclinación mesiodistal se considerará el movimiento más predecible, a diferencia de la inclinación vestibulolingual, los movimientos más precisos serán la inclinación mesiodistal de los molares superiores y premolares inferiores. los movimientos menos predecibles logrados en el sector anterior serán los caninos e incisivos superiores.

En los arcos maxilares y mandibulares, la expansión será más predecible en los premolares y menos predecible en los molares, con una expansión en el arco maxilar generalmente menos predecible que en el arco mandibular.

Las imprecisiones en la expansión resultaran de la subexpansión y la sobreexpansión de todos los dientes (excluidos los segundos molares). Por lo tanto, las recomendaciones absolutas de sobrecorrección basadas en imprecisiones de expansión deberán tomarse con precaución.

El régimen de cambio de alineadores deberá definirse en función del movimiento que se necesita controlar durante el tratamiento: un protocolo de 7 días generalmente es suficiente para la mayoría de los movimientos, pero el control de inclinación molar, la rotación de caninos y premolares inferiores y el control de la inclinación y rotación de molares inferiores requieren un cambio de alineadores de 14 días.

Utilizando un medio tan preciso y reproducible de superposición y medición de modelos, deberían involucrar muestras más grandes para identificar los posibles beneficios y desventajas del sistema de alineadores.

Ninguno de los dientes mostrará una precisión superior al 100 %, por lo que se recomienda la verificación en una fase intermedia y en una fase de acabado.

V. CONCLUSIONES

Este estudio permitirá obtener información confiable de la predictibilidad de los movimientos ortodónticos dentarios con alineadores transparentes con diferentes diseños de línea de corte a nivel gingival. El diseño de la línea de corte podría tener un impacto significativo en el resultado clínico del tratamiento con alineadores.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Align technology. Align Technology announces second quarter 2024 financial results. Available at: <https://investor.aligntech.com/news-releases/news-release-details/align-technology-announcessecond-quarter-2024-financial-results>. Accessed July 24, 2024.
2. Weir T: Clear aligners in orthodontic treatment. *Aust Dent J.* 2017, 62:58-62. 10.1111/adj.12480
3. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL: Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. *Angle Orthod.* 2015, 85:881-9. 10.2319/061614-436.1
4. Kau CH, Richmond S, Palomo JM, Hans MG. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod.* 2005;32:282–93.
5. Al Mortadi N, Jones Q, Eggbeer D, Lewis J, Williams RJ. Fabrication of a resin appliance with alloy components using digital technology without an analog impression. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;148(5):8627. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.06.014>.
6. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;149:161–70.

7. Haouili N, Kravitz ND, Vaid NR, Ferguson DJ, Makki L. Has Invisalign improved? A prospective follow-up study on the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020;158(3):420–5.
8. Papadimitriou A, Mousoulea S, Gkantidis N, Kloukos D. Clinical effectiveness of Invisalign® orthodontic treatment: a systematic review. *Prog Orthod.* 2018;19(1):37. <https://doi.org/10.1186/s40510-018-0235-z>.
9. Patterson BD, Foley PF, Ueno H, Mason SA, Schneider PP, Kim KB. Class II malocclusion correction with Invisalign: Is it possible? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021;159(1):e41–8.
10. Kravitz ND, Kusnoto B, BeGole E, Obrez A, Agran B. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(1):27–35.
11. Houle JP, Piedade L, Todescan R Jr, Pinheiro FH. The predictability of transverse changes with Invisalign. *Angle Orthod.* 2017;87(1):19–24.
12. Tao T, Liang H, Yan X, et al.: Comparison of root parallelism in extraction cases treated with clear aligners vs. fixed appliances. *Appl Sci.* 2022, 12:11756. [10.3390/app122211756](https://doi.org/10.3390/app122211756)
13. Ren L, Liu L, Wu Z, et al.: The predictability of orthodontic tooth movements through clear aligner among first-premolar extraction patients: a multivariate analysis. *Prog Orthod.* 2022, 23:52. [10.1186/s40510-022-00447-y](https://doi.org/10.1186/s40510-022-00447-y)

14. Elshazly, T. et al. Effect of Trimming Line Design and Edge Extension of Orthodontic Aligners on Force Transmission: An in vitro Study. *Journal of Dentistry* (2022)
15. Grünheid T, Loh C, Larson BE. How accurate is Invisalign in nonextraction cases? Are predicted tooth positions achieved? *Angle Orthod.* 2017;87(6):809–15. <https://doi.org/10.2319/022717-147.1>.
16. Dai FF, Xu TM, Shu G. Comparison of achieved and predicted tooth movement of maxillary first molars and central incisors: first premolar extraction treatment with Invisalign. *Angle Orthod.* 2019;89(5):679–87.
17. Bilello G, Fazio M, Amato E, Crivello L, Galvano A, Currò G. Accuracy evaluation of orthodontic movements with aligners: a prospective observational study. *Prog Orthod.* 2022;23(1):12. <https://doi.org/10.1186/s40510-022-00406-7>.

VII. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Presupuesto

MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Computadora	01	4500.00	4500.00
TOTAL			4500.00

Cronograma

Actividades	Agosto 2024	Septiembre 2024	Octubre 2024	Noviembre 2024	Diciembre 2024	Enero 2025
Presentación de protocolo	X					
Aceptación de protocolo		X				
Recojo de datos			X			
Procesamiento de datos				X		
Análisis de datos					X	
Informe final						X

ANEXOS

Cuadro de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPOS	ESCALA	INDICADORES	VALORES
Movimientos ortodónticos dentarios de intrusión y extrusión con alineadores invisibles.	Movimiento dental controlado en dirección axial fuera de su posición normal en el alvéolo en relación con el plano oclusal	Las cúspides de los caninos, el punto medio del borde de los incisivos y las cúspides vestibulares mesial y distal de los molares se digitalizaron como puntos de referencia para medir el movimiento dentario a lo largo de planos sagitales y verticales	Cuantitativa	Razón	Valor de la medición en los archivos STL de los arcos maxilar y mandibular de todos los pacientes previos al tratamiento (T0), de resultado previsto del software (T1) y posteriores al tratamiento (T2) desde el software	Milímetros (mm)

<p>Movimientos ortodónticos dentarios de rotación con alineadores invisibles.</p>	<p>Corrección de la posición de un diente alrededor de su eje longitudinal (Corona - raíz)</p>	<p>Puntos mesial y distal de la superficie oclusal se proyectaron sobre el plano transversal. El ángulo entre esta línea proyectada y el plano sagital medio se definió como el ángulo de rotación absoluto</p>	<p>Cuantitativa</p>	<p>Razón</p>	<p>Valor de la medición en los archivos STL de los arcos maxilar y mandibular de todos los pacientes previos al tratamiento (T0), de resultado previsto del software (T1) y posteriores al tratamiento (T2) desde el software</p>	<p>Grados (°)</p>
<p>Movimientos ortodónticos dentarios de expansión con alineadores invisibles.</p>	<p>Ancho transversal maxilar - mandibular, además de la inclinación vestibulolingual de los dientes posteriores</p>	<p>Se tomaron cuatro medidas de cada diente y su antagonista en: las puntas de las cúspides (vestibular en premolares, mesiovestibular en los molares), el centro de las</p>	<p>Cuantitativa</p>	<p>Razón</p>	<p>Valor de la medición en los archivos STL de los arcos maxilar y mandibular de todos los pacientes previos al tratamiento (T0), de resultado previsto del</p>	<p>Milímetros (mm)</p>

		superficies linguales/palatinas a lo largo del margen gingival, los centroides (centro de masa) de la corona clínica, el punto en la superficie oclusal de cada diente en el que el eje largo interceptaba la superficie oclusal			software (T1) y posteriores al tratamiento (T2) desde el software	
Movimientos ortodónticos dentarios de inclinación con alineadores invisibles.	Movimiento de un diente en relación con su eje longitudinal y el arco dental. Evalúa cómo está orientada la corona del diente respecto a la raíz y cómo se inclina el diente hacia adelante (vestibularmente) o hacia atrás (lingual o palatino).	Para cada diente, se estableció un sistema de coordenadas individual: el plano transversal individual era paralelo al plano transversal global: Plano mesiodistal plano perpendicular al plano transversal	Cuantitativa	Razón	Valor de la medición en los archivos STL de los arcos maxilar y mandibular de todos los pacientes previos al tratamiento (T0), de resultado previsto del software (T1) y posteriores al	Grados (°)

		<p>y pasaba por los puntos mesial y distal a lo largo del surco oclusal central.</p> <p>Plano vestibulolingual era el plano que era perpendicular tanto al plano transversal como al plano mesiodistal</p>			tratamiento (T2) desde el software	
<p>Periodo de evaluación de uso de Alineadores Invisibles</p>	<p>Es el tiempo transcurrido desde el cambio entre alineadores</p>	<p>Registro de bases de datos</p>	<p>Cualitativa</p>	<p>Politémica Ordinal</p>	<p>Días Cumplidos</p>	<p>- 7 días - 14 días</p>

Diseño de la línea de corte gingival del Alineador	Variación en el tamaño vertical de los alineadores que cubren los dientes y encía	Registro de bases de datos	Cuantitativa	Razón	Diseño de la Línea de Corte	<ul style="list-style-type: none"> - Margen festoneado. - Corte recto 2mm por encima del cenit gingival.
--	---	----------------------------	--------------	-------	-----------------------------	--