



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de Estomatología

**Comparación de la fuerza de adhesión en la reparación de resina dental con distintos  
métodos de acondicionamiento: fresado, grabado y arenado.**

Tesis

Para obtener el grado de:

LICENCIADA EN ESTOMATOLOGÍA

Presenta:

Jeseida Andrea Gómez Sánchez  
ID. 201808576

DIRECTOR DE TESIS:

DC. Abigail Flores Ledesma  
ID. 100324622

DIRECTOR DISCIPLINARIO:

MCEI. Floriberto Calixto Arellano  
ID. NSS011477

DIRECTOR METODOLÓGICO:

MCE. Gloria Patricia Perea González  
ID. 100035922

ASESOR EXTERNO:

DC. Lourdes Soledad Bazán Díaz

LECTOR:

Mtra. Araceli Acevedo Contreras  
ID. 100438466

FEBRERO, 2025

FECHA DEL EXAMEN:



# I. Dictamen de aprobación de tesis



Oficio No. FESIEP/CIFE/024/2025

C. Jeseida Andrea Gómez Sánchez  
Estudiante de la Licenciatura en Estomatología  
Matrícula No.: 201808576  
Facultad de Estomatología  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
PRESENTE

Sirva este medio para enviarle un cordial saludo, asimismo, en mi doble calidad de Secretaria de Investigación y Estudios de Posgrado y Presidenta del Comité de Investigación de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; aprovecho para felicitarla por el avance significativo en su proceso académico. En atención a su solicitud, me permito notificarle que su tesis titulada:

"Comparación de la fuerza de adhesión en la reparación de resina dental con distintos métodos de condicionamiento: fresado, grabado y brenado"

ha recibido la aprobación oficial para su impresión.

Su trabajo ha sido registrado en el Libro de Registros No. 09, página 01, con el No. de Asignación 2024269 quedando debidamente documentado en esta Secretaría de Investigación. Esta tesis será presentada como parte del procedimiento para su examen profesional, necesario para obtener el grado de Licenciatura en Estomatología.

Próximos pasos:

1. Impresión de la tesis: Proceda con los trámites de impresión conforme a los lineamientos establecidos por la Facultad.
2. Revisión del documento: Asegúrese de que el texto cumpla con los estándares académicos y formales.
3. Coordinación del examen profesional: Contacte a la Coordinación Académica de esta Facultad para agendar su examen profesional y completar los trámites administrativos correspondientes.

Le recordamos que el cumplimiento de los plazos y requisitos establecidos es fundamental para garantizar la fluidez del proceso.

Reconocimiento y mensaje final:

Este logro refleja su esfuerzo, dedicación y el impacto de su investigación en el ámbito de la Estomatología. Le felicitamos por este avance significativo y confiamos en que continuará demostrando su compromiso académico y profesional.

Para cualquier consulta o información adicional, no dude en comunicarse con nosotros. Estamos a su disposición para acompañarla en esta etapa crucial de su formación

Sin otro particular, le reitero mi más atenta y distinguida consideración y le deseo éxito en la etapa final de esta carrera académica.

Atentamente

"Pensar bien, para vivir mejor"

H. Puebla de Z., a martes 25 de febrero del 2025

MEP. Gisela Nataly Rubin de Celis Quintana  
Secretaria de Investigación y Estudios de Posgrado  
Facultad de Estomatología

\* Nota: Se anexa Formato de Impresión de Tesis - C. Jeseida Andrea Gómez Sánchez - Licenciatura en Estomatología - Facultad de Estomatología - B.U.A.P. (origina) - p.s.c.y.d.

\*C.c.p. Archivo

\*MCO. FJMA/MEP. GNRCQ/yaneth

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado  
Facultad de Estomatología  
31 poniente 1304, Col. Volcanes  
Puebla, Pue.  
C.P. 72410  
Tel. Of. 22'22 29 55 00  
Ext. 5526

## II. Autorización de impresión

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA  
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS RECEPCIONAL**

Para obtener el Grado de: **Licenciado (a) en Estomatología.**

**No. Registro CIFE:** 2024269      **Fecha de Registro ante CIFE:** lunes 02 de septiembre del 2024

**Título de la Tesis:** "Comparación de la fuerza de adhesión en la reparación de resina dental con distintos métodos de acondicionamiento: fresado, grabado y arenado".

**Nombre del estudiante:** Jeseida Andrea Gómez Sánchez.

**Matrícula:** 201808576.

**Domicilio:** Calle 18 Poniente No. Ext. 1701, Puebla, Puebla.

**Tel:** 95\*31 88 61 75.

**Fecha de ingreso a la Facultad:** lunes 06 de agosto del 2018.

**Firma:** 

**Director de Tesis:** DC. Abigail Flores Ledesma. **Grado académico:** Doctor en Ciencias con terminación en biomateriales. **Adscripción:** Facultad de Estomatología      **ID:** 100324622.      **Tel:** 55\*37 37 66 11.

**Firma:** 

**Director Disciplinario:** MCEI. Floriberto Calixto Arellano. **Grado académico:** Maestría en Ciencias en Estomatología Integral. **Adscripción:** Facultad de Estomatología      **ID:** NSS011477.      **Tel:** 22\*26 18 03 86.

**Firma:** 

**Director Metodológico:** MCE. Gloria Patricia Perea González. **Grado académico:** Maestría en Ciencias de la Educación. **Adscripción:** Facultad de Estomatología.      **ID:** 100035922.      **Tel:** 22\*21 92 45 83.

**Firma:** 

**Lector:** Mtra. Araceli Acevedo Contreras. **Grado académico:** Maestría en Educación con orientación en innovación y tecnología educativa. **Adscripción:** Facultad de Estomatología. **ID:** 100438466.      **Tel:** 22\*23 22 94 18.

**Firma:** 

**Nombre y firma de aprobación del presidente de la academia/Responsable de la Licenciatura en Estomatología.**

**MCO. Francisco Javier Castillo Cano**

**Firma:** 

**La Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Estomatología, autoriza la impresión de la Tesis.**

  
**MEP. Gisela Nataly Rubin de Celis Quintana**



**Fecha actual:** martes 25 de febrero del 2025.

**Sello** \_\_\_\_\_

### III. Oficio de aceptación de proyecto C.I.F.E. o V.I.E.P.



Constancia No. FESIEP/CIFE/301/2024

DC. Abigail Flores Ledesma  
Responsable del Proyecto de Investigación  
Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado  
Facultad de Estomatología  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
PRESENTE

Sirva este medio para enviarle un cordial saludo, asimismo la que suscribe MEP. Gisela Nataly Rubin de Celis Quintana en mi calidad de Secretaria de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y tras un detenido análisis y evaluación en el Proyecto de Investigación (Colectivo):

Nombre del Título del Proyecto:

"Comparación de la fuerza de adhesión en la reparación de resina dental con distintos métodos de condicionamiento: fresado, grabado y arenado"

Presentado por:

No.	Cargos	Nombres	ID y/o Matrícula
1	Responsable del Proyecto de Investigación:	DC. Abigail Flores Ledesma	100324622
2	Director Disciplinario:	MEI. Floriberto Colixto Arellano	NSS011477
3	Directora Metodológica:	Mtra. Gloria Patricia Perea González	100035922
4	Asesora Externa:	DC. Lourdes Soledad Bazán Díaz Instituto de Investigaciones en Materiales - Universidad Nacional Autónoma de México, México.	S/N
5	Estudiante de Licenciatura en Estomatología	C. Jeseida Andrea Gómez Sánchez	201808576

HAGO CONSTAR, que, ha sido oficialmente ACEPTADO. Este relevante proyecto, ha sido registrado ante el Comité de Investigación de la Facultad de Estomatología (C.I.F.E.), inscrito en el libro de registros No. 09, página 01, bajo el No. de asignación 2024269, en la Secretaría de Investigación de esta Unidad Académica.

Para los fines legales que los interesados convengan, y sin otro particular, reitero a Usted mi más atenta y distinguida consideración.

Atentamente

"Pensar bien, para vivir mejor"

H. Puebla de Z., a lunes 02 de septiembre de 2024

  
MEP. Gisela Nataly Rubin de Celis Quintana  
Secretaria de Investigación y Estudios de Posgrado  
Facultad de Estomatología



\*C.c.p. Archivo  
\*MCO. FJMA/MEP. GNRCQ/04/02/24

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado  
Facultad de Estomatología  
31 poniente 1304, Col. Volcanes  
Puebla, Pue.  
C.P. 72410  
Tel. Of. 22\*22 29 55 00  
Ext. 5526

## IV. Reporte de similitud anti-plagio






### 9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

#### Filtrado desde el informe


- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

#### Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

#### Marcas de integridad

##### N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**  
132 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



V. Evidencia de productos académicos derivados del proyecto

XXIX

Verano de la Investigación  
Científica y Tecnológica  
del Pacífico 2024



El Programa Interinstitucional para el Fortalecimiento de la Investigación  
y el Posgrado del Pacífico, a través de la Universidad Autónoma de Nayarit  
otorga el presente

# Reconocimiento

**a: Jeseida Andrea Gomez Sanchez**

Por su destacada participación en la estancia académica presencial del  
XXIX Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico,  
realizada del 17 de junio al 2 de agosto de 2024

"Por lo Nuestro a lo Universal"

*Norma Galván*

**Dra. Norma Liliana Galván Meza**  
Presidenta del Honorable Consejo General  
Rectora de la Universidad Autónoma de Nayarit

"Por una cultura científica"

*Carlos Humberto Jiménez González*

**Mtro. Carlos Humberto Jiménez González**  
Coordinador General del Programa



México



Colombia



Costa Rica



Perú



Nicaragua



Estados  
Unidos



Ecuador



10 años  
#Programa Delfin  
Capítulo Colombia

# XXIX

Verano de la Investigación  
Científica y Tecnológica  
del Pacífico 2024



El Programa Interinstitucional para el Fortalecimiento de la Investigación  
y el Posgrado del Pacífico, a través de la Universidad Autónoma de Nayarit  
otorga el presente

## Reconocimiento

a: **Jeseida Andrea Gomez Sanchez**

Por su destacada participación como **ponente** en el Congreso  
Internacional Virtual del XXIX Verano de la Investigación Científica y  
Tecnológica del Pacífico, realizado del 25 al 27 de septiembre de 2024

Nayarit, México

"Por lo Nuestro a lo Universal"

**Dra. Norma Liliana Galván Meza**  
Presidenta del Honorable Consejo General  
Rectora de la Universidad Autónoma de Nayarit

"Por una cultura científica"

**Mtro. Carlos Humberto Jiménez González**  
Coordinador General del Programa



México



Colombia



Costa Rica



Perú



Nicaragua



Estados  
Unidos



Ecuador



años  
#Programa Delfin  
Capítulo Colombia



**BUAP**

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
A través de la Facultad de Estomatología  
otorga la presente

## **CONSTANCIA**

**A: GOMEZ SÁNCHEZ JESEIDA ANDREA**

POR SU VALIOSA PARTICIPACIÓN EN EL CONCURSO DE CARTELES EN EL  
MARCO: XII CONGRESO MULTIDISCIPLINARIO DE ESTOMATOLOGÍA & II  
ENCUENTRO DE INVESTIGACIÓN

REALIZADO EN EL COMPLEJO CULTURAL UNIVERSITARIO  
LOS DIAS 4 Y 5 DE SEPTIEMBRE DE 2024

“Pensar bien, para vivir mejor”

H. Puebla de Z., a 17 de septiembre de 2024

Mtra. Rubí Alejandra González Manrique  
Responsable de Educación Continua y Vinculación

Mtro. Floriberto Calixto Arellano  
Colaborador de Educación Continua y Vinculación





**Universidad de Guadalajara**  
Centro Universitario del Sur  
Secretaría Académica  
Instituto de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición  
Instituto de Investigación de la Red Universitaria

Otorga la presente

## CONSTANCIA

a:

Jeseida Andrea Gómez Sánchez, Floriberto Calixto Arellano, Gloria Patricia Perea González, Jacqueline Adelina Rodríguez Chávez, Lourdes Soledad Bazán Díaz, Abigail Flores Ledesma

Por su participación como **PONENTE** en modalidad **VIRTUAL** con el proyecto titulado **Comparación de la fuerza de adhesión en la reparación de resina dental con distintos métodos de acondicionamiento** en el XVI COLOQUIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN PARA ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS Y EL VIII COLOQUIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA

**Atentamente**  
"Piensa y Trabaja"

Ciudad Guzmán, Municipio de Zapotlán el Grande, Jalisco a 22 de noviembre de 2024.

  
**Dra. Nicoletta Righini**

Secretaria del Instituto de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición

  
**Dr. José de Jesús Chávez Cervantes**

Secretario Académico del Centro Universitario del Sur

  
**Dra. Fátima Ezzahra Housni**

Directora del Instituto de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición

## VI. AGRADECIMIENTOS

A la doctora Abigail: Muchas gracias por abrirme las puertas del laboratorio de Biomateriales y estar al pendiente que siempre estuvieran disponibles los materiales y herramientas que se ocuparon en este estudio. Gracias por crear en mí esa chispa de querer conocer como suceden las cosas en el mundo de la odontología, por inspirarme a saber mucho más y prepararme el doble para ser una gran profesional. Siempre estaré en deuda con usted por haberme permitido trabajar en conjunto para realizar esta investigación.

Al doctor Floriberto Calixto Arellano: Le agradezco el haberme recibido en su consultorio para realizar una parte de mi investigación y el estar siempre en la mejor disposición para apoyar el proyecto, por regalarme unas excelentes fotografías para reflejar algunas partes del estudio. Muchísimas gracias y que la vida lo siga llenando de éxitos.

Agradezco a la doctora Gloria Patricia Perea González por estar al pendiente de este proyecto, corregir cuando fue necesario y escucharme en mis presentaciones. Espero sigan llegando momentos lindos y llenos de alegría a su vida.

Le doy las gracias a la Dra. Lourdes Soledad Bazán Díaz y al Dr. Omar Novelo Peralta del Laboratorio Universitario de Microscopia Electrónica (LUME-UNAM) en el Instituto de Investigación en Materiales UNAM por su apoyo en la observación y análisis de las muestras en el microscopio electrónico de barrido para que mi investigación pudiese complementarse y entregar un trabajo de calidad. Que en sus vidas sigan floreciendo los éxitos. También agradecer a Instrument Nanotech por las facilidades brindadas al utilizar los instrumentos para analizar las muestras.

## DEDICATORIAS

Primero que todo agradecer a Dios por permitirme culminar con este trabajo de investigación para obtener mi grado de licenciada en estomatología, por tener el privilegio de estudiar esta bella pero demandante carrera, por enseñarme a ser empática, responsable, paciente, solidaria, respetuosa, perseverante semestre a semestre e iluminar cada paso que he dado a lo largo de mi vida.

A papá: Gracias por ser un maravilloso padre, por siempre pensar en mí y apoyarme en todo momento, por darme tanto en esta vida y cumplir cada uno de mis deseos. Te doy las gracias por ser esa brújula que día a día encamina mis pasos y me lleva a ser una buena persona. Te amo mucho papito, valoro cada muestra de afecto que me das.

A mamá: Te agradezco por ser mi estrella guiándome en el camino, por inculcarme cosas buenas en mi vida y siempre estar para mí cuando lo necesito y también cuando no sé qué lo necesito, gracias por ser mi mejor amiga y confidente. Te amo mamita, atesoro cada momento que paso contigo.

A ambos gracias por no dejarme derrotar en esta carrera tan exigente, por ayudarme a salir adelante tanto económicamente como psicológicamente, por sus palabras de ánimo en los momentos donde ya no soportaba más. Este logro es también de ustedes. Les agradezco de corazón por siempre creer en mí, aun cuando yo ya no creía.

A mis hermanos Jesualdo y Rodrigo: Les agradezco el siempre estar a mi lado y hacerme la vida más feliz, no sé qué haría sin sus chistes, bromas y los corajes que me hacen pasar. Me siento muy orgullosa de ustedes y sé que al igual que yo conseguirán increíbles logros en sus vidas. Los amo y recuerden que siempre estaré para ustedes.

A mis abuelos: Para ti abuela Carmen, te mando un abrazo al cielo, gracias por darme a mi papá y por siempre darnos esa enseñanza de cómo se lucha en la vida, una taza de café y tu cariño. A mi abuelo Josafat y mi abuela Judith, les agradezco tanto el que me criaran con amor desde el día uno en casa, por enseñarme la vida

desde una perspectiva adulta y madura, por enseñarme a ser fuerte y tener ese temple para continuar a pesar de las tristezas y por hacer mis días más alegres. Gracias a todos porque me dejan su ejemplo de cómo vivir.

A mis padrinos: Judith y Horacio, gracias por haberme recibido en su casa durante los primeros años que vine a vivir a Puebla, por dejarme entrar en su hogar y tener un lugar donde hacer mis tareas, trabajos y estudiar por las noches. Los quiero mucho.

A cada integrante de mi familia que siempre me preguntaron por mí o como iba en la escuela, les doy las gracias por tener interés en mí.

A mis amigos: Yuli (el ángel que Dios puso en mi vida universitaria para poder llevar esta carrera, gracias por ser mi pareja en clase y en las clínicas, por empujarme para echarle ganas a todo), Pablo, Vic, Julio, Ale, Caro, Les, Renato y otros más que no puedo nombrar porque no termino. Gracias por ser aquellos seres que iluminan mi camino con su amistad, consejos y alegrías. Hacen que mi vida sea más bella y les agradezco por darme ánimos en cada momento.

A cada uno de los doctores (doctora Elvira, doctora Jocelyn, doctor Mario, doctor Gus) que Dios ha puesto a lo largo de mi carrera, servicio social y práctica profesional. Les doy las gracias por cada uno de sus consejos, tips, anécdotas y más experiencias compartidas, por abrirme las puertas de sus consultorios y permitirme aprender de ustedes y desarrollar mis habilidades. Que la vida los llene de muchos éxitos, salud y felicidad.

## VII. ÍNDICE GENERAL

1. Resumen .....	1
2. Introducción.....	3
3. Antecedentes.....	5
3.1 Antecedentes generales.....	5
3.1.1 Resina compuesta .....	5
3.1.2 Adhesión .....	6
3.1.3 Adhesivos universales .....	12
3.1.4 Fuerza de adhesión .....	13
3.1.5 Fuerza de cohesión .....	14
3.1.6 Tipo de falla .....	14
3.1.7 Capa inhibida de oxígeno .....	15
3.1.8 Arenado dental.....	15
3.1.8 Fresado.....	16
3.1.9 Reparación de resinas .....	17
3.1.10 Rugosidad.....	19
3.2 Antecedentes específicos.....	22
4. Planteamiento del problema y pregunta de investigación .....	24
5. Justificación.....	25
6. Hipótesis.....	26
6.1 Hipótesis nula.....	26
6.2 Hipótesis alterna .....	26
7. Objetivos .....	26
7.1 Objetivo general .....	26
7.2 Objetivos específicos .....	26
8. Materiales y métodos .....	27
8.1 Diseño del estudio.....	27
8.2 Población y muestra.....	27
8.3 Criterios de selección .....	27
8.3.1 Inclusión.....	27
8.3.2 Exclusión .....	28

8.3.3 Eliminación .....	28
8.4 Variables .....	29
8.5 Concordancia y fiabilidad .....	30
8.6 Ubicación espacio-temporal .....	30
8.7 Procedimientos, técnicas y fuentes de recolección .....	30
8.7.1 Prueba de resistencia al desprendimiento .....	30
8.7.2 Pruebas de rugosidad .....	36
8.7.3 Elaboración de pastillas de resina .....	40
8.8 Análisis estadístico .....	41
9. Resultados .....	42
9.1 Resistencia al desprendimiento .....	42
9.2 Tipo de falla .....	43
9.3 Rugosidad .....	43
9.4 Microscopia electrónica de barrido (SEM) .....	45
10. Discusión .....	46
11. Conclusión .....	52
12. Bibliografía .....	53

## VIII. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Generaciones de adhesivos y su resistencia al desprendimiento medida en MPa. ....	8
Tabla 2. Adhesivos y su composición. ....	10
Tabla 3. Composiciones básicas de adhesivos autoacondicionantes. ....	11
Tabla 4. Factores que influyen en la adhesión. ....	13
Tabla 5. Clasificación de fresas dentales de acuerdo con su material de composición. ...	16
Tabla 6. Razones para reparar una restauración. ....	18
Tabla 7. Criterios para evaluar clínicamente los materiales de restauraciones directas o indirectas para determinar si se repara o reemplaza la restauración. ....	19
Tabla 8. Resultados de los tipos de falla. ....	43
Figura 1. Esquema básico de la unión adhesiva. ....	7
Figura 2. Clasificación de los adhesivos dentales basándose en sus componentes. ....	9
Figura 3. Diferenciación entre adhesión y cohesión. ....	13
Figura 4. Tipos de fallas. ....	14
Figura 5. Rugosidad. ....	20
Figura 6. Parámetros Rt, Rp y Rv. Ic = longitud de corte, M= Línea media ....	20
Figura 7. Parámetros Rt, Rmax medidos en una longitud de corte ....	20
Figura 8. Ejemplo de una prueba de rugosidad. ....	21
Figura 9. Preparación de las muestras con acrílico. ....	31
Figura 10. Almacenamiento y lijado. ....	32
Figura 11. Grupo 1 Fresado. ....	32
Figura 12. Grupo 2 Grabado. ....	33
Figura 13. Grupo 3 Arenado. ....	33
Figura 14. Grupo 3 Arenado. ....	33
Figura 15. Protocolo de adhesión. ....	34
Figura 16. Montaje de las muestras. ....	35
Figura 17. Carga de las muestras en la máquina universal de pruebas. ....	35
Figura 18. Materiales utilizados para el estudio. ....	36
Figura 19. Preparación de las muestras. ....	37
Figura 20. Métodos de acondicionamiento. ....	38
Figura 21. Protocolo de medición de rugosidad. ....	39
Figura 22. Resultados impresos del rugosímetro de las pruebas de rugosidad en los 4 métodos de acondicionamiento. ....	39
Figura 23. Calibración del molde. ....	40
Figura 24. Preparación de las pastillas de resina. ....	40
Figura 25. Pastillas de resina con los 4 métodos de acondicionamiento. ....	41
Figura 26. Promedios de la prueba de resistencia al desprendimiento. ....	42
Figura 27. Promedios de la prueba de rugosidad (Ra). ....	43
Figura 28. Promedios de la prueba de rugosidad (Rz). ....	44
Figura 29. Imágenes SEM características de las superficies tratadas con los 4 métodos de acondicionamiento. ....	45

## IX. ABREVIATURAS

Abreviaturas de monómeros utilizados en adhesivos	
Abreviaturas	Nombre completo
MPa	Megapascal
Ra	Rugosidad aritmética media
µm	Micras
CQ	Canforquinona
BHT	Butilhidroxitolueno
Bis-GMA	Metacrilato de diglicidilo de bisfenol A
BPDM	Dimetacrilato de bifenilo o ácido 4,40-dimetacriloiloxietiloxicarbonilbifenil-3,30 -dicarboxílico
Fosfato de di-HEMA	Hidrogenofosfato de di-2-hidroxietil metacrilo
DMA	Polietilenglicol dimetacrilato
HEMA	Metacrilato de 2-hidroxietilo
HEMA-fosfato	Dihidrogenofosfato de 2-hidroxietil metacrilo
10-MDP	Dihidrogenofosfato de 10-metacriloiloxietilo
NTG-GMA	Metacrilato de glicidilo de N-tolilglicina o N-((2-hidroxi-3-(2-metil-1-oxo-2propenil) oxi) propil)-N-tolil glicina
PEM-F	Monofluoruro de pentametacriloiloxietilciclohexafosfaceno
PENTA	Monofostato de pentaacrilato de dipentaeritritol
Fenil-P	Hidrogenofosfato de 2-(metacriloiloxietil) fenilo
PMDM	Dietilmetacrilato piromelítico o ácido 2,5-dimetacriloiloxietiloxicarbonil-1,4-bencenodicarboxílico
Pyro-EMA	Pirofosfato de tetrametacriloiloxietilo
TCB	Éster de di-2-hidroxietilmetacrilato del ácido butan-1,2,3,4-tetracarboxílico
TEGDMA	Dimetacrilato de trietilenglicol
UDMA	Dimetacrilato de uretano o 1.6-di(metacriloiloxietilcarbamoil)-3,30,5-trimetilhexano

## 1. Resumen

**Introducción:** La mínima intervención y las técnicas adhesivas han comenzado a englobar un nuevo protocolo para restaurar una resina dental. Dentro de esta nueva manera existe un tratamiento de reparación con ayuda de diversos métodos de acondicionamiento y el uso de adhesivos con 10-MDP. **Objetivo:** Comparar la fuerza de adhesión en la reparación de resina dental con distintos métodos de acondicionamiento. **Método:** Se realizaron muestras con resina (Clearfil™ AP-X ES-2 Kuraray) en las cuales se acondiciono la superficie con distintos métodos: G1-fresado, G2-grabado (ácido fosfórico al 37%), G3-arenado y G4-arenado y grabado (n=15). Posteriormente se realizó el protocolo adhesivo (Single Bond Universal 3M) y se adhirió un botón de resina. Se almacenaron por 24h a 37°C y 100% de humedad, se llevaron a la máquina universal de pruebas (INSTRON 4465) a una prueba de cizalla. El tipo de falla (adhesiva o cohesiva) fue determinada mediante microscopia óptica a 30x. Fueron realizadas pruebas de rugosidad a los 4 grupos con un perfilómetro, la superficie fue observada por Microscopia electrónica de barrido. **Resultados:** Los grupos obtuvieron una resistencia promedio de: G1-19.80 MPa, G2-24.83 MPa, G3-21.95 MPa y G4-22.06 MPa. No se encontraron diferencias estadísticas (ANOVA p>0.05). Se observó que el tipo de falla que ocurrió en todas las muestras fue cohesiva. El grupo G3-Arenado obtuvo un porcentaje mayor de rugosidad (Ra= 1.28µm, Rz= 5.53µm). **Discusión:** La resina adherida a esmalte preparado con grabado ácido mostró fuerzas de unión más altas que aquellas preparadas con tecnología de abrasión por aire. Dentro de este estudio el método de grabado alcanzo mediciones de resistencia al desprendimiento mínimamente más altas que los grupos donde se utilizó el arenador. **Conclusión:** Los métodos de acondicionamiento no muestran una diferencia significativa en cuanto a la resistencia a la adhesión. Sin embargo, se sugieren periodos de almacenamiento más largos o que, las muestras de resina sean sometidas a pruebas de envejecimiento. Se puede utilizar cualquiera de los cuatro métodos de acondicionamiento para reparar una resina dental.

**Palabras clave:** Reparación, resina, adhesivo universal, 10-MDP, métodos de acondicionamiento, fresado, grabado, arenado.

## 2. Introducción

La mínima intervención y las técnicas adhesivas han comenzado a englobar un nuevo protocolo para restaurar una resina dental. La resina dental es un material que consigue dar funcionalidad y estética en conjunto, por lo que se elige para realizar un tratamiento restaurativo directo en boca del paciente. Actualmente, los tratamientos reparativos buscan extender la vida útil del diente y conservar restauraciones viables. De acuerdo con la Sección Europa de la Academia de Odontología Operativa, hay una revisión de las pautas para reparar una resina, dentro de ellos está: caries adyacente a la restauración, fractura de la restauración, decoloración, pigmentaciones, entre otras. Para dictaminar si una resina debe ser reparada se deben valorar desde el punto clínico y radiológico de acuerdo con el criterio del odontólogo. Como todo material externo a la boca, se tienen que buscar métodos para acondicionar la superficie en que se trabajará, como son el uso de ácido grabador, fresado con una fresa de diamante y el empleo del arenador dental utilizando partículas de óxido de aluminio, a todo lo anterior se le suma el uso de un adhesivo que sirve como agente de unión entre la resina y otra resina para lograr la adhesión cuando se repara la restauración. Los adhesivos son materiales que proporcionan retención y resisten fuerzas mecánicas. Dentro de los componentes de los adhesivos universales es importante resaltar a los monómeros que son moléculas con distintas estructuras que pueden unirse entre sí mediante una reacción química. Existen diversos monómeros que son integrados en el adhesivo para lograr una mayor adhesión, un ejemplo de ellos son PENTA, BPDM, 10-MDP, entre otros. En el protocolo de reparación de una restauración es necesario tener un criterio riguroso para valorar si la restauración dañada puede repararse en lugar de reemplazarse, todo esto se determina con la finalidad de brindarle al paciente la mejor atención. Sin embargo, durante el protocolo de reparación no se tiene el suficiente conocimiento sobre el uso de una técnica adhesiva correcta, el uso de los adhesivos dentales adecuados y de los métodos de acondicionamiento para lograr que la reparación funcione y obtener los mejores resultados en la restauración. La importancia de este estudio radica en la falta de literatura con pruebas de laboratorio

donde se utilicen adhesivos universales, los diversos métodos para acondicionar, obteniendo buenos resultados con una mínima intervención y salvaguardar la vida del diente. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue comparar la fuerza de adhesión en la reparación de resina dental con distintos métodos de acondicionamiento.

### 3. Antecedentes

#### 3.1 Antecedentes generales

La odontología moderna ha comenzado a tener una nueva forma de conservar la estructura de los órganos dentarios, trayendo consigo innovadores procedimientos que introducen la combinación de las técnicas adhesivas, métodos de acondicionamiento y materiales dentales como son los adhesivos universales y las resinas que en conjunto logran tratamientos mínimamente invasivos para el diente.

La reparación de las resinas es una opción de tratamiento para conservar la estructura dentaria, disminuir tiempos de trabajo y reducir costos. Es una técnica que comienza a abarcar una alternativa en la consulta dental, sin embargo, hay consideraciones a tomar para poder reparar en lugar de reemplazar.

##### 3.1.1 Resina compuesta

La resina compuesta es un material con una gran densidad de enlaces poliméricos, reforzados por vidrio, una dispersión de sílice amorfo, partículas de relleno cristalinas u orgánicas y/o pequeñas fibras que se unen a la matriz gracias a un agente de conexión, fueron introducidas en los años 40 como reemplazo de las resinas acrílicas que sustituyeron a los cementos de silicato <sup>(1)</sup>.

El mayor de los avances que se obtuvo con el material de resina fue en 1962 por el Dr. Ray L. Bowen, de la unidad de investigación de la American Dental Association del National Bureau of Standard, desarrolló un nuevo tipo de resina compuesta. La primordial innovación de Bowen fue el bisfenol A glicidil metacrilato (bis-GMA), una resina dimetacrilato y un agente de conexión de silano orgánico que creaba la unión adhesiva entre las partículas de relleno y la matriz de resina <sup>(1)</sup>.

Hay 3 componentes estructurales en las resinas compuestas dentales:

1. Matriz orgánica: Sistemas de monómeros, iniciador de polimerización, agente reductor, sistema acelerador y absorbentes de luz.
2. Relleno inorgánico: fibras y/o partículas de refuerzo que se dispersan en la matriz (dióxido de silicio, borosilicatos, aluminosilicatos de litio, entre otros).
3. Agente de conexión: favorece la unión entre el relleno y la matriz de resina -silano-(<sup>2</sup>).

Existen diferentes tipos de resina -la clasificación es de acuerdo con el tipo de composite de Willems- (<sup>2</sup>) como son: tradicionales, mixtos, microfinos, homogéneo y heterogéneo, densificados, reforzados con fibras.

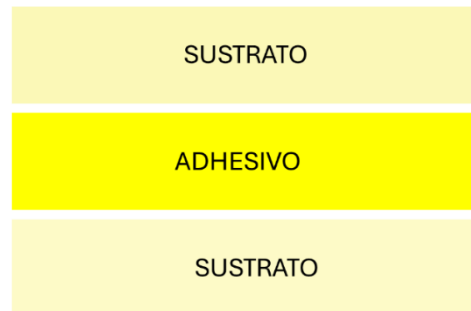
Estos materiales están indicados para restauraciones directas en boca del paciente desde la clase I hasta la clase V y para pequeñas y grandes reconstrucciones de dientes tratados endodónticamente, reconstrucciones que requieren restauración protésica, onlays/inlays, muñones preprotésicos de composite y pernos prefabricados reforzados con fibras + muñones preprotésicos de composite, técnica estratificada con resinas compuestas (<sup>2</sup>).

### 3.1.2 Adhesión

La palabra adhesión se deriva del latín *adhaerere*: pegarse a algo. Es la fuerza de atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie química. En odontología, la adhesión es la unión adhesiva entre el esmalte dental o la dentina y los materiales de resina odontológica (<sup>3</sup>).

Se denominan adherentes o sustratos a los materiales que se pretenden unir por medio del adhesivo. El conjunto de interacciones físicas y químicas que se producen en la interfase adhesivo/adherente lleva el nombre de adhesión.

El principal objetivo del adhesivo es crear una retención a composites o cementos compuestos, resistir fuerzas mecánicas, y particularmente la contracción del compuesto de revestimiento<sup>(4)</sup>. También, crear un sellado marginal y conseguir durabilidad clínica <sup>(5)</sup>.



*Figura 1. Esquema básico de la unión adhesiva.*

La técnica adhesiva es un método para la obtención de una unión adhesiva (Figura 1) entre el esmalte o la dentina y los materiales de resina. Esta unión adhesiva se logra mediante la utilización de los sistemas adhesivos.

Se ha explicado que el proceso de adhesión se logra por la formación de las capas híbridas una vez que los comonomeros se infiltran en superficies de dentina grabadas con ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos en el sistema etch and rinse, o por el monómero ácido que contiene el sistema self-etch <sup>(6)</sup>.

Existen dos mecanismos de acción de los adhesivos para unirse a esmalte o dentina; la retención biomecánica (aún considerado como el mecanismo fundamental) y el mecanismo de interacción química <sup>(7)</sup>.

### ***3.1.2.1 Generaciones de adhesivos***

Existen diversas clasificaciones de los adhesivos, una de ellas es la clasificación por generaciones, que abarca actualmente ocho de ellas. En cada una hay formulaciones diferentes o componentes que mejoran las presentaciones y

simplifican el trabajo para el estomatólogo. En la tabla 1 hay una descripción breve de las generaciones y en particular la resistencia a la adhesión en MPa que cada fórmula tiene.

Tabla 1. Generaciones de adhesivos y su resistencia al desprendimiento medida en MPa.

Generación	Características
1°	Valores adhesivos de 1 a 3 MPa. Aparición de adhesivos con glicidil-metacrilato (NPG-GMA).
2°	Valores de unión adhesiva de aproximadamente 5-8 MPa. El doctor Smith (1968) presenta nueva formulación AUTO-ADHESIVO, aparición del Bis-GMA y HEMA.
3°	Valores de 8-15 MPa en la unión. Aparecen en la formulación los imprimadores. Contiene 10 MDP, grabado ácido.
4°	Valores de 17-25 MPa. Introducción de la técnica GRABADO TOTAL.
5°	Valores adhesivos de 20-25 MPa. Generación denominada UN PASO o MONOFRASCO.
6°	Valor de la unión adhesiva de 18-23 MPa. Sistemas autoacondicionantes (dos frascos: primer y adhesivo). Disuelve el smear layer.
7°	Valores de 18-35 MPa en la unión adhesiva, fuerzas de unión consistentes. Simplificación de la aplicación en un solo frasco que contiene el primer y el adhesivo.
8°	Mayores valores de unión. Que van desde 20 MPa hasta los 38 MPa dependiendo el adhesivo. Autograbado o grabado ácido.

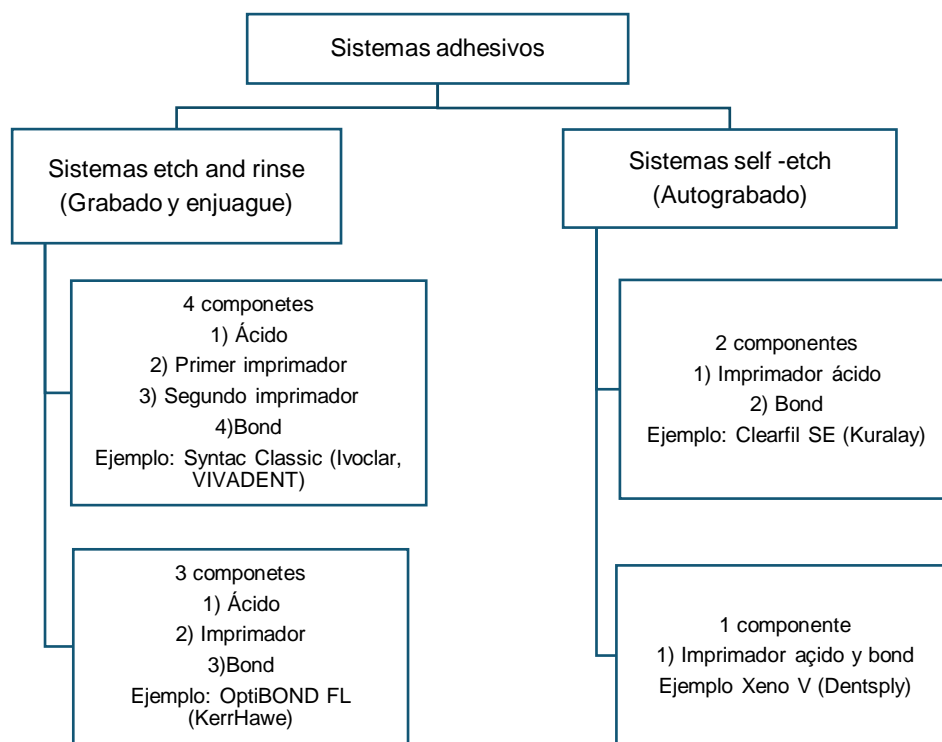
Fuente propia.

### 3.1.2.2 Composición de los adhesivos

Tradicionalmente el contenido de los adhesivos es de resina acrílica, monómeros, disolventes orgánicos, iniciadores e inhibidores y a veces partículas de relleno <sup>(4)</sup>.

Los monómeros (del griego «mono»: uno, individual; y «meros»: parte) son moléculas con distintas estructuras que pueden unirse entre sí mediante una reacción química. De la unión de varios monómeros resultan los polímeros (del griego «poly»: mucho, muchos; y «meros»: parte), y la reacción química se denomina consecuentemente reacción de polimerización <sup>(3)</sup>.

Los monómeros son componentes importantes en los adhesivos, dentro de este grupo se pueden resaltar dos tipos, los reticulares y los funcionales (de acuerdo con el grupo fotopolimerizable, los reticulares tienen dos grupos, mientras los funcionales solo uno), también existen los que son tanto reticulares como funcionales, por lo tanto, su estructura molecular es más compleja y tienen varios grupos funcionales y fotopolimerizables <sup>(4)</sup>. En la figura 2 se muestra la clasificación de los sistemas adhesivos de acuerdo con sus componentes en la formulación.



*Figura 2. Clasificación de los adhesivos dentales basándose en sus (Tomado de Principios de la adhesión y de la técnica adhesiva, 2012)*

Los ejemplos de esta última clase de monómeros son: PENTA, BPDPM, TCB, PMD. Sin embargo, algunos de estos monómeros se hidrolizan fácilmente al mezclarse con el agua y forman monómeros funcionales separados: di-HEMA fosfato y pyro-HEMA que se hidrolizan para formar HEMA fosfato <sup>(4)</sup>.

Tabla 2. Adhesivos y su composición.

Adhesivo	Composición del fabricante	pH	Observaciones	Vinculación seco o mojado
Adhesivos de grabado y enjuague de tres pasos (3-E&R)				
Adper Scotchbond Multi-Purpose 3M ESPE	1. Grabador 35% ácido fosfórico (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ) 2. (Scotchbond Multiusos primer) HEMA, polímero de ácido polialquenoico, agua 3.(Scotchbond Multiusos adhesivo), Bis-GMA, HEMA, aminas terciarias y fotoiniciadores	Primer 3.3 Bonding 8.2		
All-Bond 2 Bisco	Grabador 10% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (grabado total) o 32% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (monograbado) Primer A: NTG-GMA, acetona, etanol y agua	Primer mezclado 5.7 Bonding 7.5	Primer de doble curado  Bonding de curado dual cuando se mezcla con Pre-bond	Húmedo
Adhesivos de grabado y enjuague de dos pasos (2 E&R)				
Excite Ivoclar	Grabado total 37% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> Adhesivo:HEMA, acrilato de ácido fosfónico, Bis-GMA, dimetecrilatos, sílice, etanol, catalizadores, estabilizadores	N/D	Fotopolimerización	
Solobond M VOCO	Grabador Vococid 35% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> Adhesivo: Bis-GMA, HEMA, metacrilatos de fosfato, BHT, acetona, CQ (canforquinona), acelerador de aminas	2.2		Húmedo
Adhesivo autograbante de dos pasos (2-SEA)				
Unifil Bond GC	Imprimación: 4-MET, HEMA, etanol, agua, CQ Enlace: UDMA, HEMA, DMA, CQ, sílice	2.0		
Adhesivo autograbante de un solo paso (1-SEA)				
Xeno IV	Pyro-EMA, PEM-F, UDMA, CQ, BHT 4,dimetilaminobenzoatode etilo (coiniador) PENTA, resinas mono, di y trimetacrilato, hidroflluoruro de cetilamina, acetona-agua	2.1		Seco

N/D (No disponible) (Tomada y modificada de Revisión sistemática de la composición química de los adhesivos dentales contemporáneos, 2007).

En la tabla 2 se presentan algunos adhesivos con su marca comercial y los componentes que los integran conjuntándolos con sus características de pH y observaciones.

Tabla 3. Composiciones básicas de adhesivos autoacondicionantes.

Descripción de los frascos	Composición de los principales componentes	Número de frascos	Marcas comerciales
1. Primer autoacondicionante  2. Adhesivo	MDP, HEMA, 4-METIL; agua; etanol  Bis-GMA, HEMA, MDP, PENTA, UDMA, TEGDMA	2 frascos que no son mezclados (*)	1. Clearfil SE Bond (Kuraray) 2. AdheSE (Ivoclar VIVADENT) 3. Tyrian SPE (2 frascos misturáveis) + One Step Plus (Bisco) 4. Optibond Solo SE e Optibond Solo Plus (Kerr) 5. One Coat SE Bond (Coltene)
1. Adhesivo autoacondicionante	Esteres de ácido fosfórico; PENTA, UDMA, Bis-GMA/ TEGDMA, Fenil-P; agua	2 frascos que son mezclados	1. Adper Prompt L-Pop (3M ESPE) 2. Xeno III (Dentsply) 3. One Bond Up Plus (Tokuyama)
		1 frasco	1. I-Bond (Heraeus Kulzer) 2. Touch & Bond (Parkell) 3. G-Bond (GC Corp)

\*Estos sistemas pueden estar disponibles en *primer* que puede ser mezclado (2 pasos) o no (1 paso). (Tomada de Sistemas adhesivos, 2006).

La tabla 3 expone los sistemas adhesivos de los sistemas autoacondicionantes, los frascos que contiene cada adhesivo y las marcas comerciales que los venden.

### 3.1.3 Adhesivos universales

El adhesivo universal dental tiene múltiples aplicaciones como la disminución del riesgo de sensibilidad postoperatoria, la contaminación por sangre o saliva y para el aumento de la viabilidad de la restauración.

Recientemente se sintetizan formulaciones de sistemas adhesivos clasificados como de uso universal. La finalidad es ofrecer a los estomatólogos un adhesivo que actúe eficazmente sobre distintos sustratos: estructuras dentarias (esmalte y dentina), así como sustratos de restauraciones indirectas elaboradas en aleaciones metálicas, cerámicas y poliméricas o sustratos de restauraciones directas -resinas-<sup>(8)</sup>.

El componente principal e importante del adhesivo universal es el monómero 10-MDP, el cual fue sintetizado por primera vez por la casa comercial Kuraray (Osaka, Japón). Su uso principal es como monómero de grabado debido al grupo dihidrogenofosfato que puede disociarse en agua para crear 2 protones. Yoshida et al. (2011) demostraron que este monómero puede formar enlaces fuertes con el calcio<sup>(9)</sup>.

De acuerdo con van Landuyt<sup>(9)</sup> el 10-MDP fue calificado como un prometedor monómero implementado para la unión química a la hidroxiapatita de esmalte y dentina.

El 10-MDP es capaz de formar unas nanocapas autoensambladas de aproximadamente 4 nm. Diversos estudios mostraron la presencia de estas nanocapas en la interfase adhesiva (en la zona híbrida y también en la extensión hacia la superficie adhesiva). El autoensamblaje de 2 moléculas de MDP al calcio proporciona una resistencia aumentada a la biodegradación de la interfase adhesiva, con esto se logra explicar la longevidad clínica para productos que contienen 10-MDP en su composición adhesiva. La química del monómero 10-MDP contribuye a darle estabilidad a largo plazo de la unión adhesiva<sup>(7)(9)</sup>.

La tabla 4 explica los diferentes factores que van a intervenir en la adhesión de cada sustrato.

Tabla 4. Factores que influyen en la adhesión.

Factor	Descripción
Tensión y energía superficiales	Los sistemas de adhesión utilizan líquidos para crear interfases en la unión entre sólidos. Para que exista adhesión entre un líquido y un sólido debe haber un íntimo contacto entre las 2 superficies, y para ello, la tensión superficial del líquido debe ser menor que la energía superficial del sólido.
Humectación	Capacidad de un líquido para mojar un sólido.
Capilaridad	Es un fenómeno que se visualiza al contactar un líquido con un tubo de diámetro pequeño, que tiende a introducirse por él.
Viscosidad	Condiciona la fluidez del material. Una baja viscosidad permite una mejor fluidez y adaptación del material.
Temperatura	Disminuye la viscosidad y aumenta la tensión superficial.

Fuente propia

### 3.1.4 Fuerza de adhesión

La fuerza de adhesión está descrita como una fuerza de atracción que se da entre moléculas de diferentes clases, y se mantienen juntas por fuerzas intermoleculares.

La adhesión (Figura 3) o la fuerza de unión del adhesivo al sustrato se puede dividir en dos tipos de adhesión: la física, la cual se logra únicamente por traba mecánica y puede ser macromecánica o micromecánica; y la adhesión química que se obtiene por medio de enlaces primarios o atómicos o por enlaces secundarios o moleculares.

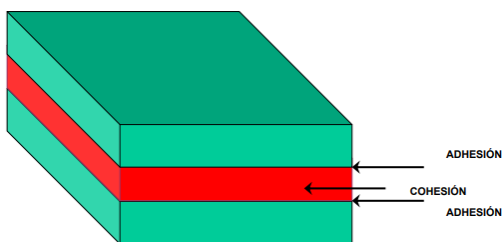


Figura 3. Diferenciación entre adhesión y cohesión.

### 3.1.5 Fuerza de cohesión

Es la fuerza de atracción (Figura 3) que mantiene unidas a las moléculas de una misma sustancia. La atracción molecular entre moléculas semejantes de un líquido recibe el nombre de fuerza cohesiva. Ésta fuerza da origen a la cohesión, o sea, a la tendencia de un líquido a permanecer como un conjunto de partículas. En el contexto de la odontología la cohesión es la fuerza adhesiva del adhesivo.

### 3.1.6 Tipo de falla

Se puede evaluar la adhesión de 2 sustratos simplemente realizando un ensayo de rotura de la unión adhesiva. Así, el fallo de una unión adhesiva puede ocurrir según tres posibles modos (Figura 4):

- Falla adhesiva: la separación se produce en la interfase sustrato-adhesivo.
- Falla cohesiva: se produce la ruptura del adhesivo.
- Falla mixta o intermedia: se produce tanto de manera adhesiva y cohesiva.
- Fractura de sustrato: el propio sustrato se rompe antes que la unión adhesiva o que la interfase sustrato-adhesivo.

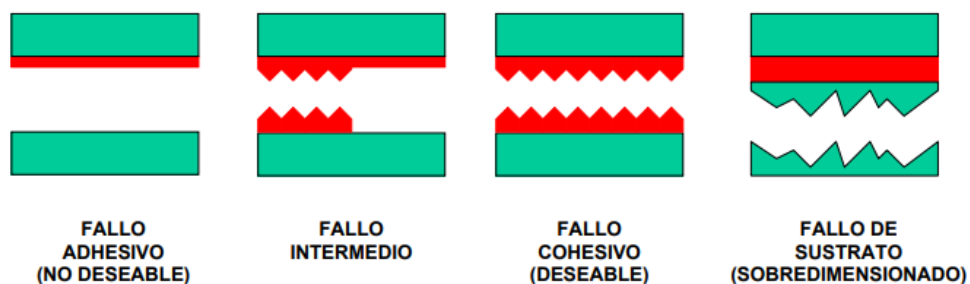


Figura 4. Tipos de fallas.

### 3.1.7 Capa inhibida de oxígeno

La producción de radicales libres en el transcurso de la polimerización de una resina tienen la peculiaridad, de presentarse más reactivos con el oxígeno que con el monómero, de modo tal que el oxígeno se comporta como un inhibidor impidiendo la polimerización radical, dando como consecuencia la formación de una capa parcialmente polimerizada con un grosor variable que puede ser desde los 2.5 hasta 50 micrones, en la parte más superficial de la resina que se encuentra en contacto con el oxígeno de la atmosfera <sup>(10)</sup>.

Debido a la naturaleza de esta capa, la resina es más receptiva a los pigmentos exógenos existentes en los alimentos o bebidas. De la misma manera, la creación de esta capa en la superficie de la resina puede promover la filtración de pigmentos y bacterias en la unión de la restauración con los tejidos dentinarios, incrementando así, las probabilidades de formar una lesión de caries secundaria <sup>(11)</sup>.

### 3.1.8 Arenado dental

El arenado es un método de tratamiento que se emplea para generar micro irregularidades y aumentar la superficie de contacto, para permitir que la resina compuesta pueda adherirse de mejor manera en la superficie y los sustratos.

Otro uso es en la reactivación (3.5-4.5 bares) de la resina en caso de reparación y que la resina se adhiera con la nueva resina que se colocara. También se utiliza para acondicionar restauraciones de zirconia y resina, para limpieza (2.5-3.5 bares) y cavitación (5 o más bares) de las superficies a diferentes bares de presión.

Se ocupa el óxido de aluminio para crear las micro irregularidades en las estructuras. Este material se maneja en distintas micras como son 27, 50 y 90; la más utilizada en odontología es la de 27 micras <sup>(12)</sup>.

### 3.1.7.1 Técnicas de arenado para reactivación en resinas

La técnica de arenado consiste en arenar (abrasión con alúmina de 27 o 50 micras una distancia de 4-20 mm dependiendo cada operador) logrando con esto que se creen microretenciones en la superficie dental o del composite.

### 3.1.8 Fresado

El fresado es aquel procedimiento que se realiza con el uso de fresas dentales sobre los sustratos como esmalte, dentina, resina, entre otras. Las fresas integran aquel instrumental que usamos de manera diaria en la consulta. Forman parte del instrumental rotatorio, y pueden tener diferentes acciones (de corte, abrasión, etc.), también son usadas para la remoción de caries, tallado de preparaciones cavitarias, tallado de diferentes prótesis, corte de prótesis fijas de 2 o más unidades y coronas, cirugías en los maxilares e implantología, entre otros <sup>(13)</sup>. En la tabla 5 se expone la clasificación de las fresas dentales por el material del que están hechas.

Tabla 5. Clasificación de fresas dentales de acuerdo con su material de composición.

Material	Composición	Uso
Carburo	Acero, cobalto y carburo de tungsteno.	Preparaciones de cavidades a restaurar, dar forma al hueso y eliminar restauraciones antiguas.
Diamante	Polvo de diamante natural o sintético.	Remover restauraciones, pulido final.

Fuente propia

Con los papeles abrasivos se pueden crear una superficie con rugosidades y se debe ser cuidadoso para lograr estrías. Todo lo anterior se forma realizando movimientos circulares (en lugar de una sola dirección) y se prefiere un lijado húmedo <sup>(5)</sup>.

### 3.1.9 Reparación de resinas

La reparación de las restauraciones directas en boca como son las resinas es una reciente técnica que ha ido abriendo un nuevo panorama para la mínima intervención en estomatología y para sustituir una obturación dental directa. Existen diversos criterios que aún son debatibles para la toma de decisiones en cuanto a la reparación o reemplazo de una restauración y que son vistos subjetivamente dependiendo del estomatólogo tratante. De acuerdo con la Sección Europea de la Academia de Odontología Operativa, hay una revisión de los criterios que existen para el reemplazo de las restauraciones y para que vean está como un último recurso en lugar de una opción al inicio del tratamiento.

La reparación de una resina se define como la eliminación solo de la parte defectuosa de la restauración o del tejido dental adyacente o de ambos, seguida de la colocación de una nueva restauración <sup>(14)</sup>.

En estudios realizados sobre la población que acude al estomatólogo en los países de EE. UU y Reino Unido <sup>(15)</sup> se llegó a la conclusión que los pacientes que asisten con diferentes dentistas tienen mayor probabilidad de que se les reemplacen las restauraciones a los que no hacen cambios recurrentes de estomatólogos. Visto desde este ejemplo, se aprecia un patrón de “esperar y observar” el deterioro de las restauraciones en pacientes que acuden con el mismo estomatólogo siempre a quienes van de un consultorio dental a otro, en estos pacientes el estomatólogo tratante tiende a ser más crítico con las restauraciones e intervenir con el reemplazo para evitar futuros riesgos o críticas del paciente.

Existen una serie de estudios que respaldan la técnica de reparación de una restauración, con esto se ofrecen también ventajas como son la mínima intervención en el tratamiento, la prolongación de la vida de la restauración, reducción de tiempos operatorios, disminución de costos y tratamiento menos traumático para el paciente.

Razones para el reemplazo de restauraciones intracoronales directas asintomáticas de acuerdo con Cochrane, -quedan excluidas de estas razones las fallas catastróficas, molestias persistentes y dolor- <sup>(14,16)</sup>, las razones están plasmadas en la tabla 6.

*Tabla 6. Razones para reparar una restauración.*

Caries adyacente a la restauración	Pigmentaciones
Fractura de la restauración	Corrección de estética
Decoloración	Desgaste
Sustitución del material de restauración	Espacios marginales en la restauración
Considerando que la reparación está limitada y localizada	

Fuente propia

Algunas de las indicaciones para la reparación de restauraciones descritas por Wilson (2016) en *Criteria for the Replacement of Restorations: Academy of Operative Dentistry European Section* <sup>(15)</sup> incluyen lo siguiente:

- Corrección de aperturas marginales limitadas y ángulo cavomarginal.
- Manejo de la pigmentación marginal localizada.
- Tratamiento de lesiones tempranas de caries secundaria.
- Reparación de fracturas que no amenazan la viabilidad de la restauración restante y del diente.
- Desajuste del sellado en los márgenes de la restauración.
- Gestión del desgaste.
- Corrección de estéticas inaceptables.
- Restauración de una cavidad de acceso endodóntico preparada a través de una restauración existente.

De acuerdo con la Federación Dental Mundial (FDI) en 2007/2008 se propusieron criterios para evaluar las restauraciones directas e indirectas en boca del paciente clasificados en tres categorías <sup>(15)</sup> mostradas en la tabla 7.

*Tabla 7. Criterios para evaluar clínicamente los materiales de restauraciones directas o indirectas para determinar si se repara o reemplaza la restauración.*

Propiedades		
Estéticas	Funcionales	Biológicas
1.Brillo de la superficie	1.Fractura del material y retención	1.(Hiper) sensibilidad postoperatoria
2.Tinción	2.Adaptación marginal	2.Recurrencia de caries (CAR), erosión, abfracción
3.Coincidencia de color y translucidez	3.Contorno oclusal y desgaste	3.Integridad del diente
4.Forma estética anatómica	4.Forma anatómica proximal	4.Respuesta periodontal
	5.Examen radiográfico	5.Mucosa adyacente
	6.Opinion del paciente	6.Salud bucal y general

Cada criterio podría expresarse mediante una de cinco puntuaciones: tres para aceptable y dos para no aceptable (una para reparable y otra para reemplazo) dependiendo del análisis encontrado en la inspección intraoral y extraoral de la restauración. (Fuente propia).

Para determinar la reparación de una restauración se debe realizar un examen clínico de la restauración, radiografías y una buena anamnesis al paciente para dar un diagnóstico, de esta forma el estomatólogo tratante determinará con su criterio y conocimientos el mejor tratamiento. Se ha descubierto que el uso de lupas también puede influir significativamente en la decisión de reparar o reemplazar una restauración.

### 3.1.10 Rugosidad

La rugosidad superficial (Figura 5) está conformada por surcos o marcas dejadas por los agentes que atacan la superficie en el proceso de mecanizado (herramienta, partículas abrasivas, acción química, etc.) y se encuentra superpuesta al perfil de ondulación.

La rugosidad influye en el comportamiento de superficie ante el rozamiento, lubricación, desgaste, rodadura, etc.

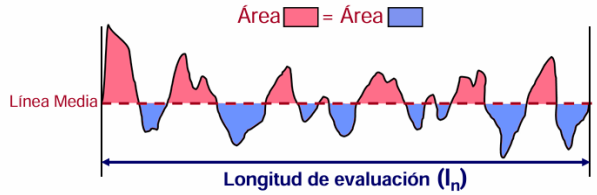


Figura 5. Rugosidad

La evaluación del acabado superficial se realiza sobre un perfil plano de la superficie real, obtenido mediante un instrumento, denominado rugosímetro. Las desviaciones intermedias entre los defectos de forma y la rugosidad se denominan "ondulación". Puede darse el caso de que dos perfiles muy distintos tengan la misma rugosidad media  $R_a$ . En este caso, se medirán más parámetros como (Figura 6):  $R_p$  (altura máxima de pico),  $R_v$  (profundidad máxima de valle) y  $R_{ti}$  (altura máxima de pico-valle).

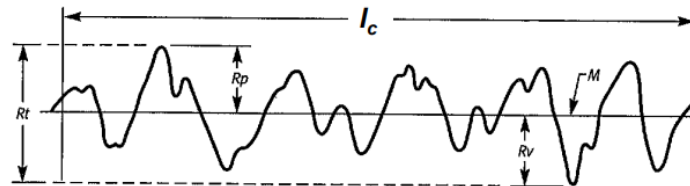


Figura 6. Parámetros  $R_t$ ,  $R_p$  y  $R_v$ .  $I_c$  = longitud de corte,  $M$  = Línea media

Existen más parámetros para medir la rugosidad (Figura 7) que se basan en estadísticos de las alturas de picos y valles a lo largo de una longitud de corte.

$R_{ti}$ : Altura máxima de pico-valle en una longitud de corte.

$R_z$ : Media aritmética de los valores de  $R_{ti}$ .

$R_{max}$ : Altura máxima pico-valle.

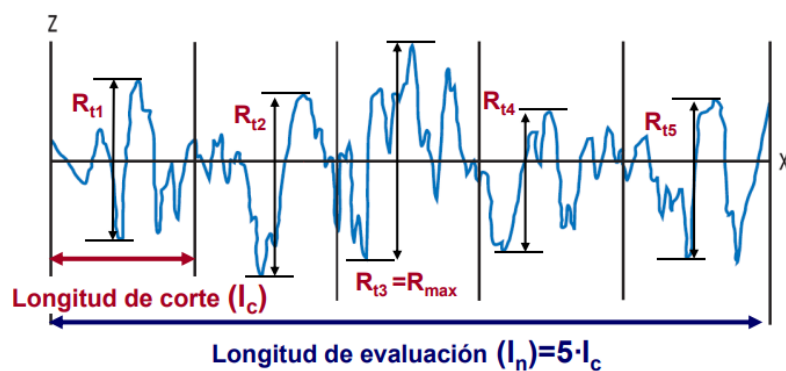


Figura 7. Parámetros  $R_t$ ,  $R_{max}$  medidos en una longitud de corte

La medición de la rugosidad se mide por medio de un rugosímetro (Figura 8A), el cual se compone de distintos elementos (Figura 8B):

- Aguja: se introduce entre los picos y valles. Es de diamante → Desgaste ↓↓
- Captador: registra los movimientos verticales de la aguja.
- Patín: Se apoya en la superficie y sirve de filtro mecánico. Son de rubí sintético → Deformación ↓↓
- Motorización: Empuja y arrastra la aguja sobre la superficie.
- Electrónica: Registra los datos del captador, los procesa y obtienes los parámetros deseados.

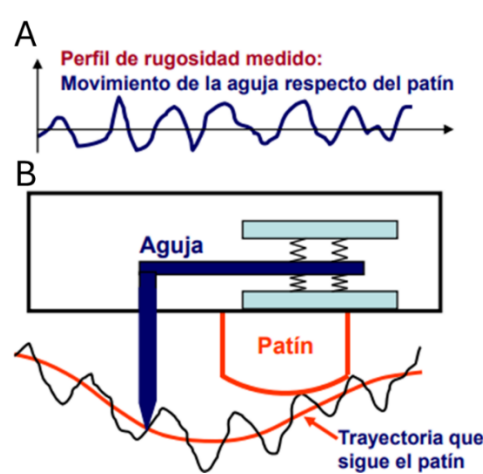


Figura 8. Ejemplo de una prueba de rugosidad.

A) Simulación de una prueba de rugosidad en una superficie midiendo una longitud de corte. B) Funcionamiento de los componentes del rugosímetro.

Para medir la rugosidad se realizan los siguientes pasos:

- 1.- Medir un perfil completo con una longitud de evaluación normalizada  $l_n > l_c$  (generalmente,  $5 \cdot l_c$ )
- 2.- Filtrar la señal para eliminar la ondulación.
- 3.- Establecer la línea media: Línea que separa áreas iguales en los picos y en los valles.

### 3.2 Antecedentes específicos

En el artículo “Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives” <sup>(4)</sup> publicado en el 2007, menciona que los adhesivos dentales están diseñados para unir resinas compuestas al esmalte y dentina, que su formulación química determina en gran medida su rendimiento adhesivo en la clínica. El objetivo de este estudio fue revisar de manera sistemática los componentes que son comúnmente utilizados en los adhesivos dentales actuales, así como sus propiedades, mostrando una amplia tabla con las formulaciones químicas de diferentes adhesivos y sus casas comerciales.

Herrera <sup>(17)</sup> en el año 2005, expone los fracasos en la adhesión que se van a traducir en fallos a distintos niveles de las diferentes interfases. Puede haber: 1- fallos adhesivos entre esmalte y material adhesivo, dentina y material adhesivo, resina compuesta y material adhesivo; 2- fallos cohesivos en esmalte, dentina, resina compuesta, material adhesivo. Se examinaron las distintas razones que los provocan, así como los factores que influyen en las interfases estudiadas dando como conclusión que existen fallas a nivel de la colocación del adhesivo, una polimerización incorrecta, falta de formación de la capa híbrida, entre otros.

Cárdenas <sup>(11)</sup> en el 2021, comenta que los radicales libres producidos durante la polimerización de una resina tienen la particularidad, de mostrarse más reactivos con el oxígeno que con el monómero, de modo tal que el oxígeno se comporta como un inhibidor impidiendo la polimerización radical, dando lugar a la formación de una capa parcialmente polimerizada con un espesor variable desde 2.5 hasta 50 micrones, en la parte más superficial de la resina, lo que se conoce como capa inhibida por oxígeno.

Gray G et al. <sup>(18)</sup> en su estudio publicado en el 2006, observó que la resina compuesta aplicada a superficies de esmalte preparadas mediante un procedimiento de grabado ácido mostró fuerzas de unión más altas que aquellas preparadas con tecnología de abrasión por aire. El tamaño de las partículas de abrasión no afectó a la fuerza de unión producida, pero ésta se vio afectada

negativamente por la distancia de la boquilla de abrasión por aire a la superficie del esmalte. El sellado marginal del composite sobre el esmalte preparado no se vio afectado por el método de preparación del esmalte.

De acuerdo con la Sección Europea de la Academia de Odontología Operativa <sup>(15)</sup> en sus criterios publicados en el 2016, indica que la sustitución de una restauración es uno de los procedimientos más habituales en odontología. Sin embargo, los criterios para dicha intervención, excluyendo el fracaso catastrófico y el malestar y el dolor persistentes, siguen siendo objeto de considerable debate. El proceso de toma de decisiones sigue siendo subjetivo por parte del médico tratante, mientras que la base de evidencia para la restauración y reparación en lugar de reemplazo para el tratamiento de restauraciones defectuosas y fallidas continúa creciendo y fortaleciéndose.

La Sección Europea de la Academia de Odontología Operativa <sup>(15)</sup>, revisa los criterios existentes para el reemplazo de restauraciones y alienta a los profesionales a considerar, si aún no lo están haciendo, el reemplazo de una restauración como último recurso en lugar de como una opción.

Sería un gran avance realizar más investigaciones en el área, que incluyan la evaluación de riesgos de restauraciones defectuosas y fallidas; nuevas herramientas y procesos de diagnóstico, junto con el trabajo sobre técnicas para mejorar la base de evidencia sobre la reparación versus el reemplazo de restauraciones.

#### 4. Planteamiento del problema y pregunta de investigación

La sustitución de una restauración dental directa con composite ha sido de los tratamientos que causan un dilema cuando se tiene que elegir si reemplazar o reparar la restauración. En la práctica clínica se ha observado que algunas de las restauraciones con resina presentan fallas como pigmentaciones, microfiltraciones, fracturas, entre otras que pueden alterar la funcionalidad o estética de la resina, es por ello por lo que en investigaciones recientes se ha propuesto un nuevo procedimiento de reparación para manejar la sustitución tratando de evitar que el órgano dentario sufra un mayor daño y futuros tratamientos que lo lleven hasta la extracción dental. En el protocolo de reparación de una restauración es necesario tener un criterio riguroso para valorar si la restauración dañada puede repararse en lugar de reemplazarse, todo esto se determina con la finalidad de brindarle al paciente la mejor atención. Sin embargo, durante el protocolo de reparación no se tiene el suficiente conocimiento sobre el uso de una técnica adhesiva correcta, el uso de los adhesivos dentales adecuados, que método de acondicionamiento es el adecuado, la implementación del reciente método de arenado dental para lograr que la reparación funcione obteniendo los mejores resultados en la restauración. La importancia de este estudio radica en la falta de literatura con pruebas de laboratorio donde se utilicen adhesivos universales, grabado ácido más una técnica de arenado dental para reparar en vez del reemplazo completo de esa restauración, logrando con ello una mayor longevidad de la estructura dental.

##### **Pregunta de Investigación**

¿Cuál será la fuerza de adhesión en la reparación de resina dental con distintos métodos de acondicionamiento?

## 5. Justificación

Las restauraciones dentales con resina actualmente han comenzado a tener mayor demanda debido a sus buenas propiedades estéticas que presentan, sin embargo, en ocasiones durante la práctica clínica ocurren fallas adhesivas y cohesivas que afectan el periodo de vida de la restauración dental en el paciente. Una de las problemáticas actuales es tomar la decisión de reparar o remover la restauración con resina, es una disyuntiva en la cual intervienen distintos factores como el criterio del estomatólogo basado en la observación, radiografías, pruebas pulpares, entre otras más, así como la economía del paciente. Es por ello por lo que cuando se decide reparar una resina es una opción mínimamente invasiva, la cual es la base en la actualidad de la odontología. Dentro del procedimiento para lograr una buena adhesión en el protocolo de reparación de una resina está la preparación de la superficie del composite, debido a que ahora la base de nuestra adhesión será entre una resina y otra resina. Existen diversos métodos propuestos como el fresado dental, uso del ácido grabador y el arenado dental con óxido de aluminio, los cuales se cree que ayudarán a acondicionar la resina para lograr una buena adhesión y evitar fallas adhesivas y cohesivas, impidiendo de esta manera microfiltraciones, caries secundaria o pigmentaciones. La relevancia de este trabajo se establece en que existen pocos estudios de comparación para determinar buenos métodos de acondicionamiento en el protocolo de reparación de resinas y el uso de adhesivos universales, por lo que en esta investigación se determinará con el método de cizalla el tipo de falla que puede ocurrir si no se procede a realizar un buen acondicionamiento de la superficie del composite y una buena elección del adhesivo dental. Todo lo anterior se analiza con la finalidad de brindarle al paciente la mejor atención dental consiguiendo una restauración funcional, estética y longeva.

## 6. Hipótesis

### 6.1 Hipótesis nula

La fuerza de adhesión en la reparación de resina dental con distintos métodos de acondicionamiento será la misma.

### 6.2 Hipótesis alterna

La fuerza de adhesión en la reparación de resina dental con distintos métodos de acondicionamiento será distinta.

## 7. Objetivos

### 7.1 Objetivo general

Comparar la fuerza de adhesión en la reparación de resina dental con distintos métodos de acondicionamiento.

### 7.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la fuerza de adhesión en superficie de resina preparada con ácido grabador.
2. Evaluar la fuerza de adhesión en superficie de resina preparada con arenador dental.
3. Evaluar la fuerza de adhesión en superficie de resina preparada con una fresa de diamante de grano fino.
4. Realizar una prueba de adhesión con el método de cizalla.

5. Comparar el tipo de falla después del ensayo de cizalla (adhesiva o de cohesión) en las muestras de resina.
6. Realizar pruebas de rugosidad en los diferentes métodos de acondicionamiento.
7. Evaluar que método de acondicionamiento obtuvo una superficie más rugosa.

## 8. Materiales y métodos

### 8.1 Diseño del estudio

Prospectivo, transversal, experimental, *in vitro*.

Universo: Muestras de acrílico cavitadas y obturadas con resina.

### 8.2 Población y muestra

60 muestras totales clasificadas en 4 grupos de 15 muestras cada uno

### 8.3 Criterios de selección

#### 8.3.1 Inclusión

Cilindros de acrílico en correcto estado sin alteraciones en su estructura.

Resinas Clearfil™ AP-X ES-2 tono A1E marca Kuraray Noritake Dental Inc. no caducas.

Adhesivo Single Bond Universal marca 3M no caduco.

Ácido grabador Scotchbond™ Universal Etchant marca 3M ESPE no caduco.

### 8.3.2 Exclusión

Cilindros de acrílico con alteraciones en su estructura.

Resinas Clearfil™ AP-X ES-2 tono A1E marca Kuraray Noritake Dental Inc. caducas.

Adhesivo Single Bond Universal marca 3M caduco.

Ácido grabador Scotchbond™ Universal Etchant marca 3M ESPE caduco.

### 8.3.3 Eliminación

Muestras dañadas en el proceso.

## 8.4 Variables

Variable independiente				
Nombre de la variable	Definición conceptual	Definición operacional	Unidad de medida	Escala de medición
Método de acondicionamiento	Preparación de la superficie de la resina para posteriormente aplicar un sistema adhesivo		G1-Fresado	Cualitativa nominal policotómica
			G2-Grabado	
			G3-Arenado	
			G4-Arenado + Grabado	

Variables dependientes				
Nombre de la variable	Definición conceptual	Definición operacional	Unidad de medida	Escala de medición
Resistencia al desprendimiento	Es la medida de fuerza necesaria para remover un material recubierto por un adhesivo de otra superficie.	La medida será tomada mediante la máquina universal de pruebas después de aplicar el método de acondicionamiento a las 24 hrs.	MPa	Cuantitativa continua
Tipo de falla	Fallo adhesivo es aquel que ocurre entre dos estructuras distintas, es decir en la interfase entre ambas.  Fallo cohesivo es aquel que ocurre en el interior de la estructura del material.	De acuerdo con el desprendimiento de la resina se evaluará el tipo de falla.	-Adhesiva  -Cohesiva	Cualitativa nominal dicotómica
Rugosidad	Mide los picos más altos y bajos en una longitud determinada y con esos valores se hace una media aritmética.	Muestras medidas en un rugosímetro.	-Ra ( $\mu\text{m}$ )  -Rz ( $\mu\text{m}$ )	Cuantitativa continua

## 8.5 Concordancia y fiabilidad

El alumno investigador realizó prueba piloto para estandarizarse con la técnica y los procedimientos. Los equipos como el perfilómetro y la máquina universal de pruebas fueron calibrados previo a su uso.

## 8.6 Ubicación espacio-temporal

Laboratorio de Biomateriales de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Las observaciones de microscopía electrónica de barrido se realizaron en el Laboratorio Universitario de Microscopía Electrónica (LUME) en el Instituto de Investigaciones de Materiales (IIM) en UNAM.

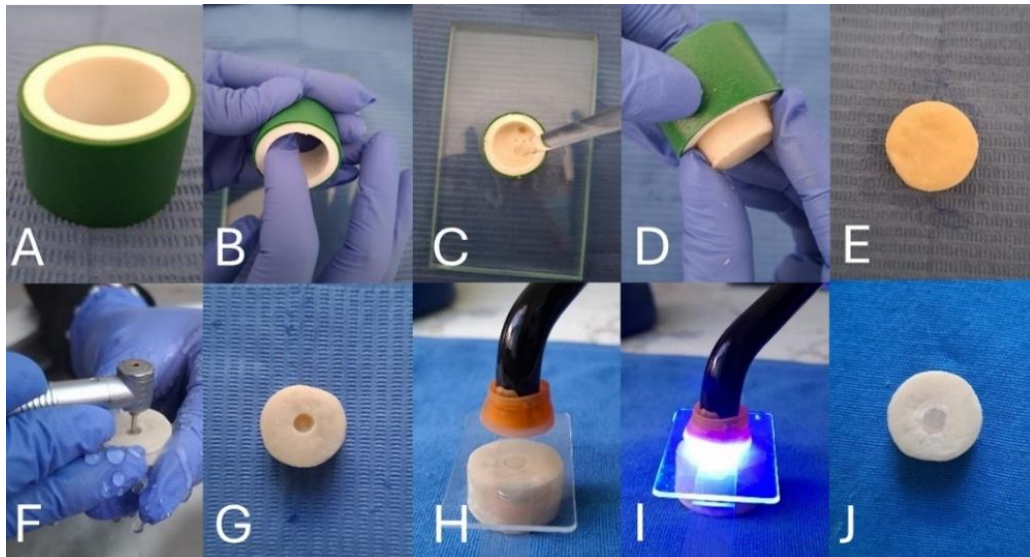
## 8.7 Procedimientos, técnicas y fuentes de recolección

### 8.7.1 Prueba de resistencia al desprendimiento

Se realizaron cilindros de acrílico utilizando como moldes tubos de PVC de 5 cm de diámetro y 2 cm de profundidad (Figura 9A). Los cilindros de plástico se recubren en su interior con vaselina (Figura 9B) para que el material acrílico no se adhiera por completo a sus paredes y sea más fácil de desmoldar. A una loseta de vidrio también se le colocó vaselina en una de sus superficies. Después de estos pasos se pusieron y ordenaron sobre la loseta los cilindros de plástico para comenzar a mezclar (Figura 9C) en su interior el acrílico (polvo y líquido), se esperó a que el material polimericé y se procedió a retirar los cilindros de acrílico de sus moldes (Figura 9D).

Como siguiente paso, en los cilindros de acrílico (Figura 9E) se confeccionó una cavidad en el centro, con ayuda de una pieza de alta velocidad y una fresa de

diamante con forma de rueda de carro con diámetro de 2 mm, se profundizó en el cilindro el grosor de la fresa colocada en la pieza de mano (Figura 9F). Una vez realizadas las cavidades (Figura 9G) se procedió a colocar un botón de resina (Clearfil™ AP-X ES-2 A1E, Kuraray Noritake Dental Inc., LOT 410029, Japón) con ayuda de una espátula, se rellenó y con ayuda de una banda de celuloide y un portaobjetos de vidrio se fotopolimerizó por 20 segundos (Figura 9H) utilizando una unidad de fotopolimerización LED (Bluephase N MC, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (Figura 9I) y se obtuvo la muestra polimerizada (Figura 9J). El proceso se repitió en las 60 muestras.

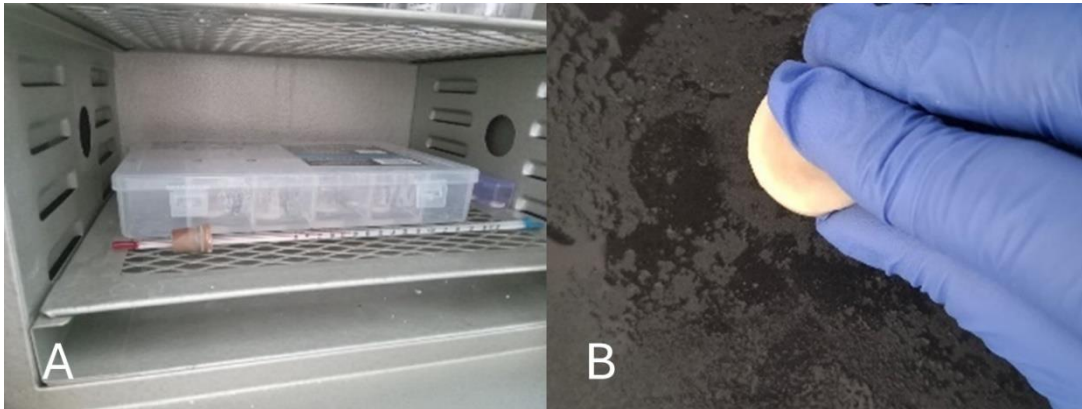


*Figura 9. Preparación de las muestras con acrílico.*

*A. Molde de PVC. B. Colocación de vaselina en el molde. C. Mezcla de acrílico en polvo y monómero líquido en el molde. D. Desmoldado del cilindro de acrílico. E. Cilindro de acrílico. F. Realización de cavidad en el centro del cilindro. G. Cilindro con la cavidad hecha. H. Relleno con resina Clearfil™ y colocación de banda de celuloide y un portaobjetos. I. Fotopolimerización de la resina. J. Cilindro relleno con resina.*

Se almacenaron en la estufa (Figura 10A) por 1 semana a 37°C y 100% de humedad relativa.

Las 60 muestras fueron lijadas imitando una superficie trabajada con una fresa de diamante de grano fino (Figura 10B).



*Figura 10. Almacenamiento y lijado.*

*A. Almacenamiento por 1 semana en la estufa a temperatura de 37° C con 100% de humedad. B. Lijado de las superficies con lijas de granulometría 240 y 320  $\mu\text{m}$ .*

Las superficies fueron tratadas acondicionando las superficies de tres maneras:

1-Se preparó la superficie imitando el uso de una fresa de diamante de grano fino creando microretenciones en la resina, utilizando las lijas de granulometría 240 $\mu\text{m}$  y 320  $\mu\text{m}$  (Figura 11) respectivamente.



*Figura 11. Grupo 1 Fresado.*

*Lijado de las 15 muestras.*

2- Se aplicó ácido grabador (ácido fosfórico Scotchbond™ Universal Etchant marca 3M ESPE al 32%, LOT. 9105592, Neuss, Alemania) (Figura 12A) por 15 segundos (Figura 12B) y se lavó por 15 segundos con agua (Figura 12C) en la muestra de resina.

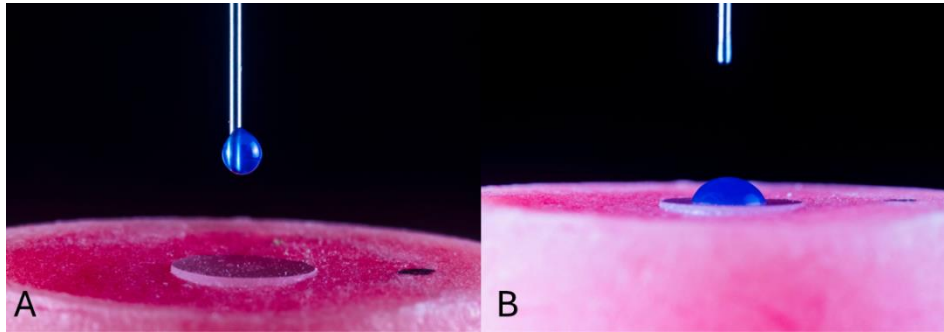


Figura 12. Grupo 2 Grabado.

A. Aplicación del ácido fosfórico al 32% sobre la resina. B. Superficie de resina grabado por 15 s.

3- Se aplicó aire abrasivo con ayuda del arenador (Aquacare, Mod. 1078, Harlesden, Londres) con óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$  por 5 segundos en toda el área a 5 mm de altura con una angulación de la punta a 45° (Figura 13A) a 4.5 bares de presión (Figura 13B) y después se lavó con agua por 15 segundos más.

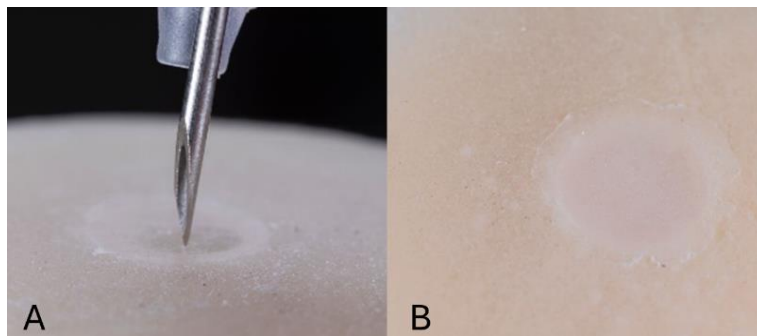


Figura 13. Grupo 3 Arenado.

A. Colocación de la punta del arenador calibrado con una aguja. B. Muestra de resina antes de arenar.

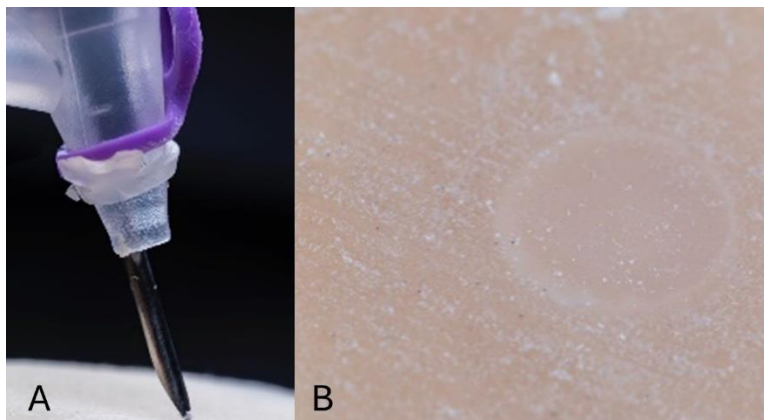
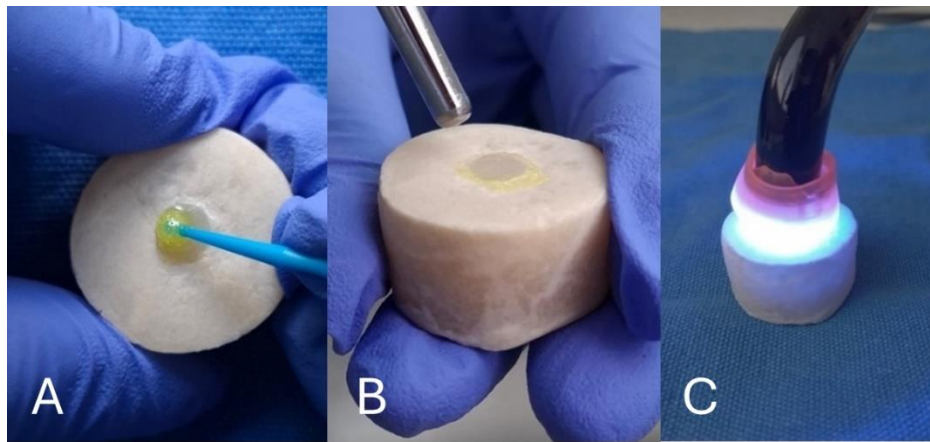


Figura 14. Grupo 3 Arenado.

A. Colocación de la aguja con la punta del arenador. B. Muestra de resina después de arenar.

El cuarto grupo (G4 Arenado y grabado), fueron preparadas como los grupos 2 y 3 (primero arenado y luego grabado con ácido fosfórico al 32%) las 15 muestras.

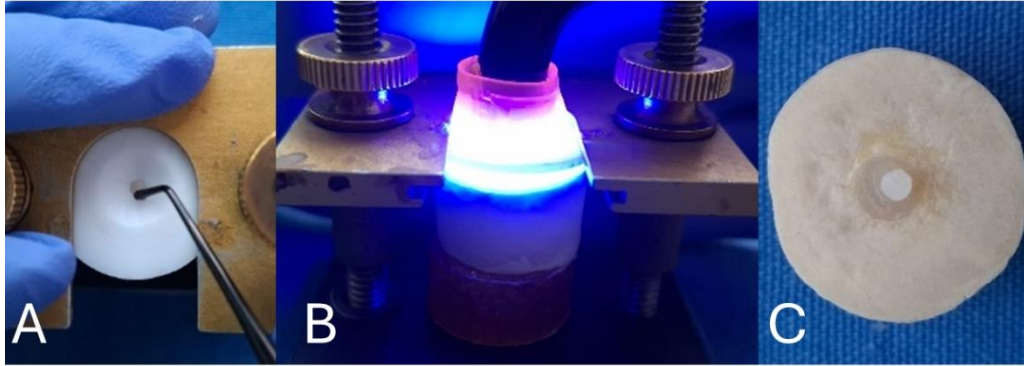
Posteriormente, se colocó adhesivo universal (Single Bond Universal, 3M ESPE, LOT. 9578030, Neuss, Alemania) (Figura 15A) siguiendo las instrucciones del fabricante (Figura 15B) para unir el botón de resina. Se fotopolimerizó (Figura 15C) utilizando una unidad de fotopolimerización LED (Bluephase N MC, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) por 10 segundos.



*Figura 15. Protocolo de adhesión.*

*A. Colocación del adhesivo universal por 20 s aplicado en la superficie de resina. B. Volatilización del adhesivo por 5 s con aire. C. Fotopolimerización por 10 s.*

Las muestras fueron montadas en la prensa y se colocó el botón de resina (Clearfil™ AP-X ES-2 A1E, Kuraray Noritake Dental Inc., LOT. 760030, Japón) (Figura 16A) de acuerdo con las instrucciones del fabricante y se fotopolimerizó (Figura 16B) utilizando una unidad de fotopolimerización LED (Bluephase N MC, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) para simular la reparación de una restauración con resina (Figura 16C). Se almacenarán por 24 h a 37°C y 100% de humedad relativa.



*Figura 16. Montaje de las muestras.*

*A. Montaje de la muestra en la prensa para colocar el botón de resina. B. Fotopolimerización del botón de resina por 20 s. C. Resultado de la muestra con el botón de resina.*

Después de 24 h se realizó el ensayo de cizalla en una máquina universal de pruebas (INSTRON, modelo 4465, Mazal, Canton, Estados Unidos) (Figura 17A) a una velocidad de cruceta de 0.75 mm/min hasta el desprendimiento (Figura 17B y 17C). Se capturaron los resultados en MPa.

Luego de realizar las pruebas, se vaciaron los resultados en una tabla para cada método de acondicionamiento y se sacaron los promedios correspondientes de los resultados de cada grupo para que se observaran las diferencias. Luego los datos fueron recolectados en hojas de Excel para su análisis estadístico.



*Figura 17. Carga de las muestras en la máquina universal de pruebas.*

*A. Montaje de la muestra en la INSTRON. B. Resultado de la prueba de resistencia al desprendimiento. C. Botón de resina desprendido.*

Finalmente, las muestras fueron observadas en un estereomicroscopio a 10x y 30x para evaluar el tipo de falla. El observador fue previamente calibrado hasta obtener un valor de kappa de 0.91. El tipo de falla se clasificó en adhesiva o cohesiva.



Figura 18. Materiales utilizados para el estudio.

### 8.7.2 Pruebas de rugosidad

Se realizaron 4 cilindros de acrílico utilizando como moldes tubos de PVC de 5 cm de diámetro y 2 cm de profundidad. Los cilindros de plástico se recubren en su interior con vaselina para que el material acrílico no se adhiera por completo a sus paredes y sea más fácil de desmoldar. A una loseta de vidrio también se le colocó vaselina en una de sus superficies. Después de estos pasos se pusieron y ordenaron sobre la loseta los cilindros de plástico para comenzar a mezclar en su interior el acrílico (polvo y líquido), se esperó a que el material polimericé y se procedió a retirar los cilindros de acrílico de sus moldes.

Posteriormente en los cilindros de acrílico se confeccionaron 5 cavidades (Figura 19A) en su superficie, con la ayuda de una pieza de alta velocidad y una fresa de diamante, con forma de rueda de carro con diámetro de 2 mm, se profundizó en el cilindro el grosor de la fresa colocada en la pieza de mano. Una vez hechos los

orificios se procedió a colocar un botón de resina (Clearfil™ AP-X ES-2 A1E, Kuraray Noritake Dental Inc., LOT 410029, Japón) con ayuda de una espátula, se rellenó y fotopolimerizó por 20 segundos utilizando una unidad de fotopolimerización LED (Bluephase N MC, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (Figura 19A).



*Figura 19. Preparación de las muestras.*

*A. Cilindros con 5 cavidades rellenas con resina.*

Se almacenaron en la estufa (por 1 semana a 37°C y 100% de humedad relativa). Las 4 muestras fueron lijadas imitando una superficie trabajada con una fresa de diamante de grano fino.

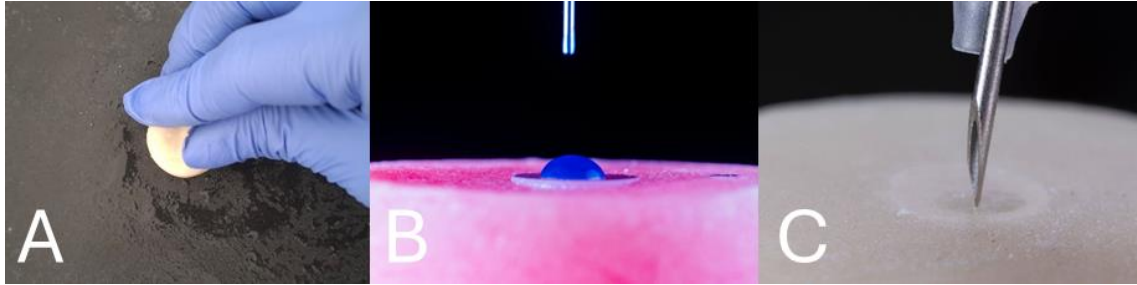
Las superficies fueron tratadas acondicionando las superficies de tres maneras:

1-Se preparó la superficie imitando el uso de una fresa de diamante de grano fino creando microretenciones en la resina, utilizando las lijas de granulometría 240  $\mu\text{m}$  y 320  $\mu\text{m}$  respectivamente. (Figura 20A)

2- Se aplicó ácido grabador (ácido fosfórico Scotchbond™ Universal Etchant marca 3M ESPE al 32%, LOT. 9105592, Neuss, Alemania) por 15 segundos y se lavó por 15 segundos con agua en la muestra de resina. (Figura 20B)

3- Se aplicó aire abrasivo con ayuda del arenador (Aquacare, Mod. 1078, Harlesden, Londres) con óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$  por 5 segundos en toda el área a 5 mm de altura con una angulación de la punta a 45° a 4.5 bares de presión y después se lavó con agua por 15 segundos más. (Figura 20C).

El cuarto grupo es arenado con grabado, esta muestra fue preparada como los grupos 2 y 3 (primero arenado y luego grabado con ácido fosfórico al 32%).



*Figura 20. Métodos de acondicionamiento.*

*A. Fresado en lija. B. Grabado con ácido fosfórico al 32%. C. Arenado con partículas de óxido de aluminio.*

Las 4 muestras fueron analizadas en un perfilómetro marca Mitutoyo SurfTestSJ-301 tomando en cuenta la medición promedio en Ra y Rz en una superficie de longitud de recorrido de 0.40 mm a una velocidad de medición de 0.25 mm/s.

La medición de la rugosidad se llevó a cabo con el rugosímetro (Figura 21A), se siguieron estos pasos:

1. Medir un perfil completo con una longitud de evaluación normalizada.
2. Filtrar la señal para eliminar la ondulación.
3. Establecer la línea media: separar en áreas iguales los picos y los valles.

El parámetro más utilizado para medir fue Ra (rugosidad media) y Rz (media aritmética de los valores de Rti).

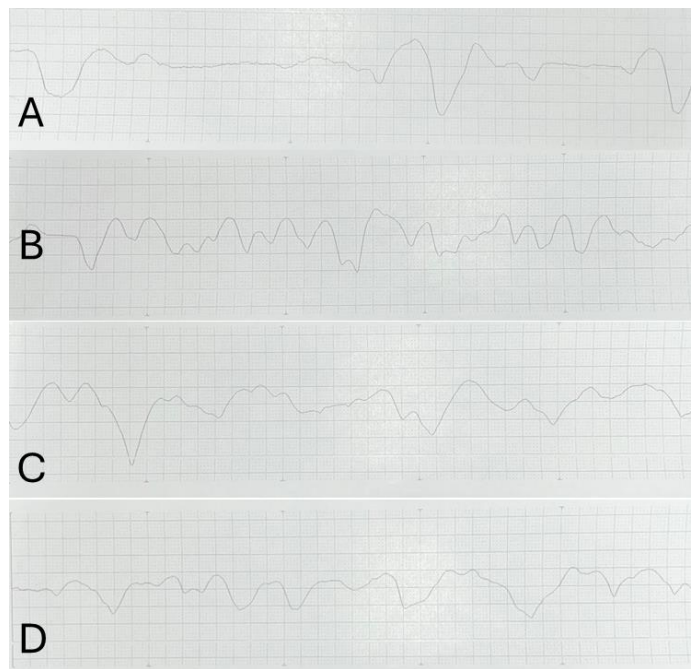
Se realizaron 22 mediciones sucesivas en diferentes direcciones a cada grupo (G1-Fresado, G2-Grabado, G3-Arenado y G4-Arenado y grabado) en sus superficies.



*Figura 21. Protocolo de medición de rugosidad.*

*A. Colocación de la muestra en el rugosímetro para medición de la rugosidad en la superficie acondicionada.*

Como último paso, se vaciaron los resultados en tablas con las mediciones de Ra y Rz para cada método de acondicionamiento (Figura 22 A, B, C y D) y se sacaron los promedios correspondientes de las medidas de cada grupo para que se observaran las diferencias. Posteriormente los datos fueron recolectados en hojas de Excel para su análisis estadístico.

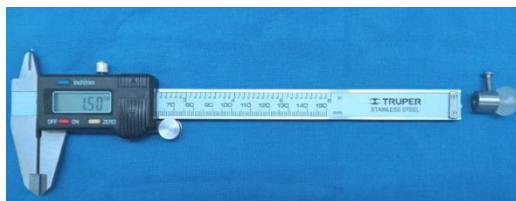


*Figura 22. Resultados impresos del rugosímetro de las pruebas de rugosidad en los 4 métodos de acondicionamiento.*

*A. G1 Fresado. B. G2 Grabado. C. G3 Arenado. D. G4 Arenado y grabado.*

### 8.7.3 Elaboración de pastillas de resina

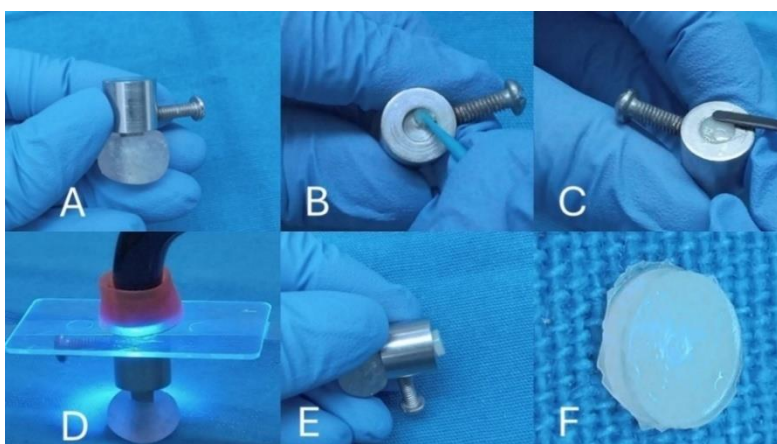
Se realizaron 4 pastillas de resina utilizando moldes de acero inoxidable de 1.5 mm de altura con 2 mm de diámetro. Se calibró el molde con medida de 1.50 mm de profundidad con calibrador (Figura 23).



*Figura 23. Calibración del molde.*

*Calibrador medido a 1.50 mm para el grosor de la pastilla.*

Posteriormente al molde (Figura 24A) se le colocó aceite de silicona con un micobrush (Figura 24B) para evitar que la resina se adhiera al molde. Se relleno el molde con resina (Clearfil™ AP-X ES-2 A1E, Kuraray Noritake Dental Inc., LOT. 760030, Japón) (Figura 24C), se fotopolimerizó utilizando una unidad de fotopolimerización LED (Bluephase N MC, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) por 20 segundos (Figura 24D) y desmontó del molde (Figura 24E) para obtener la pastilla (Figura 24F).



*Figura 24. Preparación de las pastillas de resina.*

*A. Elección del molde. B. Colocación de separador (aceite de silicona) en el molde. C. Relleno del molde con resina. D. Fotopolimerización de la resina por 20 s. E. Retiro de la pastilla del molde. F. Pastilla de resina.*

Una vez terminadas las 4 pastillas, se procedió a realizar a cada pastilla uno de los 4 métodos de acondicionamiento: fresado: utilización de lijas con granulometría 240 y 320  $\mu\text{m}$ , grabado: uso de ácido fosfórico (Scotchbond™ Universal Etchant marca 3M ESPE al 32%, LOT. 9105592, Neuss, Alemania) al 32% por 15 s, después lavar por otros 15 s, arenado: se arenó la superficie por 5 s a una distancia de 5 mm con 4.5 bares de presión con partículas de óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$  y arenado + grabado: se realizó el protocolo de grabado y arenado antes mencionado. Se trabajaron los 4 protocolos de acondicionamiento en las pastillas (Figura 25).



Figura 25. Pastillas de resina con los 4 métodos de acondicionamiento.

A. Pastilla acondicionada por fresado. B. Pastilla acondicionada por grabado. C. Pastilla acondicionada por arenado. D. Pastilla acondicionado por arenado y grabado

## 8.8 Análisis estadístico

Los datos fueron capturados en Excel para realizar la base de datos. Los datos fueron analizados para corroborar la normalidad de los datos con la prueba de Shapiro Wilks ( $p > 0.05$ ), por lo que se procedió a aplicar pruebas paramétricas, al tener 4 grupos se realizó prueba de ANOVA con *post hoc* con comparaciones múltiples Tukey, en el caso del tipo de falla, solo se presentó una tabla descriptiva, ya que se encontraron valores de 0 (cero) por lo que un análisis de  $\text{Chi}^2$  no se pudo aplicar.

## 9. Resultados

### 9.1 Resistencia al desprendimiento

Se llevo a cabo la medición de la resistencia al desprendimiento por el método de cizalla a 1 mm/min en una máquina universal de pruebas (INSTRON modelo 4467).

Las medidas y desviaciones estándar se muestran en la figura 22. En el grupo de fresado (G1) obtuvo el valor más bajo respecto a la resistencia al desprendimiento (MPa) en comparación con los otros tres grupos, sin embargo, no fue significativamente diferente. El grupo de grabado (G2) dio como resultado fuerzas de unión más altas que los grupos de fresado, arenado y arenado + grabado. Entre el grupo de arenado (G3) y arenado + grabado (G4) se consiguieron valores similares con una diferencia de 0.11 MPa.

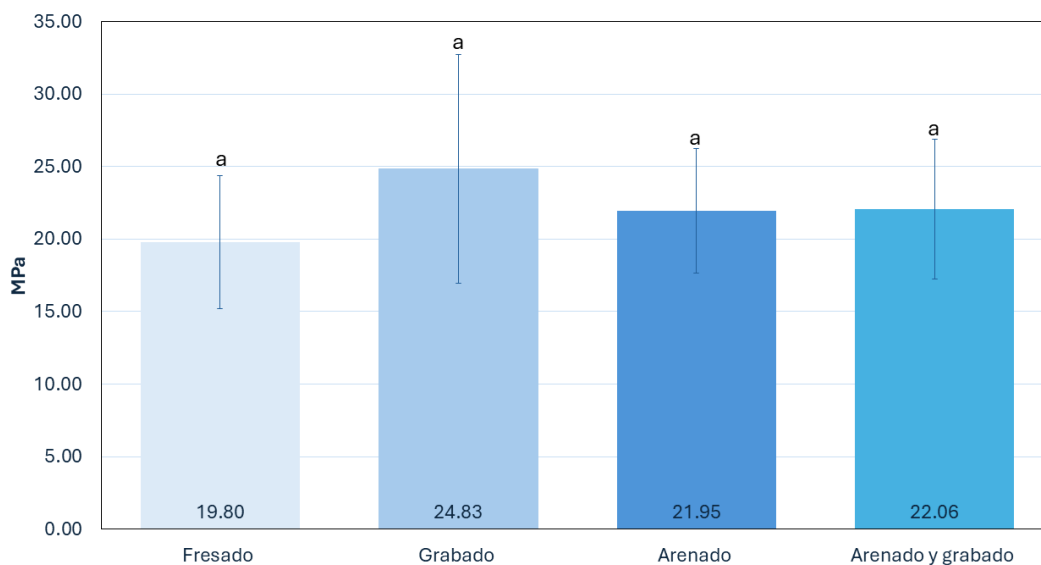


Figura 26. Promedios de la prueba de resistencia al desprendimiento.

El promedio obtenido para los 4 métodos de acondicionamiento de la superficie de resina en MPa después de 24 hrs en la estufa a 37°C y 100% de humedad relativa. Los valores medidos con las mismas letras en superíndice no son estadísticamente diferentes (ANOVA de dos vías y prueba de Tukey  $p > 0.05$ ).

## 9.2 Tipo de falla

El resultado del tipo de falla fue determinado por microscopía óptica a 30x. En el 100% de las muestras la falla fue cohesiva, lo que determina que la falla ocurrió en el interior de la estructura del material.

Tabla 8. Resultados de los tipos de falla.

Tipo de falla	Fresado	Grabado	Arenado	Arenado y grabado
Cohesiva	15 (100)	15 (100)	15 (100)	15 (100)
Adhesiva	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Los tipos de falla (cohesiva o adhesiva) obtenidos después de la prueba de resistencia al desprendimiento. El tipo de falla cohesiva se derivó en el 100% de las muestras de resina acondicionadas con distintos métodos.

## 9.3 Rugosidad

La prueba de rugosidad fue determinada en el rugosímetro midiéndolo en micras.

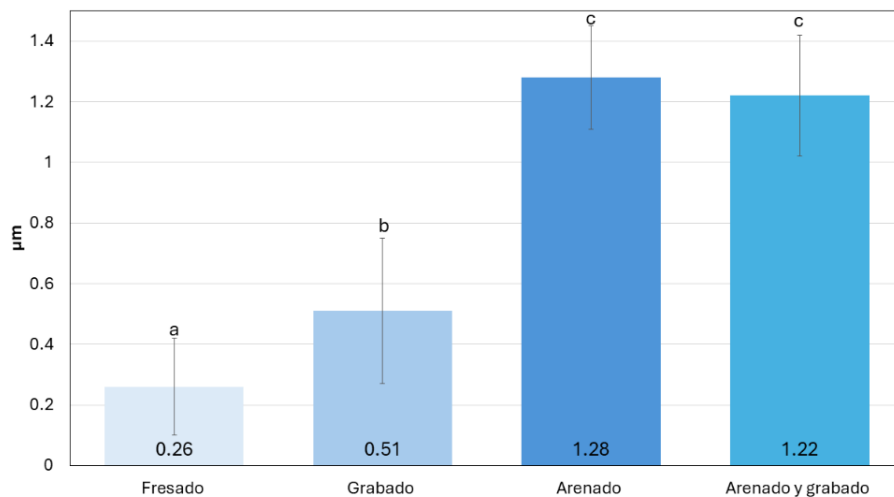


Figura 27. Promedios de la prueba de rugosidad (Ra).

En µm medidos en superficies de resina tratadas con distintos métodos de acondicionamiento (fresado, grabado, arenado y arenado y grabado). Los valores medidos con letras distintas en superíndice son estadísticamente diferentes (ANOVA de dos vías y prueba de Tukey  $p < 0.05$ ).

En la figura 26 se observa que el grupo de arenado (G3) obtuvo un valor mayor respecto con Ra que los otros tres grupos. En el grupo de fresado (G1) y grabado (G2) la rugosidad fue menor al promediarla en comparación con los grupos de arenado (G3) y arenado + grabado (G4). En estos dos últimos grupos no existe una diferencia significativa al medir la rugosidad debido a que se alcanzaron medidas similares.

En esta misma prueba de rugosidad también se midió Rz (figura 27). En esta medición el grupo G3 (arenado) y G4 (arenado + grabado) obtuvieron los valores más altos respecto al grupo G1 (fresado) y G2 (grabado). El grupo de fresado obtuvo los valores más bajos en rugosidad.

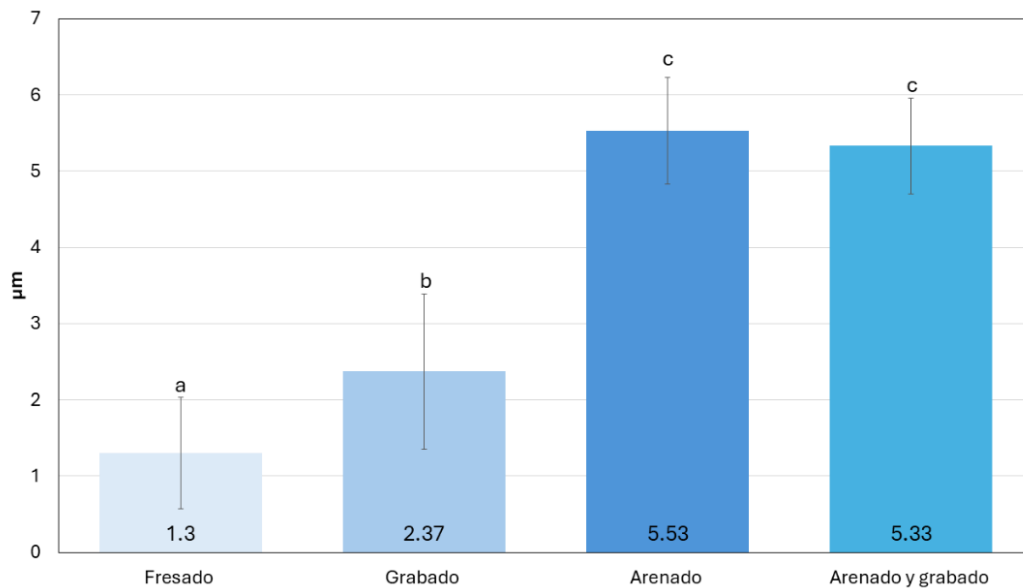


Figura 28. Promedios de la prueba de rugosidad (Rz).

En  $\mu\text{m}$  medidos en superficies de resina tratadas con distintos métodos de acondicionamiento (fresado, grabado, arenado y arenado y grabado). Los valores medidos con letras distintas en superíndice son estadísticamente diferentes (ANOVA de dos vías y prueba de Tukey  $p < 0.05$ ).

## 9.4 Microscopia electrónica de barrido (SEM)

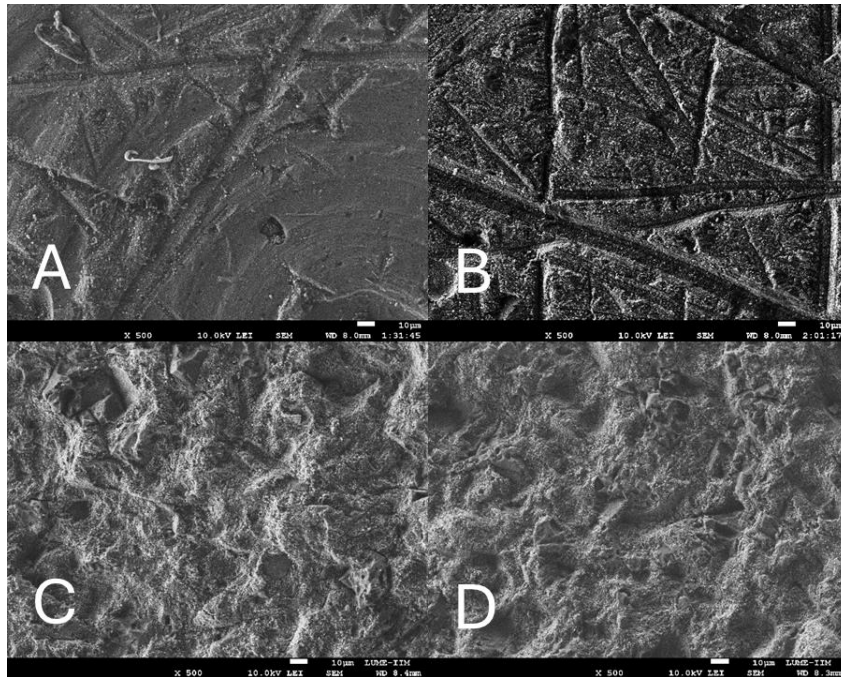


Figura 29. Imágenes SEM características de las superficies tratadas con los 4 métodos de acondicionamiento.

Observadas con un aumento de 500x: (las líneas blancas representan 10  $\mu\text{m}$ ). A. Fresado. B. Grabado. C. Arenado. D. Arenado y grabado.

En las imágenes se pueden observar diferentes estructuras A) Fresado: se observan estrías horizontales y verticales con residuos de resina en la zona acondicionada, se detectaron cambios topográficos menores debido al uso de rayones causados por las lijas de 240 y 320  $\mu\text{m}$ . B) Grabado: surcos en la superficie distribuidos horizontal y verticalmente con mayor área acondicionada. C) Arenado: Superficie con mayor número de fisuras microretentivas de aumentada profundidad, presentando una topografía rugosa, muy irregular. D) Arenado y grabado: Zona con microcavidades más marcadas y un área con depresiones microretentivas, similar a la imagen C. Se ocupó una magnificación de 500x para cada muestra.

## 10. Discusión

El presente trabajo tuvo como finalidad el analizar la resistencia al desprendimiento en muestras de resina con un protocolo de reparación. Algunos estudios han demostrado un incremento en la fuerza de unión cuando se utilizan adhesivos universales <sup>(19)</sup>. Esto se explica por la presencia de silano y/o el monómero 10-MDP en los adhesivos universales, debido a que existe una mejor interacción química entre la partícula de relleno del vidrio y el silano o monómero 10-MDP.

Los resultados obtenidos en la actual investigación no mostraron diferencias estadísticamente significativas en las pruebas de resistencia al desprendimiento, por lo que se rechaza la hipótesis alterna, aceptando la hipótesis nula, lo que quiere decir que cualquiera de los métodos de acondicionamiento que se empleen en la práctica clínica para reparar una resina son viables y aprobados. En las pruebas de rugosidad se consiguieron diferencias estadísticamente significativas al medir la rugosidad de las superficies de cada método de acondicionamiento. Las superficies donde se areno con partículas de óxido de aluminio consiguieron mayores áreas rugosas.

Considerando que al momento de realizar el protocolo de reparación de una resina se encuentran distintos sustratos como resina, esmalte o dentina, el uso de un adhesivo universal beneficia debido ya que es más simple de utilizar y reducir los tiempos operatorios concordando con Chuenweravanich et al. <sup>(20)</sup>.

Sevilany et al. <sup>(21)</sup> encontraron valores de resistencia de adhesión más altos en el grupo de Bur+ Silane+ SE (fresa+ silano+ autograbado del adhesivo universal) obteniendo valores de 44.80 MPa, en comparación con este estudio es que en ese artículo reportan el uso de un agente de unión como lo es el silano. Algunos estudios han demostrado un incremento en la fuerza de unión cuando se utilizan adhesivos universales. Esto se explica por la presencia de silano y/o el monómero 10 MDP en adhesivos universales, debido a una mejor interacción química entre las partículas de relleno de vidrio de la resina y el silano y 10 MDP.

La técnica de grabado con ácido fosfórico ya es un protocolo bien establecido para la unión a la dentina y esmalte, y un gran número de restauraciones como, por ejemplo, reparaciones, reemplazos, entre otros. El uso del ácido fosfórico hace una alternativa simple, fácil y buena para aumentar la fuerza de unión en la reparación de una resina dental. En las pruebas del presente estudio se determinó que el grupo de grabado (G2) obtuvo una resistencia al desprendimiento de 24.83 MPa, Sevilany et al. (21) obtuvo resultados similares (29.53 y 29.70 MPa) para el mismo método de acondicionamiento empleado en sus muestras utilizando una resina convencional. El uso del ácido fosfórico mejoro significativamente los valores de resistencia de unión en la reparación, Zimmer y cols. <sup>(19)</sup> encontraron está misma declaración en los artículos analizados en su investigación.

Palasuk et al. <sup>(22)</sup> reportaron en sus métodos de acondicionamiento de reparación con composite, el uso de la fresa mostro una menor fuerza de adhesión en comparación con el método de arenado. Análogamente esto sucedió en el presente estudio, el grupo de fresado (G1) obtuvo menor fuerza de adhesión (19.80 MPa) en comparación con los grupos de arenado (G3) y arenado + grabado (G4) que consiguieron valores de 21.95 MPa y 22.06 MPa respectivamente.

En algunos estudios se sugiere una fuerza de unión entre 15 a 25 MPa para reparaciones con resina compuesta, ya que es característico de la fuerza de unión que existe entre una resina a la estructura dental y puede ser clínicamente aceptada <sup>(23)</sup>.

En las pruebas de resistencia al desprendimiento y su análisis estadístico no demostraron diferencias significativas, estos resultados fueron semejantes al estudio de Kanar et al. <sup>(16)</sup>.

Para realizar la reparación de una resina es fundamental los conocimientos del operador y sus destrezas, ya que son un factor relevante al momento de decidir si la restauración se reemplaza o se repara. Se debe considerar que el defecto de la reparación sea limitado y localizado, se puede realizar una reparación si se encuentran pigmentaciones, defectos anatómicos, defectos que no incluyan fractura o movilidad de la restauración, etc. Por el contrario, si el fallo que presenta la

restauración compromete la integridad del tejido dental entonces se debe llevar a cabo un reemplazo de la restauración., esto de acuerdo con Elizalde et al.<sup>(24)</sup>. Es por ello, por lo que en este estudio es notable, para tener una sustentabilidad practica en cuanto al procedimiento de reparación utilizando distintos métodos de acondicionamiento.

El adhesivo empleado en este estudio fue Single Bond Universal de la marca 3M, capacidad combinada de adhesión con grabado total y autograbado, resistencia adhesiva firme y durable, alta tolerancia a la humedad. Está indicado para toda clase de obturaciones con resinas o compómeros, adhesión de selladores de fosas y fisuras, reparación de obturaciones de resina o compómeros, entre otros. En los estudios realizados para la resistencia adhesiva al cizallamiento en 24 hrs se obtuvieron valores que oscilan entre los 25 y 35 MPa utilizando el grabado total y autograbado de la superficie de acuerdo con el Dr. John Burgess de la Universidad de Alabama en esmalte cortado.

Guzmán <sup>(8)</sup> promedia un valor de resistencia adhesiva al esmalte dentario de 27 MPa con la técnica de grabado total en su artículo de revisión, lo que tiene similitudes con los resultados de nuestro estudio.

Los resultados obtenidos en el grupo de fresado fueron los más bajos en comparación con los otros tres, obteniendo un promedio total de 19.80 MPa, Zimmer y cols. <sup>(19)</sup> al examinar distintos artículos encontraron que cuando la superficie es solamente acondicionada con la fresa de diamante se obtienen valores de resistencia más bajos en comparanza con los que se utiliza tecnología abrasiva (arenado).

Los antecedentes estudiados permiten confirmar que a la ya funcional adhesión dentaria por una traba biomecánica se le puede complementar actualmente la integración del adhesivo al sustrato con la incorporación de un reciente monómero funcional como el 10 MDP, que permite múltiples nanouniones con el calcio lo que resulta en una mayor resistencia a la biodegradación y la longevidad funcional de los procedimientos adhesivos que clínicamente se traduce con menos sensibilidad

postoperatoria <sup>(7)</sup>, es por ello el relevante uso del adhesivo universal con 10-MDP en su composición para esta investigación.

En cuanto al tipo de falla, en su estudio Chuenweravanich reporto fallas cohesivas en un 70% de las muestras en las que se areno la superficie y en el grupo donde se utilizó el fresado y silano, mientras que en este estudio se obtuvieron el 100% de las muestras con una falla cohesiva en todos los cuatro grupos.

Las fracturas cohesivas resaltan las fallas que hay dentro del interior de los materiales, como ocurrió en estas pruebas y en las de la investigación de Kanar et al. <sup>(16)</sup>.

A pesar de que no fue vista en este estudio la falla adhesiva no significa que no ocurra, Sevilany <sup>(21)</sup> en su investigación encontró este tipo de falla en su grupo de control utilizando una resina convencional.

Las pruebas de cizallamiento brindan una preparación de muestras relativamente sencilla y permiten una evaluación más rápida de la resistencia de la unión. Si bien, aunque el ángulo de cizallamiento de la cucharilla está estandarizado, a diferencia de las pruebas de microtracción, no es posible estar seguro de que toda la fuerza esté concentrada en la interfaz. Una evaluación metodológica reciente de la interfaz resina-resina reveló que el método de prueba influye en los tipos de falla y la resistencia de la unión. Por lo tanto, el punto donde se aplica la fuerza puede haber determinado la superficie donde ocurrirá la falla cohesiva <sup>(25)</sup>.

De acuerdo con Chuenweravanich et al. <sup>(20)</sup> la rugosidad de la superficie es importante para el tratamiento de reparación y se puede lograr mediante técnicas mecánicas, por ejemplo, el uso del arenador, ácido grabador o uso de fresas de diamante.

La fuerza de unión de una reparación es determinada por dos vías principales: el enlace químico y el enlace mecánico. En las gráficas de rugosidad se observa que los grupos de arenado obtuvieron unas superficies con mayor rugosidad y microcavidades que los otros dos grupos, logrando con ello una mejor adhesión en la superficie, a pesar de ello se obtuvo una mayor resistencia al desprendimiento en

el grupo de grabado (G2) debido a que la superficie quedo más limpia y permitió una mejor humectabilidad y por lo tanto la penetración del adhesivo en el sustrato a reparar. También se podría promover la reactividad entre una superficie de sílice y un agente de acoplamiento de silano (componente incluido en el adhesivo universal), y, por lo tanto, puede existir un crecimiento en el número de unidades Si-OH en la superficie de sílice <sup>(26)</sup>.

Las pruebas SEM indican que las muestras arenadas tienen mayores irregularidades y un alto número de microcavidades y estos hallazgos pueden corroborarse mediante análisis en el rugosímetro. Estos patrones de rugosidad establecen un entorno propicio para la microretención del sistema adhesivo en comparación con las fresas de diamante. En su investigación Chuenweravanich et al. <sup>(20)</sup> no encontró una diferencia estadísticamente significativa, no obstante, en este estudio se arrojaron resultados significativamente diferentes en la prueba de rugosidad en los grupos comparados.

Los resultados de Ra fueron valores más elevados para los grupos donde se utilizó abrasión por aire. De manera similar Kanar et al. <sup>(16)</sup> obtuvo resultados altos en el grupo de abrasión por aire utilizando tanto el composite convencional como el fluido.

Zimmer y cols. <sup>(19)</sup> en su búsqueda de artículos sobre la reparación de una resina y la aplicación de un sistema de abrasión por aire encontraron en uno de ellos que la abrasión por aire proporciona una mayor resistencia en la reparación, al igual que en este estudio que se midió la rugosidad obteniendo Ra y el resultado fue el mismo, el área con más rugosidades se presentó en las muestras arenadas con óxido de aluminio. Sin embargo, no se encuentran mediciones de Rz que es el que mide las áreas de picos y valles en la longitud de corte de la muestra, es importante implementar en futuras investigaciones esta medición para ser más exactos en los análisis sobre rugosidad.

Aunque los valores de resistencia de la unión de reparación parecen ser prometedores, el uso de un solo sistema de adhesivo universal podría ser una de las limitaciones del estudio, por lo tanto, los datos obtenidos de este estudio pueden no ser válidos para todos los sistemas adhesivos universales. Se requieren más

estudios para implementar protocolos de reparación estándar para los compuestos de resina directos. La selección cuidadosa del caso y el uso apropiado del método de acondicionamiento, seguido del uso de un sistema de unión y materiales restauradores de buena calidad pueden dar como resultado una reparación que exhiba una excelente reparación clínica.

Actualmente existe información limitada sobre los diferentes sistemas de reparación con varios protocolos de acondicionamiento de las superficies utilizando un adhesivo universal. Se encuentra poca información sobre adhesión resina-resina, la mayoría de los artículos informan sobre resultados de adhesión en sustratos como esmalte y dentina.

Desafortunadamente, no hay evidencia universal disponible con respecto a las técnicas y materiales apropiados a utilizar para el tratamiento de reparación de una resina.

## 11. Conclusión

- ❖ Cualquiera de los 4 métodos de acondicionamiento (fresado, grabado, arenado y arenado con grabado) puede ser utilizado para reparar una resina.
- ❖ Sin embargo, se sugieren periodos de almacenamiento más largos o que las muestras de resina sean sometidas a pruebas de envejecimiento.
- ❖ Las rugosidades en las superficies de resina varían dependiendo del método de acondicionamiento.
- ❖ El método que obtuvo la superficie más rugosa fue el de arenado.

## 12. Bibliografía

1. Hervás A, Martínez M, Cabanes J, Barjau A, Fos P. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006;11(1):215–220.
2. García M., Martínez A., Celemín A. Propiedades estéticas de las resinas compuestas. *Rev Internacional de Prótesis Estomatológica*. 2011;13(1):11–22.
3. Flury S. Principios de la adhesión y de la técnica adhesiva. Quintessence. 2012;25(10):604–609.
4. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007; 28: 3757–3785.
5. Armstrong S, Lorenzo B, Özcan M, Pfefferkorn F, Ferrari M, Van Meerbeek B. Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength ( $\mu$ TBS) approach. *Dental Materials*. 2017; 33:1-11.
6. Calatrava L. Resinas compuestas bioactivas con funciones terapéuticas. Evolución y perspectivas. *Revista de Operatoria Dental y Biomateriales [Internet]*. 2020; 9(3) :7–16.
7. Moncada G, García R, De Oliveira O, Fernández E, Martín J, Vildósola P. Rol del 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado en el cambio de paradigma de los sistemas adhesivos integrados en la dentina. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*. 2014; 7(3): 194–199.
8. Guzmán H. Sistemas adhesivos universales una actualización. 2016;57–68.
9. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials*. 2011; 27(1): 17–28.
10. Ayala Hamlet. Evaluación in vitro de microfiltración en la cohesión de la interfase resina-resina utilizando unión química (capa inhibida) a diferentes intervalos de tiempo y adhesión micromecánica con técnicas de adhesión. Primera edición. Guatemala; 2004. 1–70 p.

11. Cárdenas I. Técnica HeRO y ArRO para evitar la formación de la capa de inhibición por oxígeno al fotopolimerizar resinas dentales. *Revista de Operatoria Dental y Biomateriales*. 2022; 11(1): 22–25.
12. Robles J, Ciamponi A, Medeiros I, Kanashiro L. Effect of lingual enamel sandblasting with aluminum oxide of different particle sizes in combination with phosphoric acid etching on indirect bonding of lingual brackets. *Angle Orthodontist*. 2014; 84(6): 1068–1073.
13. Barrancos J., Barrancos P. *Operatoria Dental Integración Clínica*. 4th ed. Barrancos JBP, editor. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006. 597–600 p.
14. Sharif M, Catleugh M, Merry A, Tickle M, Dunne S, Brunton P, et al. Replacement versus repair of defective restorations in adults: resin composite. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014; 8(2): 1-25.
15. Academy of Operative Dentistry American Academy of Gold Foil Operators University of Washington School of Dentistry. Criteria for the replacement of restorations: Academy of Operative Dentistry European Section. *Journal of the American Academy of Gold Foil Operators*. 2016; 41(7): 48–57.
16. Kanar Ö, Meşeli S, Korkut B, KökeN S, TağtekiN D, Yanıkoğlu F. Assessment of a highly-filled flowable composite for the repair of indirect composites. *J Oral Sci*. 2024; 66: 42–49.
17. Herrera E. Fracazos en la adhesión. *Av Odontoestomatol*. 2005; 21(2): 63–69.
18. Gray G., Carey G., Jagger D. An in vitro investigation of a comparison of bond strengths of composite to etched and air-abraded human enamel surfaces. *J Prosthodont*. 2006; 15: 2–8.
19. Zimmer R, Mantelli AR, Montagna K, Reston EG, Arossi GA. Does sandblasting improve bond strength in resin composite repair? *Dentistry Review*. 2024; 4(1): 1–11.
20. Chuenweravanich J, Kuphasuk W, Saikaew P, Sattabanasuk V. Bond durability of a repaired resin composite using a universal adhesive and different surface treatments. *J Adhes Dent*. 2022; 24: 67–76.
21. Bahadir S, Polatoğlu S, Tuncer D, Çelik Ç. The comparison of the repair bond strength of the composite resin to direct and indirect composite restorations with

- different surface preparations. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2023; 17(2): 101–108.
22. Palasuk J, Platt J, Cho S, Levon J, Brown D, Hovijitra S. Effect of Surface Treatments on Microtensile Bond Strength of Repaired Aged Silorane Resin Composite. *Oper Dent*. 2013; 38(1): 91–99.
23. Ahmadizenouz G, Esmaeili B, Taghvaei A, Jamali Z, Jafari T, Amiri Daneshvar F, et al. Effect of different surface treatments on the shear bond strength of nanofilled composite repairs. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2016; 10(1): 9–16.
24. Elizalde J, Morales B, Cordero M, Pinos P. Revisión bibliográfica: Reemplazar o reparar restauraciones de resina compuesta; criterios a tener en consideración. *Revista de Operatoria Dental y Biomateriales*. 2024; 13 (1): 22–28.
25. Guggenbühl S, Alshihri A, Al-Haj Husain N, Özcan M. Adhesion of Resin-Resin and Resin–Lithium Disilicate Ceramic: A Methodological Assessment. *Materials*. 2021; 14(14): 2-14.
26. Loomans B, Vivian M, Roeters F, Opdam N, De Munck J, Huysmans M, et al. Is there one optimal repair technique for all composites? *Dental Materials*. 2011; 27(7): 701–709.