

Eficacia adhesiva de la técnica de desproteínización en esmalte sano y fluorótico: estudio *in vitro*.

Adhesive efficacy of the deproteinization technique in healthy and fluorotic enamel: in vitro study.

León Francisco Espinosa-Cristóbal,* Luis Felipe Fornelli-Martín del Campo,† Salvador David Nava-Martínez,‡ Daniel Alberto Constandse-Cortés,‡ Erasto Armando Zaragoza-Contreras,§ Alejandro Donohue-Cornejo,‡ Juan Carlos Cuevas-González,* Denisse Lizbed Cadena-Payán‡

RESUMEN

Introducción: la fluorosis dental (FD) es una alteración caracterizada por cambios estructurales y ópticos en el esmalte dental. Las nuevas propuestas en ortodoncia han permitido adherir aparatos para obtener movimientos dentales más precisos y predecibles. Sin embargo, la capacidad de adhesión durante la colocación de aparatos ortodóncicos ha sido limitada por la presencia de alteraciones estructurales del tejido adamantino, como la presencia de la fluorosis dental. A pesar de las diferentes alternativas disponibles para la adhesión de aparatos ortodóncicos, existe limitada información que sugiera el uso de nuevas alternativas de adhesión cuando se involucren tejidos dentales fluoróticos. **Objetivo:** determinar el nivel de adhesión del hipoclorito de sodio en superficies con esmalte dental sano y fluorótico. **Material y métodos:** se incluyeron 35 órganos dentarios con diferentes grados de fluorosis (sano, leve, moderado y severo), divididos en dos grupos (con y sin desproteínización), los cuales fueron tratados con hipoclorito de sodio al 5.24% previo al grabado ácido convencional (grupo experimental), y se comparó con el grupo sin la solución de hipoclorito de sodio (grupo control). Las pruebas de resistencia al desalojo se determinaron a través ensayos de cizallamiento en una máquina de fuerzas universales; el análisis topográfico se realizó mediante el uso de microscopía electrónica de barrido. **Resultados:** la técnica con desproteínización con hipoclorito de sodio al 5.25% obtuvo mejores niveles de adhesión en esmalte dental sano en comparación con la técnica convencional ($p < 0.05$); sin embargo, los niveles de resistencia al desalojo en los distintos niveles de fluorosis fueron similares ($p > 0.05$).

ABSTRACT

Introduction: dental fluorosis (DF) is an alteration characterized by structural and optical changes in dental enamel. The new proposals in orthodontics have allowed the attachment of appliances to obtain more precise and predictable dental movements. However, adhesion capacity during orthodontic appliance placement has been limited by the presence of structural alterations of the adamantine tissue, such as the presence of dental fluorosis. Despite the different alternatives in the adhesion of orthodontic appliances available, there is limited information to suggest the use of new adhesion alternatives when fluorotic dental tissues are involved. **Objective:** the objective of this study was to determine the level of adhesion of sodium hypochlorite on surfaces with healthy and fluorotic dental enamel. **Material and methods:** 35 dental organs with different degrees of fluorosis (healthy, mild, moderate, and severe) were divided into two groups (with deproteinization and without deproteinization) and were treated with 5.24% sodium hypochlorite prior to conventional acid etching (experimental group) and then, was compared with the group without the sodium hypochlorite solution (control group). The eviction resistance tests were determined through shear tests in a universal force machine and the topographic analysis was carried out with the use of scanning electron microscopy. **Results:** the deproteinization technique with 5.25% sodium hypochlorite statistically obtained better adhesion levels in healthy dental enamel compared to the conventional technique ($p < 0.05$); however, the levels of resistance to eviction at the different levels of fluorosis were statistically similar ($p > 0.05$).

* Maestría en Ciencias Odontológicas, Departamento de Estomatología, Instituto de Ciencias Biomédicas, UACJ.

‡ Especialidad en Ortodoncia, Departamento de Estomatología, Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

§ Laboratorio de Polímeros, Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV). Chihuahua, Chihuahua, México.

Recibido: 08 de febrero de 2024. Aceptado: 25 de noviembre de 2025.

Citar como: Espinosa-Cristóbal LF, Fornelli-Martín del Campo LF, Nava-Martínez SD, Constandse-Cortés DA, Zaragoza-Contreras EA, Donohue-Cornejo A et al. Eficacia adhesiva de la técnica de desproteínización en esmalte sano y fluorótico: estudio *in vitro*. Rev ADM. 2026; 83 (1): 14-23. <https://dx.doi.org/10.35366/122571>



Conclusión: el uso del hipoclorito de sodio al 5.25% podría representar una herramienta útil en el mejoramiento de la adhesión en aparatología ortodóncica, especialmente en esmalte dental sano.

Palabras clave: fluorosis dental, adhesión, hipoclorito de sodio, ortodoncia.

Conclusion: the use of 5.25% sodium hypochlorite could represent a tool to improve adhesion in orthodontic appliances, especially in healthy dental enamel.

Keywords: dental fluorosis, adhesion, sodium hypochlorite, orthodontics.

Abreviaturas:

CIMAV = Centro de Investigación de Materiales Avanzados
FD = fluorosis dental
ITF = índice de Thylstrup y Fejerskov
MEB = microscopía electrónica de barrido
NaClO = hipoclorito de sodio

INTRODUCCIÓN

Los medios de entretenimiento en la sociedad moderna han establecido estándares estéticos, con caras bonitas y sonrisas brillantes, y con ello ha aumentado la demanda de tratamientos estéticos. Hoy en día, los tratamientos de ortodoncia son altamente solicitados con fines estéticos, para mejorar la funcionalidad y proporcionar confianza.

Uno de los problemas más frecuentes que enfrenta el ortodoncista es el desprendimiento de los aparatos de ortodoncia debido a un posible fallo en la adhesión.¹ En la colocación de los aparatos de ortodoncia intervienen diversos factores para poder proporcionar un buen progreso del tratamiento. Uno de estos factores es la adhesión, el cual representa un reto, ya que el desprendimiento de los aparatos es uno de los mayores problemas; se asocia a un posible fallo de la adhesión, lo cual puede interferir en la secuencia y evolución del tratamiento; este factor puede verse afectado debido a diversas características. La falla en la adhesión nos brinda un tratamiento comprometido por la pérdida de tiempo debido a la implementación de técnicas de adhesión erróneas y muy poco predecibles.²

Uno de los factores que ha sido altamente relacionado con la disminución y fracaso de la adhesión de aparatología ortodóncica es la fluorosis dental (FD).³ En general, la fluorosis es una enfermedad que se caracteriza por manifestaciones musculoesqueléticas y dentarias secundarias a la ingesta crónica de exceso del ion flúor.⁴ Particularmente, la FD es una alteración dental causada por una ingesta de fluoruro por encima de los niveles óptimos durante la formación dental,⁵ siendo el agua potable la principal fuente de ingesta de este mineral.⁶ La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha indicado

que los niveles óptimos de fluoruro en el agua son de 0.5 a 1.0 partes por millón (ppm).

La FD es un problema endémico de salud pública que afecta a la población infantil y adolescente de varias regiones alrededor del mundo.⁷ La prevalencia de este trastorno es de aproximadamente 7.7-80.9%, en áreas con agua fluorada, y de 2.9-42% para agua sin concentración de fluoruro.⁸ En México, los informes de incidencia y prevalencia de FD en dentición permanente han ido incrementando en los últimos años, en especial en las zonas centro y norte del país.⁸ En 2013, la población mexicana reveló una prevalencia del 27.9%; en regiones específicas como la zona norte alcanzó una frecuencia de 88%.⁸

En la actualidad, la adhesión se clasifica como la unión íntima de dos superficies de diferente naturaleza gracias a fuerzas químicas y mecánicas.⁹ La búsqueda de un protocolo de adhesión que garantice la permanencia de los aparatos de ortodoncia a la superficie de los dientes con FD sigue siendo un desafío, ya que éste se basa en una retención mecánica entre la base del aparato y las irregularidades en la superficie del esmalte.¹⁰ Además, es bien sabido que el aumento de flúor evita la degradación de las proteínas (amelogeninas y amelinas) en la etapa de formación del diente, produciéndose un aumento del contenido orgánico y convirtiéndolo en un esmalte hipomineralizado;^{11,12} por ello, el protocolo de adhesión requiere una preparación química adecuada del esmalte dental para mejorar la resistencia a la adhesión.¹³

La técnica de grabado total con ácido fosfórico es el protocolo más común para obtener una topografía aceptable en el esmalte saludable, brindando una superficie adecuada a través de microretenciones;¹⁴ sin embargo, se ha observado que el esmalte con alto contenido de fluoruro es más resistente al grabado con ácido de estos componentes.³ Lo anterior ha representado una resistencia de adherencia limitada para sistemas restauradores a las superficies de esmalte sanas y fluoróticas que representan un reto muy importante para materiales adhesivos.^{11,12}

En los últimos años se han propuesto nuevas alternativas para mejorar el grabado del esmalte dental y la capacidad del sistema adhesivo. Varios estudios han propuesto al hipoclorito de sodio (NaClO) como un agente de desproteinización debido a su capacidad para eliminar proteínas, fluoruro y otros compuestos orgánicos sobre superficies dentales, mejorando la adhesión.¹⁵⁻¹⁸ Sin embargo, existe limitada información disponible sobre el nivel de adhesión de aparatos ortodóncicos en superficies de esmalte sano y fluorótico cuando se usan técnicas de desproteinización con NaClO.

El objetivo de este estudio es determinar el efecto adhesivo de la técnica de desproteinización con NaClO en dientes con esmalte sano y fluorótico comparado con la técnica de adhesión convencional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se desarrolló un estudio transversal comparativo *in vitro*, el cual fue aprobado por el grupo de investigación de la maestría en Ciencias Odontológicas y la especialidad en Ortodoncia, ambas pertenecientes a la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

A través de un muestreo no probabilístico consecutivo, se recolectaron 35 órganos dentarios de consultorios, clínicas y centros de salud de distintos municipios del estado de Chihuahua, México. Los órganos dentales incluidos fueron dientes permanentes recién extraídos por consideraciones periodontales u ortodóncicas, mostrando superficies adamantinas intactas. Se excluyeron los dientes que presentaban lesiones cariosas, restauraciones, fracturas, con tratamiento de conductos radicular o erosiones.

Todas las piezas dentales fueron almacenadas en agua desionizada a 4 °C para su conservación; posteriormente fueron lavadas con agua desionizada y sometidos a un baño ultrasónico por 15 minutos para retirar cálculo o cualquier otro material adherido a las superficies.

Se determinó la presencia y severidad de fluorosis dental de las muestras a través del índice de Thylstrup y Fejerskov (ITF),¹⁹ evaluación desarrollada a través de un investigador calibrado con evaluaciones inter- e intraexaminador, obteniendo un índice kappa de > 0.95. Posteriormente, se analizaron y clasificaron los órganos dentales recolectados de acuerdo con la presencia y grado de fluorosis dental del ITF, generando 4 grupos: a) esmalte sano (ITF = 0; n = 10); b) fluorosis leve (ITF = 1-3, n = 8); c) fluorosis moderada (ITF = 4-5, n = 10); d) fluorosis severa (ITF = 6-9, n = 7).

Preparación de las muestras

Los órganos dentales extraídos se incluyeron en bloques de acrílico autopolimerizables para facilitar su manipulación. Se subdividieron de acuerdo con la técnica de acondicionamiento: 1) técnica experimental y 2) técnica convencional.

La técnica experimental consistió inicialmente en el secado de la superficie con aire a presión libre de aceite y colocación de NaClO al 5.25% a través de un frotado continuo con una torunda de algodón estéril por 60 segundos; esta solución fue lavada con agua destilada durante 30 segundos y secada nuevamente con aire a presión. Posteriormente, se colocó ácido fosfórico al 37% por 15 segundos, removido con agua destilada a presión por 30 segundos y, finalmente, las superficies fueron secadas con aire a presión. Se colocó el sistema adhesivo (Ortho Solo Universal Bond Enhancer, ORMCO®) con un pincel en las caras vestibulares de las muestras y fotopolimerizado por 20 segundos con una lámpara tipo LED (intensidad 800 mW/cm²). Luego, con una espátula para resina, se toma una porción de resina (Enlight Light, ORMCO®) y se aplica en la superficie de la base del bracket (Roth slot 0.018) y, utilizando un portabackets, se posiciona en el centro de la cara vestibular de los órganos dentales, ejerciendo presión y retirando excesos. Finalmente, se fotopolimeriza por 20 segundos con el mismo instrumento de fotoactivación.

La técnica convencional consistió en los mismos procedimientos que la técnica experimental, excluyendo únicamente el uso del NaClO.

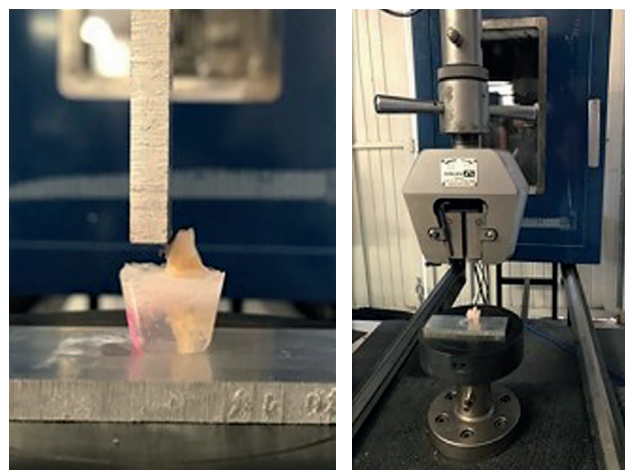
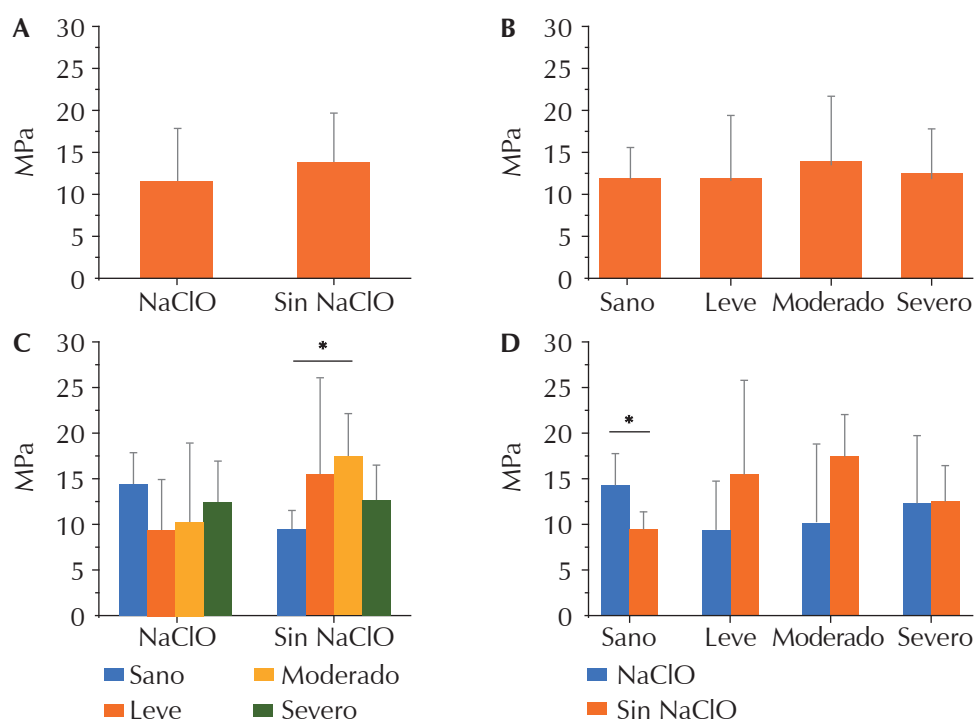


Figura 1: Diseño metodológico de la evaluación de desalojo con máquina de fuerzas universal.

**Figura 2:**

Resistencia al desalojo de diferentes tipos de acondicionamiento, de acuerdo con la presencia y severidad de fluorosis dental.

Análisis de resistencia al desalojo y microscopia electrónica de barrido (MEB)

Todas las muestras fueron sometidas a pruebas de cizallamiento (microtensión) en una máquina de fuerzas universales (Instron® 3382, carga máxima 100 kN), aplicando a cada pieza una fuerza compresiva en dirección ocluso-gingival con una velocidad de 1.5 mm/min, previa fijación del bracket ortodóncico a la punta de una barra de acero montada en la cabeza de carga de la máquina (Figura 1). El análisis de la superficie de las muestras, posterior a los ensayos de esfuerzos, fue determinado con un microscopio electrónico de barrido (Hitachi®, FE-SEM, SU5000) mediante el uso de detectores de electrones secundarios y electrones retrodispersados con una intensidad de voltaje de 15 kV.

Análisis estadístico

Todos los valores de resistencia al desalojo fueron expresados en promedios y desviaciones estándar. Las pruebas de normalidad se desarrollaron con la prueba de Shapiro-Wilk. Se establecieron las diferencias entre grupos independientes mediante la prueba estadística U de Mann-Whitney para muestras no paramétricas con el programa IBM-SPSS versión 23. Las diferencias estadísticas fueron determinadas cuando $p < 0.05$.

RESULTADOS

Análisis de resistencia al desalojo

La Figura 2 muestra los resultados de la resistencia al desalojo que tienen los tipos de acondicionamiento de acuerdo con la presencia y severidad de fluorosis.

Los valores del grupo sin desproteínización mostraron valores de resistencia al desalojo mayores que el grupo con desproteínización (13.71 ± 5.80 y 11.51 ± 6.24 MPa, respectivamente); sin embargo, no se encontró ninguna diferencia estadística ($p > 0.05$). Lo anterior indica que ambos sistemas de acondicionamiento adamantino, en sus distintos niveles de fluorosis dental, funcionan de manera similar (Figura 2A). Además, los valores del grupo sano (11.96 ± 3.66 MPa), leve (11.76 ± 7.62 MPa) y severo (12.51 ± 5.20 MPa) mostraron promedios muy cercanos entre ellos; sin embargo, el grupo de fluorosis moderada tuvo promedios ligeramente mayores (13.90 ± 7.65 MPa) en comparación con los otros grupos. En contraste, cuando se aplicó la prueba estadística, no se encontró ningún valor estadísticamente significativo al comparar de manera independiente los diversos valores de los grupos de fluorosis ($p > 0.05$).

Estos resultados sugieren que los cuatro tipos de esmalte dental usados en este estudio muestran el mismo

nivel de resistencia al desalojo (*Figura 2B*). Así mismo, se observó que, en el grupo convencional, la resistencia al desalojo fue aumentando gradualmente hasta el grupo de fluorosis moderada, mientras que, en el grupo de fluorosis severa, se encontró un descenso de los valores (*Figura 2C*).

Tras las pruebas estadísticas, se encontró significancia estadística en la comparación del grupo sin desproteinización en el grado sano y el grupo de fluorosis moderada ($p < 0.05$), la cual mostró los mejores niveles de resistencia al desalojo. Adicionalmente, se identificó que el uso del NaClO únicamente en tejido dental sano mostró significativamente mejores valores de resistencia al desalojo en comparación que la técnica convencional (*Figura 2D*). Lo anterior sugiere que el uso del NaClO como agente desproteinizante depende en gran medida de la presencia y, probablemente, de la severidad de la fluorosis dental.

Microscopia electrónica de barrido (MEB)

En las *Figuras 3-6* se observan micrografías de MEB de los grupos de esmalte sano, fluorosis leve, moderada y severa en superficies con y sin desproteinización.

En la muestra de esmalte dental sano se pueden apreciar superficies más homogéneas y con pocas irregularidades en comparación con la muestra con desproteinización (*Figura 3A y B*). En las micrografías con electrones retro-

dispersados se observa el esmalte sano con desproteinización, algunas motas o manchas asociadas probablemente con componentes orgánicos que nos brindan superficies porosas con microsurcos (*Figura 3C y D*).

En contraste, en la muestra de fluorosis dental leve (*Figura 4*), con y sin desproteinización, se pueden observar superficies más irregulares (*Figura 4A-C*). Ante el análisis de electrones retrodispersados, se observó una topografía más porosa en el grupo sin desproteinización, con posibles aglomeraciones de material orgánico (*Figura 4C*), mientras que, en las imágenes de esmalte desproteinizado, se observaron superficies con áreas menores, de componentes presumiblemente orgánicos y menos porosas (*Figura 4D*).

En la muestra de fluorosis dental moderada (*Figura 5*) se observa la presencia de irregularidades e incluso pequeñas cavidades que aumentan significativamente su tamaño con la severidad de la fluorosis (*Figura 5A*). En la imagen de fluorosis moderada con desproteinización (*Figura 5B*) se puede observar una topografía de mayor profundidad y con abundantes microporosidades. En la observación con electrones retrodispersados se aprecia mayor cantidad de motas con una delimitación menos nítida, encontrando un contraste de material, lo que sugiere la presencia de material orgánico presumiblemente menos mineralizado en ambos tipos de acondicionamientos (*Figura 5C y D*).

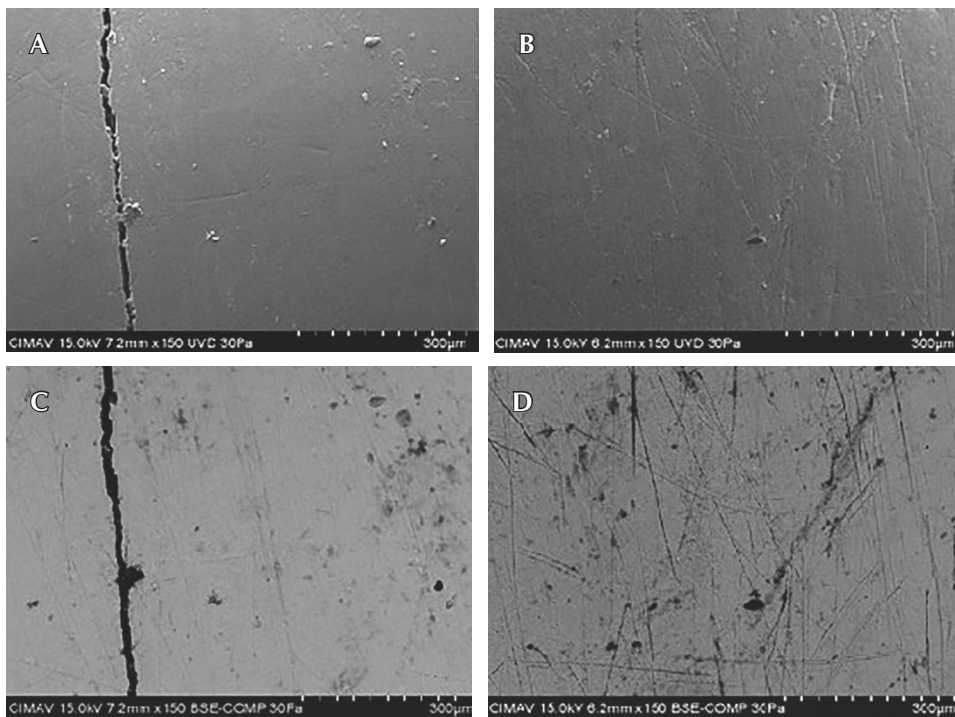


Figura 3:

Micrografías por microscopia electrónica de barrido de esmalte dental sano. Las imágenes superiores se evaluaron mediante detector de electrones secundarios y las imágenes inferiores mediante detector de electrones retrodispersados.

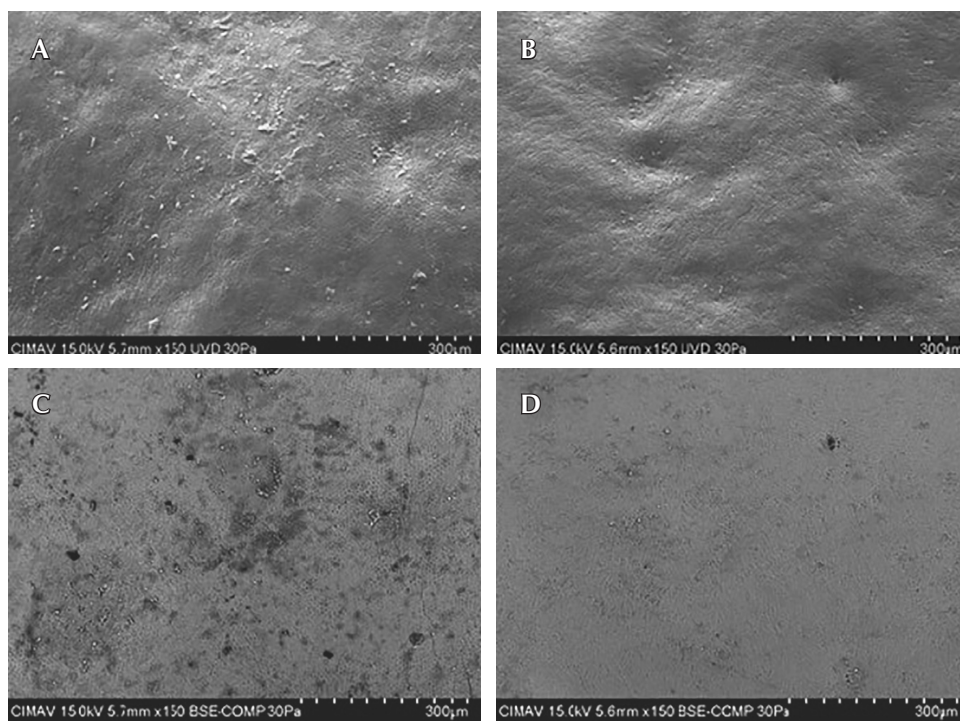


Figura 4:

Micrografías por microscopia electrónica de barrido de esmalte fluorótico leve. Las imágenes superiores se evaluaron mediante detector de electrones secundarios y las imágenes inferiores mediante detector de electrones retrodispersados.

En los grados mayores de fluorosis dental (fluorosis severa) se pueden observar fracturas bien delimitadas en la superficie del esmalte dental con fluorosis severa con desproteínización (*Figura 6A y B*), probablemente a consecuencia de la hipomineralización de la superficie del esmalte, con notables irregularidades en su continuidad. Además, el análisis químico por detección de electrones retrodispersados sugiere la presencia de componentes distintos al esmalte regular, probablemente elementos orgánicos e hipomineralizados en la superficie de ambos grupos; sin embargo, en el grupo con desproteínización aparentemente disminuye la presencia de estos elementos (*Figura 6C y D*).

DISCUSIÓN

En este estudio se encontró que la técnica de desproteínización con hipoclorito de sodio (5.25%) tiene estadísticamente los mismos niveles de resistencia al desalojo comparado con la técnica de grabado convencional y que los distintos grados de fluorosis mantienen significativamente el mismo nivel de adhesión adamantina ($p > 0.05$). Además, se observaron patrones de resistencia al desalojo que aumentaban gradualmente en el grupo convencional ($p < 0.05$), excepto en el grupo de fluorosis severa, el cual mostró valores que disminuyeron drástica-

mente. Por otro lado, en el grupo con desproteínización, se observaron valores de resistencia al desalojo, con una tendencia menor a la adhesión adamantina, presente únicamente en los grupos con fluorosis dental ($p > 0.05$). Adicionalmente, la técnica de desproteínización con NaClO al 5.25% demostró tener valores de resistencia al desalojo significativamente mucho mejores en esmalte dental sano que en el grupo de acondicionamiento convencional, mientras que la presencia y severidad de la fluorosis dental no demostró cambios significativos en las propiedades de adhesión para ambos grupos ($p > 0.05$). Lo anterior puede sugerir que la técnica de desproteínización podría ofrecer mejoras en las propiedades de adhesión únicamente en el esmalte sano, pero no para los grupos con cualquiera de los grados de fluorosis dental.

Un estudio evaluó el efecto de la desproteínización en esmalte sano de aparatología ortodóncica adherida con diversos grupos de ionómeros de vidrio, concluyendo que el uso de la técnica de desproteínización posee estadísticamente los mismos niveles de adhesión adamantina que el grupo con acondicionamiento convencional con ácido ortofosfórico al 35%.²⁰ Otro estudio reportó que los niveles de penetración de la resina compuesta en superficies tratadas con la técnica de desproteínización previa al grabado ácido en esmalte sano favorece la entrada del adhesivo y mejora la conformación topográfica, lo que

facilita la adhesión micromecánica.²¹ Otro estudio²² en dientes con fluorosis, con y sin desproteínización, determinó que la desproteínización redujo significativamente las fuerzas de unión de los brackets ortodónticos, concluyendo que la desproteínización en dientes con fluorosis disminuye considerablemente las fuerzas de unión entre ambas técnicas de acondicionamiento.

Nuestro estudio coincide parcialmente con los resultados de los artículos antes mencionados debido a la técnica de desproteínización con hipoclorito de sodio, encontrando que esta técnica funciona mejor en esmalte sano, pero no para los dientes con fluorosis dental. Además, en la comparación con el grupo sin desproteínización, se encontró una significancia estadística entre el esmalte sano y el de fluorosis moderada, evidenciando que la presencia de fluorosis dental posiblemente intervenga en la acción del hipoclorito de sodio al 5.25%, pero no en la técnica convencional. Por otro lado, en el grupo con desproteínización, se observaron valores que evidentemente disminuían con la presencia y severidad de fluorosis, a pesar de que se vio un aumento gradual de acuerdo con el nivel de fluorosis. Finalmente, en el grupo sin desproteínización, las cargas de resistencia al desalojo mejoraron gradualmente con la presencia de fluorosis en comparación con grupos de dientes desproteínizados.

Es posible que las variaciones en los resultados de resistencia al desalojo sean debido a variaciones asociadas a los componentes presentes en cada uno de los sistemas adhesivos usados, concentración del agente acondicionante (ácido grabador), tiempo de exposición de grabado ácido y al tipo y cantidad de elementos orgánicos e inorgánicos presentes en cada uno de los grados de fluorosis dental. Además, es posible que estas variaciones también se relacionen con la evolución tecnológica en los componentes incluidos en cada uno de los sistemas adhesivos, resultando en mejoras de las propiedades de la adhesión, incluso en dientes con esmalte fluorótico y sus variaciones.

Tras la necesidad de aumentar la resistencia al desalojo entre el esmalte y la resina, se han intentado diversos acondicionamientos del esmalte previo al grabado ácido. Algunos de estos métodos son el uso de peróxido de hidrógeno, terapia con ozono, ácido tricloroacético, entre otros, los cuales demostraron no tener ningún efecto significativo en la mejora de las propiedades de adhesión en el esmalte sano comparado con los sistemas de acondicionamiento convencional²² a través del uso de ácido ortofosfórico al 35 o 37%.²³ De ahí la necesidad de encontrar un protocolo ideal para adherir aparatos de ortodoncia a los dientes con fluorosis, permitiendo una

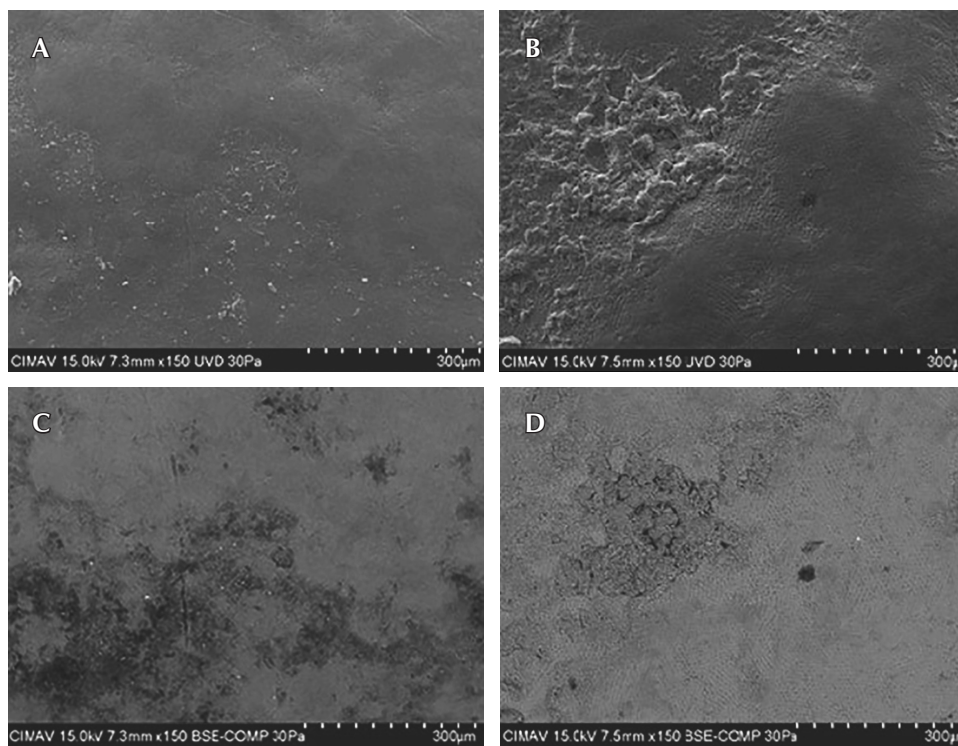


Figura 5:

Micrografías por microscopia electrónica de barrido de esmalte fluorótico moderado. Las imágenes superiores se evaluaron mediante detector de electrones secundarios y las imágenes inferiores mediante detector de electrones retrodispersados.

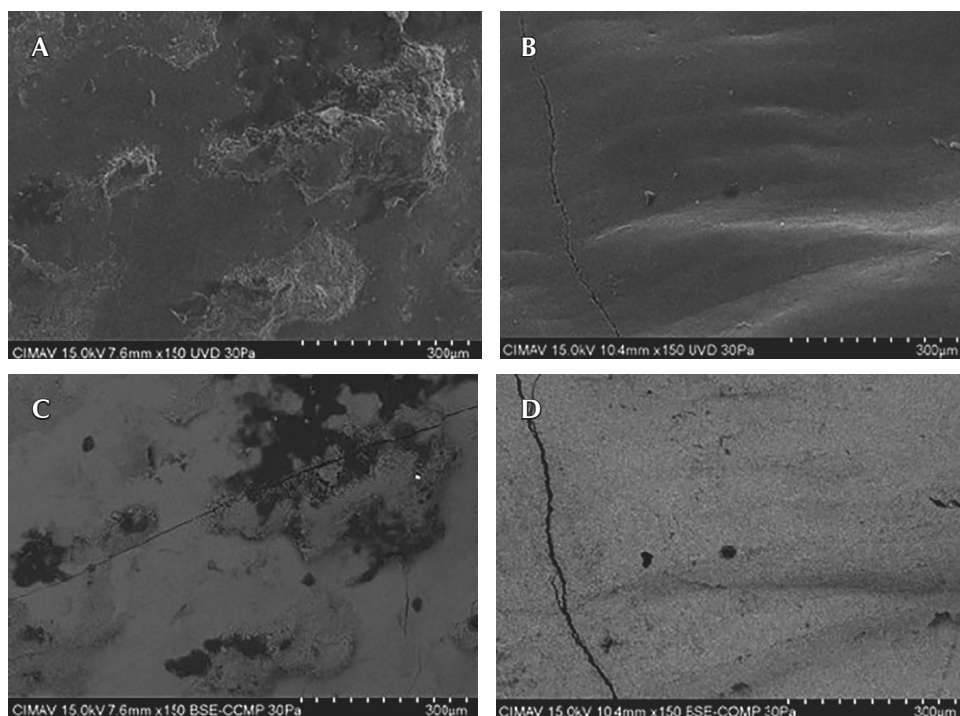


Figura 6:

Micrografías por microscopia electrónica de barrido de esmalte fluorótico severo. Las imágenes superiores se evaluaron mediante detector de electrones secundarios y las imágenes inferiores se evaluaron mediante detector de electrones retrodispersados.

técnica de adhesión predecible, fácil, precisa, con un tiempo terapéutico de acondicionamiento relativamente corto y sin daños adamantinos significativos, sin afectar los tiempos y calidad general del tratamiento ortodóncico.

En 1975, Reynolds estimó la fuerza de adhesión necesaria para los aparatos de ortodoncia, sugiriendo de 5.88 a 7.84 MPa;²⁴ sin embargo, se han registrado resistencias exitosas en materiales de adhesión incluso con resistencias de 5-9 MPa.²⁵ Por otro lado, investigaciones afirman que valores mayores a 20 MPa pueden causar daños irreversibles al esmalte dental en el momento de haber finalizado el tratamiento ortodóncico.^{26,27} Adicionalmente, se ha reportado que el acondicionamiento del esmalte sano realizado por medio de grabado ácido con desproteinización causa microporos en la estructura adamantina, dando como resultado el incremento de la adhesión entre las superficies.²²

Nuestro estudio encontró valores en el grupo con acondicionamiento convencional en esmalte sano y dientes con fluorosis leve, moderada y severa de 9.5 ± 1.9 , 15.5 ± 10.4 , 17.5 ± 4.6 y 12.6 ± 3.9 MPa, respectivamente. Por otro lado, el grupo con desproteinización obtuvo valores de 14.3 ± 3.5 MPa para el grupo sano, 9.4 ± 5.4 MPa para fluorosis leve, 10.2 ± 8.7 MPa para fluorosis moderada, y 12.3 ± 7.5 MPa para el grupo de fluorosis severa. Lo anterior indica que el uso de desproteinización,

aunque puede disminuir significativamente los valores de resistencia al desalojo comparado con el grupo sin desproteinización en fluorosis dental, permite obtener valores de adhesión dentro del intervalo sugerido por la mayoría de los estudios en el área de ortodoncia,^{17,24} promoviendo valores que posiblemente mantengan un nivel de adhesión adecuado durante el tiempo del tratamiento ortodóncico.

Estos valores podrían promover un daño adamantino presumiblemente menor a la estructura del esmalte al remover definitivamente la aparatología ortodóncica, incluso en superficies afectadas por fluorosis dental. Es bien sabido en el área de ortodoncia que la fuerza de adhesión debe ser suficiente para prevenir la descementación de los aparatos durante el tratamiento, pero a su vez debe garantizar la integridad de la superficie del esmalte cuando los aparatos de ortodoncia sean removidos al término del tratamiento.^{24,25} Lo anterior puede sugerir que los grupos con fluorosis dental tras el acondicionamiento con hipoclorito de sodio al 5.25% tienen la habilidad de conducir las propiedades de adhesión a niveles más seguros que proporciones con mayor mantenimiento en la integridad estructural del esmalte al finalizar el tiempo del tratamiento ortodóncico.

Aunque este estudio encontró que la desproteinización disminuye el efecto de los sistemas adhesivos usados

para la cementación de aparatología ortodóncica, los valores obtenidos se ubican dentro de los parámetros recomendados por la literatura previamente reportada, por lo que la técnica de desproteínización podría ser considerada una herramienta que ayuda a complementar los parámetros necesarios para la correcta adhesión adamantina en dientes sanos y fluoróticos, así como preservar la topografía e integridad estructural de las superficies una vez concluido el tratamiento ortodóncico. En este sentido, el uso de la desproteínización favorecería una adhesión adamantina más predecible, segura y sin daños en la estructura adamantina posterior a la remoción del tratamiento ortodóncico.

A pesar de lo anterior, es necesario realizar otras investigaciones que usen estrategias metodológicas diferentes, así como análisis físicos y químicos más específicos para la identificación de factores que podrían jugar un papel relevante en las terapias de adhesión en aparatología fija ortodóncica, donde se involucren estructuras adamantinas sanas y fluoróticas.

CONCLUSIONES

Este estudio determinó que la resistencia al desalojo en muestras con desproteínización en esmalte fluorótico disminuyó considerablemente, pero sin diferencias significativas. A pesar que las fuerzas de unión entre el esmalte dental fluorótico y el bracket fueron menores, se encontró una resistencia a la unión dentro de los parámetros internacionales recomendados (5-9 MPa) para esperar un rendimiento ortodóncico adecuado. Además, el uso del agente desproteínizante en esmalte dental sano fue la única superficie que mejoró significativamente la resistencia al desalojo.

Aunque este estudio podría recomendar el uso de hipoclorito de sodio al 5.25% como agente desproteínizante previo al grabado ácido para la nivelación de la adhesión adamantina, principalmente en superficies con fluorosis dental, es necesario realizar nuevas y mejores investigaciones que determinen el uso seguro y predecible de una técnica de adhesión que pueda ser usada para la cementación de aparatología ortodóncica.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Departamento de Estomatología del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y al Centro de Investigación de Materiales Avanzados (CIMAV) por el apoyo en la realización del presente estudio.

REFERENCIAS

1. Kokich VO, Kokich VG, Kiyak HA. Perceptions of dental professionals and laypersons to altered dental esthetics: asymmetric and symmetric situations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 130 (2): 141-151. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.04.017
2. Katona TR, Long RW. Effect of loading mode on bond strength of orthodontic brackets bonded with 2 systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 129 (1): 60-64. doi: 10.1016/j.ajodo.2004.09.020
3. Noble J, Karaikos NE, Wiltshire WA. In vivo bonding of orthodontic brackets to fluorosed enamel using an adhesion promoter. *Angle Orthod.* 2008; 78 (2): 357-360. doi: 10.2319/020207-53.1
4. Levy SM. An update on fluorides and fluorosis. *J Can Dent Assoc.* 2003; 69 (5): 286-291.
5. Appleton J, Chesters J, Kierdorf U, Kierdorf H. Changes in the structure of dentine from cheek teeth of deer chronically exposed to high levels of environmental fluoride. *Cells Tissues Organs.* 2000; 167 (4): 266-272. doi: 10.1159/000016789
6. Aoba T, Fejerskov O. Dental fluorosis: chemistry and biology. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2002; 13 (2): 155-170. doi: 10.1177/154411130201300206
7. Ernis RB, De Munck J, Cardoso MV, Coutinho E, Van Landuyt KL, Poitevin A et al. Bonding to ground versus unground enamel in fluorosed teeth. *Dent Mater.* 2007; 23 (10): 1250-1255. doi: 10.1016/j.dental.2006.11.005
8. Betancourt-Lineares A, Irigoyen-Camacho ME, Mejía-González A, Zepeda-Zapeda M, Sánchez-Pérez L. Prevalencia de fluorosis dental en localidades mexicanas ubicadas en 27 estados y el D.F. a seis años de la publicación de la Norma Oficial Mexicana para la fluoruración de la sal [Dental fluorosis prevalence in Mexican localities of 27 states and the D.F.: six years after the publication of the Salt Fluoridation Mexican Official Regulation]. *Rev Invest Clin.* 2013; 65 (3): 237-247.
9. Pelossi PL, Kwint A. Resistencia adhesiva de Brackets cementados con un sistema autoacondicionante de bajo pH TT. [Shear bond strength with a low pH self-etching adhesive bonded brackets]. *Ortodoncia.* 2007; 70 (141): 58-62.
10. Sierant ML, Bartlett JD. Stress response pathways in ameloblasts: implications for amelogenesis and dental fluorosis. *Cells.* 2012; 1 (3): 631-645. doi: 10.3390/cells1030631
11. Kumari Cm, Bhat Km, Bansal R. Evaluation of surface roughness of different restorative composites after polishing using atomic force microscopy. *Journal of Conservative Dentistry.* 2016 19 (1): 56-62. doi: 10.4103/0972-0707.173200
12. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjaderhane L, Carvalho RM, Carrilho M et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater.* 2011; 27 (1): 1-16. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.016
13. Sonis AL, Snell W. An evaluation of a fluoride-releasing, visible light-activated bonding system for orthodontic bracket placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989; 95 (4): 306-311. doi: 10.1016/0889-5406(89)90163-7
14. Busscher HJ, Retief DH, Arends J. Relationship between surface-free energies of dental resins and bond strengths to etched enamel. *Dent Mater.* 1987; 3 (2): 60-63. doi: 10.1016/s0109-5641(87)80004-0
15. Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Saadia M. Enamel deproteinization and its effect on acid etching: an *in vitro* study. *J Clin Pediatr Dent.* 2008; 33 (1): 13-19. doi: 10.17796/jcpd.33.1.ng5462w5746j766p
16. Gómez S, Bravo P, Morales R, Romero A, Oyarzún A. Resin penetration in artificial enamel carious lesions after using sodium hypochlorite as a deproteinization agent. *J Clin Pediatr Dent.* 2014; 39 (1): 51-56. doi: 10.17796/jcpd.39.1.e72570275387527r

17. Cárdenas FA, Flores RH, Gordillo MA, Castanedo CJP, Pozos GAJ. Clinical efficacy of 5% sodium hypochlorite for removal of stains caused by dental fluorosis. *J Clin Pediatr Dent.* 2009; 33 (3): 187-191. doi: 10.17796/jcpd.33.3.c6282t1054584157.
18. İsci D, Sahin Saglam AM, Alkis H, Elekdag-Turk S, Turk T. Effects of fluorosis on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a self-etching primer. *Eur J Orthod.* 2011; 33 (2): 161-166. doi: 10.1093/ejo/cjq063.
19. Thylstrup A, Fejerskov O. Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histologic changes. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1978; 6 (6): 315-328. doi: 10.1111/j.1600-0528.1978.tb01173.x.
20. Pereira TB, Jansen WC, Pithon MM, Souki BQ, Tanaka OM, Oliveira DD. Effects of enamel deproteinization on bracket bonding with conventional and resin-modified glass ionomer cements. *Eur J Orthod.* 2013; 35 (4): 442-446. doi: 10.1093/ejo/cjs006.
21. Espinosa R, Valencia R, Rabelero M, Ceja I. Resistencia al desprendimiento de la resina al esmalte desproteinizado y grabado; Estudio de microtensión. *Rev Oper Dental y Biomater.* 2014; 3 (2): 1-6.
22. Espinosa R, Valencia R, Rabelero M, Ceja I. Detachment resistance to resin and deproteinized and etch enamel; microtensile study. *Rev Oper Dent y Biomater.* 2014; 3: 1-15
23. Eimar H, Siciliano R, Abdallah MN, Nader SA, Amin WM, Martinez PP et al. Hydrogen peroxide whitens teeth by oxidizing the organic structure. *J Dent.* 2012; 40 Suppl 2: e25-33. doi: 10.1016/j.jdent.2012.08.008.
24. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod.* 1975; 2 (3): 171-178. doi: 10.1080/0301228X.1975.11743666
25. Newman RA, Newman GV, Sengupta A. In vitro bond strengths of resin modified glass ionomer cements and composite resin self-cure adhesives: introduction of an adhesive system with increased bond strength and inhibition of decalcification. *Angle Orthod.* 2001; 71 (4): 312-317. doi: 10.1043/0003-3219(2001)071<0312:IVBSOR>2.0.CO;2.
26. Pickett KL, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. *Angle Orthod.* 2001; 71 (2): 141-148. doi: 10.1043/0003-3219(2001)071<0141:OIVB SC>2.0.CO;2.
27. Bincos C, Caballero A, Fernández A, Rivera J, Tanaka E. Caballero Bincos Comparación de la fuerza de adhesión y el tipo de falla entre dos cementos de resina para ortodoncia. *Univ Mil Nueva Granada-Fundación CIEO Univ Odontológica.* 2011; 30 (65): 31-39.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Aspectos éticos: el estudio fue aprobado por el grupo de investigación de la Maestría en Ciencias Odontológicas y la Especialidad en Ortodoncia, ambas pertenecientes al Departamento de Estomatología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Financiamiento: sin financiamiento.

Correspondencia:

Dr. León Francisco Espinosa Cristóbal

E-mail: leohamet@hotmail.com