



UADY
CIENCIAS DE LA SALUD
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DEL CEMENTO DE
IONÓMERO DE VIDRIO EN PRESENCIA DEL EXTRACTO
ETANÓLICO DE PROPÓLEO AL 10%

Tesis presentada por:
CINDY MARÍA URBINA MÉNDEZ

En opción al grado de:
MAESTRA EN ODONTOLOGÍA INFANTIL

Directores:
M. O. I. MARINA EDUVIGES RENDÓN PERAZA
DR. JUAN VALERIO CAUICH RODRÍGUEZ

Mérida, Yucatán, Enero 2019



UADY
CIENCIAS DE LA SALUD
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DEL CEMENTO DE
IONÓMERO DE VIDRIO EN PRESENCIA DEL EXTRACTO
ETANÓLICO DE PROPÓLEO AL 10%

Tesis presentada por:
CINDY MARÍA URBINA MÉNDEZ

En opción al grado de:
MAESTRA EN ODONTOLOGÍA INFANTIL

Directores:
M. O. I. MARINA EDUVIGES RENDÓN PERAZA
DR. JUAN VALERIO CAUICH RODRÍGUEZ

Mérida, Yucatán, Enero 2019



UADY
CIENCIAS DE LA SALUD
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

UNIDAD DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Mérida, Yucatán, 11 de enero de 2019

C. CINDY MARÍA URBINA MÉNDEZ

Con base en el dictamen emitido por sus Directores y revisores, le informo que la Tesis titulada **"EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DEL CEMENTO DE IONÓMERO DE VIDRIO EN PRESENCIA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DEL PROPÓLEO AL 10%"**, presentada como cumplimiento a uno de los requisitos establecidos para optar al Título de la Maestría en Odontología Infantil, ha sido aprobada en su contenido científico, por lo tanto, se le otorga la autorización para que una vez concluidos los trámites administrativos necesarios, se le asigne la fecha y hora en la que deberá realizar su presentación y defensa.



FACULTAD DE ODONTOLOGIA
UNIDAD DE POSGRADO
E INVESTIGACION

M. C. O. José Rubén Herrera Atoche
Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación

M.O.I. Marina Eduviges Rejón Peraza
Directora de Tesis

Dr. Juan Valerio Cauich Rodríguez
Director de Tesis

M.E.E. Nelly del Carmen Castro Linares
Revisor

C. D. Rafael Hoyos Pinzón
Revisor

Artículo 78 del reglamento interno de la
Facultad de Odontología de la
Universidad Autónoma de Yucatán.

Aunque una tesis hubiera servido para
el examen profesional y hubiera sido
aprobada por el sínodo, solo su autor o
autores son responsables de las
doctrinas en ella emitidas.

Este trabajo se realizó en los laboratorios del área de Materiales del Centro de Investigación Científica de Yucatán bajo la dirección del Dr. Juan Valerio Cauch Rodríguez y la MOI. Marina Eduvigis Rendón Peraza de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán. Los resultados presentados son parte del proyecto de investigación “Efectos del propóleo en patologías pulpares en órganos dentarios temporales” con número de registro FODO-2015-0003, financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, proyectos: 1360 (Fronteras de la Ciencia) y 248378 (Atención a Problemas Nacionales).

AGRADECIMIENTOS

A mis directores de tesis, Dr. Juan Valerio Cauich Rodríguez y MOI. Marina Eduviges Rejón Peraza, por brindarme todo el apoyo y la paciencia, en el salón de clases y en este proyecto.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por todo su apoyo otorgado a través de la beca y, en específico a los proyectos: 1360 (Fronteras de la Ciencia) y 248378 (Atención a Problemas Nacionales).

A la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), por el honor de permitirme ser parte de su Maestría en Odontología Infantil.

Al Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), por abrirme las puertas y por todas las facilidades otorgadas, en especial al “Doctor Kimby”, Alejandro May, por toda su ayuda, apoyo y buen humor; a Rossana Vargas Coronado, por su paciencia, mucha ayuda y varias pláticas amenas; al Dr. Francis Avilés Cetina y al Ing. Javier Cauich por su participación en el logro de este proyecto.

A la Facultad de Odontología de la UADY, en especial a mi coordinadora de la maestría y también revisor de este proyecto: MEE. Nelly del Carmen Castro Linares por ser como una segunda madre, enseñarme toda su experiencia y brindarme tantos momentos memorables; también a mi revisor CDEE. Rafael Hoyos Ontiveros por todo su apoyo y accesibilidad.

A todos los pacientes que donaron un pedacito de sí mismos a favor de la ciencia.

Por último, a mi pilar, a mi equipo, sin ustedes esto no hubiera sido posible, muchas gracias por tanto, familia.

ÍNDICE

RESUMEN	
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
CEMENTO DE IONÓMERO DE VIDRIO CIV	3
1. COMPONENTES DEL IONÓMERO DE VIDRIO	3
2. HISTORIA DEL CEMENTO DE IONÓMERO DE VIDRIO	4
3. MODIFICACIONES A LOS CEMENTOS DE IONÓMERO DE VIDRIO	6
MÉTODOS EMPLEADOS PARA MEDIR PROPIEDADES MECANICAS EN CIV	8
1. GENERALIDADES DE LAS PRUEBAS DE ADHESIÓN	9
1.1. Manejo de las muestras.	10
2. FUERZA DE ADHESIÓN EN CORTANTE (CIZALLA)	13
3. FUERZA DE ADHESIÓN EN TENSION/TRACCIÓN	15
4. OTROS MÉTODOS DE PRUEBA DE ADHESIÓN.	17
4.1. Pruebas de adhesión “micro”.	17
4.2. Prueba de resistencia a la extracción (<i>pull-out test</i>).	17
PRODUCTOS NATURALES DE USO ODONTOLÓGICO	18
GENERALIDADES DEL PROPÓLEO	22
COMPOSICIÓN DEL PROPÓLEO	23
CARIES DENTAL	24

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS	27
JUSTIFICACIÓN	28
OBJETIVOS	30
MATERIAL Y MÉTODOS	31
RESULTADOS	47
DISCUSIÓN	72
CONCLUSIONES	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXOS	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de órganos dentarios empleados por cada tipo de técnica y procedimiento para la aplicación del CIV.	46
Tabla 2. Media, desviación estándar, error estándar de la media, intervalo de confianza para la media al 95%, máximos y mínimos de cada procedimiento para la técnica cortante.	52
Tabla 3. Prueba post hoc de Bonferroni para comparación de Procedimientos de la técnica cortante.	54
Tabla 4. Media, desviación estándar, error estándar de la media, intervalo de confianza para la media al 95%, máximos y mínimos de cada procedimiento para la técnica cortante.	55
Tabla 5. Prueba post hoc de Bonferroni para comparación de procedimientos de la técnica cortante.	57
Tabla 6. Media, desviación estándar, error estándar de la media, intervalo de confianza al 95% para la media, máximos y mínimos del desplazamiento en ensayos de la técnica cortante.	58
Tabla 7. Media, desviación estándar, error estándar de la media, intervalo de confianza al 95% para la media, máximos y mínimos de cada procedimiento para la técnica <i>pull-out</i> .	63
Tabla 8. Prueba post hoc de Games-Howell para comparación de procedimientos de la técnica <i>pull-out</i> .	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de un montaje para prueba en cortante (cizalla).	14
Figura 2. Ejemplo de una prueba de tensión (tracción).	16
Figura 3. Ejemplo de una muestra preparada para un ensayo de <i>pull-out</i> .	17
Figura 4. Montaje muestra en la máquina de ensayos mecánicos para un ensayo de <i>pull-out</i> .	18
Figura 5. Órganos dentarios embebidos en resina acrílica después de su pulido.	36
Figura 6. Llenado del molde de teflón con CIV.	37
Figura 7. Muestra montada en la prensa durante su fraguado.	38
Figura 8. Muestras depositadas en vasos con agua destilada.	38
Figura 9. Muestra montada para ensayos en cortante empleando una máquina de ensayos mecánicos.	39
Figura 10. Muestras SACP después de ser desmontadas de la prensa.	40
Figura 11. Órganos dentarios montados en acrílico.	41
Figura 12. Órgano dentario pulido vista lateral.	42
Figura 15. Radiografías periapicales tomadas posterior al fraguado del CIV.	42
Figura 14. Muestra montada en la máquina de ensayos mecánicos mini Shimadzu.	43
Figura 15. Falla cohesiva del grupo SP (control).	44
Figura 16. Fallas mixtas del grupo CP.	44

Figura 17. Falla mixta presentada por el grupo SA.	45
Figura 18. Falla mixta presentada por el grupo SA (otra vista).	45
Figura 29. Comparación de todas las curvas fuerza contra tiempo en los ensayos de cortante de los tres grupos.	48

Figura 19. Relación fuerza vs tiempo en los ensayos de la técnica cortante (individual).	48
Figura 20. Relación fuerza vs tiempo en los ensayos de la técnica cortante (medias).	49
Figura 21. Comparación de las distribuciones de los máximos de fuerza, medidos en Newtons, para cada procedimiento de la técnica cortante.	52
Figura 22. Comparación de las distribuciones de los esfuerzos máximos, medidos en megapascales (MPa), para cada procedimiento de la técnica cortante.	55
Figura 23. Comparación de las distribuciones para las distancias del cero al punto más alto, medidas en milímetros (mm), en cada ensayo de la técnica cortante.	58
Figura 24. Relación fuerza vs tiempo en los ensayos de la técnica <i>pull-out</i> .	59
Figura 25. Relación fuerza vs tiempo en los ensayos de la técnica <i>pull-out</i> .	60
Figura 26. Comparación de las curvas fuerza-desplazamiento representativas de cada grupo analizado en la técnica <i>pull-out</i> .	61
Figura 27. Comparación de las distribuciones de los máximos de fuerza, medidos en Newtons, para cada procedimiento de la técnica <i>pull-out</i> .	63
Figura 28. Superficie dental sin acondicionamiento (superficie del grupo SA).	65
Figura 29. Superficie dental tras acondicionamiento con	

ácido poliacrílico por 15 segundos (grupo SP).	65
Figura 30. Superficie tras irrigación con propóleo y posterior acondicionamiento (grupo CP).	66
Figura 31. Superficie sin acondicionamiento con propóleo (grupo SACP).	67
Figura 32. Superficie tras acondicionamiento y posterior irrigación con propóleo.	67
Figura 33. Muestra SP-1 (control): falla adhesiva de tipo mixto.	68

Figura 34. Muestra SP-2 (control).	69
Figura 35. Muestra CP-1 (con propóleo).	69
Figura 36. Muestra CP-2 (con propóleo): Tipo de falla mixta.	70
Figura 37. Muestra SA-1 (sin acondicionamiento): Tipo de falla adhesiva.	70
Figura 38. Muestra SA-2 (sin acondicionamiento): Tipo de falla mixta.	71

RESUMEN

Este estudio pretende evaluar la adhesión del cemento ionómero de vidrio (CIV) en un órgano dentario previamente tratado con extracto etanólico de propóleo (EEP) al 10%, para asegurar su utilización como medio de restauración.

En la actualidad, nos encontramos con nuevas alternativas de tratamiento como lo son los tratamientos con productos naturales, como la utilización del propóleo para realizar tratamientos pulpares; por lo tanto, se considera de suma importancia el asegurar que el uso del CIV como restauración en órganos dentarios tratados con propóleo cumpla con estas funciones, para garantizar un tratamiento exitoso y de calidad.

Se trabajó con un total de 35 órganos dentarios, de los cuales el 48.6% se manejó con la técnica cortante restante con la técnica de *pull-out*. Para ambas pruebas se montaron las muestras en bases de resina acrílica para facilitar su manipulación: a) grupo SP: sin propóleo (control), b) grupo CP: con propóleo, c) grupo SA: sin acondicionamiento. Se consideró un cuarto 'grupo SACP' (sin acondicionamiento con propóleo), pero se descartó al no haber adhesión entre el CIV y la superficie dental (el cilindro de CIV no logró adherirse); ambas pruebas se realizaron en una máquina de ensayo universales, midiendo la fuerza necesaria para desprender el CIV de la superficie dental; posteriormente, se observan las superficies dentales y del CIV en el microscopio electrónico de barrido para determinar los tipos de falla encontradas.

Se puede considerar al CIV como un material eficiente para la restauración de órganos dentarios tratados con extracto etanólico de propóleo, la fuerza de adhesión del CIV al órgano dentario no es afectada por el propóleo, siempre y cuando se acondicione previamente la superficie dental, de acuerdo con las indicaciones del fabricante. Se reitera la importancia del acondicionamiento de la superficie dental para lograr la mayor fuerza de adhesión del CIV al órgano dentario; por último, los tipos de falla encontrados (con presencia de algunas fallas adhesivas), sugiere que, si bien la fuerza de adhesión del CIV no es afectada por el EEP, otras propiedades podrían estar afectadas, por lo que se sugiere realizar más experimentos para explicar este fenómeno.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los cementos de ionómeros de vidrio (CIV) son materiales de restauración populares por su capacidad de adherencia química a la superficie dentaria, además de su capacidad de liberación de fluoruro. Debido a lo anterior y a su sencilla manipulación, es considerado el material ideal para restauraciones definitivas en la dentición temporal y por la misma razón, su aplicación en operatoria dental ha ido incrementando desde su invención.

Evaluar la adhesión de los CIV es de suma importancia ya que de esto depende la retención de este material a la superficie dentaria, al igual que disminuye la probabilidad de la existencia de futuras filtraciones marginales, presencia de caries recurrente (secundaria), necesidad de efectuar un retratamiento, y, en el peor de los casos, pérdida del órgano dentario.

En el área de la odontología infantil, la adhesión de los CIV influye en su utilización clínica y los convierte en uno de los materiales de uso odontopediátrico de mayor importancia. Varios estudios de adhesión *in vitro* han mostrado que el fallo de los cementos de ionómero se produce dentro del cemento en lugar de en la interfase, lo cual se trata de una falla cohesiva. Por lo tanto, este resultado no mide la resistencia real de adhesión, sino que otorga una medida de la resistencia a la tracción del material ionómero de vidrio, razón por la cual idear una nueva forma de evaluación de adhesión para el ionómero de vidrio se hace necesaria.

Por otro lado, la caries dental no tratada es uno de los principales problemas de salud pública bucal en México, siendo la primera causa de mortalidad de los órganos dentarios. Este indicador es utilizado por instituciones internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS), para establecer metas específicas, como la reducción del número de dientes extraídos.

Diversos estudios identifican varias causas por las que se lleva a cabo la extracción dental de forma prematura, siendo la principal, como ya se mencionó antes, la caries dental.

En la actualidad, el área de la salud se está enfocando en el desarrollo de nuevas alternativas de tratamientos antibacterianos, creciendo el interés por solucionar los problemas médicos y odontológicos por medio de productos naturales y, debido al desarrollo vertiginoso de la resistencia bacteriana y los efectos colaterales de la mayoría de los medicamentos, se evalúa el uso de sustancias naturales como agentes antimicrobianos, ya que estas sustancias además de poseer pocos efectos adversos, otorgan ventajas de accesibilidad y bajo costo.

Una de estas sustancias es el propóleo, por lo que hoy en día existe una amplia gama de literatura científica sobre este que comprueba su acción antibacteriana en pruebas de laboratorio y de campo.

Si bien existen estudios sobre la adhesión a la dentina del CIV modificado con propóleo, donde se demuestra que su adhesión no disminuye, sino incluso aumenta, se desconoce si un diente que ha sido tratado con extracto etanólico de propóleo (EEP) mantendrá el mismo nivel de adhesión cuando se utilice posteriormente el CIV como restauración. Por lo que este estudio pretende evaluar la adhesión del cemento ionómero de vidrio en un órgano dentario previamente tratado con EEP, para asegurar su utilización como medio de restauración.

Por lo anteriormente plasmado, surgió la pregunta de investigación: ¿Afectará la presencia del extracto etanólico de propóleo (EEP) al 10% la adhesión del cemento de ionómero de vidrio a la superficie dentinaria?

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CEMENTO DE IONÓMERO DE VIDRIO (CIV)

Los cementos de ionómeros de vidrio son materiales restauradores conocidos en gran medida por su capacidad de adherencia a la superficie dentaria e interactuar químicamente con ella; sumado a su propiedad de liberación de fluoruro en el medio bucal, se puede considerar el material ideal para restauraciones permanentes en la dentición decidua. La adhesión lograda por estos cementos, es una mezcla de unión química y micro mecánica, la cual varía de acuerdo a las propiedades del material utilizado, la técnica realizada y el sustrato donde éste es colocado (1-6).

1. COMPONENTES DEL CEMENTO DE IONÓMERO DE VIDRIO

Los cementos de ionómero de vidrio originalmente consisten en una solución acuosa de poli(ácido acrílico), tartárico e itacónico, que reacciona con un polvo constituido por vidrio fluoroaluminosilicato cálcico, los cuales fraguan mediante una reacción ácido-básica. En un principio, estos materiales se fijaban con lentitud y mostraban sensibilidad relativamente prolongada a la humedad. Dichas propiedades se han mejorado cambiando el sistema incremental del cemento, en especial, en la preparación del polvo básico de vidrio (5,7).

Debido a su composición, el CIV posee propiedades mecánicas, biológicas y fisicoquímicas que lo vuelven eficiente para la restauración de piezas dentales. Siendo sus características más importantes la liberación de fluoruro, el cual favorece la remineralización de la parte inorgánica del diente y proporciona propiedades antibacteriales moderadas, su comportamiento adhesivo-bioactivo con acción terapéutica, su capacidad de unirse a la dentina y su biocompatibilidad (8,9).

Los cristales utilizados en los ionómeros de vidrio comercializados son del tipo aluminosilicato; estos contienen iones de calcio y fluoruro. Es un requisito que el tamaño de partícula para el polvo de vidrio sea menor 45 micras para el cemento de relleno y de menos de 15 micras para el de cementación (5).

Al incluirse aluminio a la estructura del vidrio, su comportamiento se altera, siendo presionado para realizar cuatro cargas positivas, en vez de las tres usuales, lo que permite una carga negativa neta sobre su estructura. Esto se equilibra mediante la inclusión de iones cargados positivamente, que para estos vidrios son generalmente Ca y Na (10).

2. HISTORIA DEL CEMENTO DE IONÓMERO DE VIDRIO

Los ionómeros de vidrio se volvieron disponibles gracias al resultado de los estudios de los pioneros Alan Wilson y Brian Kent, en el Laboratorio Químico del Gobierno en Londres, a finales de los años sesenta, éstos investigaron la reacción de fraguado del vidrio-alúmino-silicato con el ácido poliacrílico. Posteriormente, se desarrollaron para uso clínico por McLean y Wilson en 1974, teniendo como objetivo principal, combinar las propiedades de los cementos de silicato, de las resinas compuestas y de los cementos de policarboxilato; lo nombraron originalmente como ASPA (Aluminio-Silicato-Poliacrilato). La comercialización de este tipo de cementos comenzó en 1975, aunque con propiedades inferiores a las de los materiales disponibles en la actualidad (4,5,11).

Durante el desarrollo de los ionómeros de vidrio, se demostró que una serie de factores influyen en la resistencia a la compresión y en las propiedades de manipulación de este tipo de cementos, como son: a) la masa molar del polímero, b) la concentración de la solución ácida, c) la relación polvo:líquido y, c) la presencia de agentes quelantes, de los cuales, el ácido tartárico es el único que logró una importancia en los cementos comerciales.

De igual modo, se estableció que los cementos continuaban sufriendo reacción a medida que envejecían, siendo este proceso de post endurecimiento acompañado de un aumento en la resistencia a la compresión, una mayor translucidez y un aumento en la proporción del agua enlazada con respecto al agua libre. Esta última propiedad se ha determinado exponiendo muestras de cemento a condiciones de desecación, ya sea a temperaturas elevadas (105°C) o colocándolo sobre un potente desecante, como el ácido sulfúrico concentrado. La cantidad de agua perdida después de dicho tratamiento se redujo a medida que los cementos envejecieron, sin embargo, siempre había un poco de agua retenida por el cemento. A esto último se denominó agua “enlazada” (no unida), mientras que el que podría eliminarse se describió como “libre” (no unida). Como ya se mencionó, la proporción de agua no unida disminuyó a medida que los cementos envejecieron (5).

Los detalles de la química de fijación de los ionómeros de vidrio se han estudiado con técnicas, como la espectroscopía infrarroja transformada de Fourier, Resonancia Magnética Nuclear de Carbono (¹³C NMR por sus siglas en inglés), microanálisis de sonda electrónica y los cambios de pH. Todas estas técnicas demuestran que la fijación de estos cementos implica la neutralización del poliácido por el vidrio básico, con la formación de unidades de poliacrilato metálico. Aunque la neutralización no termina completamente, como se muestra tanto por espectroscopía de infrarrojo y en estudios de pH, esta reacción de ajuste esencial ha llevado a que estos materiales se clasifiquen como cementos ácido-base. La espectroscopia infrarroja ha demostrado ser útil en el estudio de la fijación de ionómeros de vidrio porque es capaz de distinguir entre las dos posibles sales metálicas formadas (5).

Se ha estudiado gran número de cristales como formadores de este cemento. Entre los que figuran los estudiados por Wilson *et al*, basados en los sistemas SiO-Al O-CaO o SiO-Al O-CaF. Estos comparten similitud con los utilizados en el cemento de silicato utilizado antes de la existencia del CIV. La mayoría de los CIV emplean hasta la fecha, los mismos cristales descritos por Wilson, ya que son de mayor basicidad (10).

3. MODIFICACIONES A CEMENTOS DE IONÓMERO DE VIDRIO

Las modificaciones hechas a los CIV permiten un reforzar sus características o añadirle propiedades, dependiendo del material modificador. Desde los primeros cementos de ionómero de vidrio, ya estaba disponible una serie de modificaciones, como lo son:

- 3.1. El uso de polímeros alternativos, como ácido acrílico y el ácido maleico, como componente poliácido.
- 3.2. El uso de polvos poliméricos secos mezclados con el vidrio, y activados por la adición de agua.
- 3.3. El desarrollo de los cementos de ionómero de vidrio cermet, en los que el relleno consiste en un híbrido de metal cerámico, en este caso, de cristal de fluoroaluminosilicato de calcio fusionado con plata, en lugar de un vidrio puro. Estos materiales se usan en situaciones donde se requiere radiopacidad, y para la acumulación de núcleos bajo coronas (muñones).
- 3.4. Los cementos reforzados con metales, en los que un metal, como la aleación de estaño-plata o el acero inoxidable, se añade a un ionómero de vidrio convencional, para intentar reforzar el cemento fijado.
- 3.5. Los cementos modificados con resina (finales de los 80's), en los que los componentes ácido-base convencionales se complementan con monómeros e iniciadores capaces de experimentar polimerización fotoquímica; esto con la finalidad de ampliar la gama de funciones clínicas del CIV, ya que ante ésta modificación, las propiedades físicas del CIV se vuelven comparables a las de la resina compuestas y a los cementos a base de resina (5,9).

Se ha descubierto que los CIV obtienen propiedades bactericidas al ser modificados con agentes antibacteriales. La clorhexidina ha sido utilizada con esta finalidad, ya que por ser un químico biocida de amplio espectro. Se utiliza en la odontología como agente tópico en el cuidado bucal (principalmente para el tratamiento de la enfermedad periodontal), en la presentación de enjuagues y barnices.

La literatura indica que los CIV modificados con clorhexidina han tenido éxito en la inhibición del crecimiento del *S. mutans* y del *L. acidophilus*, pero también se observó la pérdida en cierta medida de sus propiedades mecánicas, y que sus efectos antimicrobianos solo duran los primeros 40-90 días, perdiendo totalmente su efecto bactericida tras este período de tiempo (12-14).

Otros compuestos antimicrobianos empleados para enriquecer las propiedades de los CIV son el amonio cuaternario, en especial los que contienen cadenas alquílicas largas (como el cloruro de dimetil-cetil-metacriloxietil-amonio y el bromuro de metacriloloxi-dodecil-piridinio). En un estudio de Feng *et al.*, se investigó los efectos sobre la biopelícula (placa dentobacteriana) utilizando el CIV Fuji IX enriquecido con metacrilato de dimetil-aminodocecilo. Este material inhibió fuertemente la biopelícula *in situ* y logró prevenir la colonización bacteriana en la superficie de las restauraciones (15,16).

En otro estudio realizado por Castillo *et al.*, se incorporó un antibiótico tetraciclínico (doxiciclina al 4.5%) a un CIV modificado con resina, con la finalidad de obtener un efecto anticariogénico sin efecto tóxico sobre las células odontoblasticas, sin que se reduzcan sus propiedades mecánicas (17).

Por otro lado, Hu *et al* utilizaron el Fuji IX (CIV convencional) y le añadieron EGCG (epigallocatequina-3-galato), un polifenol presente en el té verde (*Camellia sinensis*), el cual posee propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. En las pruebas de agar contra *S. mutans* no se detectó zona de inhibición, pero hubo un aumento en la microdureza y resistencia a la flexión. Por lo tanto, se concluyó que el CIV modificado con EGCG es un material prometedor para la odontología restauradora, debido a la mejoría de sus propiedades mecánicas e antimicrobianas (18,19).

En cuanto al propóleo, existen investigaciones sobre su adición a cementos de ionómero de vidrio. Erdem *et al.*, añadieron extractos etanólicos de propóleo (EEP) a un CIV convencional e investigaron tanto su acción antibacterial, como sus propiedades mecánicas. Concluyeron que adicionar EEP al CIV puede aumentar las propiedades antibacterianas sin modificar negativamente sus propiedades mecánicas (20).

Topcuoglu *et al.* estudiaron *in vitro* las propiedades antibacterianas del CIV con propóleo y su efecto en la proliferación de la biopelícula y del *S. mutans*; observando mejoría antibacteriana del material (21). En la investigación de Maldonado Gallegos (2017), se encontró que el EEP añadido al CIV convencional (Fuji IX), disminuye las propiedades mecánicas de flexión y compresión a mayor concentración del EEP; sin embargo, se descubrió que la fuerza de adhesión al diente aumenta (22).

MÉTODOS EMPLEADOS PARA MEDIR PROPIEDADES MECANICAS EN CIV

Las Normas Internacionales (ISO) establecen métodos sencillos y fáciles de seguir para documentar la adherencia de un material a la superficie dentaria. Pese a que el método o métodos descritos en las ISO se utilizan para comparar materiales dentales, depende del usuario evaluar y decidir sobre qué método de adhesión utilizar para su aplicación particular. Las fuerzas de adherencia pueden no predecir el comportamiento clínico real del material evaluado, pero se consideran de utilidad para comparar diversos materiales adhesivos (23,24).

Las especificaciones técnicas de las ISO otorgan orientación sobre la selección, almacenamiento y manejo del sustrato, así como las características esenciales de los diferentes métodos de pruebas de adhesión. La elección de la prueba debe considerarse de acuerdo con el uso previsto del material; existen varios métodos que pueden ser adecuados o elegibles, dependiendo del objetivo de estudio.

Si bien el esfuerzo (fuerza de adhesión sobre área) puede ser medido por pruebas de tensión, cizallamiento (cortante) o una combinación de éstos, no existe una prueba clínica o de laboratorio específicas que puedan ser válidas para cada una de las aplicaciones clínicas de todos los materiales dentales (23,24).

La determinación de las propiedades de los CIV sigue las especificaciones definidas en las normas ISO 9917-1 (*Dentistry Water Based Cements*) y 9917-2 (*Dental Water Based Cements: Light Activated Cements*) (25). Sin embargo, en términos mecánicos solamente se encuentra definida la resistencia a la flexión y no se mencionan las especificaciones para conducir ensayos en compresión o fuerza de adhesión. Ante la necesidad de realizar este tipo de estudios mecánicos, en la literatura se encuentran diferentes métodos para realizar estos ensayos. Nicholson (2016) menciona que la fuerza de adhesión del CIV puede determinarse mediante ensayos en cortante y ensayos en tensión/tracción, utilizados comúnmente para pruebas de sistemas adhesivos (2).

1. GENERALIDADES DE LAS PRUEBAS DE ADHESIÓN

Existen varios aparatos para medir las fuerzas de adhesión cuyos requisitos críticos para la selección de un instrumento adecuado son los siguientes: a) capacidad de montar la muestra de diente/material en el aparato y la máquina de prueba universal sin la aplicación de carga sobre la muestra; b) construcción de una base rígida para evitar la deformación elástica (o desplazamiento) del aparato y/o la máquina de prueba y, c) capacidad de aplicar una carga de tracción unidireccional de aumento lento y la capacidad de alinear la muestra para evitar una distribución de tensión desigual durante la carga (23,24).

Comúnmente se pueden observar resultados con grandes diferencias de fuerzas de adhesión entre diferentes laboratorios; por lo tanto, los valores absolutos deben tratarse con precaución, ya que permiten una guía aproximada con respecto al rendimiento clínico real de un material. Los valores bajos se correlacionan más probablemente con un rendimiento clínico deficiente; sin embargo, los valores de fuerza de adhesión por encima de un cierto valor de umbral pueden no indicar un mejor rendimiento clínico.

Cuando deba medirse la resistencia de la unión, los datos en bruto estarán en unidades de fuerza (Newtons), por lo que es necesario convertir esto en unidades de esfuerzos (fuerza por unidad de área, megapascuales); por lo tanto, el control del área y la superficie para la aplicación del material es importante (24).

1.1. Manejo de las muestras.

- 1.1.1. Sustrato. Se sugiere utilizar premolares/molares permanentes humanos de individuos entre 16 y 40 años, o bien, incisivos mandibulares bovinos de animales de no más de 5 años.
- 1.1.2. Tiempo tras la extracción. Idealmente, las pruebas deben realizarse inmediatamente después de la extracción, pero esto generalmente no es factible; por lo tanto, deben usarse los dientes en un periodo no mayor a 6 meses después de la extracción.
- 1.1.3. Condición de los dientes. Deben utilizarse dientes libres de caries y preferiblemente sin restauraciones; sin embargo, las restauraciones pequeñas y superficiales que no se encuentran en el área de prueba de adhesión pueden ser aceptadas; no deben utilizarse dientes con tratamiento endodóntico.
- 1.1.4. Almacenaje de los dientes. Tras la extracción, los dientes deben lavarse minuciosamente en agua corriente, extrayendo todos los restos de sangre y tejidos blandos, utilizando instrumentos de mano afilados y deben colocarse en agua destilada de grado 3 para posteriormente refrigerarlos, reemplazando al menos 1 vez cada 2 meses el medio de almacenamiento (agua destilada). Es esencial que no se utilicen otros agentes químicos, ya que pueden ser absorbidos por el sustrato dental y alterar su comportamiento.

- 1.1.5. Preparación de la superficie dental. Se requiere una superficie plana, reproducible, estándar. Las superficies dentales deben mantenerse húmedas en todo momento durante la preparación, para evitar cambios irreversibles en el comportamiento de la adhesión, ya que la dentina es susceptible a la deshidratación. Para controlar la manipulación, el diente debe montarse en un soporte, se sugiere la resina acrílica viscosa de fraguado lento, para evitar el calor de polimerización. Se debe colocar el diente ya montado en agua a $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ lo antes posible. Se sugiere preparar una superficie estándar con papel abrasivo de carburo de silicio y ser irrigado con agua corriente, obteniendo una superficie uniforme con un área de dentina $3,0 \pm 0,5$ mm de diámetro, 1,5 mm de profundidad y con un ángulo cavo superficial de aproximadamente 90° . Los dientes que presenten perforaciones a la cámara pulpar deben ser desechados; las superficies de todos los dientes que se hayan preparado deben estar a una profundidad similar.
- 1.1.6. Acondicionamiento de la superficie. La superficie del diente preparada para la aplicación de material debe precondicionarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- 1.1.7. Almacenamiento de especímenes de prueba. Las muestras de la prueba deben prepararse a $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ y almacenarse en agua a $(37 \pm 2)^\circ\text{C}$ antes de la prueba; el almacenamiento en agua durante 24 h suele ser suficiente; los períodos más largos son utilizados para mostrar la durabilidad de la unión; sin embargo, se ha encontrado que el simple almacenamiento en agua simula la degradación de la restauración observada clínicamente.
- 1.1.8. Los procedimientos de almacenamiento recomendados son los siguientes:
- 1.1.8.1. Prueba tipo 1: prueba a corto plazo, se realiza tras 24 horas de almacenamiento en agua a 37°C .
- 1.1.8.2. Prueba tipo 2: prueba de termociclado, comprende 500 ciclos en agua entre 5°C y 55°C (después de 20 a 24 horas de almacenamiento en agua a 37°C).

1.1.8.3. Prueba tipo 3: prueba a largo plazo después de 6 meses de almacenamiento en agua a 37 ° C (cambiando el medio cada 7 días para evitar la contaminación). Las muestras deben analizarse para determinar la fuerza de adhesión inmediatamente después de retirarlas del agua (23,24).

Una vez que se han establecido las variables de la obtención, manejo y almacenamiento de las muestras se debe escoger un método de ensayo para determinar la fuerza de adhesión. Estos se agrupan en dos grandes rubros como pueden ser los ensayos en tensión o, en cortante o cizalladura. Ejemplos de métodos de prueba para la medición de la fuerza de adhesión en tensión incluye el ensayo de Kemper and Killian, ensayo Bencor, ensayo con probetas tipo hueso (26), ensayos de microtensión, etc. Los ensayos en cortante que se han empleado para evaluar materiales de restauración dental directo están descritos en la norma ISO 29022 (24).

Tedesco *et al* (2015) consideraron a la dentina como un sustrato heterogéneo formado por una estructura tubular, con túbulos de dentina que varían en densidad y diámetro según su ubicación. Estudios previos a este, han reportado que algunas características de la dentina pueden afectar la unión a materiales restauradores. Variables como la profundidad, la humedad de la dentina, la orientación tubular y densidad, han demostrado que influyen en la fuerza de unión entre los sistemas adhesivos y la dentina. La resistencia de unión más alta (mediante la técnica en cizalla) se ha encontrado en áreas dentinarias con menor densidad tubular, mientras que en otros estudios, se encontró el menor desempeño en dentina profunda (27).

En comparación con los sistemas adhesivos, el mecanismo de unión a la dentina es diferente en el CIV, ya que los sistemas adhesivos se unen a la dentina basándose en la unión micromecánica (Brackett *et al.*, 2002). Por otro lado, la adhesión del CIV al sustrato dentinario se produce principalmente a través de una interacción química entre el cemento y la dentina, por lo que se podría esperar que el efecto de la variación dentinaria sobre la unión del CIV podría no ser relevante.

En el estudio de Tedesco *et al.* (2015), en el que se utilizó una prueba de adhesión en micro cizallamiento, se evaluó cómo estas características, en especial, cómo la densidad tubular a diferentes profundidades y la ubicación en la fuerza de adhesión del CIV, pueden afectar la unión del CIV a la dentina. Concluyeron que la menor densidad de los túbulos en la dentina superficial proximal y oclusal da como resultado un mejor desempeño de la fuerza de unión del CIV. También relacionaron el éxito de un procedimiento dental restaurativo con la eficacia del enlace entre un material adhesivo y un sustrato dental, concluyendo que, el esmalte proporciona una adhesión más predecible y estable clínicamente con el paso del tiempo, mientras que la dentina está influenciada por sus variaciones estructurales y morfológicas, dando como resultado, un desafío para la odontología adhesiva y restaurativa (27).

2. FUERZA DE ADHESIÓN EN CORTANTE (CIZALLA)

La norma ISO 29022 especifica el método de prueba de “cizalla” (*shear bond strenght, SBS*) utilizado para determinar la resistencia de la unión adhesiva entre los materiales de restauración dental directa y la estructura dental (dentina o esmalte). Este método está destinado principalmente a los adhesivos dentales; sin embargo, con las modificaciones pertinentes, es posible utilizarlo para materiales restauradores adhesivos (como, por ejemplo, el CIV) (10,24). La resistencia a la cizalladura es la carga máxima necesaria para cizallar una muestra de forma que las piezas resultantes estén totalmente separadas.

La prueba se realiza utilizando una máquina universal de ensayo a una velocidad de cruce de 1 mm/min en dirección ocluso-gingival. La muestra es sujeta por una mordaza en la parte inferior (base) de la máquina de estudio universales, el ensayo se detiene al ocurrir el desprendimiento del material, registrándose la fuerza requerida para que esto ocurra (Figura 1) (22,28,29).

A las muestras (órganos dentarios) se les coloca el material de prueba (CIV) preparado según las especificaciones del fabricante, usando un molde con geometría cilíndrica. Para la adhesión del CIV al diente, se fija la pieza dental mediante una presa, dejándose fraguar por el tiempo indicado por el fabricante del material. Las muestras obtenidas son colocadas en agua destilada e incubadas a 37 ± 2 °C durante 24 horas, previas a su ensayo. Concluyendo estas 24 horas, se retiran los excedentes del ionómero con hoja de bisturí #5 (44). Gran número de investigaciones refieren que la fuerza de adhesión adecuada se logra al esperar un periodo de 24 horas antes de realizar las pruebas, debido a que se establece que los materiales expuestos a la cavidad oral deben estar en condiciones de soportar fuerzas a corto y largo plazo, por lo que se estipula que la mayor fuerza de adhesión se establece tras 24 horas (29,30).



Figura 1. Ejemplo de un montaje para prueba en cortante (cizalla) (31).

En un estudio previamente mencionado de Tedesco *et al*, se encontró que el factor principal de la "ubicación de la dentina" y la interacción entre los factores "ubicación de la dentina" y "CIV" fueron significativos. Para obtener estos resultados, los investigadores utilizaron la técnica en cortante "micro" sobre terceros molares libres de caries; éstos fueron limpiados para después ser sumergidos en una solución de cloramina T al 0.5% a 4°C durante 7 días, siendo almacenados en agua destilada a la misma temperatura por un periodo máximo de 6 meses, hasta el momento de su uso experimental; los dientes fueron unidos a un anillo de PVC previamente relleno con resina acrílica de autocurado y se realizaron dos cortes longitudinales en la superficie distal de los dientes (27).

Para la prueba de adhesión, se colocaron tubos de polietileno sobre la superficie pretratada, resultando en dos muestras cilíndricas de CIV con un área de sección transversal de 0,45 mm para cada sección. Después de ser almacenados en agua destilada a 37 ° C durante 24 horas, se retiraron los tubos de polietileno cortándolos en dos hemi-cilindros, dando como resultado muestras cilíndricas (área de sección transversal de 0,45 mm²). La carga de corte se aplicó a una velocidad de cruce de 1,0 mm/min hasta que ocurrió el fallo.

En los análisis estadísticos que consideraron la interacción entre la ubicación de la dentina y la fuerza de unión del CIV, obtuvieron como resultado que el factor principal "ubicación de la dentina" y "CIV" fueron significativos. La dentina profunda oclusal dio como resultado valores de resistencia de unión más bajos que las otras ubicaciones de dentina (27).

3. FUERZA DE ADHESIÓN EN TENSIÓN/TRACCIÓN

La norma ISO 11045 describe el método para la prueba en tensión (*tensile bond strength, TBS*), utilizado para determinar la resistencia de la unión adhesiva entre los materiales de restauración dental directa y la estructura dental, pero al igual que la ISO 29022, este método está destinado principalmente a los adhesivos dentales; sin embargo, también es posible utilizarlo para materiales restauradores adhesivos con ciertas modificaciones (10,24).

La fuerza de adhesión en tensión es la resistencia máxima de un material sujeto a una carga de tracción; es el esfuerzo máximo desarrollado en un material en un ensayo de tracción (32). Para medir la fuerza de adhesión de tracción, la interfaz de unión de la muestra se coloca paralela al plano horizontal y el alambre de guía (acero inoxidable) se conecta al dispositivo de tracción, de tal manera que, al tirar de él, la fuerza de tracción principal sea perpendicular a la interfaz de unión. Para ambas pruebas, la carga máxima de desprendimiento se registra en Newton (N) por el ordenador, así que luego se convierte a MPa (N/mm²) para permitir la comparación con las mediciones encontradas en la literatura (Figura 2) (29).

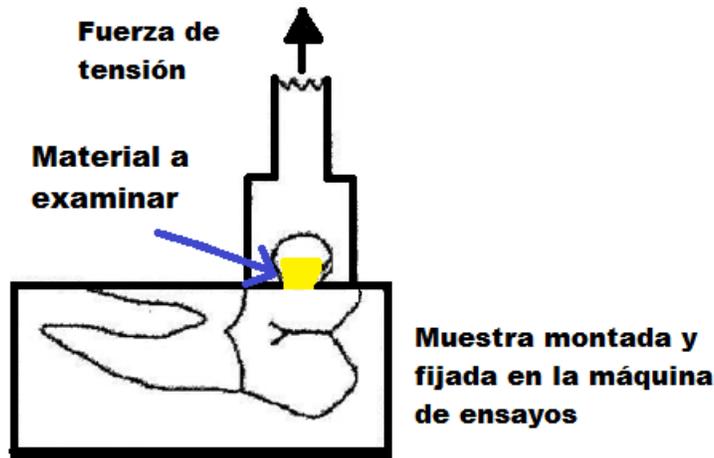


Figura 2. Ejemplo de una prueba de tensión (tracción).

Toledano *et al* (2016), utilizando probetas tipo hueso, estudiaron la relación de los ciclos mecánicos con la bioactividad y la fuerza de adhesión en la interfaz del CIV-dentina, evaluaron la fuerza de adhesión en microtensión (*MTBS*) con Ketac-Bond (CIV convencional) y Vitrebond Plus (CIV modificado con resina) en dentina sana y en dentina afectada por caries. Utilizaron papel abrasivo de carburo de silicio grano 180 montado en una máquina pulidora enfriada por agua para producir una capa de barrillo dentinario relevante. Después de diferentes procedimientos, seccionaron las muestras dentales en placas seriadas (perpendiculares a la interfaz unida) para producir secciones de aproximadamente 1 mm de grosor, obteniendo 3 bloques de dentina por diente. Las losas se recortaron a mano en forma de reloj de arena con una fresa fina de diamante, con la dimensión más pequeña en la interfaz de unión (1 mm²). Las muestras se sometieron a tensión a una velocidad de cruceta de 0,5 mm/min, registrando el momento del fallo. Los valores de resistencia de la unión se calcularon en MPa y los modos de falla fueron clasificados como adhesivos o mixtos. Se hallaron valores mayores de 7 MPa, mucho mayor a lo encontrado comúnmente en una prueba de tensión, pero normal para una prueba de adhesión “micro” (en un área menor a 1 mm²), debido a que el área reducida merma la posibilidad de defectos en la superficie del sustrato; por otro lado, los tipos de fallas encontradas fueron en gran mayoría de tipo mixta para todos los materiales probados (26,33).

4. OTROS MÉTODOS DE PRUEBA DE ADHESIÓN.

- 4.1. Pruebas de adhesión “micro”. Existen otros métodos para las pruebas de adhesión, como por ejemplo las versiones “micro” de las pruebas en cizalla y en tensión (26,33), los cuales, como se mencionó anteriormente, limitan el área de la prueba a 1 mm², reduciendo el sesgo en el estudio debido a los posibles defectos sobre la superficie dental (sustrato). Pese a las ventajas presentadas por estas pruebas, su técnica es sensible y se necesita de conocimiento previo y calibración para llevarlas a cabo, por lo que las pruebas de adhesión “macro” se siguen llevando a cabo, puesto que también tienen numerosos defensores dentro del rubro (33-35).
- 4.2. Prueba de resistencia a la extracción (*pull-out test*). Esta técnica es utilizada con frecuencia para medir la fuerza de adhesión de diversos materiales adhesivos y de reconstrucción, mayormente de uso endodóntico (Figura 3 y 4). Sarıdağ, *et al.*, incrustaron cada diente en un bloque de resina acrílica tomando en cuenta el eje largo de los especímenes dentarios con la ayuda de un instrumento de medición de ángulos, dejando dos milímetros de la raíz expuesta, para realizar pruebas de adhesión a diferentes cementos adhesivos utilizados en la colocación de postes de fibra de vidrio. El ensayo de ‘extracción’ se realizó de forma paralela al eje largo del poste, a una velocidad de arrastre de 0.5 mm/min en una máquina de ensayos universal; registrando la fuerza requerida para desalojar el poste de fibra en Newtons (N). Estos autores, registraron los tipos de fracaso clasificándolos en 3 categorías: 1) adhesivo: no se adhirió el cemento a la superficie del poste, 2) cohesivo: fallo cohesivo del cemento en el poste o, 3) mixto: combinación de fallas adhesivas y cohesivas (36).



Figura 3. Ejemplo de una muestra preparada para un ensayo de *pull-out* (37).

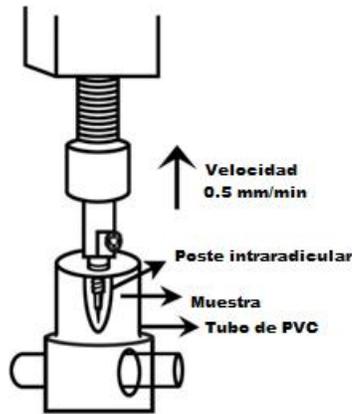


Figura 4. Montaje muestra en la máquina de ensayos mecánicos para un ensayo de *pull-out* (37).

PRODUCTOS NATURALES DE USO ODONTOLÓGICO

Por las razones antes mencionadas, actualmente, el área de la salud se enfoca en el estudio y desarrollo de nuevas alternativas de tratamiento antibacteriano, creciendo el interés por contribuir a la solución de problemas médicos y odontológicos, mediante productos naturales. Debido a la evidencia científica sobre la resistencia de microorganismos demostrada, se considera pertinente el estudio y la evaluación antimicrobiano de la utilidad, ventajas, accesibilidad, así como la biocompatibilidad de estos productos naturales con el cuerpo humano (21,38-42).

La medicina naturista a base de plantas ha confirmado poseer propiedades combativas contra agentes patógenos como el *Staphylococcus aureus*, al igual que contra otras bacterias bucales como *Streptococcus mutans*, *Porphyromonas gingivalis*, entre otros.

Existe una amplia gama de productos naturales utilizados para combatir enfermedades bucales, como, por ejemplo, la *Camellia sinensis* (té verde), considerada como gran fuente de antioxidantes, posee propiedades antimutagénicas y anticancerígenas, entre otras muchas de utilidad para la salud general. Existen diversos estudios en los que se analizan sus propiedades antimicrobianas. Por ejemplo, Moromi *et al.*, determinaron el efecto antimicrobiano *in vivo* de la infusión de la *Camellia sinensis*, en forma de colutorio al 10%, cuyo resultado demostró una reducción en el recuento de *S. mutans*. Posteriormente, realizó un estudio para determinar la efectividad de un gel de extracto alcohólico de té verde sobre microorganismos relacionados con la enfermedad periodontal como *Prevotella loeschi*, *Peptostreptococcus anaerobius* y *Capnocytophaga*, obteniendo un resultado antibacteriano sobre las cepas *P. loechi* y *P. anaerobius* en diversas concentraciones, aunque evidenció mejorar los índices gingivales de los pacientes tratados, se encontró que sólo manifiesta un efecto sobre el área de contacto (18,38).

Otro ejemplo de producto natural es el *Rosmarinus officinalis* (romero), cuya mayor ventaja es su disponibilidad, ya que crece en prácticamente todas partes del mundo. Su actividad antimicrobiana se le atribuye a la acción de sus flavonoides, terpenoides, polifenoles, tanino y aceites esenciales, cuyo mecanismo de acción consiste en degradar la membrana citoplasmática de las bacterias, conduciendo a una pérdida de iones de potasio, provocando autólisis de la célula, además aumenta la permeabilidad de la membrana, disipando su potencial, logrando que las bacterias pierdan su capacidad de motilidad, haciéndolas más vulnerables al ataque inmunológico, lo cual potencia la efectividad de los antibióticos (38,43).

En 2013, Peña realizó una investigación para determinar la efectividad antibacteriana *in vitro* del extracto etanólico del *Rosmarinus officinalis* sobre la flora salival. Su estudio arrojó como resultado que las diferentes concentraciones del extracto etanólico del *Rosmarinus officinalis* (25, 50 y 75 mg/ml) mostraron una diferencia estadísticamente significativa entre ellas y con los grupos control de clorhexidina al 0.12% y agua destilada, resaltando el efecto inhibitorio mayor al de los grupos control obtenido por las concentraciones de 50 y 75 mg/ml (44).

Por otro lado, también se ha estudiado al *Allium sativum* (ajo), perteneciente a la familia de las liliáceas, el ajo ha demostrado ser eficaz contra una gran cantidad de bacterias grampositivas y gramnegativas resistentes a los ácidos. Su actividad antibacteriana es ampliamente atribuida a la alicina y otros constituyentes del ajo, que pueden ser los responsables de la diferencia en la susceptibilidad al ajo, entre estas bacterias (38).

En 2011, Munayco investigó el efecto antimicrobiano y antifúngico del extracto de ajo frente a cepas de *S. mutans*, *Capnocytophaga sputigena*, *Lactobacillus casei* y *C. albicans* a diversas concentraciones. Utilizó el ciprofloxacino y el fluconazol como control positivo de las bacterias y hongos, respectivamente. Munayco concluyó que el extracto hidroalcohólico del *Allium sativum* presentó un efecto antimicrobiano frente a la cepa ATCC de *S. mutans*, *Capnocytophaga sputigena* y *C. albicans*, a excepción del *Lactobacillus casei* que presentó resistencia (45).

Otro caso de una sustancia natural con grandes propiedades es el del *Origanum vulgare* (orégano) Mayormente utilizado para preparar alimentos, también tiene su utilidad en el campo farmacéutico, debido a sus propiedades tónicas, antisépticas, diuréticas y antiespasmódicas. Su efecto bactericida se basa en una permeabilidad aumentada de protones y iones en la membrana celular que permite que la célula pierda su integridad (46,47).

En el estudio de Albado *et al* del 2001, se determinó la actividad antibacteriana del aceite esencial del *Origanum vulgare* frente a cepas patógenas importantes (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Vibrio cholerae*, *E. coli*, *Salmonella cholerae*, *Salmonella tiphymurium* y *Pseudomonas aeruginosa*) mediante el método semicuantitativo de incorporación y de disco difusión en agar. Concluyeron que el aceite esencial del orégano posee actividad antimicrobiana contra todas las bacterias evaluadas, excepto frente a la *P. aeruginosa* (46).

Por otro lado, en el estudio de Lozano-Guzmán *et al* (2014), se evaluó el efecto inhibitorio de los extractos etanólicos de orégano y de propóleo contra cepas del *Staphylococcus aureus*, de forma separada y en forma combinada. El estudio se realizó con dos tipos de extracto: al 20% y al 30% m/v de cada uno. Los resultados mostraron que todos los extractos tienen un fuerte poder inhibitorio, además, la combinación de ellos sugiere un efecto de sinergia, es decir, combinando ambos extractos se tuvo un efecto inhibitorio mayor (47).

En la actualidad, uno de los productos naturales más utilizados e investigados, es el propóleo (*Propolis*), el cual es un compuesto bioactivo de grandes potencialidades; este posee vasta cantidad de propiedades medicinales conocidas desde la antigüedad, siendo una de las más importantes, su actividad antimicrobiana (43,48-50) la cual, al igual que a la del romero (44), se le atribuye principalmente a los flavonoides que contiene.

En cuanto a la investigación sobre el propóleo, se destacan diversos estudios enfocados en la eliminación de la caries dental, como lo hace el estudio de Premoli *et al.* del 2010. Estos sugieren que esta sustancia natural interfiere en la inhibición de la actividad enzimática de varias proteínas necesarias para su crecimiento y desarrollo (51). Por ejemplo, Moromi *et al.* (2009) realizaron una investigación de diversos antibacterianos naturales *in vivo* e *in vitro*, encontrando evidencias del efecto antibacteriano del extracto de propóleo por encima de los extractos de *Erythroxylum novogranatense*, *Minthostachys mollis*, *Camellia sinensis* y *Croton lachleril* (18).

GENERALIDADES DEL PROPÓLEO

La palabra ‘propóleo’ significa suburbio/pegamento de abeja. Fue definido por Lewis y Short como “el tercer fundamento en la fabricación de la miel” y como “sustancia pegajosa con la cual las abejas cierran las grietas de sus colmenas” (52). Es un producto natural, el cual las abejas obtienen de las plantas para luego procesarlo, convirtiéndolo en un potente antibiótico con el que cubren las paredes de la colmena, con el fin de combatir las bacterias, virus y hongos que puedan afectarla. Por esta razón, hoy en día existe una amplia gama de literatura científica sobre el propóleo trabajado con pruebas de laboratorio, que comprueban su acción antibacteriana (31,37-41,49).

A lo largo de la historia, el propóleo se ha utilizado de manera tradicional para una amplia gama de patologías. Los propóleos han ganado popularidad comercial como una bebida para la salud, siendo utilizado en alimentos o por sí solo para mejorar la salud y/o prevenir enfermedades (42). Existen una gran cantidad de estudios sobre el propóleo que han informado sobre su amplio espectro de actividades biológicas, haciendo mención de sus propiedades anticancerígenas, antimicrobianas, antiinflamatorias, antivirales, antibióticas, antifúngicas, antineoplásicas y antioxidantes (21,42,48,49,53) .

En general, es aceptado que las abejas producen propóleos para ayudar a proteger la colmena. Sin embargo, además de su papel en el sellado de orificios, el bloqueo de las grietas y la suavización de las paredes internas, el pegamento de abeja parece actuar como un antiséptico para prevenir la infección microbiana de las larvas. Debido a que las poblaciones de abejas están confinadas y se encuentran en contacto cercano, la enfermedad de una abeja puede diseminarse rápidamente a toda la colmena. Sin embargo, las colmenas se mantienen saludables debido a que las abejas fabrican su propio antibiótico, es decir, el propóleo, que reduce el crecimiento bacteriano en las colmenas, e incluso protege la colmena contra el flujo de aire incontrolado y la humedad externa. Con tan solo una fina capa de propóleo, se proporciona un revestimiento impermeabilizante, el cual limita el escape de agua y mantiene la humedad constante dentro de la colmena (54).

COMPOSICIÓN DEL PROPÓLEO

El propóleo es una sustancia compleja que puede llegar a contener más de 160 componentes. La investigación sobre sus componentes químicos data de principios del siglo XX, siendo mediante el fraccionamiento simple, los primeros intentos para identificar su composición. Dieterich y Helfenberg asentaron uno de los primeros relatos en el que presentan sus métodos de extracción de los constituyentes de propóleo, los cuales fueron separados mediante alcohol, cloroformo y éter. Dietrich posteriormente (1911), identificó vainillina en los propóleos. En posteriores estudios, se encontró ácido cinámico y alcohol cinámico; pequeñas cantidades de vitamina B1, B2, B6, C y E, ácido nicotínico y pantoténico. Para mediados del siglo XX, ya se habían realizado una serie de estudios sobre la acción fisiológica y los usos terapéuticos de los flavonoides (Bohm, 1968), por lo que posteriormente se encontró que todos los flavonoides presentes en el propóleo mostraban actividad inhibitoria en más de diez cepas bacterianas.

En un principio, se creyó que el propóleo, pese a poseer una química compleja, esta era constante. Sin embargo, al analizar muestras de diferentes regiones geográficas, aplicando de métodos avanzados de laboratorio, se descubrió que su composición química es muy variable. Posteriormente, se fueron identificando otros componentes como pinocembrina, izalpinina, ácido 3,4-dihydroxicinámico y 4-hidroxi-3-metoxicinámico, cobre y manganeso, hierro, calcio, aluminio, vanadio, estroncio, silicio y diferentes azúcares.

En los años setenta, los avances científicos, permitieron la separación y extracción de más componentes del propóleo. Schneidweind *et al* (1975) identificaron 17 constituyentes de propóleos, 9 de ellos identificados anteriormente. Posteriormente, científicos australianos identificaron cuatro flavonas: pinostrobin, sakuranetina, isosakuranetina, pterossilbeno, crisina, alcohol 3,5-dimetoxibencílico y xantorrefato. Para finales del siglo XX, se registraron más de 300 sustancias conocidas en el propóleo. Heinen y Linskens estudiaron los constituyentes de ácidos grasos del propóleos; Popravko presentó 18 componentes químicos de propóleos, siendo 14 de estos flavonoides.

Hoy en día, debido a que la composición del propóleo no es constante y varía dependiendo de la región, vegetación, estación del año e incluso de colmena a colmena; en cada muestra de propóleo, se pueden identificar más de 80 compuestos químicos de manera típica, pudiendo llegar a un total de más de 160.

Un análisis de propóleos europeos representativos reveló un aproximado de 50 componentes, principalmente resinas y bálsamos vegetales; ácido cinámico y sus derivados, ácido cumárico, compuestos prenilados, artepilina C, cera de abejas, aceites esenciales, polen, minerales, polisacáridos, proteínas, aminoácidos, aminos, amidas y desechos orgánicos.

Como ya se ha mencionado, uno de los principales componentes del propóleo son los flavonoides (metabolitos secundarios de las plantas). Algunos de los principales como el éster fenetílico de ácido caféico, quercetina, baicalina, pinocembrina, naringina, galangina y crisina, han demostrado ser la razón de la actividad antimicrobiana, antioxidante y antiinflamatoria del propóleo (39,42,54).

CARIES DENTAL

La caries constituye un problema de salud pública, con un nivel alto de morbilidad y prevalencia en países no industrializados, siendo México uno de ellos (55,56). La última Encuesta Nacional de Caries Dental (2001) indica una prevalencia en niños entre 6 y 10 años, que oscila entre el 34.6% del estado de Yucatán a más de 80% del Distrito Federal y el Estado de México (57); por su parte, Molina y col. (2015), encontraron una prevalencia del 69.5% en preescolares mexicanos (55).

Por otro lado, los resultados del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucales (SIVEPAB) del 2016 donde, además de encontrar un incremento en la población examinada del 11.51% con respecto al 2015, la medición de caries en el primer molar permanente en niños de 6 a 12 años fue en promedio de un diente afectado por caries (0.96), siendo el promedio de 0.10 en los niños de 6 años e incrementándose a 1.54 en los niños de 12 años (58).

La caries dental es una enfermedad de origen multifactorial, caracterizada por desmineralización de la parte inorgánica del diente con deterioro posterior de la parte orgánica. Este proceso destructivo se inicia con el metabolismo de los microorganismos presentes en la superficie dentaria, que fermentan los carbohidratos formando la biopelícula (o *biofilm*), con la subsecuente producción de ácidos, principalmente el ácido láctico. Para este efecto cariogénico también se requiere un diente susceptible y un tiempo de exposición suficiente, que permita la producción de ácidos por parte de las bacterias del *biofilm* y la desmineralización del tejido duro del diente (55). La alta prevalencia de caries entre niños mexicanos se debe a factores, como el consumo frecuente de alimentos chatarra, la carencia de conocimiento en la sociedad sobre el daño bucal causado por el consumo de golosinas entre comidas, lo que suele ser ignorado tanto por padres, como por maestros. Esta enfermedad es más frecuente entre los grupos de bajos ingresos, esto debido al nivel educativo, el ingreso económico familiar, tipo de vivienda, si se cuenta con los servicios básicos, el acceso al agua potable y a los servicios de salud.

Además, existen factores demográficos como la edad, el sexo, la etnicidad y el área geográfica; otros factores de tipo conductual como la atención dental recibida durante el último año, la actitud de la madre hacia la salud bucal; y otros factores clínicos, como la presencia de placa dentobacteriana, atención dental, presencia de dolor, los defectos estructurales del esmalte (55,56,59-66).

Actualmente las enfermedades bucales como la caries dental repercuten en gran medida en el campo bio-psico-social de quienes las padecen; debido al dolor, deterioro funcional y disminución de la calidad de vida, además del impacto social y económico.

La caries constituye la primera causa de necrosis pulpar (muerte pulpar), que en gran medida conlleva a la pérdida del órgano dentario, convirtiéndose en un desafío para el sistema de atención a la salud, la preservación del órgano dentario en función hasta su exfoliación natural, considerando además en ese sentido, los altos costos de atención (59).

Por último, la caries dental secundaria, aunque similar a la caries dental "común", es el resultado de la interacción de bacterias específicas con los constituyentes de la dieta dentro de las biopelículas (*biofilm*) cariogénicas, que se desarrollan a partir de una perturbación ambiental (por ejemplo, la disminución del pH y/o incremento de ingesta de sacarosa). Cuando se combinan estas propiedades de virulencia, el *S. mutans* se convierte en un miembro prominente de las biopelículas cariogénicas, causando posteriormente el desarrollo de caries secundarias.

Debido a lo anterior, el CIV es uno de los materiales desarrollados (liberadores de fluoruro) para prevenir la caries secundaria. Este material, como se ha mencionado anteriormente, se ha utilizado ampliamente en odontología debido a su biocompatibilidad y propiedades cariostáticas (detención de la caries). Diversos estudios han demostrado que el CIV puede reducir la desmineralización de los tejidos duros adyacentes mediante la liberación de fluoruro (8).

Por todo lo mencionado anteriormente, el CIV ha logrado un aumento en sus aplicaciones clínicas en la operatoria dental, esto debido a sus ventajas sobre los demás materiales restauradores. Por ejemplo, es considerado como el material de restauración ideal para dientes primarios, en especial para la técnica de restauración atraumática (TRA), utilizada para otorgar atención dental en zonas rurales sin acceso a los servicios de salud, e incluso, para la técnica de restauración interina (TRI), la cual es una adaptación de la TRA, donde el CIV se utiliza bajo las condiciones óptimas de un consultorio dental. Aprovechando esta propiedad de liberación de fluoruro (fomento de la remineralización), el CIV también se emplea como base cavitaria e incluso como sellador de fosetas y fisuras (3).

HIPÓTESIS

Con base en la revisión de la literatura, en el presente estudio, se establece la siguiente hipótesis de investigación:

H1: La fuerza de adhesión del CIV a la estructura dentaria no se modifica con la presencia del extracto etanólico de propóleo al 10%.

Y, como hipótesis nula:

H0: La fuerza de adhesión del CIV a la estructura dentaria se modifica con la presencia del extracto etanólico de propóleo al 10%.

JUSTIFICACIÓN

Los cambios en las percepciones profesionales, en las demandas de los pacientes y en el progreso potencial industrial, crean una continua necesidad por innovar. Esta necesidad va unida a una conciencia creciente de que el tratamiento de caries no implica solamente técnica, sino que requiere de un enfoque biodental. En la actualidad, el área de la salud trata de enfocarse al uso de técnicas menos invasivas, que sean más biocompatibles, pero que al mismo tiempo sean de menor costo. Por lo que una de las finalidades de la odontología actual, es realizar tanto tratamientos eficaces, como restauraciones dentales duraderas. Al encontrarnos con nuevas alternativas de tratamiento como lo son los tratamientos con productos naturales, como la utilización del propóleo para realizar tratamientos pulpares, se vuelve necesario contar con un material biocompatible que posea las mejores propiedades restaurativas. Este material debe brindarle un mayor rendimiento al órgano dentario en boca y prevenir que este pueda necesitar retratamiento y, sobre todo, evitar su pérdida (extracción). Este material restaurativo debe brindarle al órgano dentario las características más cercanas a lo ideal, otorgando las funciones necesarias para conservar el órgano dentario en condiciones óptimas, el mayor tiempo posible. Por lo tanto, se considera de suma importancia el asegurar que el uso del cemento de ionómero de vidrio como restauración en órganos dentarios tratados con propóleo cumpla con estas funciones, para garantizar un tratamiento exitoso y de calidad.

El presente estudio determina si existe alteración de la fuerza de adhesión del cemento de ionómero de vidrio al utilizarse en presencia del extracto etanólico de propóleo, ya que hasta el momento no se han reportado estudios sobre la interacción de estos dos materiales utilizados en yuxtaposición, el presente estudio es el primer trabajo en México que permite analizar dicha interacción. Al contar con el apoyo del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), este estudio es viable debido a que se cuenta con la maquinaria, instrumental y material necesario para llevar a cabo este estudio.

Con base en lo anterior, se justifica la realización del presente estudio con la finalidad de aportar al conocimiento sobre la relación entre estos materiales de uso terapéutico en operatoria dental y odontología infantil, además de su aportación académica relevante en la Universidad Autónoma de Yucatán y el Centro de Investigación Científica de Yucatán.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la adhesión del CIV a la superficie dentaria en presencia del extracto etanólico de propóleo al 10%.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la adhesión en cortante variando el acondicionamiento ácido (con y sin previo grabado ácido) y la presencia del propóleo (con y sin propóleo).
2. Determinar la adhesión en *pull-out* variando el acondicionamiento ácido (con y sin previo grabado ácido) y la presencia del propóleo (con y sin propóleo).
3. Determinación del tipo de fractura por medio del microscopía electrónica de barrido (*MEB*).

MATERIAL Y MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio experimental.

VARIABLES Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables se procesaron estadísticamente con análisis de varianza (ANOVA), considerando $p < 0.05$ como estadísticamente significativo. Dependiendo de la distribución de los datos, se empleó análisis *post hoc*.

Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Escala de medición	Objetivo a cumplir	Análisis estadístico
Técnica para medición de fuerza de adhesión	Independiente	Cortante (mide la resistencia máxima de un material sujeto a una carga de cizalladura) <i>Pull-out</i> (mide la fuerza para desalojar un material de una cavidad)	Nominal	1 y 2	Descriptivo: frecuencia y porcentaje de órganos dentarios por técnica
Ensayo para aplicación del cemento de ionómero de vidrio (CIV)	Independiente	Control (de acuerdo a indicaciones del fabricante, acondicionando previamente el órgano dentario) Con propóleo (agregando extracto etanólico de propóleo antes del acondicionamiento) Sin acondicionamiento	Nominal	1 y 2	Descriptivo: frecuencia y porcentaje de órganos dentarios por ensayo

Fuerza de adhesión	Dependiente	Resistencia que opuso el CIV para ser separado de su unión a la dentina, medido en newtons (para cortante y <i>pull-out</i>) y megapascales (únicamente para cortante)	Intervalo	1 y 2	<p>Descriptivo: media, desviación estándar, error estándar, intervalo de confianza al 95% para la media, máximos y mínimos</p> <p>Analítico: estadístico de Levene; ANOVA de una vía o Kruskal-Wallis; pruebas <i>post hoc</i> de Bonferroni o Games-Howell</p>
Tipo de fractura	Dependiente	Clase de fallo que se observó al desprendimiento del CIV de la dentina: adhesivo, cohesivo o mixto	Nominal	3	<p>Descriptivo: características morfológicas</p>
Desplazamiento	Dependiente	Cambio de posición del CIV registrado desde el pico más alto hasta cero, medido en milímetros	Intervalo	*	<p>Descriptivo: media, desviación estándar, error estándar, intervalo de confianza al 95% para la media, máximos y mínimos</p> <p>Analítico: estadístico de Levene; Kruskal-Wallis</p>

POBLACIÓN DE ESTUDIO

1. UNIVERSO.

Dientes permanentes posteriores, extraídos a pacientes por motivos ortodóncicos o periodontales, obtenidos con el consentimiento informado de los pacientes.

2. MUESTRA

Premolares extraídos a pacientes de entre 16 y 40 años por motivos ortodóncicos o periodontales, obtenidos con el consentimiento informado de los pacientes.

3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Premolares y molares, sin lesiones cariosas o con lesión cariosa superficial clase I de Black, con al menos un tercio de estructura radicular.

4. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- 4.1. Dientes con lesiones cariosas que comprometan la confección de la cavidad (clase I de Black) necesaria para el experimento.
- 4.2. Dientes con fracturas coronarias.
- 4.3. Dientes con lesiones cariosas cavitadas clase II y/o V de Black.
- 4.4 Dientes con menos de un tercio de estructura radicular.
- 4.5. Dientes con cavidad en túnel visible en la corona.
- 4.6. Dientes que tengan algún tipo de tratamiento o restauración en la superficie a manipular.

5. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- 5.1. Dientes que al ser pulidos presenten comunicación con la cámara pulpar.
- 5.2. Dientes que presenten lesiones cariosas en túnel.
- 5.3. Dientes que se fracturen durante la preparación de la cavidad.
- 5.4. Dientes que se rompan durante la prueba.

6. TIPO DE MUESTREO.

- 6.1. Muestreo por conveniencia.

METODOLOGÍA

Se obtuvieron 40 premolares extraídos por causas ortodónticas, para procesarlos en la clínica de la Maestría en Odontología Infantil de la FOUADY, posteriormente, se trasladaron para realizar los experimentos de adhesión en el laboratorio de materiales y pruebas mecánicas del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY).

Para llevar a cabo este experimento, se utilizaron los siguientes materiales: barreras de protección: lentes, guantes, cubrebocas y bata clínica. Premolares extraídos por motivos ortodónticos. Solución salina. Cemento de ionómero de vidrio convencional GC Fuji IX *gold label* tipo II para restauraciones posteriores (*GC corporation*, Tokio, Japón) para restauraciones posteriores. Extracto etanólico de propóleo al 10% (Empresa Yucamiel, Mérida, Yucatán, México). Taladro vertical fijo de precisión. Broca #164. Espátulas de plástico. Espátula para resina. Losetas de papel. Armellas miniatura de acero inoxidable. Gasas. Aplicadores *Microbrush*. Cinta adhesiva. Tijeras. Presa pequeña. Molde de teflón perforado (con cilindros) hecho a medida (diámetro 3.8 mm, altura 8 mm). Radiografías periapicales Kodak *E-Speed* #2.

MÉTODOS

1. OBTENCIÓN Y MANEJO DE LOS ÓRGANOS DENTARIOS

Se recolectaron dientes permanentes extraídos por motivos ortodónticos o periodontales, sin lesiones cariosas o con lesiones cariosas incipientes en las que se pueda confeccionar una cavidad clase I de Black, con el consentimiento informado del paciente (de edad entre 16 y 40 años). Se retiraron mecánicamente los restos de tejidos blandos y se depositaron en solución salina para su conservación en refrigeración hasta ser utilizados.

Formando 4 grupos de 6 dientes, se colocaron en bases de resina acrílica Nictone para facilitar su manipulación:

- 1.1. Grupo SP: sin propóleo (control).
- 1.2. Grupo CP: con propóleo.
- 1.3. Grupo SA: sin acondicionamiento.
- 1.4. Grupo SACP: sin acondicionamiento con propóleo.

2. TRATAMIENTO DE LOS ÓRGANOS DENTARIOS/ENSAYO DE ADHESIÓN EN CORTANTE

2.1. Grupo SP (control).

Montaje de las muestras: Los órganos dentarios se montaron en acrílico utilizando moldes de silicón prefabricados, acrílico Nictone y Vaselina simple. Se recubrieron los moldes con una capa delgada y uniforme de Vaselina, vertiéndose el acrílico en los moldes y se colocaron los órganos dentarios de forma que estén expuestas sus caras vestibulares.

Pulido: Utilizando máquina lijadora de banda y disco con lija de agua grano 150 se realizó un desgaste por la parte en contacto con la superficie plana hasta descubrir la dentina y obtener un área mayor a 10 mm^2 (ver Figura 5). Se utilizó agua como agente refrigerante para evitar que la dentina sufra quemaduras.



Figura 5. Órganos dentarios embebidos en resina acrílica después de su pulido.

Montaje para la prueba en cortante: El grupo control se manipuló acuerdo con las indicaciones del fabricante, el cual sugiere el acondicionamiento de la superficie dental previo a la colocación del material. Por lo tanto, se acondicionó el tejido dental de cada muestra por 15 segundos frotando un *microbrush* embebido con el ácido poliacrílico del Fuji IX, realizando posteriormente irrigación con agua por 40 segundos y retirando el exceso de humedad con gasas absorbentes y algodón. Para facilitar el montaje, utilizando un plumón indeleble de punta fina (Sharpie) se marca un punto en el centro de la superficie dental expuesta de la muestra (dentina) para hacerlo coincidir con el centro del cilindro del molde de teflón. Una vez obtenida la posición centrada del molde, se procede a su fijación con cinta adhesiva hasta obtener un montaje firme. Se utilizaron 2 porciones de cemento de ionómero de vidrio (CIV) tipo 2 Fuji IX de acuerdo con las proporciones del fabricante (una gota de líquido y una porción al ras de polvo, 2 y 2 en total). Se mezclaron sobre loseta de papel con espátula de plástico hasta obtener una mezcla homogénea. Con la ayuda de una espátula de resina se transportó la mezcla de CIV al cilindro del molde de teflón, asegurándose de su correcto llenado y rectificando para evitar la formación de burbujas, se cubrió con papel celofán y se hizo presión manual por 1 minuto (Figura 6) para posteriormente fijarlo con la prensa firmemente (ver Figura 7). Se esperaron 10 minutos para permitir el tiempo de fraguado y retirar la muestra de la presa.



Figura 6. Llenado del molde de teflón con CIV.



Figura 7. Muestra montada en la prensa durante su fraguado.

Tras haber desmontado la muestra de la prensa, con la ayuda de la espátula de resina, se empujó el cilindro de CIV del lado contrario al adherido al órgano dentario, para evitar el desprendimiento de éste. Se repitió el proceso con las demás muestras y se colocaron en un vaso con agua destilada para su almacenamiento (Figura 8) en una máquina incubadora Lab-Line a 37 °C por 24 horas.



Figura 8. Muestras depositadas en vasos con agua destilada.

Utilizando una máquina para ensayos mecánicos (mini Shimadzu AG1-100 con una celda de carga de 1 kN), de forma vertical se colocó la muestra en la mordaza giratoria de precisión (inferior) con la parte activa superior de la máquina a aproximadamente un milímetro (mm) de distancia a la muestra, dejando espacio suficiente para realizar la carga (Figura 9).



Figura 9. Muestra montada para ensayos en cortante empleando una máquina de ensayos mecánicos Mini Shimadzu.

Se fijó la velocidad del cabezal de la máquina a 1 mm por minuto y se registró la fuerza requerida para lograr la falla. El área empleada para obtener la resistencia a la adhesión (en megapascales) a partir de Newtons fue 18.7522 mm^2 , que equivale al área del cilindro empleado (diámetro = 3.8 mm). Las muestras se conservaron para su observación posterior en el microscopio electrónico de barrido (*SEM*).

2.2. Grupo CP: con propóleo

Se realizó mismo procedimiento de montaje y pulido del grupo SP. Posterior al pulido, se irrigó con 1 cm³ de extracto etanólico de propóleo (EEP) al 10%, retirando el excedente con gasas absorbentes y algodón y se continúa con el mismo procedimiento del grupo SP. Finalmente se aplicó el CIV.

2.3. Grupo SA: sin acondicionamiento

Se realizó mismo procedimiento de montaje y pulido del grupo SP, pero sin realizar el acondicionamiento con el ácido poliacrílico.

2.4. Grupo SACP: sin acondicionamiento, con propóleo

Se realizó el mismo procedimiento de montaje y pulido de los grupos anteriores, posterior al pulido se irrigó con 1 cm³ de EEP al 10% y se continuó con el mismo procedimiento que en el grupo SA. Las muestras no se adhirieron (Figura 10).

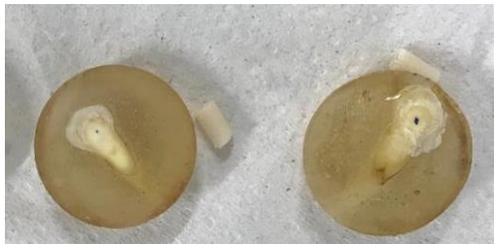


Figura 10. Muestras SACP después de ser desmontadas de la prensa, los cilindros no se lograron adherir a la superficie dentinaria.

3. TRATAMIENTO DE LOS ÓRGANOS DENTARIOS/ENSAYO DE ADHESIÓN EN *PULL-OUT*

Previa estandarización del proceso y configuración de la cavidad para el ensayo; se formaron 3 grupos de 6 órganos dentarios:

3.1. Grupo SP (control)

De acuerdo con el fabricante, se debe utilizar acondicionamiento de la superficie dentaria previo a la colocación del material, por lo que el grupo control se manipuló de acuerdo con sus indicaciones.

Montaje de las muestras: Se fijaron los órganos dentarios en resina acrílica Nictone de forma vertical para facilitar su manipulación. Utilizando máquina lijadora de banda y disco con lija de agua se realizó un desgaste por la parte oclusal del órgano dentario hasta eliminar las cúspides y obtener una superficie plana (Figura 11 y 12). Se utilizó agua como agente refrigerante para evitar que la dentina se queme.

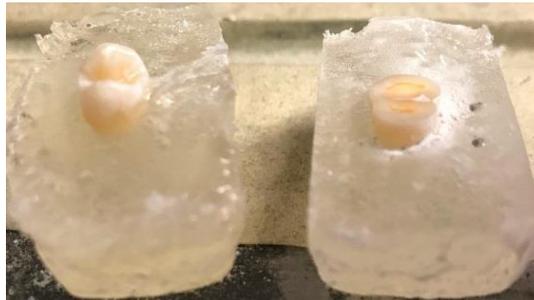


Figura 11. Órganos dentarios montados en acrílico. Izquierda: sin pulir, derecha: tras el pulido (sin cúspides).



Figura 12. Órgano dentario pulido vista lateral.

Se realizaron preparaciones para pulpotomía (clase I de Black) en cada diente, utilizando taladro de precisión, introduciendo una punta activa (broca) #164 a profundidad de 6 milímetros y utilizando agua como agente refrigerante. Tras estandarizar el modelo de cavidad, previo acondicionamiento de la cavidad (grabado con ácido poliacrílico Fuji IX por 15 segundos y retirado del exceso de humedad con gasas y torundas de algodón), se preparó el ionómero de acuerdo con las indicaciones del fabricante, en loseta de papel con espátula de plástico y se llevó a la cavidad con ayuda de una espátula de resina.

Posterior al llenado de la cavidad, se colocó una armella en el centro de la cavidad de forma vertical, rectificando para evitar la aparición de burbujas y se esperó el fraguado del ionómero. Transcurrido el tiempo de fraguado, se tomaron radiografías periapicales a las muestras para corroborar el llenado de la cavidad y posición vertical de la armella (Figura 13).

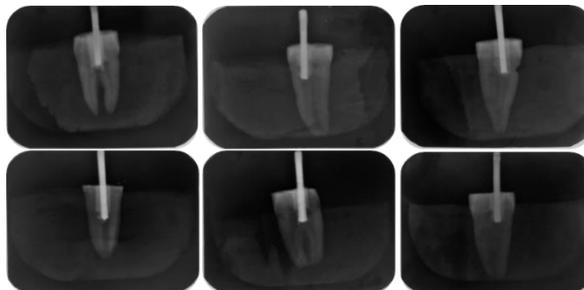


Figura 13. Radiografías periapicales tomadas posterior al fraguado del CIV para corroborar el llenado de la cavidad y la posición de la armella.

Las muestras se depositaron en solución salina para su conservación en la incubadora a 37 °C por 24 horas. Utilizando la mordaza inferior de la máquina de estudios mecánicos mini Shimadzu, se fijó la muestra, posteriormente se sujetó la armella de la mordaza superior y se alineó verticalmente para evitar esfuerzos de corte (Figura 14a y 14b).

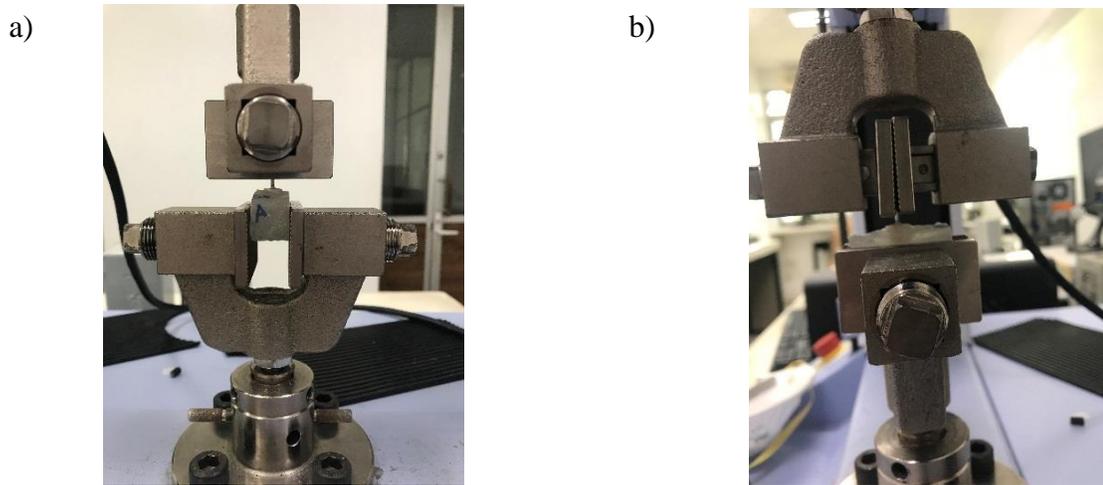


Figura 14. Muestra montada en la máquina de ensayos mecánicos mini Shimadzu, vista frontal (a) y vista lateral (b).

La velocidad se fijó en 1 mm/min y se registró la fuerza (Newtons) requerida para desprender la armella de la cavidad. El ensayo se detuvo al ocurrir el fallo del material registrándose la fuerza (máxima) requerida para que esto ocurra; sin embargo, todas las muestras de este grupo presentaron fallas cohesivas, es decir, el cilindro de CIV se fracturó durante el ensayo (Figura 15).



Figura 15. Falla cohesiva del grupo SP (control). El cilindro de CIV se fracturó en todas las muestras del grupo.

3.2. Grupo CP

Se siguió el mismo procedimiento que el grupo control (SP), excepto que previo al acondicionamiento, se irrigó con un 1 cm^3 de extracto etanólico de propóleo al 10%, se retiró excedente con ayuda de algodón y se continuó con el mismo proceso del grupo control. Las muestras presentaron fallas mixtas (Figura 16a y 16b).

a)



b)

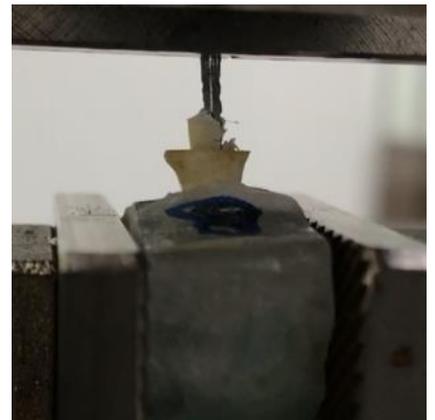


Figura 16. Fallas mixtas del grupo CP. El cilindro de CIV fue expulsado, pero presentó fractura del material durante el prueba de adhesión en *pull-out*:

a) vista lateral, b) vista frontal.

3.3. Grupo SA

Se siguió el mismo procedimiento que el grupo SP, excepto que no se realizó el acondicionamiento de la superficie dental. En este grupo se presentaron fallas mixtas, es decir, los cilindros se desprendieron del modelo de cavidad, pero se fracturaron parcialmente (Figura 17 y 28).

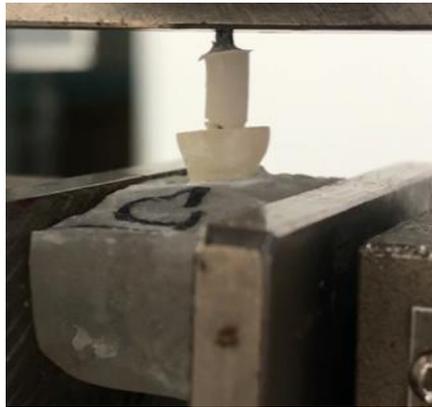
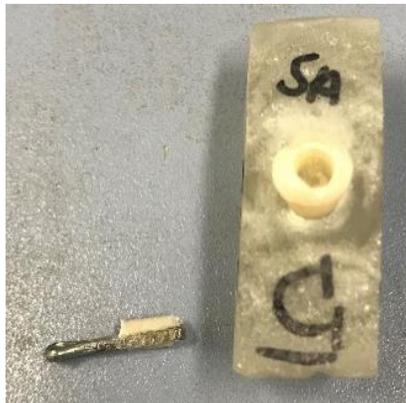


Figura 17. Falla mixta presentada por el grupo SA. La imagen muestra una falla aparentemente adhesiva.



18. Falla mixta presentada por el grupo SA. Pese a lo observado en la Figura 17, se trató de una falla de tipo mixta, es decir, el cilindro se fracturó parcialmente durante el ensayo.

En resumen, se trabajó con un total de 35 órganos dentarios, de los cuales el 48.6% (n = 35) se manejó con la técnica cortante y el 51.4% (n = 36) restante con la técnica de *pull-out*. Para cada técnica se emplearon 3 procedimientos para la aplicación del cemento de ionómero de vidrio (CIV). En la Tabla 1 se muestra la distribución de los órganos dentarios por técnica y procedimiento. Únicamente en la técnica cortante, sin acondicionamiento y sin propóleo se emplearon 5 órganos dentarios; en las restantes se emplearon 6.

Tabla 1. Número de órganos dentarios empleados por cada tipo de técnica y procedimiento para la aplicación del cemento de ionómero de vidrio.

Procedimiento	Técnica	
	Cortante (n)	<i>Pull-out</i> (n)
Con acondicionamiento, sin propóleo (control)	6	6
Con acondicionamiento y propóleo	6	6
Sin acondicionamiento, sin propóleo	5	6
Total	17	18

Se realizó análisis estadístico de Levene; ANOVA de una vía o Kruskal-Wallis; pruebas *post hoc* de Bonferroni o Games-Howell, dependiendo de la distribución de los resultados.

DETERMINACIÓN DEL TIPO DE FRACTURA

La interfase ionómero de vidrio-dentina se observó mediante microscopía electrónica de barrido (JEOL, JMS 6360LV).

Las fallas se registraron como adhesivo (cuando ocurrieron entre el CIV y la estructura dental), cohesivo (cuando ocurrieron dentro del CIV o la estructura dental) o mixto (combinación de adhesivo y cohesivo).

ASPECTOS ÉTICOS

Se obtuvieron las cartas de consentimientos informado de los pacientes donadores de muestras de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud. Ver anexo 1.

MANEJO DE LOS SUJETOS DE ESTUDIO

Se recolectaron las muestras dentales de pacientes que necesitaban exodoncias por motivos ortodónticos, informándoles de manera verbal y escrita sobre el estudio y sus derechos sobre la muestra. Se procesaron y almacenaron como está descrito en la metodología, hasta su utilización experimental.

RESULTADOS

ENSAYOS DE ADHESIÓN MEDIANTE LA TÉCNICA EN CORTANTE

La Figura 19 ilustra las curvas de cada una de las muestras de forma individual, mientras que en la Figura 20 se puede observar la curva de las medias de los 3 grupos analizados.

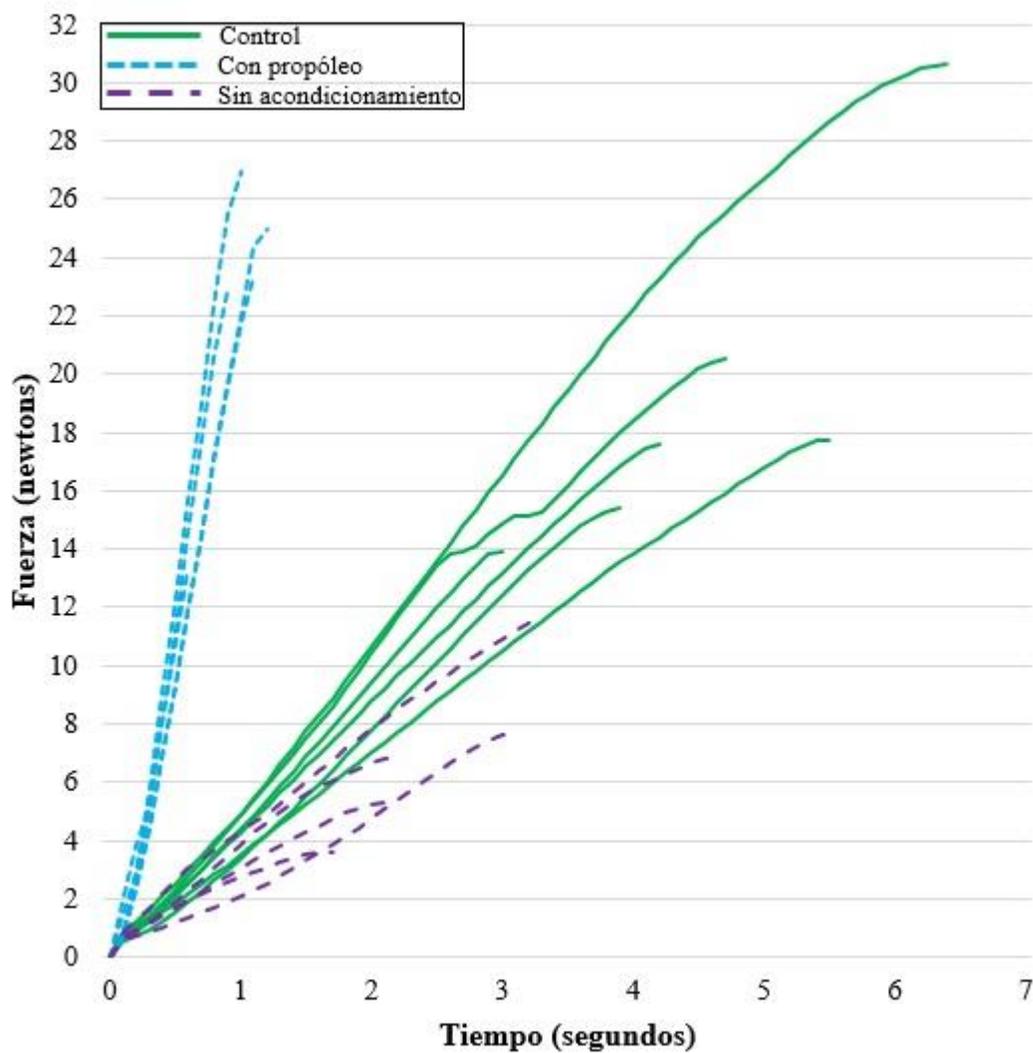


Figura 19. Relación fuerza vs tiempo en los ensayos de la técnica cortante.

Cada curva representa una muestra.

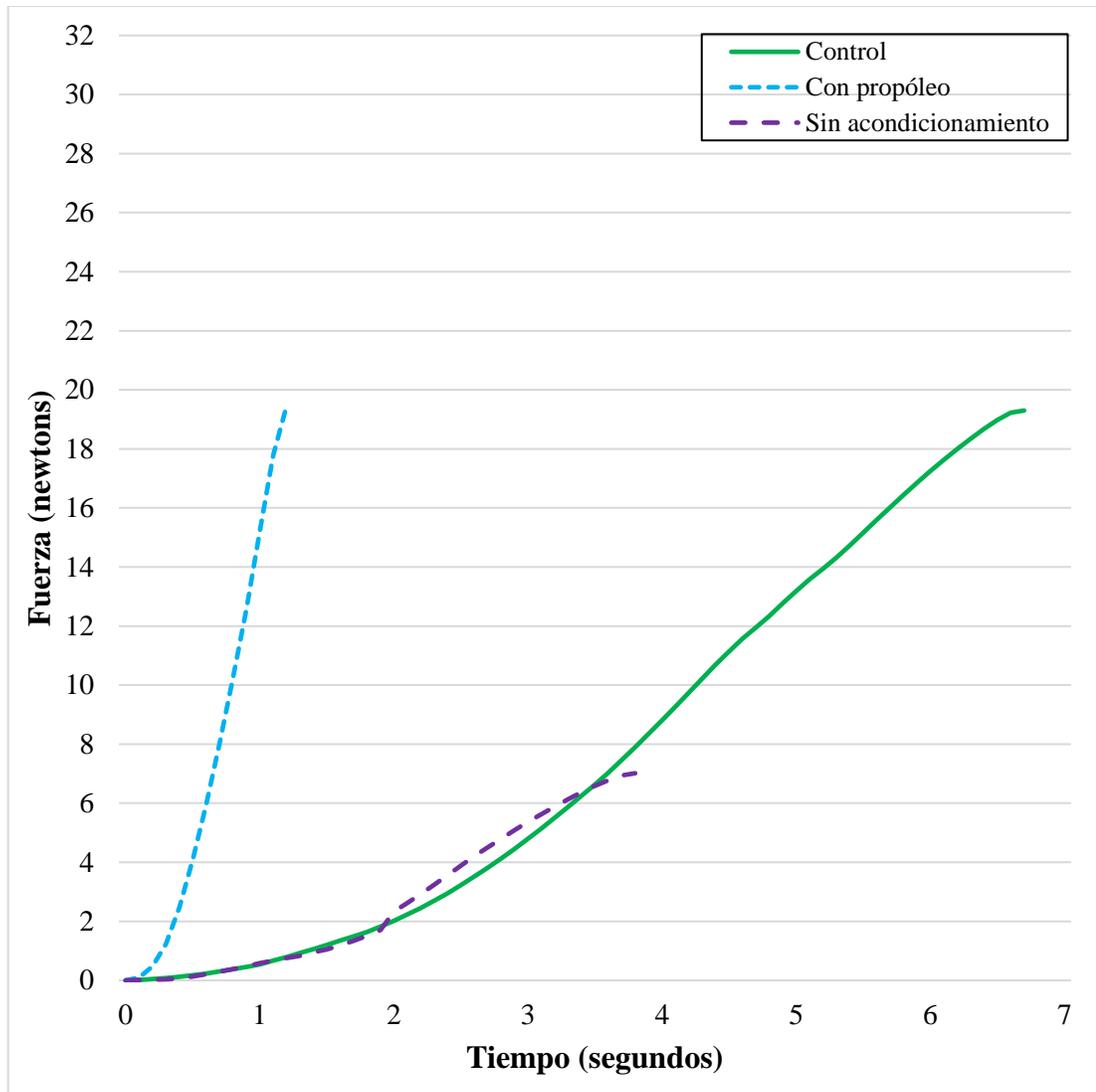


Figura 20. Relación fuerza vs tiempo en los ensayos de la técnica cortante. Cada curva representa al comportamiento promedio de todas las muestras por ensayo.

La adhesión del CIV se tomó como el máximo de fuerza (en Newtons) donde el cemento inició desprendimiento del órgano dentario. Este criterio fue empleado para ambas técnicas y los tres procedimientos de aplicación del CIV. Debido a que las técnicas de aplicación (cortante y *pull-out*) fueron totalmente diferentes, no se realizó una comparación estadística de ambas, por lo cual se presentan los resultados de las técnicas por separado.

La media, desviación estándar, error estándar de la media, intervalo de confianza (IC) al 95% para la media, máximos y mínimos de cada procedimiento, expresados en Newtons, se presentan en la tabla 2. Se observó que el procedimiento sin acondicionamiento y sin propóleo presentó la media más pequeña, de 7.02 ± 3.04 , mientras que los procedimientos restantes presentaron una media similar: 19.30 ± 6.0 para el control (con acondicionamiento, sin propóleo) y 19.45 ± 8.42 para el procedimiento con acondicionamiento y propóleo.

Tabla 2. Media, desviación estándar (DE), error estándar de la media (ES), intervalo de confianza para la media (IC) al 95%, máximos (Max.) y mínimos (Min.) de cada procedimiento para la técnica cortante.

Procedimiento	n	Media	DE	ES	IC al 95%		Min.	Max.
					Inferior	Superior		
Con acondicionamiento, sin propóleo (control)	6	19.30	6.00	2.45	13.01	25.60	13.90	30.63
Con acondicionamiento y propóleo	6	19.45	8.42	3.44	10.61	28.28	5.22	26.98
Sin acondicionamiento, sin propóleo	5	7.02	3.04	1.36	3.25	10.78	3.60	11.69

Los datos provienen de los picos máximos de fuerza, medidos en Newtons, donde el cemento de ionómero de vidrio inició desprendimiento del órgano dentario.

Dado que las de varianzas de los procedimientos mostrados en la tabla 2 fueron homogéneas (estadístico de Levene = 2.56; $p = 0.113$), se empleó la prueba de ANOVA de una vía para determinar si hubo diferencia entre los grupos. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($F = 6.61$, $p = 0.010$), tal como se observa en la Figura 21.

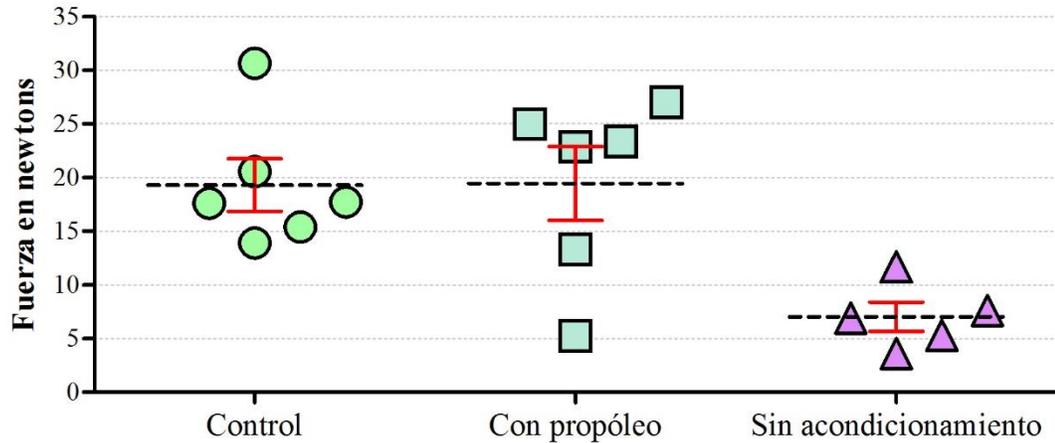


Figura 21. Comparación de las distribuciones de los máximos de fuerza, medidos en Newtons, para cada procedimiento de la técnica cortante. Cada silueta representa a una observación. Las líneas punteadas representan las medias. Las líneas rojas representan el intervalo de confianza al 95% de la media.

Para determinar en qué procedimientos se presentó la diferencia, se empleó la prueba *post hoc* de Bonferroni, cuyos resultados se presentan en la Tabla 3. Se observó que el control no fue significativamente diferente al procedimiento con acondicionamiento y propóleo (diferencia de medias = -0.15; $p = 1.000$); sin embargo, el procedimiento sin acondicionamiento y sin propóleo fue distinto a los otros dos (Tabla 3).

Tabla 3. Prueba *post hoc* de Bonferroni para comparación de procedimientos de la técnica cortante.

Contraste de procedimientos (I vs J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	p	IC al 95%	
				Inferior	Superior
Control vs Acondicionamiento y propóleo	-0.15	3.69	1.000	-10.17	9.87
Control vs Sin acondicionamiento, sin propóleo	12.28	3.87	0.020	1.77	22.79
Acondicionamiento y propóleo vs Sin acondicionamiento, sin propóleo	12.43	3.87	0.019	1.92	22.94

Las medias provienen de los picos máximos, medidos en Newtons, donde el cemento de ionómero de vidrio inició desprendimiento del órgano dentario. Se consideró significativo un valor $p < 0.05$.

El área fue calculada de acuerdo con el diámetro del círculo (3.8 mm), obteniendo como resultado 18.7522 mm^2 . La media, desviación estándar, error estándar de la media, intervalo de confianza (IC) al 95% para la media, máximos y mínimos de cada procedimiento, expresados en megapascales (MPa), se presentan en la Tabla 4. Se observó que el procedimiento sin acondicionamiento y sin propóleo presentó la media más pequeña, de 0.62 ± 0.27 , mientras que los procedimientos restantes presentaron una media similar: 1.70 ± 0.53 para el control (con acondicionamiento, sin propóleo) y 1.71 ± 0.74 para el procedimiento con acondicionamiento y propóleo.

Tabla 4. Media, desviación estándar (DE), error estándar de la media (ES), intervalo de confianza para la media (IC) al 95%, máximos (Max.) y mínimos (Min.) de cada procedimiento para la técnica cortante.

Procedimiento	n	Media	DE	ES	IC al 95%		Min.	Max.
					Inferior	Superior		
Con acondicionamiento, sin propóleo (control)	6	1.70	0.53	0.21	1.15	2.26	1.23	2.70
Con acondicionamiento y propóleo	6	1.71	0.74	0.30	0.94	2.49	0.46	2.38
Sin acondicionamiento, sin propóleo	5	0.62	0.27	0.12	0.29	0.95	0.32	1.03

Dado que las de varianzas de los procedimientos mostrados en la tabla A fueron homogéneas (estadístico de Levene = 2.56; $p = 0.113$), se empleó la prueba de ANOVA de una vía para determinar si hubo diferencia entre los grupos. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($F = 6.61$, $p = 0.010$), tal como puede observarse en la Figura 22.

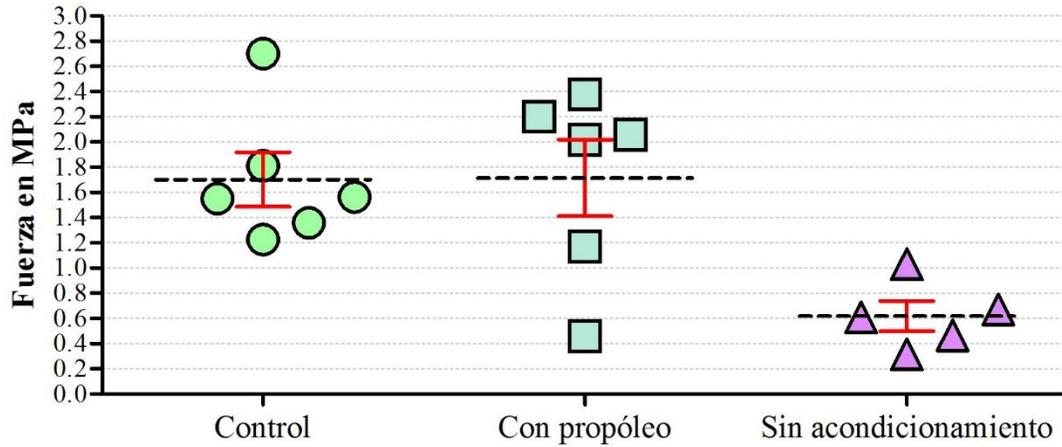


Figura 22. Comparación de las distribuciones de los esfuerzos máximos, medidos en megapascales (MPa), para cada procedimiento de la técnica cortante. Cada silueta representa a una observación. Las líneas punteadas representan las medias. Las líneas rojas representan el intervalo de confianza al 95% de la media.

Para determinar en qué procedimientos se presentó la diferencia, se empleó la prueba post hoc de Bonferroni, cuyos resultados se presentan en la Tabla 5. Se observó que el control no fue significativamente diferente al procedimiento con acondicionamiento y propóleo (diferencia de medias = -0.013; $p = 1.000$); sin embargo, el procedimiento sin acondicionamiento y sin propóleo fue distinto a los otros dos (Tabla 5).

Tabla 5. Prueba post hoc de Bonferroni para comparación de procedimientos de la técnica cortante.

Contraste de procedimientos (I vs J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	p	IC al 95%	
				Inferior	Superior
Control vs Acondicionamiento y propóleo	-0.013	0.33	1.000	-0.897	0.871
Control vs Sin acondicionamiento, sin propóleo	1.083	0.341	0.020	0.156	2.010
Acondicionamiento y propóleo vs Sin acondicionamiento, sin propóleo	1.096	0.341	0.019	0.169	2.023

Las medias provienen de los esfuerzos máximos, medidos en megapascales, donde el cemento de ionómero de vidrio inició desprendimiento del órgano dentario. Se consideró significativo un valor $p < 0.05$.

ANÁLISIS DEL DESPLAZAMIENTO OBTENIDO MEDIANTE LA TÉCNICA EN CORTANTE

La media, desviación estándar, error estándar de la media, intervalo de confianza para la media (IC) al 95%, máximos y mínimos del desplazamiento, para cada ensayo y expresados en milímetros, se presentan en la tabla A. Se observó que el ensayo control (con acondicionamiento y sin propóleo) presentó la media más grande, de 0.626 ± 0.250 , mientras que la media más pequeña la presentó el ensayo sin acondicionamiento y sin propóleo, de 0.449 ± 0.388 .

Tabla 6. Media, desviación estándar (DE), error estándar de la media (ES), intervalo de confianza (IC) al 95% para la media, máximos (Max.) y mínimos (Min.) del desplazamiento en ensayos de la técnica cortante.

Ensayo	n	Media	DE	ES	IC al 95%		Min.	Max.
					Inferior	Superior		
Con acondicionamiento, sin propóleo (control)	6	0.626	0.250	0.102	0.364	0.888	0.285	0.978
Con acondicionamiento y propóleo	6	0.491	0.159	0.065	0.324	0.659	0.277	0.740
Sin acondicionamiento, sin propóleo	5	0.449	0.388	0.173	-0.033	0.930	0.131	1.073

Los datos provienen de las distancias obtenidas desde el cero hasta el punto más alto, registradas en milímetros.

Dado que las de varianzas de los ensayos mostrados en la tabla A fueron homogéneas (estadístico de Levene = 2.253; $p = 0.142$), se empleó la prueba de ANOVA de una vía para determinar si hubo diferencia entre los grupos. No se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($F = 0.656$, $p = 0.534$), tal como puede observarse en la Figura 23.

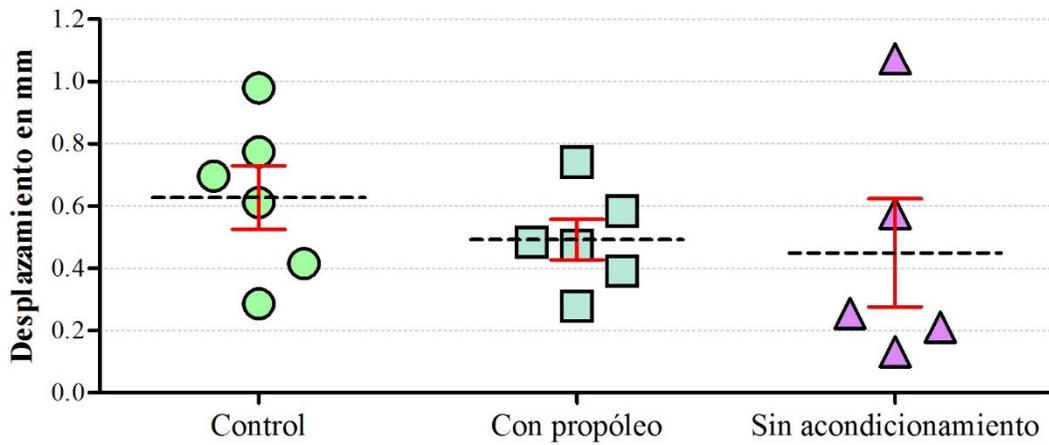


Figura 23. Comparación de las distribuciones para las distancias del cero al punto más alto, medidas en milímetros (mm), en cada ensayo de la técnica cortante. Cada silueta representa a una observación. Las líneas punteadas representan las medias. Las líneas rojas representan el intervalo de confianza al 95% de la media.

ENSAYOS DE ADHESIÓN MEDIANTE TÉCNICA *PULL-OUT*

En la Figura 24 pueden observarse las curvas de cada una de las muestras de forma individual obtenidas en la prueba de *pull-out*, la Figura 25 muestra las curvas de carga contra tiempo de las medias de los tres grupos estudiados, en la Figura 26 se observa una comparación de las curvas fuerza-desplazamiento representativas de cada grupo analizado.

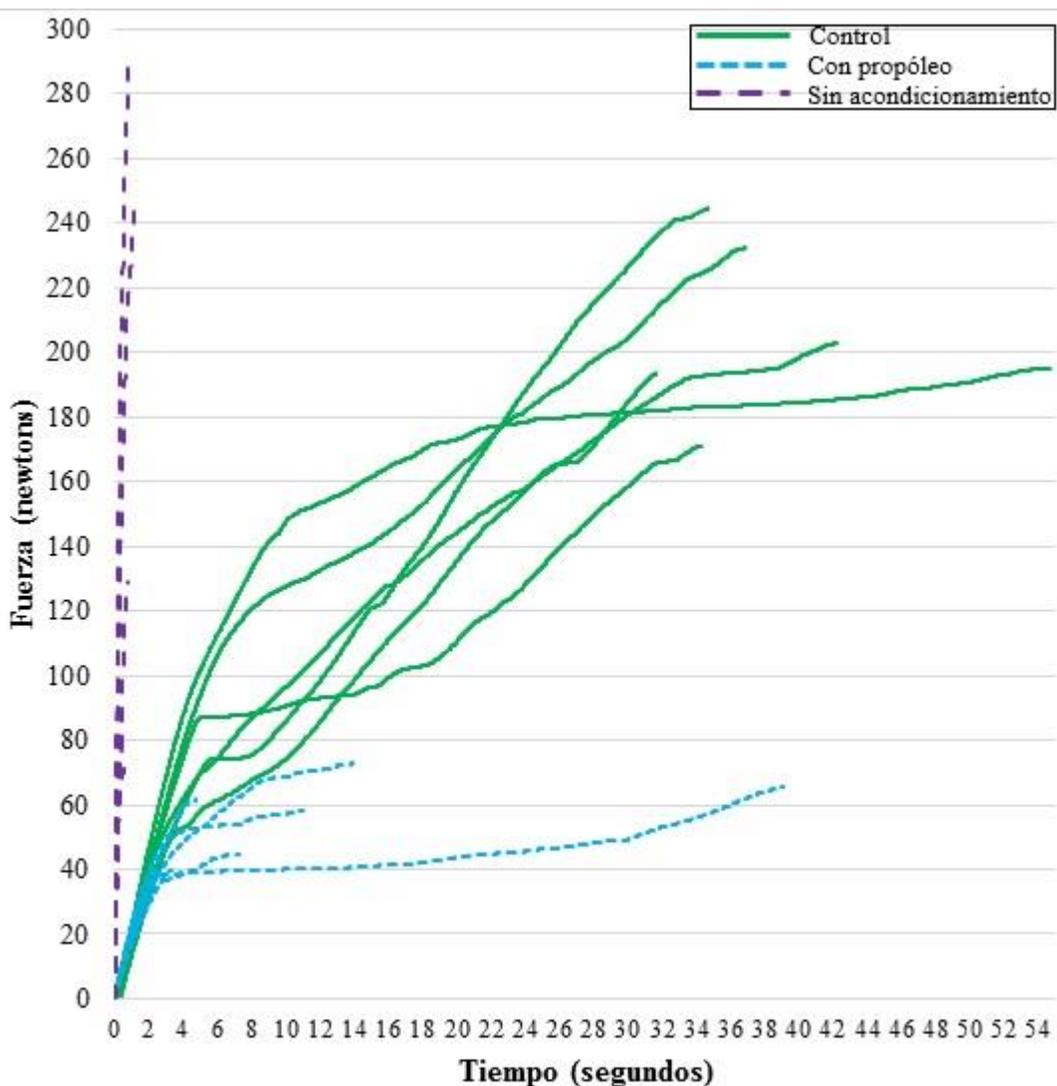


Figura 24. Relación fuerza vs tiempo en los ensayos de la técnica *pull-out*.

Cada curva representa una muestra.

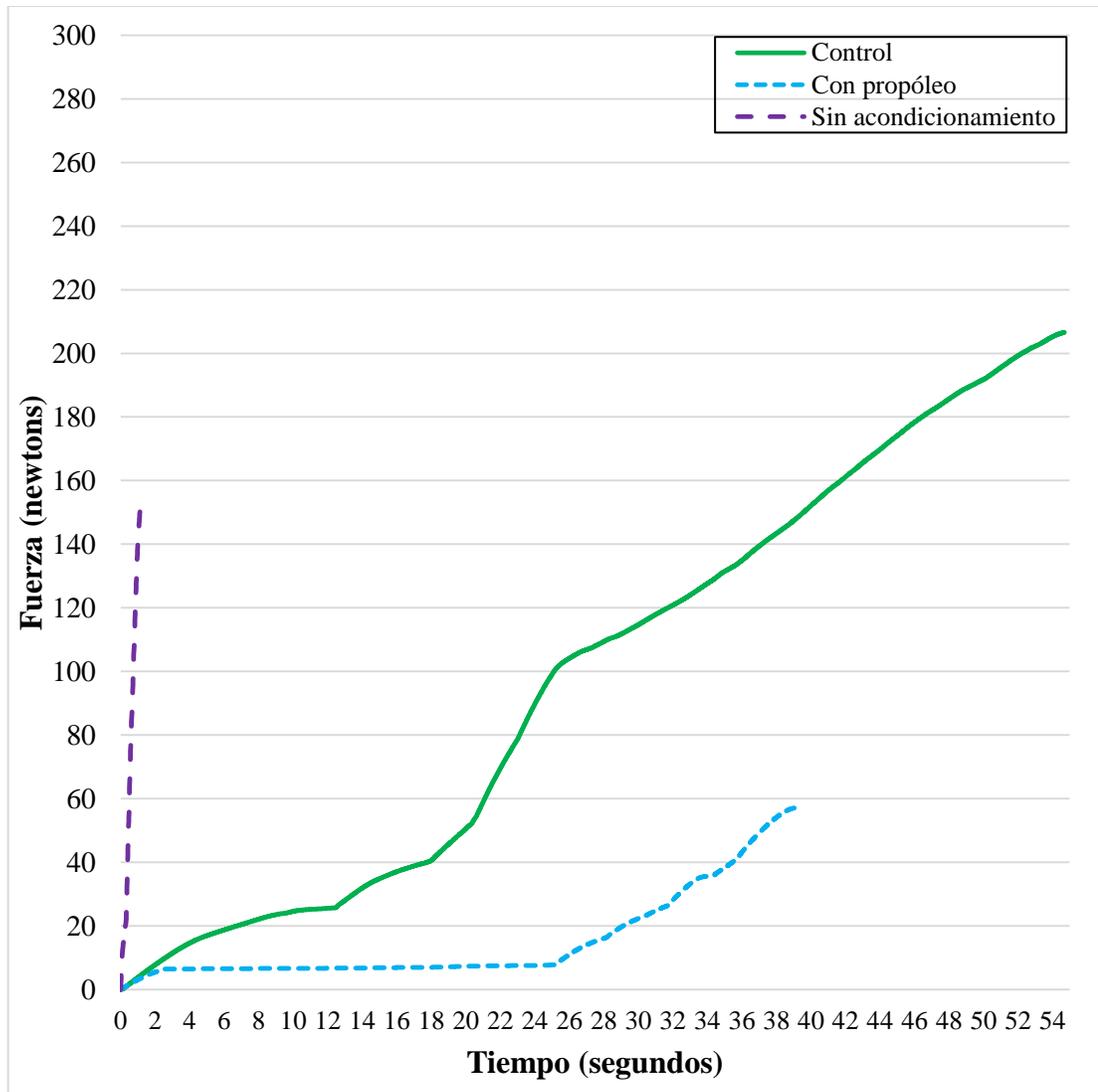


Figura 25. Relación fuerza vs tiempo en los ensayos de la técnica *pull-out*.
Cada curva representa al comportamiento promedio de todas las muestras por ensayo.

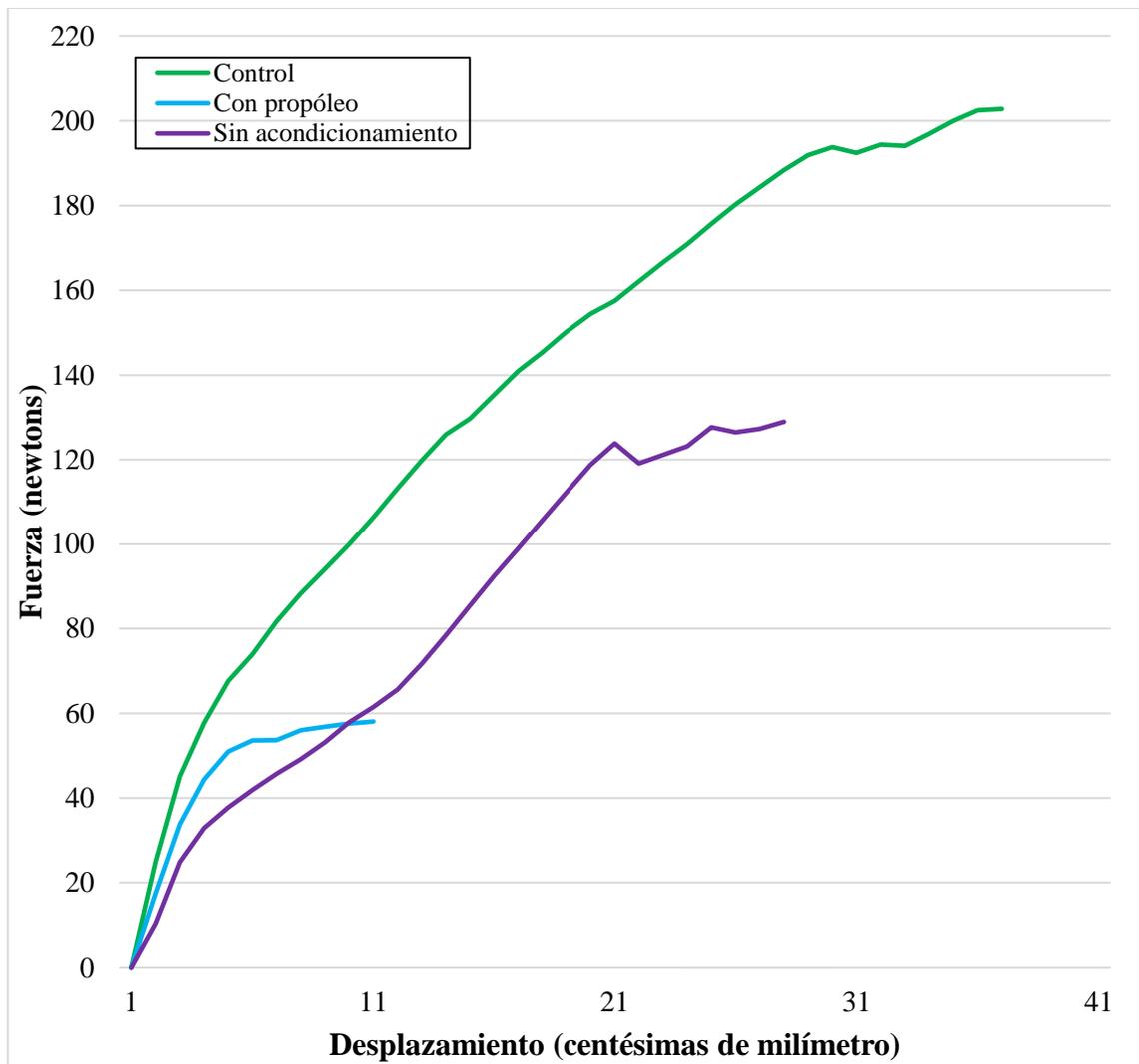


Figura 26. Comparación de las curvas fuerza-desplazamiento representativas de cada grupo analizado en la técnica *pull-out*.

La media, desviación estándar, error estándar de la media, intervalo de confianza para la media (IC) al 95%, máximos y mínimos de cada procedimiento, expresados en Newtons, se presentan en la Tabla 7. Se observó que el procedimiento con acondicionamiento y propóleo presentó la media más pequeña, de 57.14 ± 12.48 , mientras que la media más grande la presentó el control (con acondicionamiento, sin propóleo), de 206.59 ± 27.18 .

Tabla 7. Media, desviación estándar (DE), error estándar de la media (ES), intervalo de confianza (IC) al 95% para la media, máximos (Max.) y mínimos (Min.) de cada procedimiento para la técnica *pull-out*.

Procedimiento	n	Media	DE	ES	IC al 95%		Min.	Max.
					Inferior	Superior		
Control	6	206.59	27.18	11.10	178.07	253.12	171.02	244.68
Con acondicionamiento y propóleo	6	57.14	12.48	5.09	44.04	70.23	40.01	72.84
Sin acondicionamiento, sin propóleo	6	151.37	92.59	37.46	54.21	248.53	74.80	289.74

Los datos provienen de los máximos de fuerza, medidos en Newtons, donde el cemento de ionómero de vidrio inició desprendimiento del órgano dentario.

Dado que las de varianzas de los procedimientos mostrados en la Tabla 7 no fueron homogéneas (estadístico de Levene = 13.55; $p < 0.001$), se empleó la prueba de Kruskal-Wallis para determinar si hubo diferencia entre los grupos. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($K = 11.94$, $p = 0.003$), tal como puede observarse en la Figura 27.

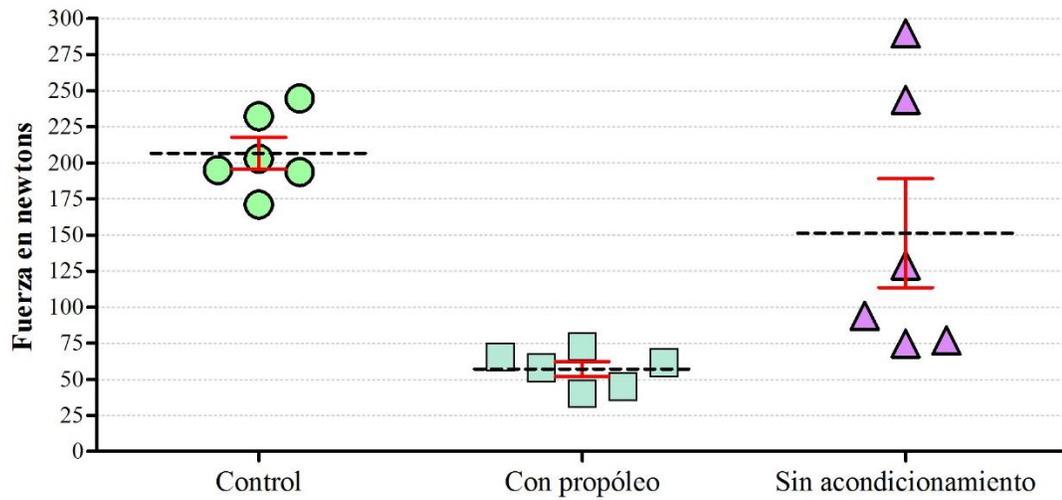


Figura 27. Comparación de las distribuciones de los máximos de fuerza, medidos en Newtons, para cada procedimiento de la técnica *pull-out*. Cada silueta representa a una observación. Las líneas punteadas representan las medias. Las líneas rojas representan el intervalo de confianza al 95% de la media.

Para determinar en qué procedimientos se presentó la diferencia, se empleó la prueba *post hoc* de Games-Howell, cuyos resultados se presentan en la tabla 8. Se observó que el control fue significativamente diferente al procedimiento con acondicionamiento y propóleo (diferencia de medias = 149.47; $p < 0.001$), (Tabla 8).

Tabla 8. Prueba post hoc de Games-Howell para comparación de procedimientos de la técnica *pull-out*.

Contraste de procedimientos (I vs J)	N	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	P	IC al 95%	
					Inferior	Superior
Control vs Acondicionamiento y propóleo	6	149.47	12.21	< 0.001	113.52	185.39
Control vs Sin acondicionamiento, sin propóleo	6	55.23	39.39	0.399	-66.51	176.96
Acondicionamiento y propóleo vs Sin acondicionamiento, sin propóleo	6	-94.23	38.14	0.117	-217.79	28.33

Las medias provienen de los máximos, medidos en Newtons, donde el cemento de ionómero de vidrio inició desprendimiento del órgano dentario. Se consideró significativo un valor $p < 0.05$.

SUPERFICIES DENTARIAS PREVIAS AL ENSAYO

Previa metalización con oro, se obtuvo la imagenología de las superficies pulidas de muestras no usados en las pruebas de adhesión, para analizar la superficie obtenida con cada tratamiento:

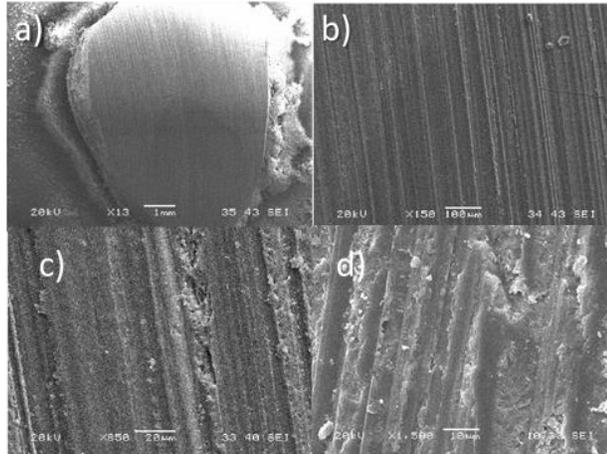


Figura 28. Superficie dental sin acondicionamiento (superficie del grupo SA). a) imagen de la superficie completa, b) rugosidad de la superficie, c) y d) rugosidad con presencia de barrillo dentinario.

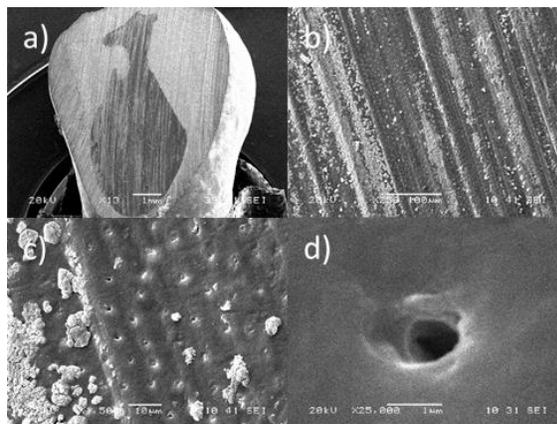


Figura 29. Superficie dental tras acondicionamiento con ácido poliacrílico por 15 segundos (superficie encontrada en el grupo SP); a) superficie dental pulida acondicionada, b) misma superficie aumentada x250, c) x1500, d) túbulo dentinario visible x25,000.

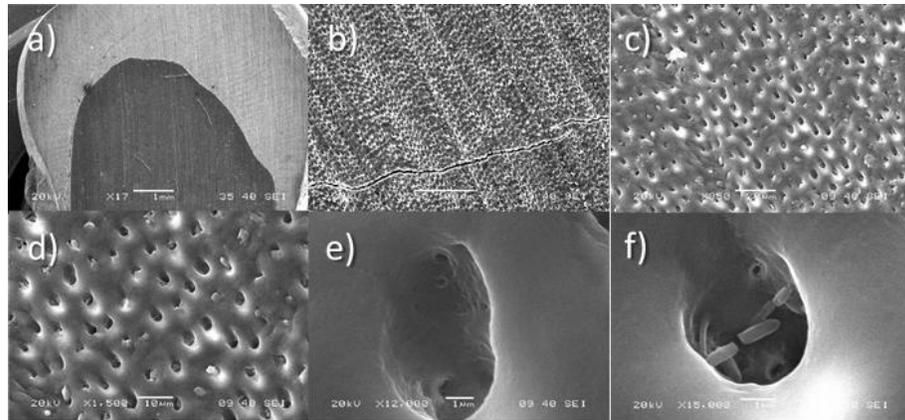


Figura 30. Superficie tras irrigación con propóleo y posterior acondicionamiento (superficie encontrada en el grupo CP). a) superficie dental pulida irrigada con propóleo y posterior acondicionamiento con ácido poliacrílico por 15 segundos, b) misma superficie aumentada x250, c) x850, d) x1500 túbulos dentinarios visibles, e) túbulo dentinario observable a x12,000, f) túbulo dentinario con presencia de microorganismos observables a x15,000.

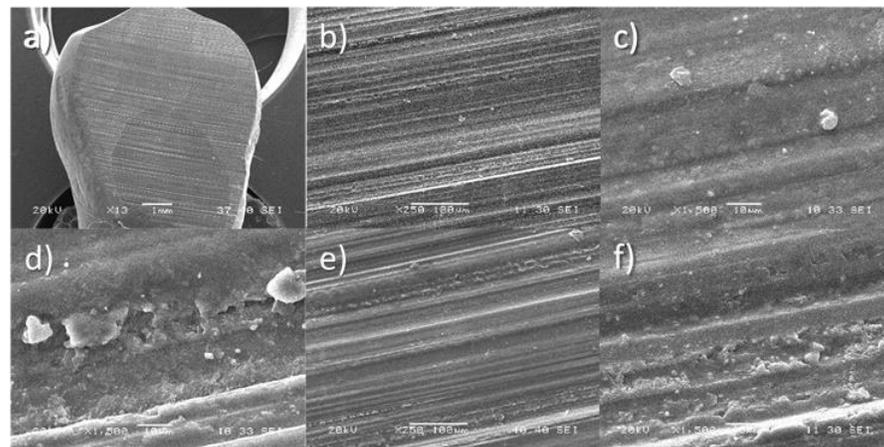


Figura 31. Superficie sin acondicionamiento con propóleo (superficie encontrada en el grupo SACP). a) imagen de la muestra, b) imagen aumentada x250, c) misma zona aumentada x1,500, no se aprecian túbulos dentinarios, d) sedimentos sobre la superficie dentinaria, e) otra zona de la misma muestra aumentada x250, f) misma zona aumentada x1,500, no se aprecian túbulos dentinarios.

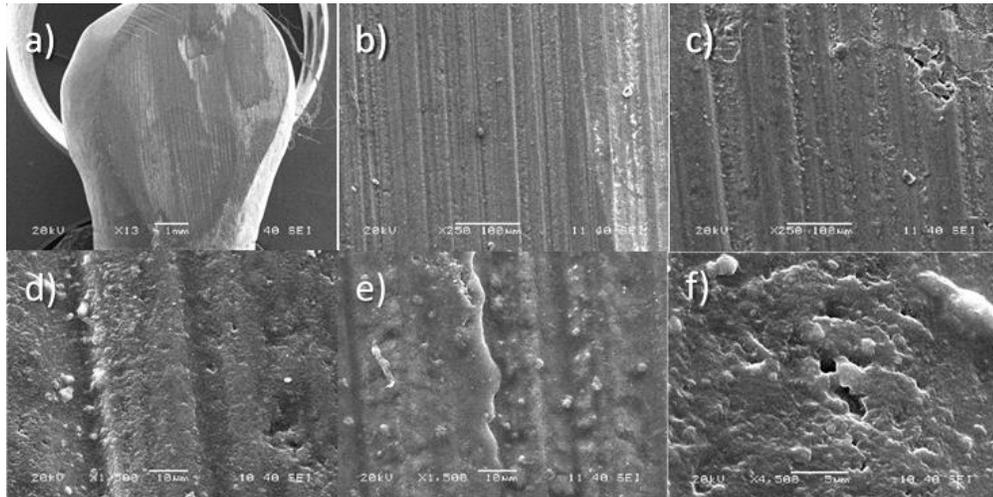


Figura 32. Superficie tras acondicionamiento y posterior irrigación con propóleo. De manera didáctica, se realizó una muestra irrigando la superficie dentaria con propóleo, tras haber realizado el acondicionamiento con ácido poliacrílico; en la imagen se aprecia qué es lo que pasa cuando el propóleo es colocados después del acondicionamiento: a) muestra con la superficie teñida, b) zona de la muestra aumentada x250 , c) diferente zona aumentada x250, d) x1,500, no se aprecian túbulos dentinarios, e) otra zona aumentada x1,500 donde se aprecian sedimentos, f) imagen aumentada x4,500, no se aprecian túbulos dentinarios, pero sí una gran cantidad de sedimento.

DETERMINACIÓN DEL TIPO DE FALLA

Previa metalización, se observaron dos muestras aleatorias de cada grupo de la prueba en cortante (superficie junto con su cilindro desprendido correspondiente), después del ensayo en cortante.

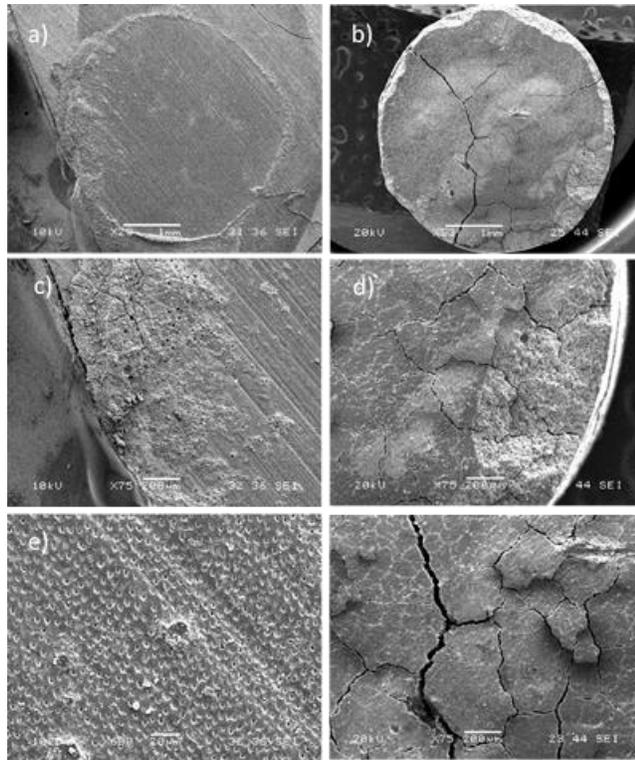


Figura 33. Muestra SP-1 (control): falla adhesiva de tipo mixto; a) superficie dental con presencia de restos del CIV, b) superficie desprendida del cilindro de CIV c) superficie dental aumentada x75, d) superficie cilindro x75, e) superficie dental x600, f) superficie cilindro x75.

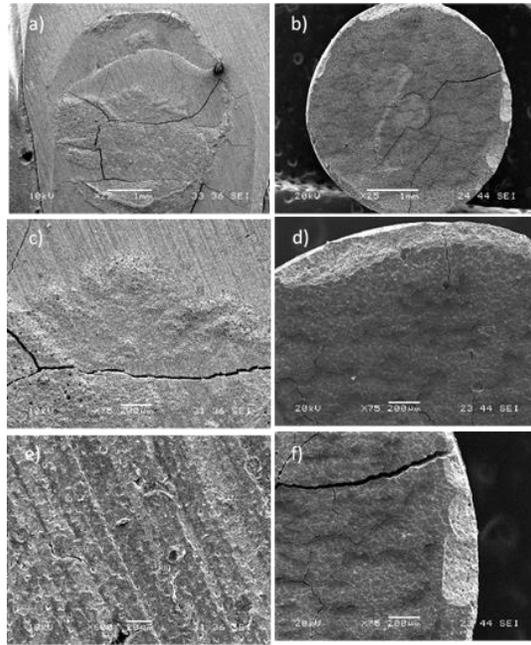


Figura 34. Muestra SP-2 (control). Tipo de fallo mixto; a) superficie dental con presencia de restos de CIV, b) superficie cilindro c) superficie dental con aumento de x75, d) superficie cilindro x75, e) superficie dental x600, f) superficie cilindro x75.

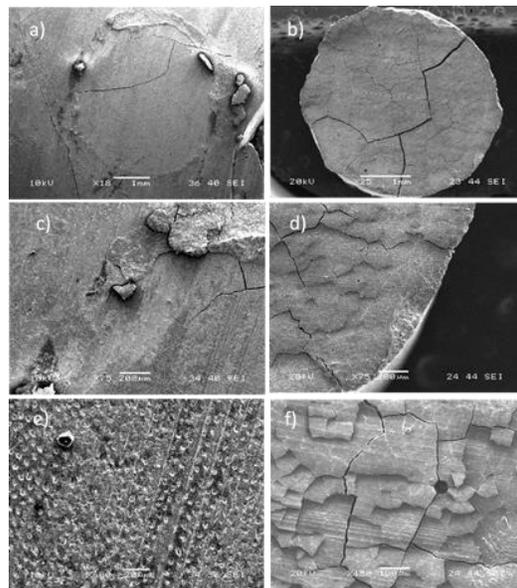


Figura 35. Muestra CP-1 (con propóleo). Tipo de falla mixta; a) superficie dental, b) superficie cilindro c) superficie dental aumentada x75, d) superficie cilindro x75, e) superficie dental x600, f) superficie cilindro x150.

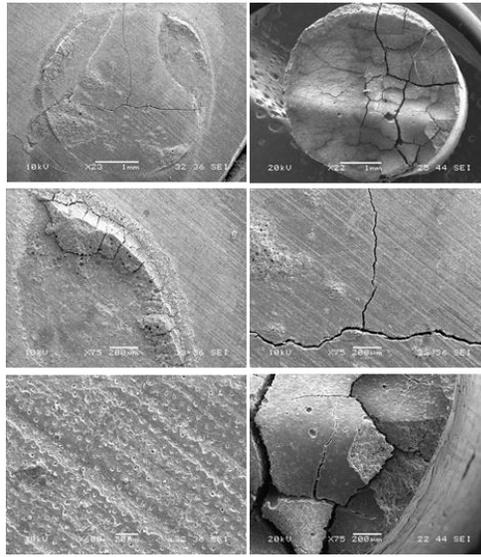


Figura 36. Muestra CP-2 (con propóleo): Tipo de falla mixta; a) superficie dental con restos de CIV, b) superficie cilindro c) superficie dental aumentada x75, d) superficie cilindro x75, e) superficie dental x600, f) superficie cilindro x150.

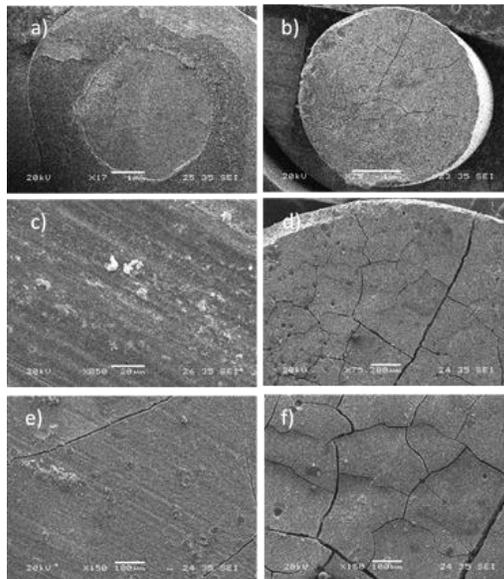


Figura 37. Muestra SA-1 (sin acondicionamiento): Tipo de falla adhesiva; a) superficie dental con ausencia de restos de CIV, b) superficie cilindro completa c) superficie dental aumentada x75, d) superficie cilindro x75, e) superficie dental x600, f) superficie cilindro x150.

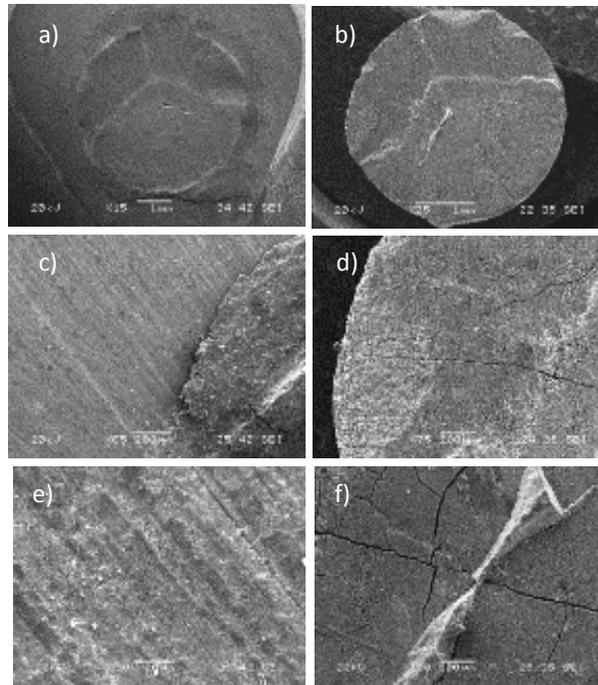


Figura 38. Muestra SA-2 (sin acondicionamiento): Tipo de falla mixta; a) superficie dental aparentemente sin restos de CIV, b) superficie cilindro con evidencia de desprendimiento c) superficie dental aumentada x85 donde se logran observar restos de CIV, d) superficie cilindro x75, e) superficie dental x600, f) superficie cilindro x150.

DISCUSIÓN

El cemento de ionómero de vidrio (CIV) se puede considerar el material ideal para restauraciones permanentes en la dentición decidua debido a sus propiedades de auto adherencia a la superficie dentaria, liberación de fluoruro y fácil manipulación (2). Por su parte, el propóleo es uno de los productos naturales más utilizados e investigados en la actualidad, el cual posee una vasta cantidad de propiedades medicinales, siendo una de las más importantes, su capacidad antimicrobiana (43,49,54,67).

En este estudio se trataron de simular las condiciones de uso o aplicación de un cemento de ionómero de vidrio comercial, Fuji IX, dando un tratamiento adicional de irrigación con una solución de propóleo tal y como se está aplicando actualmente en la clínica de odontopediatría de la Facultad de Odontología de la UADY. Por lo tanto, se buscaba utilizar las propiedades antibacterianas reportadas previamente del propóleo sin sacrificar la adhesión del cemento al tejido dentinario, ya que ambos materiales han demostrado buenos resultados cuando son utilizados por separado (8,10,48,49,53,68). De encontrarse una influencia significativa entre el cemento y el propóleo, ésta información podría emplearse en la toma de medidas que impidan el potencial desarrollo de complicaciones, como la filtración y/o las lesiones cariosas secundarias (2,8).

La propiedad adhesiva puede analizarse de varias formas, en 2010 Armstrong *et al*, Braga *et al*, Scherrer *et al* publicaron sus análisis sobre los diferentes tipos de pruebas de adhesión, llegando a la conclusión que las pruebas “micro” sufrían de menos sesgo debido al área reducida de experimentación (menos área = menos defectos de superficie) (33-35); sin embargo, hasta la fecha se continúa utilizando las pruebas “macro” con regularidad debido a su poca sensibilidad de técnica (la calibración para realizar el procedimiento es relativamente sencilla), una de ellas es a través del método en cortante o cizalla (*shear bond strength*) que permite medir la fuerza necesaria para desprender dos materiales (68-71).

Por otro lado, la prueba “macro” de adhesión en *pull-out*, mide la fuerza necesaria para extraer el material adherido dentro de otro material (soporte) (36,72,73). Ambos son métodos que se han validado para la población de interés y han demostrado ser sensibles y específicos al momento de evaluar la adhesión.

Pese a que está comprobado un aumento en la fuerza de adhesión cuando la superficie dental ha sido previamente acondicionada con grabado ácido (Buonocore en 1955 y Newman en 1965) (29), en la práctica clínica continúa arraigado el empleo del CIV sin previo acondicionamiento de la superficie dental. Por esta razón, se incluyeron dos grupos de estudio complementarios: grupo SA (sin acondicionamiento) y grupo SACP (sin acondicionamiento, con propóleo). Lo anterior con la finalidad de ilustrar y/o comparar el fenómeno de adhesión cuando el CIV no es empleado de acuerdo con las indicaciones del fabricante. En el grupo SA se realizó el experimento con 5 muestras, debido a que una sufrió desprendimiento durante el período de incubación. En cuanto al grupo SACP, no se lograron realizar los ensayos ya que no hubo adhesión, esto probablemente debido a que, al no haber acondicionamiento, el extracto etanólico del propóleo (EEP) permanece por completo sobre la superficie dental cubriendo las microporosidades; además el barrillo dentinario tampoco es removido, conduciendo a la no adhesión del CIV al órgano dentario (2) .

En los tratamientos restantes se encontró una diferencia significativa entre las esfuerzos de adhesión de los tres procedimientos de experimentación cuando se compararon con el grupo SA (0.62 ± 0.27 MPa). Estos resultados pone en evidencia la importancia del acondicionamiento de la superficie dental mediante el grabado ácido, tal como lo describe Nicholson (2016) (2). Por otro lado, no se encontró diferencia significativa entre el promedio de esfuerzos (fuerza sobre área) del grupo SP (control) con el grupo CP (con propóleo). Esto se evidencia al observar que la media del grupo SP fue de 1.70 ± 0.53 MPa y de 1.71 MPa para el grupo CP.

No se encontraron estudios previos sobre adhesión de CIV y propóleo por separado (en yuxtaposición), tampoco de otros tipos de pruebas mecánicas o sobre la afectación del propóleo (en yuxtaposición) sobre la adhesión de otros materiales de uso odontológico, por lo que se ahondó en los estudios sobre CIV modificado con extracto etanólico de propóleo (PCIV). Este estudio coincide con lo observado en ensayos previos como el de Maldonado-Gallegos (2017), quien evaluó las propiedades del CIV modificado con extracto etanólico de propóleo (PCIV), arrojando valores cercanos a los de este estudio: CIV (control) 1.02 ± 0.008 MPa y PCIV (modificado con propóleo) 1.47 ± 0.211 MPa (22). Prabhakar (2016) realizó un estudio similar donde tampoco encontró diferencia significativa entre el grupo CIV y el grupo PCIV (69). Hallazgos semejantes fueron encontrados por Hatunoğlu *et al*, puesto que no hallaron diferencia significativa ($p > 0.05$) entre ambos grupos (CIV y PCIV) (20). Lo anterior puede atribuirse al acondicionamiento de la superficie dental previo a la colocación del CIV, el cual remueve el barrillo dentinario y, por lo que se puede inferir, también los restos del EEP, preparando la superficie para una mejor adhesión (2).

El presente trabajo no se hizo con el objetivo de analizar otros parámetros obtenidos a partir de la técnica cortante y las otras relaciones antes mencionadas (SA, SACP, técnica *pull-out*) directamente. Por lo tanto, las discusiones presentadas a continuación deben ser tomadas con cautela.

DESPLAZAMIENTO DE LA TÉCNICA EN CORTANTE

La media del desplazamiento del grupo control fue ligeramente mayor a la de los otros grupos, mientras que la media más pequeña la presentó el grupo SA. Sin embargo, estas diferencias no fueron significativas. No se encontró literatura que explique este fenómeno; sin embargo, se puede inferir que, aunque no se encontró diferencia significativa entre las fuerzas de adhesión, otra(s) propiedad(es) de uno o ambos materiales podrían haberse afectado.

Es posible que el desplazamiento dependa más de la composición del CIV, que lo hace igual de elástico sin importar la superficie donde se haya colocado, ya que la integridad del material en sí no se ve afectada por la forma en que se adhiere a la dentina, de tal modo que la resistencia del CIV es la misma sin importar cómo se haya preparado; lo que podría fallar es el sitio de adhesión, no el material.

TÉCNICA *PULL-OUT*

En cuanto a esta técnica, si bien no es una técnica convencional, ni se encuentra normalizada en algún tipo de estandarización, arrojó valores importantes. Por ejemplo, sus valores de fuerza fueron mayores comparados con otras técnicas (como la cortante), puesto que el área de contacto con el material es mucho mayor, puede ser empleada para medir la adhesión del CIV u otros materiales dentales. Por otro lado, en esta técnica se resalta la similitud del ensayo con la utilidad clínica real del CIV (u otros materiales de restauración), por lo que podría considerarse como una prueba más objetiva para la fuerza de adhesión.

Se encontró una diferencia significativa entre las fuerzas de adhesión de los tres procedimientos de experimentación para la técnica *pull-out*; no obstante, la diferencia fue a causa del grupo CP. Lo anterior puede inferirse ya que el promedio de fuerzas de este grupo fue el menor, a diferencia de los grupos SP y SA (entre los cuales no hubo diferencia significativa). No se hallaron estudios sobre la fuerza de adhesión del CIV convencional comparables al de este estudio; sin embargo, Pereira *et al.* (2013) (73) utilizaron un modelo de cavidad para medir la fuerza de adhesión de la cementación de postes de fibra de vidrio a diferentes profundidades, encontrando valores similares a los de este estudio en los grupos de CIV tipo 1 (para cementación). En dicho estudio, también se menciona que hubo pérdida de varias muestras durante el ensayo, debido a la fractura de los materiales estudiados, como sucedió en la presente investigación.

Debido a la extrema diferencia entre las medias de las técnicas cortante y *pull-out* (por ejemplo, el grupo control de la técnica *pull-out* registró aproximadamente 10 veces más fuerza de adhesión, medida en Newtons, que en la técnica cortante) no se realizó análisis estadístico para comparar ambos ensayos; sin embargo, se puede resaltar que para la técnica cortante, el grupo SA presentó la media significativamente más baja, mientras que en la técnica *pull-out* el promedio significativamente más bajo lo obtuvo el grupo CP. La gran diferencia entre técnicas puede explicarse no sólo por el tipo de ensayo (en uno se aplica una carga en el material para desprenderlo, mientras que el otro tira de él para lograr el desprendimiento), sino también por la gran diferencia de áreas de contacto. Por otro lado, la desigualdad en los procedimientos con la media más baja de cada técnica (SA para cortante y CP para *pull-out*), puede atribuirse al área mayor de contacto y al error humano, es decir, a restos de propóleo retenidos en el modelo de cavidad (*pull-out*) que no fueron debidamente retirados durante el acondicionamiento previo; sin embargo, son necesarios más estudios para la explicación adecuada de este fenómeno.

En cuanto al tipo de falla adhesiva, en varios estudios de adhesión se han observado que el fallo en los CIV suele ser de tipo cohesivo, es decir, que se produce dentro del cemento y no en la interfase entre el material y el órgano dentario; sin embargo, pese a no presentar diferencia estadísticamente significativa en cuanto a las fuerzas (y esfuerzos) de adhesión, en las imágenes del *SEM* si bien se encontraron mayormente fallas cohesivas, también se observaron fallas adhesivas (como era de esperarse, en las muestras sin acondicionamiento, y en una de las muestras con propóleo) y mixtas (en una muestra del grupo control) (2).

La fuerza de adhesión del CIV al órgano dentario no se afecta por el propóleo, siempre y cuando se acondicione previamente la superficie dental de acuerdo con la indicación del fabricante; se reitera entonces la importancia del acondicionamiento para lograr una mayor fuerza de adhesión. Por lo anterior, se consideró que la hipótesis de este estudio se cumple, el propóleo no afecta la adhesión del CIV a la superficie dental.

CONCLUSIONES

1. Se puede considerar al cemento de ionómero de vidrio (CIV) como un material eficiente para la restauración de órganos dentarios tratados con extracto etanólico de propóleo (EEP).
2. La fuerza de adhesión del CIV al órgano dentario no es afectada por el propóleo, siempre y cuando se acondicione previamente la superficie dental, de acuerdo con las indicaciones del fabricante.
3. En este estudio se asumió que la rugosidad de la superficie fue la misma y que el propóleo no la altera. Por lo tanto, se sugiere estudiar la rugosidad de la superficie mediante AFM.
4. Se reitera la importancia del acondicionamiento de la superficie dental para lograr la mayor fuerza de adhesión del CIV al órgano dentario.
5. Los tipos de falla encontrados (predominantemente cohesivas con presencia de algunas adhesivas), sugiere que, si bien la fuerza de adhesión del CIV no es afectada por el EEP, otras propiedades podrían estar afectadas, por lo que se sugiere realizar más experimentos para explicar este fenómeno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Davidson CL. Avances en cementos de ionómero de vidrio. *Rev Minima Interv en Odontol.* 2009;2(1):171-83.
2. Nicholson JW. Adhesion of glass-ionomer cements to teeth: A review. *Int J Adhes Adhes.* 2016;69:33-8.
3. Delgado Muñoz CR, Ramírez Ortega JP, Yamamoto Nagano A. Liberación de fluoruro de dos cementos de ionómero de vidrio: estudio in vitro. *Rev Odontológica Mex.* 2014;18(2):84-8.
4. Tascón J. Restauración atraumática para el control de la caries dental: historia, características y aportes de la técnica. *Rev Panam Salud Publ.* 2005;17(2):110-5.
5. Nicholson JW. Chemistry of glass-ionomer cements: A review. *Biomaterials.* 1998;19(6):485-94.
6. Indizada R, Reggiardo ES, Díaz FW, Luis J, Cevallos C, Quintana C, et al. Desarrollo de la dentición permanente en niños colombianos con y sin paladar fisurado. Nivel de penetración y microfiltración de sellantes con y sin adhesivos de quinta y sexta generación. Estudio in vitro Características esqueléticas evaluadas por los. *Odontol Pediátrica.* 2009;8(2).
7. Pameijer CH. A review of luting agents. *Int J Dent.* 2012;2012(3).
8. Chau NPT, Pandit S, Jung JE, Cai JN, Yi HK, Jeon JG. Long-term anti-cariogenic biofilm activity of glass ionomers related to fluoride release. *J Dent.* 2016;47:34-40.
9. Proaño de Casalino D, López Pinedo M. Los cementos ionómeros de vidrio y el mineral trióxido agregado como materiales biocompatibles usados en la proximidad del periodonto. *Rev Estomatol Hered.* 2006;16(1):59-63.
10. Nicholson JW. Adhesion of glass-ionomer cements to teeth: A review. *Int J Adhes.* 2016;69:33-8.
11. Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dent Res J (Isfahan).* 2013;10(4):411-20.
12. Tabary N, Chai F, Blanchemain N, Neut C, Pauchet L, Bertini S, et al. A

- chlorhexidine-loaded biodegradable cellulosic device for periodontal pockets treatment. *Acta Biomater.* 2013;10(1):318-29.
13. Takahashi Y, Imazato S, Kaneshiro A V., Ebisu S, Frencken JE, Tay FR. Antibacterial effects and physical properties of glass-ionomer cements containing chlorhexidine for the ART approach. *Dent Mater.* 2006;22(7):647-52.
 14. Bellis CA, Nobbs AH, O'Sullivan DJ, Holder JA, Barbour ME. Glass ionomer cements functionalised with a concentrated paste of chlorhexidine hexametaphosphate provides dose-dependent chlorhexidine release over at least 14 months. *J Dent.* 2016;45:53-8.
 15. Zhang N, Ma J, Melo MAS, Weir MD, Bai Y, Xu HHK. Protein-repellent and antibacterial dental composite to inhibit biofilms and caries. *J Dent.* 2015;43(2):225-34.
 16. Feng J, Cheng L, Zhou X, Xu HHK, Weir MD, Meyer M, et al. In situ antibiofilm effect of glass-ionomer cement containing dimethylaminododecyl methacrylate. *Dent Mater.* 2015;31(8):992-1002.
 17. De Castilho ARF, Duque C, Negrini TDC, Sacono NT, De Paula AB, Sacramento PA, et al. Mechanical and biological characterization of resin-modified glass-ionomer cement containing doxycycline hyclate. *Arch Oral Biol.* 2012;57(2):131-8.
 18. Nakata HM, Ilave MG, Fernández LO, Cadillo M, Rodríguez YC. vivo de un gel a base de *Camellia sinensis* "té verde" frente a microorganismos de importancia en procesos. 2011;14(2):10-2.
 19. Hu J, Du X, Huang C, Fu D, Ouyang X, Wang Y. Antibacterial and physical properties of EGCG-containing glass ionomer cements. *J Dent.* 2013;41(10):927-34.
 20. Hatunoğlu E, Ö Ztü Rkb F, Bilenler T, Aksakalli S, Ş Imşeke N. Antibacterial and mechanical properties of propolis added to glass ionomer cement. *Angle Orthod.* 2014;84(2):368-73.
 21. Topcuoglu N. In vitro antibacterial effects of glass- ionomer cement containing ethanolic extract of propolis on *Streptococcus mutans*. *Eur J Dent.* 2012;6:428-33.
 22. Maldonado-Gallegos B. Tesis: Modificación y evaluación de un ionómero de vidrio

- con propóleo. 2017.
23. Standard I. International Standard ISO 29022; 2013.
 24. Standard I. Technical Specification ISO/TS 11405; 2015.
 25. Standards D. Dentistry - Water-based cements - Part 1: Power/liquid acid-base cements, ISO 9917-1; 2007.
 26. Toledano M, Aguilera FS, Osorio E, Cabello I, Toledano-Osorio M, Osorio R. Efficacy and micro-characterization of pathophysiological events on caries-affected dentin treated with glass-ionomer cements. *Int J Adhes Adhes.* 2016;69:91-109.
 27. Tedesco TK, Calvo AFB, Domingues GG, Mendes FM, Raggio DP. Bond Strength of High-Viscosity Glass Ionomer Cements is Affected by Tubular Density and Location in Dentin? *Microsc Microanal.* 2015;21(4):849-54.
 28. Gittner R, Müller-Hartwich R, Jost-Brinkmann PG. Influence of Various Storage Media on Shear Bond Strength and Enamel Fracture When Debonding Ceramic Brackets: An In Vitro Study. *Semin Orthod.* 2010;16(1):49-54.
 29. Fan X-C, Chen L. Effects of enamel surface preparation on bonding strength of resin-modified glass ionomer cement: an in vitro study. *J Adhes Sci Technol.* 2017;4243(3):1-12.
 30. Ferreto-Gutiérrez I, Cáceres-Zapata H. Comparación de la fuerza de adhesión de brackets a esmalte dental con un sistema exclusivo para ortodoncia y un sistema restaurativo. *Rev Cient Odontol.* 2017;12(2):8-14.
 31. Aguilar-Pérez D. Tesis: Modificación y evaluación de un ionómero de vidrio con actividad antibacterial; 2014.
 32. Troca VBPB, Fernandes KBP, Terrile AE, Marcucci MC, de Andrade FB, Wang L. Effect of green propolis addition to physical mechanical properties of glass ionomer cements. *J Appl Oral Sci.* 2011;19(2):100-5.
 33. Armstrong S, Geraldeli S, Maia R, Raposo LHA, Soares CJ, Yamagawa J. Adhesion to tooth structure: A critical review of “micro” bond strength test methods. *Dent Mater.* 2010;26(2):50-62.
 34. Braga R, Meira J, Boaro L, Xavier T. Adhesion to tooth structure: A critical review of “macro” bond strength test methods. *Dent Mater.* 2010;26:38-9.

35. Scherrer SS, Cesar PF, Swain M V. Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: A critical literature review. *Dent Mater.* 2010;26(2).
36. Sarıdağ S, Helvacıoğlu-Yiğit D, Özcan M, Avcu E, Kızıldağ G. Micro-computerized tomography analysis of cement voids and pull-out strength of glass fiber posts luted with self-adhesive and glass-ionomer cements in the root canal. *J Adhes Sci Technol.* 2016;30(14):1585-95.
37. Silva LM da, Andrade AM de, Machuca MFG, Silva PMB da, Silva RVC da, Veronezi MC. Influence of different adhesive systems on the pull-out bond strength of glass fiber posts. *J Appl Oral Sci.* 2008;16(3):232-5.
38. Alejandro P, Gómez M. Efectividad antibacteriana de productos naturales frente a microorganismos patógenos de la flora oral. 2015;2(2):530-7.
39. Elbaz NM, Khalil IA, Abd-Rabou AA, El-Sherbiny IM. Chitosan-based nano-in-microparticle carriers for enhanced oral delivery and anticancer activity of propolis. *International Journal of Biological Macromolecules.* Elsevier; 2016.
40. Wael MAA. Effect of propolis on the reproductive toxicity induced by deltamethrin in male albino rats. *African J Pharm Pharmacol.* 2016;10(4):44-52.
41. Kuropatnicki AK, Szliszka E, Krol W. Historical aspects of propolis research in modern times. Vol. 2013, *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine.* 2013.
42. Laboratoire OV. Evaluation of Antioxidant Capacity of Propolis Collected in Various Areas of Algeria Using Electrochemical Techniques Evaluation of Antioxidant Capacity of Propolis Collected in Various Areas of Algeria Using Electrochemical Techniques. 2015;(11).
43. Heidrich D, Fortes CBB, Mallmann AT, Vargas CM, Arndt PB, Scroferneker ML. Rosemary, Castor Oils, and Propolis Extract: Activity Against *Candida Albicans* and Alterations on Properties of Dental Acrylic Resins. *J Prosthodont.* 2018;1-6.
44. Peña TPP. Tesis: Efectividad antibacteriana " in vitro " del extracto etanólico de *Rosmarinus officinalis* (romero) sobre flora salival. 2013.
45. Munayco Pantoja EDR. Efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de *Allium sativum* sobre cepas estándares de la cavidad bucal. *Odontol Sanmarquina.* 2013;16(2):21-4.

46. Albado Plaus E, Saez Flores G, Grabiél Ataucusi S. Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial del *Origanum vulgare* (orégano). *Rev Med Hered.* 2001;12:16-9.
47. Lozano-Guzmán E, López-Guzmán OD, Bocanegra-Salazar M, Cristina L, Beatriz L, Cruz D, et al. Interacción sinérgica de propóleo (Propolis) y orégano (*Lippia graveolens* Kunth s.l.) contra *Staphylococcus aureus*. *Rev Mex Cienc Farm.* 2014;44(4):73-8.
48. Al-Waili N. Mixing two different propolis samples potentiates their antimicrobial activity and wound healing property: A novel approach in wound healing and infection. *Vet World.* 2018;11(8):1188-95.
49. Endo MM, Estrela CRA, Alencar AHG, Decurcio DA, Silva JA, Estrela C. Antibacterial action of red and green propolis extract in infected root canal. *Rev Odonto Cienc.* 2017;32(2):99-103.
50. Machado BEA, Pulcino TN, Silva AL, Tadeu D, Melo RGS, Mendonça IG. Propolis as an alternative in prevention and control of dental cavity. *J Apitherapy.* 2016;1(2):47-50.
51. Premoli G, Laguado P, Díaz N, Romero C, Villarreal J, González A. Uso del propóleo en odontología. *Acta Odontológica Venezolana.* 2010;48(2).
52. Alolofi H, El-Sayed M, Taha S. Clinical and radiographical evaluation of propolis and thymus vulgaris extracts compared with formocresol pulpotomy in human primary molars. *BDJ Open.* 2016;2(April):16005.
53. Georgieva K, Trusheva B, Uzunova V, Stoyanova T, Valcheva V, Popova M, et al. New cycloartane triterpenes from bioactive extract of propolis from Pitcairn Island. *Fitoterapia.* 2018;128(5):233-41.
54. Kuropatnicki AK, Szliszka E, Krol W. Historical aspects of propolis research in modern times. *Evidence-based Complement Altern Med.* 2013;2013:1-11.
55. Molina-Frechero N, Durán-Merino D, Castañeda-Castaneira E, Juárez-López MLA. La caries y su relación con la higiene oral en preescolares mexicanos. *Gac Med Mex.* 2015;151(4):485-90.
56. Irigoyen-Camacho M, Luengas-Aguirre M. Comparación de barnices y dentífrico con flúor en la prevención de caries en escolares. *Rev Salud Pública.*

- 2015;17(5):801-14.
57. Programa-de-Salud-Bucal. Encuesta Nacional Caries Dental. 2001.
 58. Sistema-de-Vigilancia-Epidemiológica. Resultados del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucales. SIVEPAB 2016.
 59. Medina-Solís CE, Pontigo-Loyola AP, Pérez-Campos E, Hernández-Cruz P, De La Rosa-Santillana R, Navarete-Hernández JDJ, et al. Principales razones de extracción de dientes permanentes en una muestra de adultos mexicanos. *Rev Investig Clin.* 2013;65(2):141-9.
 60. Penagos V, Guadalupe R, García A, Calderón C. Experiencia de caries y determinantes sociales de salud en escolares mexicanos. *Conv Salud.* 2015;11.
 61. Worsley DJ, Marshman Z, Robinson PG, Jones K. Sociodemographic differences in oral health-related quality of life related to dental caries in Thai school children. *Community Dent Health.* 2016;33(1):9-14.
 62. Worsley DJ, Marshman Z, Robinson PG, Jones K. Oral health inequalities in Italian schoolchildren - a cross-sectional evaluation. *Community Dent Health.* 2016;33(1):9-14.
 63. Lopes RM, Domingues GG, Junqueira SR, Araujo ME, Frias AC. Conditional factors for untreated caries in 12-year-old children in the city of São Paulo. *Public Health.* 2013;27(4):376-81.
 64. Jeremias F, de Souza JF, Silva CMD, Cordeiro RDCL, Zuanon ACC, Santos-Pinto L. Dental caries experience and Molar-Incisor Hypomineralization. *Acta Odontol Scand.* 2013;71:870-6.
 65. Grošelj M, Jan J. Molar incisor hypomineralisation and dental caries among children in Slovenia. *Eur J Paediatr Dent.* 2013;14(3):241-5.
 66. Shailee F, Sogi GM, Sharma KR, Nidhi P. Dental caries prevalence and treatment needs among 12- and 15- year old school children in Shimla city, Himachal Pradesh, India. *Indian J Dent Res.* 2012;23(5):579-84.
 67. Zohaib K, Mustafa N, Muhammad SZ, Shariq N, Sana Z. Propolis: A natural biomaterial for dental and oral health care. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2017;11(4):265-74.
 68. Pisaneschi E, Carvalho RCR de, Matson E. Shear bond strength of glass ionomer

- cements to dentin: Effects of dentin depth and type of material activation. 1997;11(1).
69. Prabhakar AR, Balehosur D V., Basappa N. Comparative Evaluation of Shear Bond Strength and Fluoride Release of Conventional Glass Ionomer with 1% Ethanolic Extract of Propolis Incorporated Glass Ionomer Cement -Invitro Study. *J Clin Diagnostic Res.* 2016;10(5):ZC88-ZC91.
 70. Patil SM, Kamble VB, Desai RG, Arabbi KC, Prakash V. Comparative Evaluation of Shear Bond Strength of Luting Cements to Different Core Buildup Materials in Lactic Acid Buffer Solution. *J Clin Diagnostic Res.* 2015;9(8):ZC84-ZC87.
 71. Deepa VL, Dhamaraju B, Bollu IP, Balaji TS. Shear bond strength evaluation of resin composite bonded to three different liners: TheraCal LC, Biodentine, and resine-modified glass ionomer cement using universal adhesve: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2016;19(2):166-70.
 72. Teuber L, Fischer H, Graupner N. Single fibre pull-out test versus short beam shear test: Comparing different methods to assess the interfacial shear strength. *J Mater Sci.* 2013;48(8):3248-53.
 73. Benedetti M, Webber F, Masae S, Michida DA, Marson FC, De-Oliveira GC. Analysis of Bond Strength by Pull Out Test on Fiber Glass Posts Cemented in Different Lengths. *J Int Oral Heal.* 2015;7(4):7-12.

ANEXO 1

CONSENTIMIENTO INFORMADO Y VOLUNTARIO

A través del presente, se le hace la invitación para participar en un trabajo de investigación titulado: “Evaluación del Cemento de Ionómero de Vidrio en Presencia del Extracto Etanólico de Propóleo al 10%”.

Por este motivo, solicito su autorización para utilizar el/los dientes extraídos, que, por parte de su tratante, tienen indicado como tratamiento la exodoncia; con el fin de ser utilizados en el estudio experimental de Cindy María Urbina Méndez, cirujano dentista residente de la Maestría en Odontología Infantil de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Este estudio tiene como finalidad evaluar un material de restauración (Cemento de Ionómero de Vidrio), utilizado frecuentemente en restauraciones dentales, en presencia de una solución para irrigar de origen natural (Propóleo), que es relativamente nueva en el campo odontológico, por lo que se pretende estudiar la calidad de adhesión.

Su colaboración a este experimento no implica mayor tiempo de trabajo clínico que el que utilizará su tratante para la exodoncia, y no supone ningún riesgo para su salud.

También se le informa que los datos otorgados serán estrictamente confidenciales y serán de uso exclusivo para este experimento.

Autorización:

Yo, _____ autorizo de forma voluntaria que mis órganos dentales sean utilizados para participar en el experimento *in vitro* (de laboratorio) de adhesión de ionómero de vidrio en presencia del propóleo como irrigante al 5%. Confirmando que se me ha informado del procedimiento que se realizará en mi cavidad oral, que no recibiré ninguna compensación económica y que tengo el derecho de retirar mis muestras de la investigación cuando yo lo desee, o no participar de ella sin ningún tipo de sanción.

Nombre: _____

Firma: _____

Firma del padre o tutor en caso de ser menor de edad: _____