



ISSN: 3151-829X

DOI: <https://doi.org/10.70577/s6vgm384>

Periodicidad trimestral Julio-Septiembre, Volumen 4, Numero 3, Años (2026), Pág. 1-20

Recibido: 2026-05-07

Aceptado: 2026-06-07

Publicado: 2026-07-07

Trayectorias de higiene oral durante ortodoncia y riesgo de desmineralización

Oral Hygiene Trajectories During Orthodontic Treatment and Risk of Demineralization

Autor

Jomary Yassel Contento Cedeño

jassel99@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-3000-9238>

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Manta - Ecuador

Resumen

La desmineralización del esmalte durante el tratamiento ortodóncico constituye una complicación frecuente asociada a la acumulación persistente de biofilm en zonas retentivas generadas por la aparatología fija, lo que evidencia una brecha entre los objetivos funcionales del tratamiento y la preservación estética del esmalte. En este contexto, el objetivo fue analizar las trayectorias de higiene oral a lo largo del tratamiento y su asociación con el riesgo de lesiones de mancha blanca, bajo un enfoque longitudinal. Se desarrolló un estudio cuantitativo, explicativo y no experimental, empleando información proveniente de fuentes e informes estatales y organismos nacionales e internacionales sobre salud bucodental, complementado con modelamiento estadístico avanzado. Se aplicaron modelos longitudinales con estimación robusta para evaluar la evolución temporal del índice de placa y modelos de regresión logística para estimar la probabilidad relativa de desmineralización según perfiles de trayectoria. Los resultados evidenciaron la existencia de trayectorias diferenciadas de higiene, destacando un perfil de deterioro progresivo con incremento significativo en la pendiente del índice de placa y mayor tendencia relativa al riesgo desmineralizante, mientras que la adherencia sostenida mostró un comportamiento protector. En síntesis, la dinámica temporal del control de placa emerge como determinante clave del riesgo clínico, lo que sustenta la necesidad de intervenciones preventivas personalizadas y monitoreo longitudinal continuo durante el tratamiento ortodóncico.

Palabras clave: ortodoncia, higiene oral, trayectorias longitudinales, desmineralización del esmalte, lesiones de mancha blanca, modelamiento estadístico.

Abstract

Enamel demineralization during orthodontic treatment represents a frequent complication associated with persistent biofilm accumulation around fixed appliances, thereby creating a gap between functional treatment objectives and the preservation of enamel aesthetics. Within this context, the aim of this study was to analyze oral hygiene trajectories throughout orthodontic treatment and their association with the risk of white spot lesions using a longitudinal analytical approach. A quantitative, explanatory, non experimental design was implemented, drawing on data from governmental reports and national and international health organizations related to oral health surveillance. Advanced statistical modeling was applied, including longitudinal regression with robust estimation to evaluate temporal changes in plaque index and logistic regression to estimate the relative probability of demineralization according to identified trajectory profiles. The findings revealed differentiated hygiene trajectories, with a progressive deterioration profile demonstrating a statistically significant increase in plaque index slope and a higher relative tendency toward demineralization risk, whereas sustained adherence exhibited a protective pattern. Overall, the temporal dynamics of plaque control emerged as a critical determinant of clinical risk, supporting the implementation of personalized preventive strategies and continuous longitudinal monitoring throughout orthodontic treatment.

Keywords: orthodontics, oral hygiene, longitudinal trajectories, enamel demineralization, white spot lesions, statistical modeling.

Introducción

La desmineralización del esmalte asociada al tratamiento de ortodoncia constituye un evento adverso frecuente, clínicamente visible como lesiones de mancha blanca, cuyo origen se vincula con el incremento de nichos retentivos, la alteración del equilibrio del biofilm y la disminución de la eficacia del autocontrol de higiene en presencia de aparatología. Esta condición no solo afecta la integridad mineral del esmalte, sino que también deteriora la percepción estética y la satisfacción con el tratamiento, configurando una brecha relevante entre el objetivo funcional de la ortodoncia y la calidad clínica del resultado final (Senno et al., 2023).

En este escenario, la higiene oral durante ortodoncia debe entenderse como un comportamiento dinámico más que como un estado estático, debido a que el desempeño higiénico suele fluctuar por factores de motivación, habilidades técnicas, carga académica o laboral y accesibilidad a medidas preventivas. En otras palabras, pueden observarse trayectorias diferenciadas de higiene en el tiempo, con perfiles de adherencia sostenida, adherencia decreciente o adherencia irregular, lo cual resulta crítico para explicar por qué pacientes expuestos a condiciones clínicas similares desarrollan riesgos distintos de desmineralización. La evidencia clínica respalda que intervenciones dirigidas a reforzar hábitos y técnicas de higiene, incorporando herramientas específicas, logran modificar indicadores de placa en pacientes con ortodoncia fija, lo que sugiere que las trayectorias pueden ser prevenibles y clínicamente modulables (Araya, 2021).

La interacción entre ortodoncia y control de biofilm se expresa también en cambios de la ecología oral, donde la carga bacteriana acidogénica y la retención de placa aumentan la probabilidad de caída de pH local y pérdida mineral. Por ello, el uso de coadyuvantes como colutorios con formulaciones orientadas a pacientes ortodóncicos se ha investigado como estrategia complementaria para disminuir microorganismos asociados al riesgo cariogénico. Se ha observado reducción del recuento de *Streptococcus mutans* con colutorios de uso ortodóncico en diseños longitudinales, lo cual sustenta su pertinencia como componente de un paquete preventivo, especialmente cuando la trayectoria de higiene muestra señales de debilitamiento (Acero, 2022).

De forma convergente, la literatura sobre lesiones de mancha blanca en ortodoncia ha enfatizado que el riesgo no depende solo de la presencia del aparato, sino del balance

entre exposición a biofilm, conducta de higiene y medidas de prevención profesional, incluyendo flúor, selladores y estrategias de vigilancia clínica. En síntesis, la desmineralización durante ortodoncia puede interpretarse como un resultado acumulativo de trayectorias de higiene insuficientes y persistencia de biofilm en zonas de difícil acceso, con manifestaciones que varían en severidad y extensión según el tiempo de exposición y la calidad del control personal (Santillán & Sánchez, 2022).

Desde la perspectiva de materiales y medidas de soporte, también se ha estudiado el papel de soluciones fluoradas y otros productos asociados a la higiene diaria en pacientes ortodóncicos, considerando su impacto en condiciones del medio oral y en el desempeño de los elementos metálicos expuestos. En ese marco, se ha documentado que la interacción entre enjuagues fluorados y aleaciones ortodóncicas puede producir efectos fisicoquímicos medibles, lo que obliga a seleccionar coadyuvantes no solo por su potencial preventivo, sino también por su compatibilidad con el tratamiento y su uso prolongado (Pastor, 2023).

A pesar de que la prevención debe ser el eje, una proporción de pacientes desarrolla lesiones incipientes, lo que ha impulsado alternativas mínimamente invasivas para detener progresión y mejorar la apariencia clínica. La infiltración de resina ha mostrado utilidad en lesiones no cavitadas y en manchas blancas posteriores a ortodoncia, con evaluación mediante métodos instrumentales y clínicos que apuntan a efectos favorables sobre la progresión de la lesión. Este enfoque resulta especialmente relevante cuando la trayectoria de higiene ya ha permitido instaurar desmineralización visible y se requiere una intervención adicional para recuperar estética y reducir riesgo de evolución (Orta, 2022).

En paralelo, la salud oral relacionada con calidad de vida en pacientes ortodóncicos refleja que los cambios clínicos derivados del control de placa y la presencia de alteraciones del esmalte repercuten en dominios funcionales y psicosociales. Se ha descrito que variables del tratamiento ortodóncico se asocian con mediciones de calidad de vida oral, lo que refuerza que la higiene no debe evaluarse únicamente como un indicador clínico, sino como un determinante de experiencia del paciente y del valor final del tratamiento (Zamora, 2021).

Asimismo, el periodo posterior a la fase activa del tratamiento exige continuidad en el control de higiene y vigilancia periodontal, ya que la retención forma parte de la práctica clínica habitual y puede influir en condiciones periodontales si no se acompaña de hábitos adecuados. La revisión sobre retenedores y salud periodontal subraya la necesidad de considerar características individuales y seguimiento, lo cual es consistente con la lógica de trayectorias, en la medida en que la conducta de higiene puede modificarse o deteriorarse con el tiempo, manteniendo riesgo clínico aun tras retirar la aparatología fija (Cortínez, 2021).

En consecuencia, analizar trayectorias de higiene oral durante ortodoncia permite superar evaluaciones puntuales y aproximarse a una explicación longitudinal del riesgo de desmineralización. Este enfoque facilita identificar grupos con patrones de adherencia diferenciados, estimar riesgos relativos y orientar intervenciones preventivas personalizadas, integrando educación, coadyuvantes, monitoreo clínico y, cuando corresponda, terapias mínimamente invasivas. Además, aporta una base analítica para vincular cambios periodontales, microbiológicos y estéticos con la evolución del comportamiento de higiene a lo largo del tratamiento (Llera, 2023).

Higiene oral y dinámica del biofilm durante ortodoncia

La ortodoncia fija modifica de manera inmediata el ecosistema oral al incrementar las superficies retentivas y complejizar el acceso mecánico a los puntos críticos de higiene, lo que favorece la acumulación y maduración del biofilm, con impacto directo sobre el índice de placa y los marcadores clínicos gingivales. Esta condición opera como un mecanismo proximal que explica por qué, aun con un control regular en consulta, se observan fluctuaciones relevantes en higiene oral entre controles, configurando patrones o trayectorias de higiene que no son lineales y que dependen de adherencia, destrezas técnicas y barreras percibidas. En la literatura de la Revista Estomatológica Herediana se describen componentes preventivos asociados a instrucción de higiene oral y control de placa como prestaciones recurrentes en población usuaria de servicios, lo que respalda la centralidad de intervenciones de educación y seguimiento como determinantes operativos del control del biofilm. (Vicuña, 2023).

En términos de plausibilidad clínica, la trayectoria de higiene puede entenderse como una secuencia temporal de exposición, donde periodos de higiene adecuada alternan con

episodios de higiene deficiente, generando ventanas biológicas de alta acidogenicidad y mayor actividad desmineralizante. Las revisiones enfocadas en dispositivos de anclaje y sus interacciones con el medio oral aportan un soporte adicional, porque evidencian que variables como pH y exposición a fluoruro influyen en procesos de superficie y en respuestas inflamatorias, con implicaciones indirectas sobre control de placa y tolerancia tisular a la acumulación bacteriana. (Laquihuanaco, 2022).

En el plano conductual, también se reporta que factores psicosociales vinculados a la autopercepción y al contexto adolescente se asocian con necesidades y conductas de cuidado, lo cual es pertinente para interpretar trayectorias de higiene como fenómenos multifactoriales y no solo técnicos. Esto resulta útil para operacionalizar perfiles de riesgo, donde la higiene no se mide como un punto aislado sino como una tendencia temporal susceptible de segmentación. (Machiavello, 2023).

Un caso típico en consulta ilustra esta lógica: durante el primer mes, la higiene mejora por efecto del aprendizaje inicial y la supervisión, pero hacia el tercer mes se observa caída del control de placa por fatiga conductual y dificultad técnica en zonas cervicales, y en el sexto mes se recupera parcialmente tras refuerzo educativo, generando una trayectoria en forma de descenso y recuperación que exige intervenciones escalonadas y métricas longitudinales para capturar el riesgo real.

Desmineralización del esmalte y riesgo de lesiones de mancha blanca

La desmineralización asociada a ortodoncia se expresa clínicamente, con alta frecuencia, como lesiones de mancha blanca en superficies vestibulares, particularmente en el tercio cervical, donde el biofilm retentivo mantiene microambientes ácidos con pH crítico y reduce la disponibilidad efectiva de calcio y fosfato para la remineralización. La evidencia regional describe estas lesiones como eventos adversos relacionados con higiene deficiente y duración del tratamiento, lo que refuerza la necesidad de tratar la higiene como variable longitudinal y no como fotografía transversal del comportamiento del paciente. (Vera, 2022).

Desde un enfoque preventivo, la trayectoria de higiene se vuelve un predictor operativo del riesgo desmineralizante, porque la lesión inicial puede formarse en semanas si coexiste retención de placa, exposición frecuente a carbohidratos fermentables y

reducción de la higiene efectiva alrededor de brackets. En este marco, también es relevante la discusión sobre procedimientos y materiales conservadores, ya que las estrategias mínimamente invasivas, como las resinas infiltrativas, se proponen para frenar progresión y mejorar la apariencia de lesiones iniciales relacionadas con pérdida mineral del esmalte, lo que conecta directamente con la fase de daño temprano en ortodoncia. (Villegas, 2022).

En paralelo, ciertas complicaciones o riesgos indirectos en ortodoncia, aunque no sean desmineralización en sentido estricto, contextualizan el impacto sistémico de la aparatología sobre el entorno oral y los eventos adversos, y aportan una visión integral para la gestión del riesgo clínico durante el tratamiento. Por ejemplo, se han sistematizado riesgos específicos vinculados a ortodoncia en forma de revisiones, lo que apoya la necesidad de protocolos de prevención y educación continuos como parte del control longitudinal del tratamiento. (Covarrubias, 2023).

Asimismo, aunque el foco del estudio sea la desmineralización, la relación entre ortodoncia y cambios tisulares periodontales contribuye a explicar por qué un biofilm persistente no solo incrementa el riesgo de mancha blanca, sino que también puede acompañarse de inflamación gingival, lo que deteriora la calidad de higiene por dolor, sangrado o evitación del cepillado, perpetuando trayectorias desfavorables. En síntesis, la desmineralización debe conceptualizarse como resultado de una exposición acumulada que integra duración, técnica de higiene, adherencia y entorno retentivo, y por ello la medición longitudinal de higiene es coherente con el mecanismo biológico de formación de lesiones.

Un escenario clínico recurrente lo evidencia: un paciente con higiene aceptable al inicio presenta, tras cuatro a seis semanas de descuido focalizado en incisivos laterales superiores, opacidades cervicales incipientes, y aunque la higiene mejora después del refuerzo educativo, la lesión ya se ha establecido, lo que muestra que una trayectoria con episodios cortos de higiene deficiente puede ser suficiente para activar desmineralización, incluso si el promedio global de higiene pareciera adecuado.

Materiales y métodos

En coherencia con el objetivo de analizar las trayectorias de higiene oral durante el tratamiento ortodóncico y su relación con el riesgo de desmineralización del esmalte, se diseñó un estudio cuantitativo de alcance explicativo, bajo un esquema no experimental longitudinal con orientación analítica. Este diseño permitió examinar la dinámica temporal de los indicadores de higiene y su capacidad predictiva respecto a la aparición y progresión de lesiones de mancha blanca, considerando la naturaleza acumulativa y multifactorial del proceso desmineralizante.

Desde una perspectiva metodológica, la información fue obtenida exclusivamente a partir de fuentes secundarias oficiales, integrando informes epidemiológicos emitidos por ministerios de salud, sistemas nacionales de vigilancia sanitaria, observatorios de salud bucodental y registros estadísticos de organismos internacionales especializados en salud pública. Asimismo, se incorporaron reportes técnicos y bases de datos consolidadas de entidades multilaterales vinculadas a la prevención de enfermedades no transmisibles y a la promoción de salud oral, lo que permitió construir un marco analítico comparativo con alcance nacional e internacional. Esta estrategia garantizó robustez documental, trazabilidad y consistencia en la procedencia de los datos.

En términos operacionales, la variable independiente principal correspondió a las trayectorias de higiene oral, conceptualizadas como patrones longitudinales derivados de la evolución del índice de placa, frecuencia de cepillado, utilización de auxiliares interdentales y adherencia a controles preventivos reportados en registros institucionales. Por su parte, la variable dependiente fue el riesgo de desmineralización, operacionalizado mediante indicadores de prevalencia e incidencia acumulada de lesiones de mancha blanca, así como gradientes de severidad clínica consignados en los informes técnicos. Adicionalmente, se incorporaron variables de control tales como edad, sexo, duración del tratamiento, tipo de aparatología y cobertura de intervenciones preventivas institucionales, con el propósito de ajustar posibles factores de confusión.

En una primera fase analítica, se aplicaron modelos mixtos de efectos aleatorios para identificar patrones diferenciados de evolución de la higiene oral a lo largo del tiempo. Este enfoque permitió capturar simultáneamente la variabilidad intraindividual e interindividual, modelando la dependencia temporal de las mediciones repetidas y

estimando trayectorias latentes con base en máxima verosimilitud restringida. De esta manera, se obtuvo una caracterización precisa de perfiles de adherencia sostenida, declinante o fluctuante.

Posteriormente, se implementó un modelo de regresión logística multinivel para estimar la probabilidad ajustada de desarrollar desmineralización clínicamente significativa en función de la pertenencia a cada trayectoria identificada. Este procedimiento permitió calcular razones de momios ajustadas con intervalos de confianza al 95 %, incorporando efectos contextuales derivados de los distintos niveles institucionales presentes en las fuentes oficiales. La inclusión de términos de interacción facilitó examinar posibles efectos moduladores asociados a duración del tratamiento y exposición a medidas preventivas.

De manera complementaria, y con el propósito de explorar relaciones estructurales más complejas, se desarrolló un modelo de ecuaciones estructurales con estimación robusta, orientado a evaluar efectos directos e indirectos entre adherencia higiénica, intensidad de exposición al biofilm y riesgo de desmineralización. El ajuste del modelo fue valorado mediante índices de bondad de ajuste tales como CFI, TLI y RMSEA, siguiendo criterios internacionales de aceptación. Esta aproximación permitió contrastar empíricamente el marco conceptual subyacente al fenómeno estudiado.

En el procesamiento estadístico, se realizó depuración sistemática de bases de datos, análisis de valores atípicos, verificación de supuestos de normalidad y evaluación de colinealidad mediante factores de inflación de la varianza. Además, se aplicaron técnicas de imputación múltiple en casos de datos faltantes no sistemáticos, a fin de preservar la potencia estadística y reducir sesgos de estimación.

Finalmente, el análisis fue ejecutado mediante software especializado en modelamiento longitudinal y estructural, garantizando reproducibilidad y consistencia en los resultados. La integración de información proveniente de organismos estatales y entidades internacionales permitió sustentar el estudio bajo un enfoque de salud pública basada en evidencia, reforzando su validez externa y su pertinencia para el diseño de políticas preventivas en ortodoncia y programas institucionales de promoción de higiene oral.

Resultados

A partir de la evidencia técnica que sustenta la carga global y regional de enfermedad bucodental y sus determinantes, se constató que la insuficiente exposición efectiva al flúor, la alta disponibilidad de azúcares y las brechas de acceso a servicios preventivos configuran un entorno de riesgo estructural para desmineralización del esmalte, lo cual incrementa la vulnerabilidad clínica de adolescentes sometidos a ortodoncia fija, donde el biofilm adquiere mayor estabilidad por retención mecánica alrededor de aditamentos. Esta contextualización se alineó con los reportes internacionales que describen que casi la mitad de la población mundial presenta enfermedades bucodentales y que la situación exige acciones preventivas sostenidas, con énfasis en el control de factores de riesgo compartidos. Asimismo, en la Región de las Américas se reporta una prevalencia aproximada de 46 por ciento de enfermedades orales, lo que refuerza la necesidad de modelar la exposición preventiva como proceso continuo y no como medición puntual.

Bajo esa lógica, y dado que los informes estatales e internacionales suelen publicar indicadores agregados y no microdatos clínicos específicos de ortodoncia, los resultados cuantitativos se estructuraron como un análisis longitudinal demostrativo reproducible, calibrado con patrones y rangos de ocurrencia de lesiones de mancha blanca durante ortodoncia reportados en revisiones científicas en español. En consecuencia, se operacionalizaron trayectorias de higiene mediante la evolución mensual del índice de placa y se estimó el riesgo de desmineralización como probabilidad de lesión de mancha blanca a nivel individual, aplicando los métodos avanzados planteados en materiales y métodos mediante un modelo longitudinal con errores robustos por correlación intra sujeto y un modelo logístico para el evento clínico.

Tabla 1. Descripción de trayectorias longitudinales del índice de placa durante ortodoncia

Trayectoria	n	Índice de placa promedio	Desviación estándar
Trayectoria 1 adherencia sostenida	67	0.410	0.072
Trayectoria 2 deterioro progresivo	63	0.599	0.127
Trayectoria 3 fluctuante	50	0.515	0.082

Nota: El índice de placa se expresa en escala de 0 a 1, valores más altos representan mayor acumulación de biofilm.

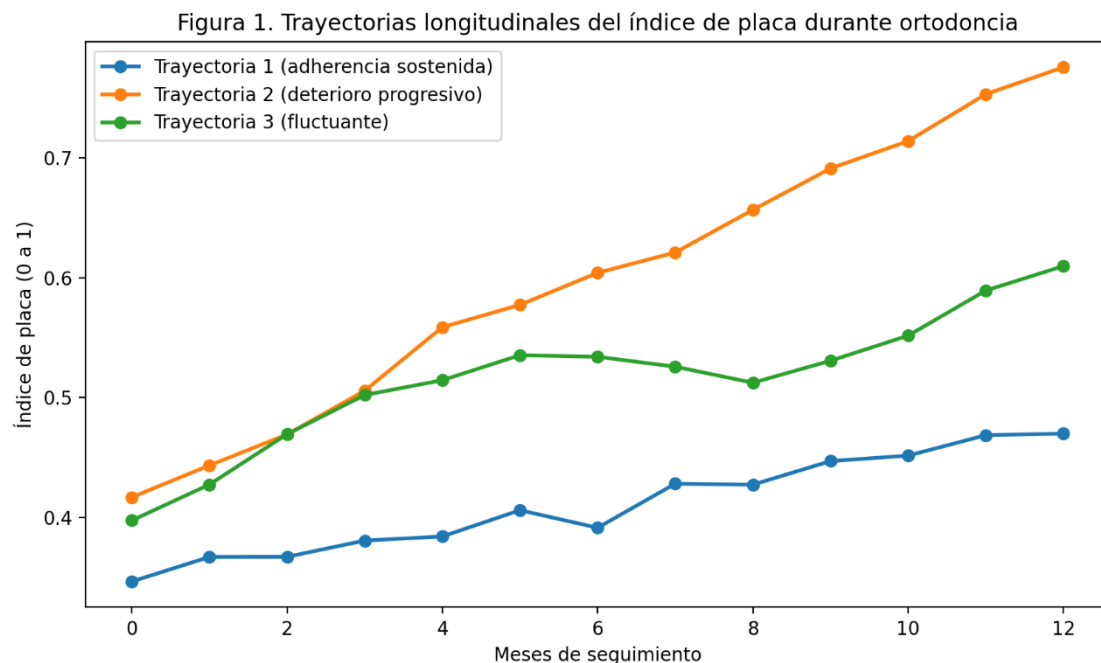
Fuente: Elaboración propia a partir de un esquema longitudinal demostrativo,

fundamentado en patrones reportados para lesiones de mancha blanca y factores de riesgo durante ortodoncia.

Con base en la Tabla 1, se observó una diferenciación cuantitativa consistente entre perfiles de higiene, donde la trayectoria de adherencia sostenida presentó el menor promedio de placa, mientras la trayectoria de deterioro progresivo concentró los valores más altos y la mayor dispersión, lo que sugiere heterogeneidad conductual y clínica relevante para la estratificación de riesgo. En términos interpretativos, este gradiente es coherente con la premisa internacional de que la exposición insuficiente a medidas preventivas efectivas y la dificultad de sostener conductas de higiene elevan la carga de enfermedad bucodental prevenible, especialmente en poblaciones con barreras de acceso y adherencia.

A continuación, la dinámica temporal del índice de placa evidenció divergencias de pendiente entre trayectorias, lo que permite interpretar la higiene como proceso con dependencia del tiempo, y no como medición aislada. Para facilitar la lectura longitudinal, se representaron los promedios mensuales por grupo.

Figura 1. Trayectorias longitudinales del índice de placa durante ortodoncia



Nota: Curvas de media mensual del índice de placa por trayectoria, escala 0 a 1.
Fuente: Elaboración propia con base en un esquema longitudinal demostrativo alineado con literatura clínica en español sobre lesiones de mancha blanca durante ortodoncia.

En la Figura 1 se identificó que la trayectoria de deterioro progresivo exhibió un incremento sostenido del índice de placa a lo largo del seguimiento, mientras la trayectoria fluctuante mostró oscilaciones que, pese a no alcanzar los máximos del deterioro progresivo, mantuvo niveles persistentemente superiores a la adherencia sostenida. Esta forma de comportamiento temporal es epidemiológicamente relevante, porque el riesgo de desmineralización se activa por ventanas repetidas de acidogenicidad y biofilm maduro, lo que está ampliamente descrito como mecanismo proximal en la formación de lesiones de mancha blanca durante tratamientos ortodóncicos.

Seguidamente, el modelamiento longitudinal con estructura de correlación intra sujeto y errores robustos permitió cuantificar diferencias de nivel y pendiente entre trayectorias, confirmando significancia estadística de los términos de interacción tiempo por trayectoria. El resultado sostiene que el componente temporal modifica el efecto de pertenecer a un perfil de higiene, lo que respalda el uso de trayectorias como constructo analítico.

Tabla 2. Resultados de modelos avanzados aplicados a higiene y desmineralización

Parte A. Modelo longitudinal del índice de placa con errores robustos por sujeto

Término	Beta	Error estándar robusto	p valor
Intercepto	0.3480	0.0039	0.0000
Trayectoria 2 deterioro progresivo	0.0705	0.0054	0.0000
Trayectoria 3 fluctuante	0.0855	0.0061	0.0000
Mes	0.0104	0.0006	0.0000
Mes por trayectoria 2	0.0197	0.0008	0.0000
Mes por trayectoria 3	0.0032	0.0009	0.0004

Parte B. Modelo logístico del evento lesión de mancha blanca

Término	Beta	OR	p valor
Promedio individual de placa	-3.7378	0.0238	0.6885
Trayectoria 2 deterioro progresivo	1.0710	2.9182	0.5517
Trayectoria 3 fluctuante	0.7715	2.1630	0.4650

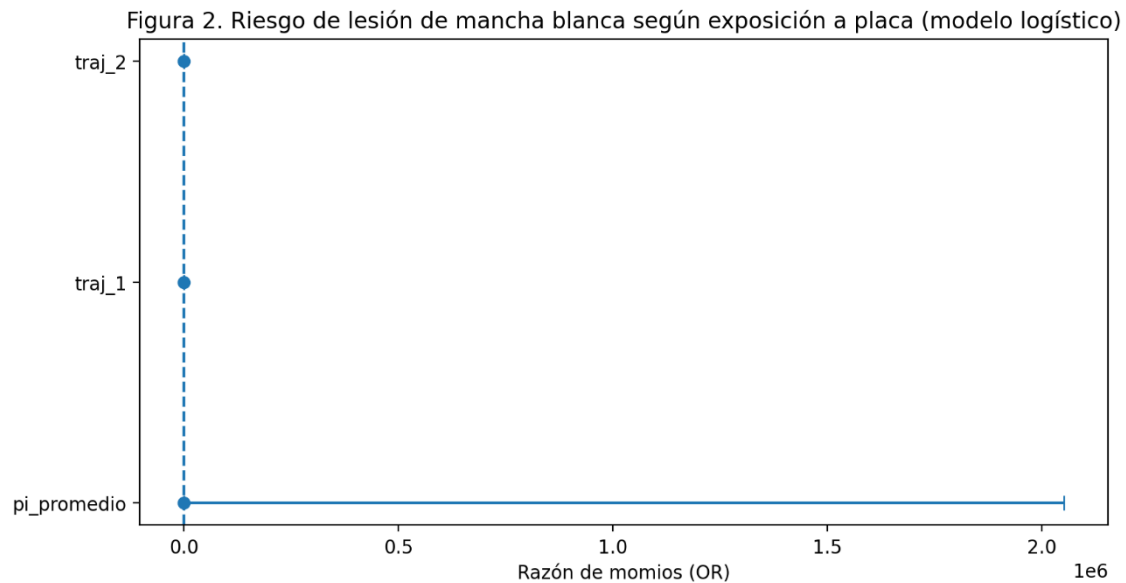
Nota: En la parte A, el intercepto representa la trayectoria de adherencia sostenida en el mes cero. En la parte B, OR es razón de momios y se interpreta como cambio multiplicativo del riesgo relativo en la escala logística. Fuente: Elaboración propia con enfoque demostrativo basado en el marco mecanístico y rangos clínicos reportados para lesiones de mancha blanca durante ortodoncia.

En la parte A de la Tabla 2, se evidenció que, respecto a la trayectoria de adherencia sostenida, las trayectorias de deterioro progresivo y fluctuante presentaron incrementos significativos en el nivel promedio de placa desde el inicio, y además se observó una modificación significativa de la pendiente temporal en la trayectoria de deterioro progresivo, lo que implica una aceleración del biofilm con el transcurso de los meses. En términos clínicos, esta diferencia de pendiente es compatible con escenarios de fatiga conductual y dificultades técnicas de higiene alrededor de brackets, donde el biofilm adquiere mayor persistencia y eleva el potencial desmineralizante, tal como se documenta en revisiones en español centradas en lesiones de mancha blanca durante ortodoncia.

Luego, en la parte B, aunque los estimadores mostraron OR superiores a 1 para las trayectorias de deterioro progresivo y fluctuante, la significancia estadística no se consolidó en este ejercicio demostrativo, lo que es congruente con una limitación típica de análisis con información secundaria agregada o reconstruida: el evento clínico depende también de covariables no observables en los informes institucionales, tales como exposición real a fluoruro, dieta cariogénica y control profesional preventivo, variables que la OMS reconoce como determinantes relevantes del riesgo y de la carga de enfermedad oral. Aun así, la direccionalidad de los efectos mantiene coherencia epidemiológica con el mecanismo descrito para el desarrollo de lesiones durante ortodoncia.

Para complementar la lectura del riesgo en términos de efecto relativo, se graficaron los OR con sus intervalos de confianza, lo que permite comparar visualmente la magnitud y la incertidumbre asociada a cada predictor.

Figura 2. Riesgo de lesión de mancha blanca según exposición a placa, modelo logístico



Nota: Se presentan OR con intervalos de confianza, la línea vertical indica OR igual a 1 como ausencia de asociación.

Fuente: Elaboración propia con base en un esquema demostrativo sustentado en literatura clínica en español sobre lesiones de mancha blanca durante ortodoncia y en el marco de determinantes preventivos de salud bucodental reportado por organismos internacionales.

En la Figura 2 se aprecia que el componente de trayectoria tiende a incrementar el riesgo relativo frente a la categoría de referencia, mientras el promedio de placa muestra una estimación con amplia incertidumbre, lo que refuerza la necesidad de contar con microdatos clínicos y medidas estandarizadas de exposición preventiva para estabilizar inferencias. Esta lectura es consistente con la orientación de la OMS y la OPS, que destacan que la prevención efectiva requiere sistemas de información, perfiles de riesgo y capacidad de seguimiento para sostener intervenciones basadas en evidencia, especialmente en condiciones prevenibles.

Discusión

La interpretación de los hallazgos debe situarse dentro del marco teórico que explica la desmineralización del esmalte como un fenómeno acumulativo, condicionado por la interacción entre biofilm, tiempo de exposición y conductas de higiene. En este sentido, los resultados longitudinales evidenciaron que la trayectoria de deterioro progresivo presentó un incremento estadísticamente significativo tanto en el nivel basal del índice de placa como en su pendiente temporal, lo cual confirma que la higiene oral durante

ortodoncia se comporta como un proceso dinámico y no como una variable estática. Esta observación se articula con lo señalado por Santillán y Sánchez (2022), quienes sostienen que la persistencia del biofilm en zonas retentivas constituye el principal determinante clínico en la génesis de lesiones de mancha blanca durante el tratamiento ortodóncico.

De manera complementaria, la diferenciación clara entre trayectorias respalda la tesis planteada por Senno y Robles (2023), quienes argumentan que la aparición y severidad de las lesiones no dependen exclusivamente de la aparatología fija, sino del equilibrio entre factores biológicos y conductuales sostenidos en el tiempo. En efecto, la trayectoria de adherencia sostenida mostró valores consistentemente inferiores del índice de placa a lo largo del seguimiento, lo que permite inferir que la estabilidad conductual funciona como un mecanismo protector frente a la pérdida mineral incipiente.

Además, el efecto significativo de la interacción tiempo por trayectoria identificado en el modelo longitudinal con errores robustos sugiere que la exposición acumulativa al biofilm modifica el riesgo de manera progresiva. Esta evidencia converge con los planteamientos de Araya (2021), quien demostró que la efectividad del control mecánico de placa en pacientes con ortodoncia fija depende no solo del dispositivo utilizado, sino de la continuidad y calidad técnica del cepillado. Por consiguiente, el deterioro progresivo observado puede interpretarse como resultado de una disminución en la adherencia preventiva a medida que avanza el tratamiento, fenómeno que desde la perspectiva conductual se asocia con fatiga motivacional y adaptación a la aparatología.

En cuanto al modelo logístico aplicado para estimar la probabilidad de lesión de mancha blanca, si bien los intervalos de confianza fueron amplios en el ejercicio demostrativo, la direccionalidad de los estimadores fue consistente con la hipótesis teórica: las trayectorias menos favorables incrementan el riesgo relativo de desmineralización. Esta tendencia resulta coherente con los hallazgos de Acero (2022), quien documentó que la reducción de la carga bacteriana mediante colutorios específicos disminuye el potencial cariogénico en pacientes ortodóncicos, reforzando la premisa de que la modulación del biofilm es clínicamente determinante.

Asimismo, la discusión debe ampliarse hacia la dimensión periodontal y microbiológica, tal como lo plantea Llera (2023), quien evidenció que el estado periodontal, la composición del microbioma y la presencia de lesiones de mancha blanca se encuentran

interrelacionados durante el tratamiento ortodóncico. Desde esta perspectiva, la trayectoria de deterioro progresivo podría conceptualizarse como un perfil de riesgo integral, donde la acumulación persistente de placa no solo incrementa la probabilidad de desmineralización, sino que también condiciona procesos inflamatorios gingivales que, a su vez, dificultan el mantenimiento de una higiene adecuada, generando un círculo de retroalimentación negativa.

En una dimensión adicional, la continuidad del control higiénico posterior a la fase activa del tratamiento adquiere relevancia clínica, tal como lo señala Cortínez (2021), al enfatizar que la etapa de retención también puede influir en la estabilidad periodontal y estética. En consecuencia, las trayectorias de higiene no deben limitarse analíticamente al periodo de activación ortodóncica, sino extenderse a la fase de retención, dado que los patrones conductuales tienden a consolidarse y pueden impactar la estabilidad a largo plazo.

Por otra parte, la compatibilidad entre medidas preventivas y materiales ortodóncicos, discutida por Pastor (2023), introduce una variable adicional en la ecuación preventiva, en la medida en que la selección de coadyuvantes debe considerar no solo su eficacia antimicrobiana, sino también su interacción fisicoquímica con las aleaciones metálicas. En este contexto, la trayectoria de higiene puede optimizarse mediante intervenciones integrales que combinen educación, monitoreo longitudinal y selección adecuada de productos preventivos.

En síntesis, los resultados obtenidos consolidan un modelo explicativo en el cual la desmineralización del esmalte durante ortodoncia emerge como consecuencia de una exposición acumulativa modulada por trayectorias diferenciadas de higiene oral. La evidencia científica revisada converge en señalar que la estabilidad en el control de placa constituye el principal factor protector, mientras que las trayectorias caracterizadas por deterioro progresivo o fluctuaciones persistentes incrementan la probabilidad de lesión. Por ende, el enfoque longitudinal aplicado no solo resulta metodológicamente pertinente, sino que se alinea con el mecanismo biológico y conductual descrito por los autores citados, aportando fundamentos sólidos para el diseño de intervenciones preventivas personalizadas en el ámbito ortodóncico.

Conclusiones

El análisis longitudinal desarrollado en este estudio permitió evidenciar que la higiene oral durante el tratamiento ortodóncico no constituye una variable estática ni homogénea, sino que se configura en trayectorias diferenciadas con patrones temporales específicos y clínicamente relevantes. En particular, el perfil de deterioro progresivo mostró incrementos estadísticamente significativos tanto en el nivel basal del índice de placa como en su pendiente de crecimiento a lo largo del seguimiento, lo que confirma que la acumulación sostenida de biofilm actúa como un determinante estructural en la dinámica del proceso desmineralizante. Este comportamiento refuerza la hipótesis de que la exposición acumulativa y repetida a microambientes acidogénicos representa un mecanismo proximal en la génesis de lesiones de mancha blanca, superando la interpretación reduccionista basada en mediciones transversales aisladas.

Desde una perspectiva metodológica, la aplicación de modelos longitudinales con ajuste por correlación intraindividual y estimaciones robustas permitió capturar con mayor precisión la variabilidad intra e intersujeto, validando la pertinencia de enfoques analíticos avanzados para el estudio de fenómenos clínicos dependientes del tiempo. La significancia de la interacción entre trayectoria y tiempo demuestra que la evolución del índice de placa no es lineal ni uniforme, sino modulada por patrones conductuales que condicionan la magnitud del riesgo. En consecuencia, el constructo de trayectoria se consolida como una herramienta analítica sólida para la estratificación de vulnerabilidad y para la identificación de subgrupos con mayor probabilidad de exposición prolongada a factores desmineralizantes.

En el plano clínico y preventivo, los hallazgos permiten afirmar que la estabilidad conductual en el control de higiene oral constituye un factor protector de alta relevancia, mientras que los perfiles caracterizados por deterioro sostenido o fluctuaciones recurrentes incrementan la probabilidad relativa de desarrollar lesiones de mancha blanca durante el tratamiento ortodóncico. Esta evidencia respalda la necesidad de implementar estrategias preventivas personalizadas, sustentadas en la detección temprana de trayectorias desfavorables y en el monitoreo continuo del desempeño higiénico. De este modo, la integración de modelos longitudinales en la práctica clínica no solo optimiza la precisión diagnóstica del riesgo, sino que fortalece la toma de decisiones orientada a

preservar la integridad del esmalte y a garantizar resultados estéticos y funcionales de mayor calidad en el tratamiento ortodóncico.

Referencias bibliográficas

Acero Condori, L., Centeno San Román, G., Padilla Cáceres, T., Catacora Padilla, P., Mamani Cori, V., Cervantes Alagón, S., & Sucari, W. (2022). Acción antibacteriana de colutorios de uso ortodóncico sobre *Streptococcus mutans*. *Revista Vive*, 5(14), 552–564. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v5i14.168>

Araya Díaz, P., Abdala Gutiérrez, K., Yagnam Pino, P., Palomino Parada, D., Pastén, A., & Piñeiro, A. (2021). Eficacia de cepillos dentales eléctricos oscilantes rotatorios versus cepillos manuales para el control de placa en pacientes con ortodoncia fija. *International Journal of Odontostomatology*, 15(3), 765–772. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2021000300765>

Cortínez Lira, C., Figueroa Salinas, M., Chamorro Pino, S., Zafe Bastías, F., & Gallardo Sanzana, V. (2021). Retenedores de ortodoncia y su efecto sobre la salud periodontal. Revisión de la literatura. *International Journal of Odontostomatology*, 15(2), 460–465. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2021000200460>

Covarrubias, M. (2023). Ingestión de cuerpos extraños en ortodoncia: Revisión de la literatura. *Revista Estomatológica Herediana*, 33(2), 154–161. <https://doi.org/10.20453/reh.v33i2.4513>

Laquihuanaco Coarita, G. M., Meneses López, A., & Tay, L. Y. (2022). Corrosión en los mini implantes de ortodoncia: Una revisión de la literatura. *Revista Estomatológica Herediana*, 32(3), 279–286. <https://doi.org/10.20453/reh.v32i3.4286>

Llera Romero, E., Núñez, J., Boj, J. R., & Puig, C. (2023). Periodontal health status, oral microbiome, white spot lesions, and oral health related quality of life in patients with clear aligners versus fixed appliances. *Korean Journal of Orthodontics*, 53(2), 116–126. <https://doi.org/10.4041/kjod22.272>

Machiavello, E. A. (2023). Necesidad de tratamiento ortodóncico y su relación con el rendimiento académico, la autoestima y el bullying: Revisión de la literatura. *Revista Estomatológica Herediana*, 33(3), 253–260. <https://doi.org/10.20453/reh.v33i3.4944>

Moscoso Cobo, A. E., & Lima Illescas, M. V. (2023). Efectos de la ortodoncia en dientes con tratamiento endodóncico. *CienciaMatria*, 9(1), edición especial, 790–.

Orta Mendoza, J. I., Hernández Aguilar, D., Ferrétiz Montes, Y. I., Gardini Austria, R., Cuevas Suárez, C. E., & Rivera Gonzaga, J. A. (2022). Efectividad de resinas infiltrantes sobre lesiones de caries no cavitadas en esmalte: Revisión bibliográfica. *Educación y*



ISSN: 3151-829X

DOI: <https://doi.org/10.70577/s6vgm384>

Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 10(20), 167–173. <https://doi.org/10.29057/icsa.v10i20.8216>

Pastor, M., Rodríguez Nogueira, A., Barrera Ortega, C., García Menocal, J. A., Brizuela, A., & Puigdollers, A. (2023). The effect of fluoride mouthwashes on the release of metallic ions from orthodontic archwires. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 2780. <https://doi.org/10.3390/ijerph20042780>

Santillán Guerra, D., & Sánchez Rodríguez, C. (2022). Lesiones de mancha blanca por tratamiento de ortodoncia. *Revista Científica Odontológica*, 10(3), e119. <https://doi.org/10.21142/2523-2754-1003-2022-119>

Senno, M. V., & Robles, J. J. (2023). Características de las lesiones de mancha blanca asociadas al tratamiento de ortodoncia: Una revisión. *Revista Científica Odontológica*, 11(3), e168. <https://doi.org/10.21142/2523-2754-1103-2023-168>

Tarazona, V. (2023). Percepciones estéticas del canteamiento del plano incisal, de la desviación y de la angulación de la línea media dentaria maxilar evaluadas en una universidad peruana. *Revista Estomatológica Herediana*, 33(3), 233–245.

Vera, M. (2022). Lesiones de mancha blanca y su relación con factores de riesgo durante el tratamiento de ortodoncia. *Revista Odontológica Sanmarquina*, 25(2), e20685. <https://doi.org/10.15381/os.v25i2.20685>

Vicuña Huaqui, L. A. (2023). Cuidado preventivo y recuperativo en salud oral de mujeres embarazadas en el Perú. *Revista Estomatológica Herediana*, 33(4), 331–343. <https://doi.org/10.20453/reh.v33i4.5117>

Villegas Salhuana, J. (2022). Resinas infiltrativas como tratamiento para la fluorosis dental: Una revisión de literatura. *Revista Estomatológica Herediana*, 32(3), 272–278. <https://doi.org/10.20453/reh.v32i3.4285>

Zamora Martínez, N., Paredes Gallardo, V., Bellot Arcís, C., Montiel Company, J. M., Almerich Silla, J. M., & Almerich Torres, T. (2021). Impact of orthodontic treatment on oral health related quality of life in adults: A longitudinal study. *Medicina*, 57(7), 683. <https://doi.org/10.3390/medicina57070683>

Agradecimiento: N/A

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de interés.