



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**EFFECTO DEL AGENTE HEMOSTÁTICO EN LA RESISTENCIA AL  
CIZALLAMIENTO DE RESINA COMPUESTA ADHERIDA A DENTINA  
UTILIZANDO DOS SISTEMAS ADHESIVOS, ESTUDIO IN VITRO**

**Línea de investigación:  
Biomateriales**

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

**Autor**

Minaya Cerna, Idenson

**Asesor**

Alvitez Temoche, Daniel Augusto

ORCID: 0000-0002-3337-4098

**Jurado**

López Llamosas, Luis Eduardo

Meneses Gómez, Nadia Carolina

Vargas García, Dalila Liliana

**Lima - Perú**

**2026**



# EFECTO DEL AGENTE HEMOSTÁTICO EN LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE RESINA COMPUESTA ADHERIDA A DENTINA UTILIZANDO DOS SISTEMAS ADHESIVOS, ESTUDIO IN VITRO

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

- |    |   |     |
|----|---|-----|
| 1  | Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal | 4%  |
|    | Trabajo del estudiante                                |     |
| 2  | repositorio.unfv.edu.pe                               | 3%  |
|    | Fuente de Internet                                    |     |
| 3  | hdl.handle.net  | 2%  |
|    | Fuente de Internet                                    |     |
| 4  | Submitted to Universitat Internacional de Catalunya   | 1%  |
|    | Trabajo del estudiante                                |     |
| 5  | repositorio.ug.edu.ec                                 | 1%  |
|    | Fuente de Internet                                    |     |
| 6  | Submitted to urjc                                     | 1%  |
|    | Trabajo del estudiante                                |     |
| 7  | Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia      | 1%  |
|    | Trabajo del estudiante                                |     |
| 8  | repositorio.cientifica.edu.pe                         | <1% |
|    | Fuente de Internet                                    |     |
| 9  | Submitted to Universidad de Guayaquil                 | <1% |
|    | Trabajo del estudiante                                |     |
| 10 | repositorio.unab.cl                                   | <1% |
|    | Fuente de Internet                                    |     |



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

EFFECTO DEL AGENTE HEMOSTÁTICO EN LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO  
DE RESINA COMPUESTA ADHERIDA A DENTINA UTILIZANDO DOS SISTEMAS  
ADHESIVOS, ESTUDIO IN VITRO

**Línea de Investigación:**

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

**Autor**

Minaya Cerna, Idenson

**Asesor**

Alvitez Temoche, Daniel Augusto

ORCID: 0000-0002-3337-4098

**Jurado**

López Llamosas, Luis Eduardo

Meneses Gómez, Nadia Carolina

Vargas García, Dalila Liliana

**Lima – Perú**

**2026**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Pajita y Maximiano, por brindarme siempre su gran apoyo incondicional desde pequeño, por su comprensión y por siempre estar allí.

A mis hermanos Yesica, Iberson y Lenin, que me alentaron durante este proceso.

A mi abuelita Luzmila quien me motiva siempre a seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios quien me ha guiado durante todo el proceso.

A mi querida alma mater, por formarme académicamente.

A mi familia por su apoyo a lo largo de mi carrera.

A mi asesor de tesis el Dr. Daniel Alvitez por su ayuda.

A mis amistades que me brindaron su apoyo.

A Danna por su apoyo incondicional.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	2
1.2. Antecedentes .....	3
1.3. Objetivos .....	9
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	9
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	10
1.4. Justificación .....	10
1.4.1. <i>Justificación teórica</i> .....	10
1.4.2. <i>Justificación práctica</i> .....	10
1.4.3. <i>Justificación social</i> .....	11
1.5. Hipótesis .....	11
II. MARCO TEÓRICO .....	12
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación .....	12
2.1.1. <i>Agentes hemostáticos</i> .....	13
2.1.2. <i>Sistemas adhesivos</i> .....	14
2.1.3. <i>Adhesivos dentales según la generación</i> .....	14
2.1.4. <i>Adhesivos dentales según la estrategia de adhesión</i> .....	18
2.1.5. <i>Resistencia al cizallamiento</i> .....	24
III. MÉTODO .....	26
3.1. Tipo de investigación.....	26
3.2. Ámbito temporal y espacial .....	26
3.3. Variables .....	26

3.3.1. <i>Variable dependiente</i> .....	26
3.3.2. <i>Variable independiente</i> .....	26
3.3.3. <i>Operacionalización de variables</i> .....	27
3.4. Población y muestra.....	28
3.4.1. <i>Población</i> .....	28
3.4.2. <i>Muestra</i> .....	28
3.4.3. <i>Criterios de selección</i> .....	29
3.5. Instrumentos.....	30
3.6. Procedimientos.....	30
3.6.1. <i>Selección y preparación de la muestra</i> .....	30
3.6.2. <i>Procedimiento de adhesión</i> .....	31
3.6.3. <i>Medición de la resistencia adhesiva</i> .....	33
3.7. Análisis de datos .....	33
3.8. Consideraciones éticas .....	34
IV. RESULTADOS .....	35
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	39
VI. CONCLUSIONES .....	43
VII. RECOMENDACIONES .....	44
VIII. REFERENCIAS.....	45
IX. ANEXOS .....	52
9.1. Anexo A .....	52
9.1.1. <i>Matriz de consistencia</i> .....	52
9.2. Anexo B .....	54
9.2.1. <i>Ficha de recolección de datos</i> .....	54
9.3. Anexo C .....	55

9.3.1. <i>Carta de presentación al laboratorio</i> .....	55
9.4. Anexo D .....	56
9.4.1. <i>Norma ISO 29022:2013</i> .....	56
9.5. Anexo E .....	58
9.5.1. <i>Resultados de resistencia al cizallamiento</i> .....	58
9.6. Anexo F .....	61
9.6.1. <i>Certificado de calibración</i> .....	61
9.7. Anexo G .....	63
9.7.1. <i>Imágenes de ejecución</i> .....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Resistencia al cizallamiento del adhesivo universal en modo autograbado Single Bond™ Universal (3M ESPE) con y sin agente hemostático.....	38
<b>Tabla 2.</b> Resistencia al cizallamiento del adhesivo de grabado total Adper™ Single Bond2 (3M ESPE) con y sin agente hemostático.....	38
<b>Tabla 3.</b> Comparación de la resistencia al cizallamiento del sistema adhesivo con y sin agente hemostático.....	40
<b>Tabla 4.</b> Comparación de la resistencia al cizallamiento con y sin agente hemostático del sistema adhesivo.....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Resistencia al cizallamiento del sistema adhesivo en modo autograbado y grabado total, con y sin agente hemostático.....	39
<b>Figura 2.</b> Comparación de la resistencia al cizallamiento del sistema adhesivo en modo autograbado y grabado total, con y sin agente hemostático.....	41

## RESUMEN

**Objetivo:** Comparar el efecto del agente hemostático en la resistencia al cizallamiento de resina compuesta adherida a dentina utilizando dos sistemas adhesivos, estudio in vitro.

**Método:** El estudio fue experimental in vitro, comparativo, prospectivo y transversal. Se tuvo un tamaño de muestra de 48, dividido en cuatro grupos de 12 muestras con resinas compuestas cilíndricas de 3mm x 2mm adheridas a dentina. La resistencia al cizallamiento se midió mediante la máquina de ensayo universal. Utilizando la prueba t de Student para muestras independientes para los grupos que cumplieron la distribución normal y la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para los grupos que no obtuvieron distribución normal.

**Resultados:** Las medias obtenidas fueron en modo autograbado sin hemostático  $14,07 \pm 1,53$ , con hemostático  $9,23 \pm 2,57$  y el grupo de grabado total sin hemostático  $14,07 \pm 2,78$ , con hemostático  $10,09 \pm 2,6$ . Donde no se observaron diferencias significativas en el modo autograbado sin y con uso del agente hemostático ( $p>0,05$ ). **Conclusiones:** Se encontró una mayor resistencia al cizallamiento en el grupo de grabado total sin agente hemostático. Teniendo en el primer lugar al adhesivo de grabado total Single Bond<sup>TM</sup>2 (3M ESPE) sin uso de hemostático y en el último lugar al adhesivo universal de autograbado Single Bond<sup>TM</sup> Universal (3M ESPE) frente al uso de hemostático. Destacando en los grupos de grabado total y sin agente hemostático obteniendo mejores valores de adhesión en dentina.

*Palabras clave:* resistencia al cizallamiento, agente hemostático, sistema adhesivo

## ABSTRACT

**Objective:** To compare the effect of hemostatic agent on the shear strength of composite resin bonded to dentin using two adhesive systems, in vitro study. **Method:** The study was experimental in vitro, comparative, prospective and cross-sectional. The sample size was 48, divided into four groups of 12 samples with 3mm x 2mm cylindrical composite resins adhered to dentin. Shear strength was measured using the universal testing machine. Using the Student t test for independent samples for groups that met the normal distribution and the nonparametric Mann-Whitney U test for groups that did not obtain a normal distribution. **Results:** The means obtained were in self-etch mode without hemostatic  $14.07 \pm 1.53$ , with hemostatic  $9.23 \pm 2.57$  and the total etching group without hemostatic  $14.07 \pm 2.78$ , with hemostatic  $10.09 \pm 2.6$ . Where no significant differences were observed in the self-etch mode without and with the use of the hemostatic agent ( $p > 0.05$ ). **Conclusions:** A greater shear resistance was found in the total etching group without hemostatic agent. Having in first place the total etch adhesive Single Bond™ 2 (3M ESPE) without the use of hemostatic and in last place the universal self-etch adhesive Single Bond™ Universal (3M ESPE) compared to the use of hemostatic. Standing out in the total etching groups and without hemostatic agent obtaining better adhesion values in dentin.

*Keywords:* shear strength, hemostatic agent, adhesive system

## I. INTRODUCCIÓN

La demanda de restauraciones del color del diente está aumentando en todo el mundo, el aislamiento apropiado determina el éxito y la durabilidad de las futuras restauraciones compuestas, siendo uno de los procesos más importantes. Además, para lograr la máxima durabilidad de las restauraciones compuestas, se debe prevenir siempre contaminar las superficies con sangre o fluido crevicular gingival, dado a que las superficies dentales con sangre o saliva disminuye la resistencia de la unión de la resina a la dentina en los sistemas adhesivos de autograbado y total (Hoorizad et al., 2019).

En el enfoque de odontología mínimamente invasiva, las restauraciones con resina compuesta se emplean ampliamente para reparar dientes fracturados o con caries. Esta técnica donde se utiliza el grabado ácido fue introducida con el objetivo de permitir la adhesión de la resina compuesta al tejido dentario a través de la retención micromecánica. Investigaciones recientes han demostrado que una buena adhesión entre el sustrato dentario y las restauraciones se logra por la combinación de una retención micromecánica y un enlace químico mediante monómeros funcionalizados que interactúan con la hidroxiapatita (Yoshida et al., 2000).

La adhesión óptima entre el material restaurador y los márgenes dentarios resulta crucial para la longevidad clínica. El éxito clínico de una adhesión duradera entre el sustrato dentario y los adhesivos dentales depende en gran medida de la técnica operatoria, por lo que se requiere una preparación meticulosa de la superficie dental, acondicionamiento adecuado y control del entorno durante su aplicación (Fan-Chiang et al., 2023; Elgezawi et al., 2022).

Las restauraciones con resina compuesta son especialmente sensibles a la contaminación por humedad. La hemorragia y la filtración de fluido crevicular gingival durante la aplicación del procedimiento adhesivo deben controlarse estrictamente, ya que pueden comprometer la resistencia de unión al tejido dentario (Taylor y Burns, 2024).

Para evitarlo, se recomienda utilizar el aislamiento absoluto con un dique de goma, mediante el cual mejora la visibilidad del campo operatorio y facilita el control de la humedad durante el tratamiento restaurador. Sin embargo, lograr un aislamiento óptimo que evite la contaminación con saliva, fluido crevicular o sangre representa un desafío clínico constante (Koppolu et al., 2012).

Además, la contaminación puede presentarse incluso después de la aplicación del adhesivo, en distintas situaciones clínicas. Frente a ello, el profesional debe optar por repetir todo el procedimiento adhesivo o aplicar técnicas de descontaminación, siendo esta última una opción más rápida y práctica (Van Schalkwyk et al., 2003).

No obstante, existe escasa evidencia científica sobre la efectividad de los diferentes tratamientos de descontaminación frente a la contaminación con el agente hemostático de cloruro de aluminio al 25% para evitar consecuencias negativas en las restauraciones adhesivas. Por lo cual, el presente estudio tiene como objetivo comparar el efecto del agente hemostático en la resistencia al cizallamiento de resina compuesta adherida a dentina utilizando dos sistemas adhesivos, estudio *in vitro*.

### **1.1. Descripción y formulación del problema**

Desde hace años, los agentes hemostáticos comúnmente conocidos como astringentes, se emplean en odontología con el objetivo de controlar el sangrado gingival y la filtración del fluido crevicular, permitiendo así al profesional obtener un campo operatorio limpio y seco. Esta condición es fundamental para lograr un procedimiento adhesivo exitoso, especialmente en técnicas restauradoras que requieren una superficie libre de humedad y contaminantes (Araújo et al., 2017; Saad et al., 2019).

Sin embargo, el uso de estos productos puede influir negativamente en la adhesión de los materiales restauradores a la dentina. Muchos estudios han evaluado la resistencia de unión de los agentes hemostáticos, encontrando resultados variables y, en su mayoría, desfavorables.

Se ha señalado que la contaminación dentinaria con estos agentes puede interferir con la adecuada infiltración de los monómeros del adhesivo sobre los túbulos dentinarios, dificultando su formación de la capa híbrida y, por ende, afectando la resistencia al cizallamiento del sistema adhesivo (Saad et al., 2019).

Dada esta problemática, y considerando la introducción de adhesivos universales que permiten su aplicación en dos modos diferentes de uso sea en modo autograbado o grabado total, se hace necesario evaluar si en el modo autograbado de aplicación y un adhesivo de grabado total puede influir en la efectividad adhesiva cuando existe contaminación por un agente hemostático. Esta información resulta relevante para optimizar los protocolos clínicos y asegurar una mayor longevidad de las restauraciones adhesivas. Por lo tanto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto del agente hemostático en la resistencia al cizallamiento de resina compuesta adherida a dentina utilizando dos sistemas adhesivos, *in vitro*?

## 1.2. Antecedentes

Abu-Nawareg et al. (2024) evaluaron en Arabia Saudita el efecto de los agentes hemostáticos y los protocolos de limpieza de dentina sobre la resistencia de adhesión al cizallamiento del composite de resina utilizando un adhesivo universal. Para esto incluyó 90 premolares, los cuales fueron seccionados para exponer las superficies coronales de dentina, que luego se agruparon en 3 grupos: grupo control, sin tratamiento hemostático ( $n=10$ ); un grupo tratado con Viscostat (20% sulfato férrico,  $n=40$ ); y un grupo tratado con Viscostat Clear (25% cloruro de aluminio,  $n=40$ ). Los grupos tratados con agentes hemostáticos fueron subdivididos en 4 subgrupos según el protocolo de limpieza: agua, ácido fosfórico, Katana Cleaner y abrasión con aire. Como resultado el análisis de dos vías (ANOVA) reveló que tanto el tipo de agente hemostático como el protocolo de limpieza, así como su interacción, tuvieron un efecto significativo sobre la resistencia adhesiva ( $p<0.0001$ ). Viscostat mostró una

resistencia adhesiva más baja ( $10 \pm 3.3$  MPa) en comparación con Viscostat Clear ( $16.2 \pm 5.5$  MPa). El grabado ácido ( $17.3 \pm 7.3$  MPa) produjo una mayor resistencia adhesiva en comparación con Katana Cleaner ( $12.6 \pm 4.7$  MPa), agua ( $12.1 \pm 4.8$  MPa) y abrasión con aire ( $10.8 \pm 2$  MPa). Concluyendo que los agentes hemostáticos pueden afectar negativamente la resistencia adhesiva de los adhesivos universales en la dentina, siendo el protocolo con ácido fosfórico el más eficaz para mantener dicha resistencia, mientras que Katana Cleaner y abrasión con aire demostraron resultados inferiores.

Alzahrani et al. (2024) evaluaron en Arabia Sudita el efecto de la contaminación de la dentina con agentes hemostáticos y técnicas de limpieza en la adhesión con cemento de resina autoadhesivo. Para ello incluyó 90 muestras de dentina, las cuales fueron divididas en un grupo control (sin contaminación) ( $n=10$ ), 4 grupos contaminados con 25% de cloruro de aluminio (Viscostat Clear) ( $n=40$ ), y 4 grupos contaminados con 20% de sulfato férrico (Viscostat) ( $n=40$ ). Los grupos contaminados fueron tratados con 4 limpiadores diferentes: agua, ácido fosfórico, clorhexidina y Katana Cleaner. Posteriormente, se unió cemento resinato autoadhesivo a las superficies tratadas. Las muestras fueron sometidas a 5000 ciclos térmicos de envejecimiento artificial y la resistencia adhesiva al corte se halló utilizando una máquina universal de pruebas. Como resultado el análisis de varianza de dos vías mostró que el tipo de contaminante no fue estadísticamente significativo ( $p=0.655$ ), mientras que el tipo de limpiador fue altamente significativo ( $p<0.001$ ), y la interacción entre contaminante y limpiador no fue significativa ( $p=0.51$ ). En la resistencia de enlace el principal factor que influyó fue el tipo de limpiador. El ácido fosfórico y la clorhexidina mostraron mejor rendimiento que el Katana Cleaner. Concluyendo que la limpieza de la superficie de dentina contaminada con ácido fosfórico y clorhexidina mostró mejores resultados que con Katana Cleaner.

Shetty et al. (2024) en India, tuvo como propósito la evaluación comparativa del efecto de dos protocolos de limpieza diferentes en la resistencia de adhesión de un adhesivo

autograbante a la dentina contaminada con un agente hemostático. Para ello se obtuvo 63 primeros premolares extraídos por razones terapéuticas se agruparon aleatoriamente en 3 grupos A, B y C de 21 muestras cada uno. Todas las muestras se contaminaron con gel hemostático de cloruro de aluminio al 25%. El grupo A se descontaminaron solo con agua pulverizada, el grupo B con agua pulverizada y clorhexidina (CHX) al 2% y el grupo C con agua pulverizada, clorhexidina al 2% y gel de EDTA al 10%. Todas las muestras se adhirieron con un adhesivo autograbante y resina compuesta. La resistencia de adhesión al microcizallamiento se evaluó mediante la Máquina Universal de Pruebas (UTM). Como resultado se observó una mejora significativa en la resistencia de adhesión al microcizallamiento en el Grupo B (Agua pulverizada y clorhexidina al 2%) en comparación con los grupos de control A y C. Concluyendo que la descontaminación de la dentina con agua pulverizada y una solución de clorhexidina al 2% mejoró significativamente la resistencia de adhesión de las restauraciones adhesivas autograbantes.

Kim et al. (2023) en Corea, investigó el efecto de un agente hemostático de cloruro de aluminio sobre la resistencia de unión al corte (SBS) de un adhesivo universal para dentina. Para esto se tuvo un total de 80 molares humanos extraídos fueron recortados en las superficies de dentina oclusal y divididos mesiodistalmente. Según la aplicación del agente hemostático, las muestras fueron asignadas aleatoriamente a los grupos de control (C) y agente hemostático (Traxodent; H). Cada grupo fue dividido en 4 subgrupos según el sistema adhesivo ( $n = 20$ ): Scotchbond Multi-Purpose (SBER), Clearfil SE Bond (CLSE), All-Bond Universal modo de grabado y enjuague (ALER) y All-Bond Universal modo de autograbado (ALSE). Se midió SBS para la mitad de las muestras a las 24 horas, y la otra mitad se termociclo en baños de agua (grupo T). Se examinaron las superficies de fractura para determinar el modo de falla. Se midió el SBS y los datos se analizaron utilizando un análisis de varianza de 1 vía, la prueba  $t$  de Student y la prueba de diferencia honestamente significativa de Tukey ( $p = 0,05$ ). Como

resultado no se observaron diferencias significativas en el SBS con el grupo C y H para ningún sistema adhesivo a las 24 horas. Tras el termociclado, se observó una diferencia estadísticamente significativa entre CT+ALSE y HT+ALSE ( $p < 0,05$ ). Al aplicar All-Bond Universal a dentina contaminada con agente hemostático, el SBS de H+ALSE fue significativamente menor que el de H+ALER ( $p < 0,05$ ). Los subgrupos SBER no mostraron diferencias significativas en el SBS, independientemente del tratamiento y el termociclado. Concluyendo que cuando la dentina expuesta se contaminó con un agente hemostático de cloruro de aluminio antes del tratamiento adhesivo para dentina, la aplicación de All-Bond Universal en modo de grabado y enjuague fue superior al modo de autograbado.

Arefi et al. (2022) evaluaron en Irán el efecto de los agentes hemostáticos en la resistencia de unión al cizallamiento de los ojales de ortodoncia adherido con adhesivos convencionales y autograbantes. Para ello se utilizaron 84 incisivos inferiores bovinos extraídos recientemente, que fueron divididos aleatoriamente en 7 grupos: TBXT, Sangre, SEP, VISCO + TBXT, VISCO + SEP, ASTX + TBXT y ASTX + SEP. El grupo de TBXT, los dientes bovinos fueron grabados con gel de ácido fosfórico, luego se aplicó el adhesivo Transbond XT y los ojales fueron adheridos con este mismo adhesivo. En el grupo Sangre, primero se realizó la contaminación con sangre, seguido del mismo procedimiento que el grupo TBXT. En los otros grupos, los dientes bovinos fueron grabados con gel de ácido fosfórico y, según su grupo de asignación, se aplicaron el adhesivo Transbond XT (en los grupos TBXT), GC-G Premio Bond (en los grupos SEP), el gel ViscoStat Clear (en los grupos VISCO) o Astringedent X (en los grupos ASTX). Se midió la RAC para cada grupo y se determinó el índice de remanente adhesivo (IRA). Teniendo como resultado la RAC media fue de 20.79 MPa en el grupo VISCO+SEP, 19.2 MPa en el grupo TBXT, 16.06 MPa en el grupo SEP, 15.43 MPa en el grupo VISCO+TBXT, 9.39 MPa en el grupo AST-X+TBXT y 1.62 MPa en el grupo Sangre. La RAC de los grupos ASTX+SEP, Sangre y TBXT+ASTX presentó

diferencias significativas con la RAC del grupo control ( $p < 0.05$ ). Concluyendo que debido al alto efecto coagulante de Astringedent X y la RAC aceptable de Astringedent X en combinación con GC-G Premio Bond, esta combinación puede ser recomendada para la exposición de dientes impactados que presenten un alto riesgo de contaminación por sangre.

Khamverdi et al. (2021) en Irán evaluaron el efecto de un agente hemostático en la resistencia de adhesión al cizallamiento de los adhesivos universales. Para ello se utilizaron 36 molares humanos extraídos en este estudio. Las superficies bucal y lingual se redujeron para obtener superficies de dentina planas y se pulieron con un papel de silicona. Según la aplicación del agente hemostático, las muestras fueron asignadas aleatoriamente en 3 grupos ( $n = 12$ ): grupo 1: sin contaminación (control), grupo 2: aplicación de cloruro de aluminio y grupo 3: aplicación de sulfato férrico. Cada grupo se dividió luego en dos subgrupos ( $n = 6$ ) para usar G-Premio y Single Bond Universal. Los cilindros de resina (Filtek Z550) se adhirieron a las superficies de dentina según las instrucciones del fabricante. Cada 1000 ciclos térmicos, se aplicó una carga de cizallamiento a las muestras utilizando una máquina de pruebas universal. Se analizaron estadísticamente mediante ANOVA de dos vías y la prueba post-hoc de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Teniendo como resultado diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos respecto a la resistencia de adhesión al cizallamiento, en los adhesivos G-Premio y Single Bond Universal ( $P < 0,05$ ). Al comparar los sistemas adhesivos entre ellos, G-Premio indica mayor resistencia de adhesión al cizallamiento que Single Bond Universal ( $P < 0,05$ ). Concluyendo que la contaminación con agentes hemostáticos obtuvo un efecto adverso en la resistencia de adhesión al cizallamiento de los adhesivos universales. Por otro lado, G-Premio presentó mayor resistencia de adhesión que Single Bond Universal.

Krishnan et al. (2020) en India evaluaron los efectos de los agentes hemostáticos sobre la resistencia de la unión. Para ello se extrajeron aproximadamente 100 premolares, asignados aleatoriamente en cuatro grupos de 25 muestras. En el grupo I se adhirió con Transbond, el

grupo II se adhirió con Transbond tras la contaminación con sangre, y los grupos III y IV se adhirieron con Transbond tras la contaminación con ácido tranexámico, y se midió la resistencia al cizallamiento. Los datos se compararon utilizando ANOVA de una vía y pruebas de Tukey (HSD). Teniendo como resultado que el Grupo I presentó la mayor resistencia de adhesión al cizallamiento (SBS), mientras que el Grupo II, donde los dientes estaban contaminados con sangre, presentó los menores valores de SBS. El ANOVA indicó diferencias significativas entre los cuatro grupos ( $p < 0,05$ ). La prueba de descompresión de Tukey (HSD) reveló que la contaminación con TA (Grupo III) presentó una SBS estadísticamente mayor que la contaminación con etamsilato (Grupo IV) ( $p < 0,05$ ). Concluyendo que dado que el ácido tranexámico y el etamsilato reducen el sangrado cuando se utilizan durante la cirugía, estos agentes hemostáticos pueden considerarse en situaciones de unión donde se anticipa contaminación de la sangre.

Saati et al. (2020) en Irán evaluaron el efecto de diferentes protocolos de limpieza en la resistencia de adhesión al cizallamiento (SBS) de un adhesivo de grabado y enjuague sobre dentina contaminada con agente hemostático de cloruro de aluminio. El tamaño de muestra usado fue un total de 96 premolares, se contaminaron con un agente hemostático (ViscoStat Clear) y luego se dividieron aleatoriamente en 7 grupos ( $n = 12$ ), teniendo un grupo como control. Cada grupo se sometieron a varios métodos de limpieza, como se indica a continuación: pulverización de agua, partículas de óxido de aluminio (27  $\mu$  de diámetro), una suspensión de piedra pómez con agua, acondicionador de dentina GC (GCDC), hipoclorito de sodio al 2% (SHC) y clorhexidina al 2% (CHX). Luego, se fabricaron cilindros de composite y se adhirieron a las superficies utilizando el agente adhesivo de grabado y enjuague Scotchbond Multi-Purpose. Después del termociclado (10 000 ciclos), se midió el SBS utilizando una máquina de pruebas universal. Se analizaron los datos utilizando un análisis de varianza (ANOVA) de una vía y la prueba Tukey HSD. Teniendo como resultado el SBS de

los grupos fue significativamente diferente ( $p = 0,036$ ). El SBS más alto se observó en los grupos CHX y SHC, y el SBS más bajo se relacionó con el grupo control y los grupos GCDC. La diferencia entre los demás grupos no fue significativa ( $p = 0,996$ ). Concluyendo que la CHX y SHC produjeron la mayor fuerza de adhesión entre las modalidades probadas para limpiar ViscoStat Clear de la superficie del diente.

Woo et al. (2021) en Corea, investigó el efecto de un agente hemostático que contiene cloruro de aluminio sobre la resistencia de unión al cizallamiento del cemento de ionómero de vidrio modificado con resina (RMGIC) a la dentina de los dientes primarios. Se tuvo como tamaño de muestra treinta y seis dientes temporales humanos extraídos, no cariados. Se cortaron y pulieron las superficies dentinarias. Fueron asignadas las muestras aleatoriamente en cuatro grupos: grupo I: RMGIC sin acondicionamiento; grupo II: ácido poliacrílico (PAA), RMGIC; grupo III: cloruro de aluminio, RMGIC; grupo IV: cloruro de aluminio, PAA, RMGIC. Todos los dientes se sometieron a termociclado entre 5,0 °C y 55,0 °C durante 5000 ciclos. Quince muestras de cada grupo se sometieron a una prueba de resistencia adhesiva al cizallamiento y tres muestras de cada grupo se inspeccionaron mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) y espectroscopia de rayos X de energía dispersiva. Como resultado se encontró que, la resistencia adhesiva al cizallamiento media de cada grupo fue la siguiente: 4,04MPa en el grupo I, 8,29MPa en el grupo II, 1,39MPa en el grupo III y 6,24MPa en el grupo IV. Las imágenes de SEM de los túbulos dentinarios mostraron exposición parcial en el grupo III y IV. En cuanto al grupo II, se observaron túbulos dentinarios completamente expuestos. Concluyendo que el cloruro de aluminio disminuyó la resistencia de unión al cizallamiento del RMGIC a la dentina, independientemente del acondicionamiento con PAA.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

- Comparar el efecto del agente hemostático en la resistencia al cizallamiento de resina compuesta adherida a dentina utilizando dos sistemas adhesivos.

### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Determinar la resistencia al cizallamiento del adhesivo universal en modo autograbado Single Bond™ Universal (3M ESPE) sin uso de hemostático.

- Determinar la resistencia al cizallamiento del adhesivo universal en modo autograbado Single Bond™ Universal (3M ESPE) frente al uso de hemostático.

- Determinar la resistencia al cizallamiento del adhesivo de grabado total Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE) sin uso de hemostático.

- Determinar la resistencia al cizallamiento del adhesivo de grabado total Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE) frente al uso de hemostático.

## **1.4. Justificación**

### ***1.4.1. Justificación teórica***

La adhesión dental es un componente crucial en la odontología moderna, ya que la resistencia entre el sustrato dental y los diversos materiales restauradores determinan la longevidad y el éxito de las restauraciones. El uso de adhesivos universales ha permitido mejorar la eficiencia y versatilidad en los procedimientos restaurativos. Sin embargo, la presencia de contaminantes como el flujo gingival y la sangre puede comprometer la calidad de la adhesión. Los agentes hemostáticos, utilizados comúnmente en odontología para controlar la hemorragia y mejorar la visibilidad durante los procedimientos, tienen un impacto potencial en la adhesión del material restaurador. En este contexto, la investigación sobre el efecto de los hemostáticos sobre la resistencia al cizallamiento de los adhesivos universales en modo autograbado y grabado total es relevante, ya que permite comprender mejor cómo estos sistemas adhesivos pueden influir en el éxito clínico de las futuras restauraciones.

### ***1.4.2. Justificación práctica***

Desde una perspectiva clínica, la comprensión del efecto de los hemostáticos sobre la resistencia al cizallamiento de los adhesivos es crucial para optimizar los resultados en procedimientos restaurativos. El uso de agentes hemostáticos es común en la práctica odontológica, especialmente cuando se enfrentan procedimientos con alta incidencia de sangrado o fluidos gingivales. Sin embargo, el impacto de estos productos sobre la adhesión no siempre ha sido claro, lo que genera incertidumbre en su uso. Este estudio puede proporcionar evidencia objetiva sobre cómo los diferentes sistemas de adhesivos responden al uso del agente hemostático, lo que ayudará a los profesionales a elegir el adhesivo más adecuado según el contexto clínico, minimizando el riesgo de fallas en los procedimientos odontológicos y mejorando la calidad de atención de los pacientes.

#### ***1.4.3. Justificación social***

A nivel social, el impacto de este estudio radica en mejorar el resultado clínico y en la satisfacción de los pacientes. Las restauraciones dentales exitosas no solo mejoran la salud bucal, sino también la calidad de vida, ya que las fallas en las restauraciones pueden generar complicaciones adicionales, aumentando los costos y la incomodidad para los pacientes. El conocimiento de cómo los agentes hemostáticos afectan la adhesión permitirá una mejor planificación de los procedimientos, reduciendo la probabilidad de complicaciones y la necesidad de tratamientos adicionales. Además, la mejora en las técnicas de adhesión contribuirá a una mayor eficiencia en la práctica odontológica, lo que puede resultar en un menor tiempo de tratamiento y en una atención más accesible para la población.

#### **1.5. Hipótesis**

Existe diferencia significativa del agente hemostático en la resistencia al cizallamiento de resina compuesta adherida a dentina utilizando dos sistemas adhesivos, estudio in vitro.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1. *Agentes hemostáticos*

Los agentes hemostáticos son muy empleados en situaciones clínicas donde existe un riesgo de contaminación sanguínea. Estos agentes se aplican sobre el tejido gingival sangrante antes de la restauración de la cavidad, permitiendo la coagulación y la deposición de proteínas en el área tratada. Se ha demostrado que los agentes hemostáticos son efectivos para controlar el sangrado en diversos procedimientos dentales (Harnirattisai et al., 2009).

Existen dos tipos principales de agentes hemostáticos: los astringentes (agentes coagulantes) y los vasoconstrictores (agentes adrenérgicos). Los primeros actúan provocando la coagulación del plasma sanguíneo, mientras que los segundos inducen la vasoconstricción de los vasos sanguíneos, reduciendo de esta manera el flujo sanguíneo en la zona afectada. Ambos tipos son cruciales en la práctica dental para manejar el sangrado y la inflamación de los tejidos blandos (Nowakowska et al., 2012).

Los agentes hemostáticos son ácidos, con un pH que varía entre 0,7 y 3. Esta acidez puede afectar las superficies dentales, eliminando la capa de barrillo dentinario y provocando ciertos grados de desmineralización. En aplicaciones prolongadas, estos agentes pueden incluso eliminar la dentina peritubular, lo que podría comprometer la integridad de la estructura dental subyacente (Harnirattisai et al., 2009).

Entre los agentes hemostáticos disponibles en el mercado, el cloruro de aluminio es uno de los más utilizados, con concentraciones que varían entre el 5% y el 25%. Este agente tiene efectos sistémicos insignificantes y es eficaz en la inducción de vasoconstricción. Otro agente común es el sulfato de hierro, que también actúa como vasoconstrictor y anticoagulante, con concentraciones de entre el 15% y el 20%. Ambos agentes han sido estudiados por su eficacia

y seguridad en diferentes procedimientos endodónticos y quirúrgicos (Vickers et al., 2002; Azargoona et al., 2011).

El predominio de los astringentes en la actualidad ha sido demostrado por varios autores, quienes indican que el cloruro de aluminio y el sulfato férrico son los agentes hemostáticos más empleados. Su mecanismo de acción del cloruro de aluminio ( $AlCl_3$ ) para detener el sangrado es astringente, ya que actúa mediante la precipitación de proteínas. Su propiedad ácida provoca una reacción con las proteínas sanguíneas, creando una barrera mediante las proteínas coaguladas de los vasos sanguíneos, que impide la salida de sangre (Maischberger et al., 2019).

Además de aplicar un dique de goma para aislar el campo operatorio, colocar un cordón de retracción con un agente hemostático es otro método preferido para controlar la humedad y la contaminación sanguínea. El agente hemostático más utilizado es el cloruro de aluminio ( $AlCl_3$ ), en concentraciones entre el 20% y el 25%. El sulfato férrico ( $Fe_2(SO_4)_3$ ) también se utiliza para lograr la hemostasia. Sin embargo, la desventaja del sulfato férrico es que puede causar manchas en el tejido gingival durante varios días (Noppawong et al., 2022).

Una técnica común para controlar el sangrado durante la restauración dental es el uso de agentes hemostáticos. Estos agentes son hidrófilos y ácidos. Su acción implica la desmineralización de la dentina y eliminación del barrillo dentinario (Hoorizad et al., 2019).

El sulfato férrico es uno de los agentes hemostáticos más utilizados. Su aplicación puede causar cambios en la morfología y las propiedades de la dentina y el barrillo dentinario, lo que puede afectar la calidad de la restauración a largo plazo (Hoorizad et al., 2019).

Existe controversia en la resistencia de la unión entre la resina compuesta y la superficie de la dentina sobre los efectos de los agentes hemostáticos. Sin embargo, en la gran mayoría los estudios sobre este tema han señalado sus efectos negativos en la resistencia de la unión, lo que podría comprometer la durabilidad de las restauraciones (Hoorizad et al., 2019).

### **2.1.2. Sistemas adhesivos**

Los sistemas adhesivos se utilizan para lograr la adhesión a las estructuras dentales. El uso de materiales restauradores junto con la técnica adhesiva se ha vuelto habitual en la práctica odontológica actual, especialmente porque los profesionales los prefieren por sus ventajas, como la estética, las mejores propiedades adhesivas y la conservación de la estructura dental (Cuevas-Suárez et al., 2019).

Los sistemas adhesivos están formados por monómeros que contienen tanto grupos hidrófilos como hidrófobos. Los grupos hidrófilos favorecen la humectabilidad de los tejidos duros dentales, mientras que los grupos hidrofóbicos facilitan la copolimerización y la interacción con los materiales a restaurar (Sofan et al., 2017).

Los sistemas adhesivos para una mejor comprensión y entendimiento se van a clasificar en dos grupos: Según las generaciones o según su estrategia de adhesión.

### **2.1.3. Adhesivos dentales según la generación**

El concepto de generación se utilizó debido a la variedad de clasificaciones y a la complejidad de los agentes adhesivos cuándo y en qué orden este tipo de adhesivo fue desarrollado por la industria dental. Se desarrolló en el año 1955 con el investigador Buonocore, quien descubrió los beneficios del grabado ácido. Con los avances tecnológicos, han cambiado los adhesivos dentales desde sistemas sin uso del grabado hasta sistemas de grabado total (4.<sup>a</sup>y 5.<sup>a</sup> generación) y autograbado (6.<sup>a</sup>, 7.<sup>a</sup> y 8.<sup>a</sup> generación) (Sofan et al., 2017).

Se emplea principalmente en el ámbito dental para destacar las últimas tendencias. Sin embargo, la nomenclatura empleada para clasificar los adhesivos dentales resulta confusa. Los primeros adhesivos que empleaban ácido fosfórico como grabador sobre el esmalte y la dentina se conocen como de cuarta generación. No es muy informativa esta clasificación, especialmente si se toma en cuenta que no considera algunos componentes ausentes del adhesivo dental, como el ácido grabador, el primer y la resina (Perdigão, 2020).

**2.1.3.1. Cuarta generación.** En el año de 1980 y 1990, se introdujeron los agentes adhesivos de dentina de cuarta generación. En esta generación, todavía se considera el estándar de oro en la adhesión de la dentina, debido a que fueron los primeros que lograron la eliminación total de la capa de barrillo dentinario. Generalmente se envasan en frascos diferentes y se aplican secuencialmente los tres componentes principales que son el grabador, imprimador y adhesivo. Al aplicar la técnica de grabado total, donde se graba seguidamente con el ácido fosfórico ( $H_3PO_3$ ) durante un tiempo de 15 a 20 s la dentina y el esmalte dental. Sin embargo, para evitar el colapso del colágeno la superficie dental debe dejarse húmeda "adherencia húmeda". El uso de una solución de primer hidrofílica logra infiltrar la red de fibras de colágeno expuesta, formando la capa híbrida que está compuesta por la capa superficial infiltrada con resina sobre la dentina y el esmalte. El objetivo de la hibridación ideal es lograr formar un sellado de la dentina y altas resistencias de adhesión. El rango bajo a medio de adhesión para estos adhesivos es de 20 MPa de resistencia y reducían significativamente la fuga de márgenes en comparación con los sistemas anteriores (Sofan et al., 2017).

En esta generación se tiene la técnica de grabado total y la eliminación del barrillo dentinario. Sus inicios se dieron en los años noventa, revolucionando la odontología en varios aspectos. Asimismo, obtuvo gran acogida esta generación puesto que disminuyó la sensibilidad posoperatoria y mejoró la fuerza de adhesión; asimismo, cambió por resina a la hidroxiapatita y el agua de la superficie dentinaria, lo que mejora la adhesión (Chacón et al., 2023).

**2.1.3.2. Quinta generación.** En los años 1990 y en la década en curso, la quinta generación buscó reducir el procedimiento de adhesión de cuarta generación al reducir los pasos al proceso, lo que resulta en un tiempo de trabajo reducido. Estos sistemas se caracterizan por ser de "un paso" o "una botella". También se necesita reducir o incluso eliminar por completo la sensibilidad postoperatoria y evitar el colapso de las fibras de colágeno de la dentina desmineralizada. La forma más habitual de simplificar es el "sistema de una botella",

el cual están unidos el primer y el adhesivo dentro de la misma solución para aplicarse sobre la superficie del esmalte y la dentina seguidamente con el ácido fosfórico en concentraciones del 35% al 37% durante un tiempo de 15 a 20 segundos. El adhesivo de grabado y enjuague de un solo frasco logra una unión mecánica similar con la dentina grabada, por medio de la formación de etiquetas de resina, capas híbridas y ramas laterales adhesivas. Además, proporciona altos valores de resistencia de adhesión con la dentina y un buen sellado marginal en el esmalte (Sofan et al., 2017).

Con el propósito de lograr una adhesión química y simplificar los pasos, esta generación de adhesivos desarrolla una técnica para mejorar la adhesión y disminuir la sensibilidad. En su mayoría, estos sistemas integran en su técnica el acondicionamiento tanto en dentina como en esmalte. Esta generación es considerada como una de las mejores, ya que permite una adhesión fácil no solo en estructuras dentales como el esmalte y la dentina, sino en materiales como la cerámica y el metal. Además, por su presentación todo en uno, o sea en una sola botella; el componente de la botella no necesita realizar ninguna mezcla, lo que implica reducir el error, y es una opción adecuada para cualquier tipo de tratamiento odontológico (Chacón et al., 2023).

**2.1.3.3. Sexta generación.** Los adhesivos de sexta generación, introducidos a finales de los años 90 y a inicios de los 2000, también llamados como “primers de autograbado”, marcaron un cambio significativo en la tecnología de los adhesivos. La sexta generación buscó eliminar el paso separado de grabado o integrarlo químicamente dentro de uno de los otros pasos del procedimiento, uniendo el primer de autograbado más el adhesivo siendo este el primer ácido aplicado primero al diente seguido del adhesivo o adhesivo de autograbado siendo dos frascos o dosis unitarias que contienen primer ácido y adhesivo por separado que se mezclan una gota de cada líquido y se aplica sobre el diente. En este paso se aconseja mezclar los componentes seguidamente antes de su uso. Luego, se aplica la mezcla de componentes de resina hidrófila e hidrófoba al sustrato del diente. Una de las características más destacadas de

estos sistemas es permitir una buena adhesión tanto en el esmalte como en la dentina mediante una única solución. Su principal ventaja de esta generación es que su rendimiento parece mostrarse menos afectado del estado de hidratación de la dentina que de los sistemas de grabado total (Sofan et al., 2017).

Esta generación de adhesivos evita el uso de grabado con ácido, ya que su técnica incorpora un imprimador de tipo autograbable combinado con adhesivo e imprimador. Entre sus componentes principales destaca el acondicionador de la dentina y el proceso ácido en dentina ocurre de forma autolimitada, y el proceso del grabado se une a la interfase dental restaurativa de forma permanente. Es importante señalar que, pese a esta situación, la adhesión en dentina permanece en boca y ofrece buenos resultados. No obstante, en la superficie del esmalte existen ciertas interrogantes acerca de la adhesión sin previo grabado y preparación (Chacón et al., 2023).

**2.1.3.4. Séptima generación.** Los adhesivos dentales de séptima generación comenzaron a usarse a finales de 1999 y principios de 2005. Esta generación conocida como sistema de autograbado de un solo frasco representa la última simplificación de estos sistemas adhesivos. En este tipo de sistemas, todos los componentes necesarios se encuentran unidos en un solo frasco. Esto reduce grandemente el protocolo de unión, pues se afirmaba que se podían obtener resistencias de unión más estables, además de reducir los errores humanos que podía ocurrir cuando el odontólogo o el asistente dental debían mezclar los componentes separados. A pesar de ello, unir y colocar todos los componentes adhesivos en un solo frasco y mantenerla estable durante un largo periodo es un reto significativo de esta generación que son “todo en uno”. Los resultados clínicos y científicos sobre estos adhesivos manifiestan que son hidrófilos y se deterioran rápidamente. Sin embargo, el grabador debe ser ácida puesto que está involucrado en este líquido que reacciona adversamente con estos sistemas iniciadores (Sofan et al., 2017).

En esta generación se le identifica con el nombre de “todo en uno” y caracterizada principalmente por ser autograbante, encontrándose de una sola botella. Asimismo, los componentes presentes en esta generación son apta para autograbado, adhesión autocondicionante y sin provocar una sensibilidad posoperatoria (Chacón et al., 2023).

**2.1.3.5. Octava generación.** En esta generación el año 2010, Voco America introdujo al mercado Voco Futurabond DC como un adhesivo de octava generación con componentes de rellenos de tamaño nanométrico. Esta generación agrega nanorrellenos con un tamaño de partícula promedio de 12 nm incrementará el espesor de la capa híbrida y la penetración de los monómeros de resina, por ende, mejorará las propiedades mecánicas de los adhesivos. Estos nanoagentes son soluciones de nanorellenos que aumentan la resistencia al unirse entre el esmalte y la dentina, aborviendo tensiones con una mejor vida útil. Estos agentes adhesivos llenos aumentaron la resistencia de unión in vitro. Esta generación nueva de autograbado se puede utilizar sencillamente en el esmalte grabado luego de contaminarse con la saliva o la humedad por contener monómeros hidrófilos (Sofan et al., 2017).

Esta generación contiene en su composición un relleno nanométrico de monómero hidrófilo ácido, de gran utilidad en los tratamientos de restauraciones tanto directas e indirectas, que se pueden utilizar en las superficies de la dentina como del esmalte, frente a la contaminación de la humedad o fluidos, y se puede utilizar en su modo de autograbado y en el modo de grabado total (Chacon et al., 2023).

#### ***2.1.4. Adhesivos dentales según la estrategia de adhesión***

Esta forma de clasificar es más sencilla de comprender para los odontólogos clínicos en comparación con la clasificación por generación, debido a que los adhesivos se unen según su interacción con la estructura dental, en especial con la forma como interactúa con la capa de barrillo dentinario. Asimismo, proporciona una información útil con respecto a los diferentes pasos utilizados en el procedimiento adhesivo. Los adhesivos que requieren un paso de grabado

con ácido fosfórico se conocen como adhesivos de grabado y enjuague (ER). Ya que disuelve y elimina la capa de barrillo dentinario y los tapones de barrillo dentinario. Los adhesivos que no utilizan un paso de grabado separado se conocen como adhesivos de autograbado (SE), dado que no elimina la capa de barrillo dentinario, sino que se incorporan a la interfaz adhesiva. Finalmente, los materiales autoadhesivos (SA) (adhesivo dental y material todo en uno del componente restaurador), representan otra estrategia para la adhesión a la estructura dental, como resinas compuestas o materiales basados en GIC. Estos últimos suelen emplear un acondicionador de dentina de ácido polialquenoico (a menudo poliacrílico) separado que se enjuaga tras su aplicación (Perdigão, 2023).

Para comprender la formación de la capa híbrida utilizando la técnica de grabado total y la técnica de autograbado, es esencial entender los componentes que componen los sistemas de unión, los cuales incluyen tres elementos principales:

#### **2.1.4.1. Elementos principales.** Los componentes son.

**A. Grabador.** En la técnica de grabado total, el grabador utilizado es ácido fosfórico se utiliza en una concentración que varía entre el 30 % y 40 %. En su gran mayoría los geles de ácido fosfórico están compuestos por micropartículas de sílice, no obstante, algunos pueden contener otros componentes como la goma xantana. Este ácido prepara el esmalte y la dentina para recibir el primer, creando microporosidades de hasta 7,5 micras en la superficie dental, lo que facilita la formación de la etiqueta de resina. Este proceso es crucial para la adhesión micromecánica de la resina a la estructura dental. En los sistemas de autograbado, el grabador suele ser un monómero ácido que también cumple la función de imprimador, eliminando la necesidad de un paso de grabado separado (Sofan et al., 2017; Perdigão, 2023).

**B. Primer.** El primer compuesto por monómeros de resina es una solución hidrófila, con disolventes orgánicos como alcohol o acetona, agua y estabilizadores. Los que aumentan la humectabilidad dentro de la superficie de la dentina es el grupo hidrófilo. Esta propiedad

permite que el primer se infiltre profundamente en la dentina, facilitando la formación de la capa híbrida que mejora la adhesión entre la dentina y la resina restauradora. En los sistemas adhesivos de autograbado, el primer generalmente incluye monómeros ácidos, lo que elimina la necesidad de un paso adicional de grabado ácido y favorece la penetración directa en la dentina, mejorando la resistencia de adhesión resultante (Sofan et al., 2017; Perdigão, 2023).

**C. Resina de adhesión (o agente adhesivo dentinario).** La resina de adhesión viene a ser una resina hidrófoba de baja viscosidad y sin disolventes que se aplica sobre el primer y posteriormente se fotopolimeriza. Estos grupos hidrófobos de la resina interactúan y copolimerizan con los materiales a restaurar, por lo que aumenta su estabilidad y durabilidad de la adhesión a la dentina, sellando la interfaz adherida contra la nanofiltración. Esta resina actúa como un enlace entre la imprimación de la resina hidrofilica y la resina compuesta hidrofóbica, promoviendo una unión duradera entre el esmalte o la dentina y el material restaurador de resina compuesta o cemento de resina. Un curado adecuado es esencial para lograr una buena retención y sellado. Los agentes adhesivos de séptima generación utilizan imprimación-adhesivos que incluyen monómeros ácidos, lo que facilita la adhesión sin la necesidad de grabado ácido adicional (Sofan et al., 2017; Perdigão, 2023).

**2.1.4.2. Adhesivos de grabado y enjuague.** Los primeros adhesivos de grabado y enjuague fueron sistemas adhesivos de tres pasos. Estos incluyen un grabador ácido, generalmente ácido fosfórico, que se aplica simultáneamente al esmalte y a la dentina para eliminar la capa de barrillo dentinario y desmineralizar el sustrato. Aunque se ha probado el ácido maleico, nítrico y oxálico, no han demostrado la misma eficacia que el ácido fosfórico. Posteriormente, se aplica un imprimador seguido de una resina compuesta de unión hidrofóbica que infiltra la superficie de la dentina desmineralizada para la formación de una capa híbrida compuesta de fibras de colágeno y resina compuesta, favoreciendo una adhesión micromecánica duradera (Perdigão, 2023).

La estrategia de grabado y enjuague implica la aplicación previa de ácido fosfórico, el cual genera en el esmalte profundas fosas de grabado en el sustrato rico en hidroxiapatita y, en la dentina, desmineraliza unos pocos micrómetros de espesor, dejando expuesta una red de colágeno desprovista de hidroxiapatita. Esta estrategia permite una adhesión micromecánica eficaz y se presenta en dos modalidades: en tres pasos, que incluyen grabado ácido, imprimación y adhesivo; o en dos pasos, en los que la imprimación y el adhesivo están combinados en un solo material (Rosa et al., 2015).

**2.1.4.3. Adhesivos autograbantes.** La mayor ventaja de los adhesivos de autograbado es considerados más sencillos de utilizar en comparación con los sistemas adhesivos de grabado y enjuague, debido a que requieren menos tiempo para su aplicación. Sin embargo, presentan una limitación importante relacionada con su escasa capacidad para grabar el esmalte de manera efectiva, dado que genera una superficie de grabado poco profundo y mal definido. Esta limitación puede ocasionar desprendimientos en los márgenes de la restauración, lo cual favorece la aparición de decoloración marginal. Cabe resaltar que la efectividad del grabado sobre el esmalte depende de la acidez del adhesivo, así como del tiempo y modo de aplicación. Una alternativa para mejorar la adhesión al esmalte es aplicar ácido fosfórico exclusivamente sobre este tejido, preservando la dentina sin grabar, lo que se conoce hoy en día como técnica de grabado selectivo del esmalte (Perdigão, 2023).

Por lo tanto, los adhesivos autograbadores pueden presentarse en dos pasos o en un solo paso, dependiendo de cómo el fabricante combine el monómero ácido y la resina adhesiva. Esta integración ha permitido simplificar la técnica adhesiva, al reducir los procedimientos a un sistema de aplicación única que incorpora en un solo material el grabador, el imprimador y la resina de unión. Están compuestos estos adhesivos por una mezcla de monómeros hidrófilos e hidrófobos, iniciadores de polimerización, disolventes, estabilizadores y partículas de relleno. Asimismo, contienen moléculas monoméricas con grupos funcionales ácidos como carboxilato

o fosfato, que actúan de manera simultánea como agentes acondicionadores, al desmineralizar superficialmente los tejidos dentales, y como imprimadores, al permitir la infiltración de la resina en la dentina (Rosa et al., 2015).

Los adhesivos autograbadores representan uno de los avances más recientes en la odontología adhesiva, incluyendo a los sistemas correspondientes a la sexta, séptima y octava generación. A diferencia de las generaciones anteriores, como la cuarta y la quinta, que empleaban la estrategia de grabado y enjuague, los sistemas autograbadores integraron los componentes grabadores dentro de la solución de imprimación o de la resina adhesiva. Esta innovación dio lugar al desarrollo de imprimadores ácidos y adhesivos conocidos como todo en uno, permitiendo una simplificación del protocolo clínico sin comprometer la efectividad de la unión (Fehrenbach et al., 2021).

Aunque los sistemas adhesivos autograbadores se consideran de aplicación sencilla, presentan una limitación importante relacionada con su incapacidad para grabar eficazmente el esmalte, dado que el patrón de grabado que producen suele ser superficial. Esta deficiencia puede dar lugar a la aparición de decoloraciones marginales y al desprendimiento en los márgenes de las restauraciones. Para contrarrestar esta limitación, se ha propuesto la técnica de grabado selectivo del esmalte, que radica en la aplicación de ácido fosfórico en concentraciones entre el 30 % y el 50 %, durante menos de quince segundos, exclusivamente sobre el esmalte, previo a la colocación del adhesivo autograbador. Es importante destacar que esta técnica difiere del enfoque tradicional utilizado en los sistemas adhesivos que emplean grabado y enjuague, por lo que se recomienda evitar el grabado de la dentina durante este procedimiento (Arandi, 2023).

**2.1.4.4. Adhesivos universales.** En la búsqueda de mejorar las propiedades adhesivas y la facilidad de uso clínica, se ha desarrollado un tipo de adhesivo denominado adhesivo universal, el cual destaca por ser menos sensible a la técnica operatoria, de manipulación más

sencilla y mayor versatilidad en su aplicación. Este tipo de adhesivo puede emplearse tanto bajo el enfoque de grabado y enjuague como con la técnica de autograbado. Su composición es comparable con los adhesivos autograbadores contemporáneos de un solo paso. Con la expiración de la patente del monómero funcional 10-metacriloiloxidecil dihidrógeno fosfato (10-MDP), la mayoría de fabricantes lo han incorporado en sus fórmulas. Sin embargo, existen excepciones como OptiBond Universal (Kerr; Orange, California, Estados Unidos), que en su lugar utiliza dimetacrilato de fosfato de glicerol (GPDM) como monómero funcional (Noppawong et al., 2022).

En el año 2011 se introdujo nuevos adhesivos dentales conocidos como adhesivos universales, presentados en un solo envase. Estos adhesivos han ganado gran popularidad en odontología restauradora debido a su versatilidad y facilidad de uso. Están indicados para una amplia variedad de procedimientos clínicos, como restauraciones directas con resina compuesta, restauraciones indirectas, imprimadores para estructuras de zirconio y como agentes de acoplamiento para cerámicas con matriz vítreo, dado que algunos productos contienen silano en su formulación. Su aplicación puede realizarse empleando la técnica de grabado y enjuague o la técnica de autograbado, según lo exija las distintas condiciones clínicas de los pacientes (Perdigão, 2020).

Los adhesivos universales se caracterizan por ser más fáciles de aplicar, menos sensibles a las variaciones técnicas operatorias y, al ser utilizados en el modo de autograbado, pueden resultar en una menor sensibilidad postoperatoria. A pesar de la eficacia clínica demostrada de los adhesivos universales, su rendimiento adhesivo al esmalte presenta desafíos debido al alto contenido mineral de este sustrato. Por ello, se recomienda el pregrabado con ácido fosfórico previo a la aplicación del adhesivo para optimizar la unión entre la resina y el esmalte (Foly et al., 2025).

Estos nuevos adhesivos universales no deben confundirse con los sistemas de autograbado que son de un solo paso en envase único o "todo en uno". Estos adhesivos poseen composiciones químicas únicas, que incluyen monómeros de carboxilato o fosfato. El monómero más comúnmente utilizado en estos sistemas es el fosfato de 10-metacriloiloxidecil dihidrógeno (10-MDP), aunque también se puede encontrar otros monómeros funcionales en su formulación (Arandi, 2023).

#### ***2.1.5. Resistencia al cizallamiento***

La resistencia al cizallamiento es un parámetro clave en la evaluación del desempeño de todos los materiales adhesivos en la odontología. Aquella prueba de resistencia de unión por cizallamiento es ampliamente utilizada debido a la simplicidad de su procedimiento y la facilidad de preparación de las muestras. Además, su protocolo de prueba es relativamente sencillo y presenta una menor incidencia de fallas previas a la prueba en comparación con otros métodos. No obstante, se han reportado preocupaciones sobre la consistencia de los valores obtenidos, ya que en algunos casos se han observado fallas cohesivas dentro del mismo sustrato dental o del material restaurador antes de la falla adhesiva que ocurre en la interfaz (Odthon et al., 2015; El-Mourad, 2018).

Los estudios que emplean análisis de elementos finitos han demostrado que las pruebas de resistencia de unión por cizallamiento convencionales generan patrones de tensión no uniformes y heterogéneos. Estas limitaciones han llevado al desarrollo de pruebas de microcizallamiento, en las cuales se utilizan áreas de unión más pequeñas, inferiores a 1 mm<sup>2</sup>. Se ha observado que la reducción del área de unión favorece una mayor resistencia adhesiva y una mayor incidencia de fallas adhesivas en comparación con las pruebas de macrocizallamiento (Soares et al., 2008; Braga et al., 2010).

Los métodos tradicionales de prueba de cizallamiento han utilizado distintos dispositivos de carga. El método del cincel con borde de cuchillo ha sido el estándar propuesto

por las normas ISO, pero presenta desventajas debido a la concentración de tensiones en un punto específico de la interfaz adhesiva, lo que puede subestimar los valores de resistencia. Por otro lado, los métodos de carga con bucle de alambre han sido empleados para despegar la muestra en las pruebas de resistencia de unión por cizallamiento, ofreciendo una alternativa con una distribución de tensiones más uniforme (Campos et al., 2018; Cheetham et al., 2013).

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

Experimental in vitro, comparativo, prospectivo, transversal.

#### 3.2. Ámbito temporal y espacial

El presente estudio de resistencia al cizallamiento se llevó a cabo en el Laboratorio de ensayos mecánicos HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C., durante el mes de julio de presente año 2025, el cual posee la certificación NTP-ISO/IEC 17025:2017.

#### 3.3. Variables

##### 3.3.1. *Variable dependiente*

- Resistencia al cizallamiento

##### 3.3.2. *Variable independiente*

- Exposición a agente hemostático

-Tipo de sistema adhesivo

### 3.3.3. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	INDICADORES	ESCALA	VALOR / CATEGORIA
Resistencia al cizallamiento	<p>Es la fuerza máxima que un material puede resistir antes de ser despegado o fracturado bajo una fuerza de cizallamiento.</p> <p>Medida en un ensayo de laboratorio.</p>	Fuerza máxima de cizallamiento medida en N.	Cuantitativa continua	Valores en Newtons (N)
Exposición a agente hemostático	<p>Aplicación de un agente hemostático sobre la superficie del material restaurador antes de la prueba de resistencia al cizallamiento.</p>	<p>Tipo de agente hemostático utilizado (sin hemostático, con hemostático).</p>	Cualitativa nominal	<p>1 = Con agente hemostático</p> <p>2 = Sin agente hemostático</p>

Sistema adhesivo	El sistema adhesivo utilizado para la adhesión del material restaurador. En este estudio se utilizarán dos tipos de sistemas adhesivos.	Tipo de sistema adhesivo utilizado.	Cualitativa nominal	1 = Adhesivo autograbante (Single Bond Universal) 2 = Adhesivo de grabado total (Single Bond 2)
------------------	---	-------------------------------------	---------------------	--

### 3.4. Población y muestra

#### 3.4.1. Población

La población de estudio estuvo conformada por todos los especímenes de incisivos mandibulares de bovino que fueron sometidos a pruebas de resistencia al cizallamiento en estudios experimentales in vitro.

#### 3.4.2. Muestra

El tamaño de la muestra estuvo constituido por 48 incisivos mandibulares de bovino, siguiendo las directrices de la norma ISO 29022:2013 que define como mínimo 10 muestras por grupo y usando la fórmula para comparar dos medias se obtuvo el tamaño de muestra por grupo. Las muestras fueron distribuidas en cuatro grupos con 12 muestras por grupo para su confiabilidad.

Grupo A: 12 muestras con adhesivo universal en modo autograbado Single Bond™ Universal (3M ESPE) sin uso de hemostático.

Grupo B: 12 muestras con adhesivo universal en modo autograbado Single Bond™ Universal (3M ESPE) con uso de hemostático.

Grupo C: 12 muestras con adhesivo de grabado total Adper<sup>TM</sup> Single Bond 2 (3M ESPE) sin uso de hemostático.

Grupo D: 12 muestras con adhesivo de grabado total Adper<sup>TM</sup> Single Bond 2 (3M ESPE) con uso de hemostático.

Para hallar el tamaño de muestra como mínimo en cada grupo se usó la siguiente fórmula para comparar dos medias con Za al 95% confianza y Zb al 80% de potencia.

$$\text{Formula: } N = [2(Za + Zb)^2 \times S^2] / [d]^2$$

$$\text{Reemplazando: } [2(1.96 + 0.84)^2 \times (4.16)^2] / [6.2]^2$$

$$\text{Resultado: } N = 7,06 = 8$$

Donde:

N = muestras como mínimo en cada grupo.

Za = 1,96. Valor de significancia al 0.05

Zb = 0,84. Valor de la potencia esperada al 80%

S = 4,16Mpa. Desviación standard del grupo control, sacado del artículo de Abu-Nawareg et al. (2024), antecedente directo.

d = 6,2. Mpa Diferencia de medias, sacado del artículo de Abu-Nawareg et al. (2024), antecedente directo.

### 3.4.3. *Criterios de selección*

#### 3.4.3.1. *Criterios de inclusión.* Se incluye los siguientes criterios.

- Especímenes de incisivos mandibulares de bovinos que no presenten defectos evidentes o imperfecciones visibles (por ejemplo, fracturas previas, deformaciones) que puedan afectar los resultados de las pruebas.
- Especímenes de incisivos mandibulares con una corona clínica mayor a 15mm.

- Especímenes de incisivos mandibulares recientemente extraídos que hayan sido almacenados y manipulados bajo condiciones controladas, como las que se especifican en el protocolo experimental.

#### **3.4.3.2. Criterios de exclusión.** Se excluye los siguientes criterios.

- Especímenes de incisivos mandibulares de bovinos con caries.
- Especímenes de incisivos mandibulares de bovinos que tengan más de 6 meses de antigüedad.
- Especímenes de incisivos mandibulares de bovinos que hayan estado en contacto con materiales o condiciones fuera de las especificadas en el protocolo experimental, como exposición a temperaturas o soluciones no controladas.
- Especímenes de incisivos mandibulares de bovinos que hayan sufrido algún tipo de alteración o daño durante el proceso de preparación que afecte la integridad del material.

### **3.5. Instrumentos**

- Máquina de ensayo universal LG CMT-5L® (Serie 7419), Korea (Anexo F).
- Pie de Rey digital Mitutoyo® -200 mm (Serie B23082834), Japón (Anexo F).
- Ficha de recolección de datos (Anexo B).

### **3.6. Procedimientos**

El procedimiento se inició mediante una carta de presentación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal al Laboratorio de ensayos mecánicos de HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.

#### ***3.6.1. Selección y preparación de la muestra***

Se utilizó dientes bovinos obtenidos de un matadero autorizado, los dientes fueron seleccionados bajo criterios de inclusión, descartando aquellos con fisuras visibles, caries extensas o defectos estructurales. Los dientes para una limpieza meticulosa de tejido blando se usó un mango de bisturí #3 y bisturí #15. Se procedió posteriormente, al corte de la raíz a 10mm

debajo de la unión amelocementaria con un micromotor eléctrico tipo Marathon utilizando un disco de diamante (C01/240 0,25mm) bajo irrigación constante con agua, fueron limpiados y cepillados con una pasta profiláctica sin flúor Detarfar®(Eufar) para eliminar restos de sangre y residuos orgánicos. A continuación, se almacenaron en agua destilada de uso de laboratorio de grado 3 de acuerdo con norma ISO 3696: 1987 y colocados en el refrigerador a 4°C según norma ISO 3696:1987 para su conservación.

Para la confección de las muestras, cada incisivo mandibular las raíces fueron colocadas en tubos cortados de PVC (Nicoll, Perú) y cubiertas hasta 1mm debajo de la unión amelocementaria con acrílico, para ello se utilizó polímero autocurable en tono ideal (Vitacron, Perú) y un monómero (Vitacryl, Perú). Para preparar los dientes para la prueba de adhesión en dentina, con un micromotor eléctrico tipo Marathon el esmalte fue eliminado perpendicularmente al eje longitudinal de cada diente utilizando un disco de diamante (C01/240 0,25mm) bajo irrigación constante con agua. Esto expondrá la dentina subyacente, creando una superficie homogénea para la adhesión. La dentina fue lijada con papel abrasivo de carburo de silicio (grano 600) bajo irrigación constante durante 60 segundos para obtener una capa uniforme y libre de contaminantes.

### **3.6.2. Procedimiento de adhesión**

Previo a cualquier procedimiento de aplicación del agente hemostático o del sistema adhesivo se lavó por 10 segundos antes con agua corriente de caño y se procedió a secar con papel absorbente.

**3.6.2.1. Aplicación del agente hemostático.** Dependiendo del grupo, se procedió de la siguiente manera.

*Grupo A.* Las superficies de la dentinaria no se contaminaron con ningún agente hemostático de cloruro de aluminio al 25% Hemostal™ (Prevest DenPro®).

*Grupo B.* Se aplicó un agente hemostático de cloruro de aluminio al 25% Hemostal™ (Prevest DenPro®) sobre la dentina, dejándolo actuar durante 2 minutos con un microbrush. Tras la aplicación, se enjuagó la dentina con agua durante 30 segundos para eliminar cualquier residuo y se secó ligeramente con gasa.

*Grupo C.* Las superficies de la dentina no se contaminaron con ningún agente hemostático de cloruro de aluminio al 25% Hemostal™ (Prevest DenPro®).

*Grupo D.* Se aplicó un agente hemostático de cloruro de aluminio al 25% Hemostal™ (Prevest DenPro®) sobre la dentina, dejándolo actuar durante 2 minutos con un microbrush. Tras la aplicación, se enjuagó la dentina con agua durante 30 segundos para eliminar cualquier residuo y se secará ligeramente con gasa.

**3.6.2.2. Aplicación del adhesivo.** En todos los grupos, independientemente del uso de hemostático, se aplicó un adhesivo según el tipo de sistema elegido.

*Grupo A y B.* Se utilizó un adhesivo universal en modo autograbante Single Bond™ Universal (3M ESPE) y se frotó durante 20 segundos directamente sobre la dentina seca. Después se aplicó para la evaporación del solvente aire con la jeringa triple durante 5 segundos y se fotopolimerizó con la lámpara LED VALO™ GRAND (Ultradent) con intensidad de luz de 1000 Mw/cm<sup>2</sup> por 10 segundos.

*Grupos C y D.* Primero se aplicó ácido fosfórico al 37% (Condac 37 de FGM, Brasil) sobre la dentina durante 5 segundos, luego se enjuagó 20 segundos y se secó la superficie dentinaria con gasa antes de aplicar el adhesivo. Se utilizó un adhesivo de grabado total Single Bond™2 (3M ESPE) y se frotó durante 15 segundos, que se aplicó directamente sobre la dentina seca. Después se aplicó para la evaporación del solvente aire con la jeringa triple durante 5 segundos y se fotopolimerizó con la lámpara LED VALO™ GRAND (Ultradent) con intensidad de luz de 1000 Mw/cm<sup>2</sup> por 10 segundos.

**3.6.2.3. Adhesión de la resina.** En todos los grupos, se aplicó resina compuesta Filtek Z350 XT (3M ESPE-USA) sobre la dentina tratada previamente empleando un molde metálico de 3mm de diámetro interior y 2mm de altura según Abu-Nawareg et al.,2024, antecedente directo. Mediante una espátula teflón se colocó la resina en el molde metálico de 2mm en un solo incremento. A continuación, se procedió con la fotopolimerización utilizando una lámpara LED VALOT<sup>TM</sup> GRAND (Ultradent) con intensidad de luz de 1000 Mw/cm<sup>2</sup> durante 20 segundos y al retirar el molde metálico una fotopolimerización final de 40 segundos, seguidamente con mucho cuidado se eliminó el exceso de resina con un bisturí afilado.

**3.6.2.4. Post tratamiento.** Una vez adheridos los cilindros de resina a dentina las muestras se almacenaron en agua destilada a 37°C por 24 horas.

### **3.6.3. Medición de la resistencia adhesiva**

Las muestras se sometieron a la prueba de resistencia al cizallamiento mediante una máquina de ensayos universal CMT-5L®. Se aplicó una carga paralela a una velocidad constante de 1mm/min hasta que ocurra la resistencia al desprendimiento de los cilindros de resina. Se registró en el ordenador del programa el área de los cilindros de resina de cada muestra medida previo al procedimiento y se obtuvo los datos de carga en Newtons (N) para su posterior conversión, donde las resistencias de adhesión se calcularán en megapascales MPa (N/mm) y se registró en la ficha de recolección de datos (Anexo B).

## **3.7. Análisis de datos**

Los datos obtenidos se registraron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para su posterior análisis estadístico mediante el software estadístico SPSS v26.0.

En la presente investigación se realizó un análisis descriptivo obteniéndose medidas de tendencia central, como la media, desviación estándar, valores máximos y mínimos, mediana y rango intercuartílico. Comprobándose los supuestos estadísticos de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y homogeneidad mediante la prueba de Levene, encontrando que solo

los grupos de grabado total cumplían con la distribución normal y homogeneidad de sus datos. Posteriormente, se llevó a cabo la prueba de hipótesis, escogiendo la prueba t de Student para muestras independientes para los grupos que cumplieron los supuestos y la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para los grupos que no obtuvieron distribución normal.

### **3.8. Consideraciones éticas**

Esta investigación será de tipo experimental in vitro, por lo que no presenta implicaciones éticas, ya que se llevará a cabo mediante el análisis de especímenes dentales bovinos sin intervención en seres humanos. Los dientes bovinos serán obtenidos de un matadero autorizado, sin vulnerar normativas de bienestar animal. Además, no existe ningún tipo de relación con las empresas fabricantes de los materiales restauradores utilizados en la investigación, por lo que no hay conflictos de interés.

#### IV. RESULTADOS

El presente trabajo evaluó el efecto del agente hemostático en la resistencia al cizallamiento de resina compuesta adherida a dentina mediante el uso de dos sistemas adhesivos: en modo autograbado Single Bond™ Universal (3M ESPE) y de grabado total Adper™ Single Bond2 (3M ESPE).

Se realizó la comparación de 48 muestras en total, divididas en 4 grupos de 12 muestras cada uno, según el sistema de adhesivo con y sin presencia del agente hemostático.

Los resultados fueron expuestos a través de tablas y figuras que incluirán tanto el análisis descriptivo como inferencial, facilitando así una interpretación clara y comprensiva de los datos obtenidos.

**Tabla 1**

*Resistencia al cizallamiento del adhesivo universal en modo autograbado Single Bond™ Universal (3M ESPE) con y sin agente hemostático*

Modo autograbado Single Bond™ Universal (3M ESPE)								
	N	Media	DE	Mediana	RIQ	Mín.	Máx.	P valor
<b>Sin hemostático</b>	12	10,06	1,53	10,6	1,1	6,33	11,54	0,011
<b>Con hemostático</b>	12	9,23	2,57	7,87	5,13	6,24	13,14	0,035

*Nota.* Se observa que el grupo sin hemostático presentó una media de 10,06 MPa  $\pm$ 1,53 y el grupo con hemostático, 9,23 MPa  $\pm$ 2,57, con mayor dispersión en este último. Se encuentra con la prueba de Shapiro-Wilk, los valores de significancia de  $p = 0,011$  y  $p = 0,035$ , respectivamente, lo que indica que no se encuentra distribución normal, por lo que se indican pruebas no paramétricas.

**Tabla 2**

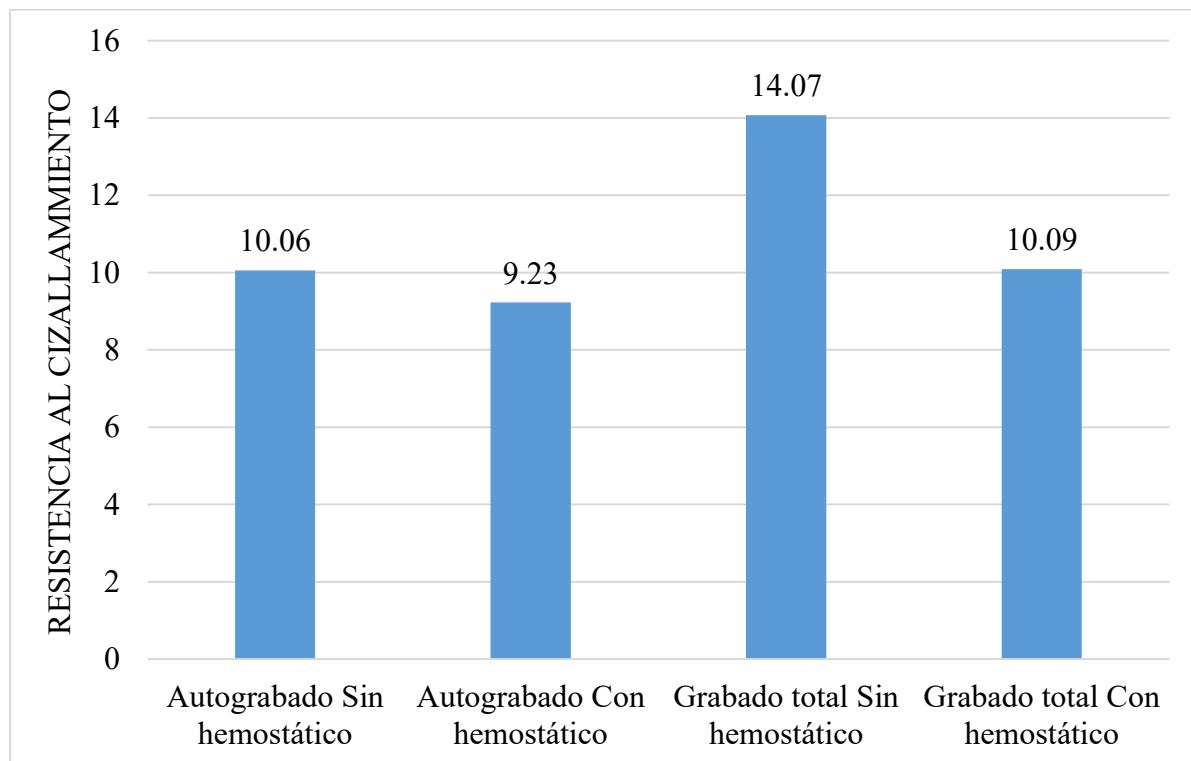
*Resistencia al cizallamiento del adhesivo de grabado total Adper™ Single Bond2 (3M ESPE) con y sin agente hemostático*

Grabado total Adper™ Single Bond2 (3M ESPE)									
	N	Media	DE	Mediana	RIC	Mín	Máx.	P val.	Lev.
<b>Sin hemostático</b>	12	14,07	2,78	13,3	5,17	10,59	19,09	0,30	0,23
<b>Con hemostático</b>	12	10,09	2,06	10,7	3,31	7,40	14,03	0,17	

*Nota.* Se observa que la resistencia al cizallamiento del grupo sin hemostático presentó una media de  $14,07 \text{ Mpa} \pm 2,78$ , con valores entre 10,59 y 19,09 Mpa. En el grupo con hemostático, la media fue de  $10,09 \text{ Mpa} \pm 2,06$ , con valores entre 7,40 y 14,03 Mpa. En la prueba de Shapiro-Wilk se presenta valores de  $p = 0,300$  y  $p = 0,171$ , indicando distribución normal en ambos grupos. De la misma manera al evaluar la homogeneidad con la prueba de Levene ( $p=0,23$ ) se encuentra que las varianzas evaluadas son homogéneas, cumpliéndose los supuestos para usar una prueba paramétrica.

### Figura 1

*Resistencia al cizallamiento del sistema adhesivo en modo autograbado y grabado total, con y sin agente hemostático*



**Tabla 3**

*Comparación de la resistencia al cizallamiento del sistema adhesivo con y sin agente hemostático*

Adhesión	Grupo	n	Media± DE	Mediana	Pba.	P valor
[RIC]						
<b>Modo</b>	<b>Sin hemostático</b>	12	10,06 ±1,53	10,6 [1,1]	U=	0,47
<b>autograbado</b>	<b>Con hemostático</b>	12	9,23 ±2,57	7,87 [5,13]		59,5
<b>Grabado</b>	<b>Sin hemostático</b>	12	14,07 ±2,78	13,3 [5,17]	T(22)	0,01
<b>total</b>	<b>Con hemostático</b>	12	10,09 ±2,6	10,7 [3,31]		=3,98

*Nota.* Se observa que en el modo autograbado, no se encuentra diferencia significativa entre el grupo sin y con hemostático, según la prueba U de Mann-Whitney ( $U = 59,5$ ;  $p = 0,47$ ), lo que indica que la presencia del agente hemostático no alteró significativamente la resistencia adhesiva en este modo. En contraste, en el modo grabado total, se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos, según la prueba t de Student ( $t (22) = 3,98$ ;  $p = 0,01$ ), evidenciando que el uso del agente hemostático reduce significativamente la resistencia adhesiva cuando se emplea el protocolo de grabado total.

**Tabla 4**

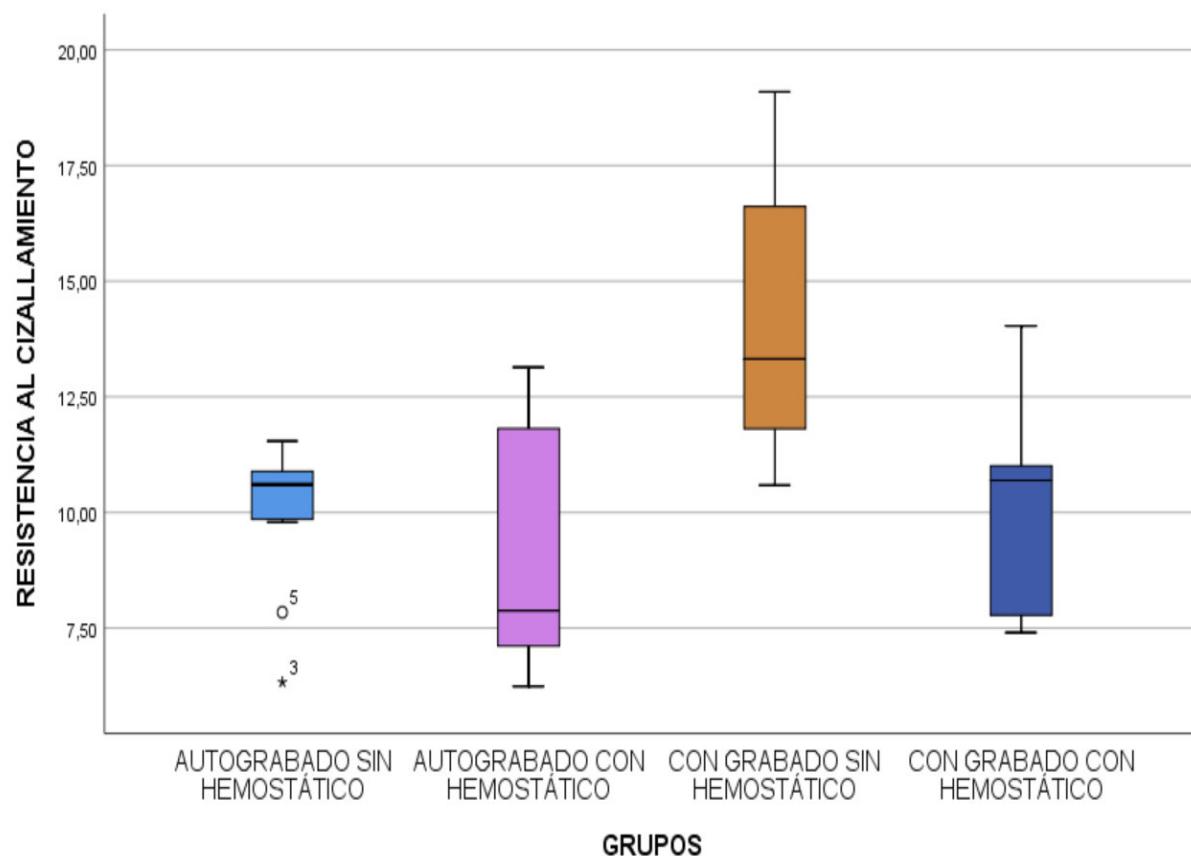
*Comparación de la resistencia al cizallamiento con y sin agente hemostático del sistema adhesivo*

Hemostático	Adhesión	n	Mediana [RIC]	Pba.	P valor
<b>Sin</b>	<b>Autograbado</b>	12	10,6 [1,1]	U=8,00	0,00
<b>hemostático</b>	<b>Grabado total</b>	12	13,3 [5,17]		
<b>Con</b>	<b>Autograbado</b>	12	7,87 [5,13]	U=56,5	0,371
<b>hemostático</b>	<b>Grabado total</b>	12	10,7 [3,31]		

*Nota.* En la tabla se observa que, en ausencia de hemostático, el de grabado total mostró una resistencia significativamente mayor que el modo autograbado ( $U = 8.00$ ;  $p = 0.00$ ). Sin embargo, cuando se empleó hemostático, no se hallaron diferencias significativas entre ambos sistemas adhesivos ( $U = 56.5$ ;  $p = 0.371$ ), lo que sugiere que el agente hemostático disminuye el efecto entre los sistemas adhesivos evaluados.

**Figura 2**

*Comparación de la resistencia al cizallamiento del sistema adhesivo en modo autograbado y grabado total, con y sin agente hemostático*



## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La adhesión a la dentina es un desafío difícil, mientras que una buena adhesión al esmalte es fácil y predecible. Por lo tanto, recientemente se introdujo un nuevo tipo de adhesivo conocido como adhesivo “universal” o “multimodo” para mejorar la adhesión a la dentina. Los fabricantes de materiales dentales recomiendan los adhesivos universales para su uso con o sin pretratamiento ácido de las superficies del esmalte. Existe información limitada sobre si los diferentes modos de grabado proporcionan la misma resistencia de adhesión a la dentina. La resistencia de adhesión es uno de los factores más importantes que alteran la durabilidad de la adhesión (Valizadeh et al., 2019).

El presente estudio in vitro tuvo como propósito comparar el efecto del agente hemostático en la resistencia al cizallamiento de resina compuesta adherida a dentina utilizando dos sistemas adhesivos. Para este estudio, se utilizó 48 muestras divididos en cuatro grupos cada grupo con 12 muestras, se utilizó la maquina digital de ensayo universal para hacer la prueba de cizallamiento. Los datos se obtuvieron en Newton para luego ser convertidas en Mpa usando el área del cilindro de la resina medido previo al procedimiento.

En un estudio de Kim et al. (2023) uso el adhesivo Clearfil SE Bond (Kuraray) en su modo autograbado tuvo en el grupo control 9,48Mpa y frente al hemostático 7,31Mpa. Al compararlo con nuestro estudio guardan similitud con el adhesivo Single Bond Universal (3M ESPE) en el grupo control tuvo 10,06Mpa y con hemostático 9.23Mpa encontrando una disminución frente al hemostático en los dos adhesivos. Con la aplicación del agente hemostático disminuye significativamente la resistencia de adhesión, tiene un Ph que oscila entre 0,7 a 3 eliminando de esta manera la capa del barrillo dentinario o smear layer, dejando expuestas las fibras de colágeno y alterando de esta manera la superficie de la dentina dando como resultados menores resistencias a la adhesión.

Abu-nawareg et al. (2024) compararon el mismo sistema adhesivo Single Bond Universal (3M ESPE) frente al uso del agente hemostático Viscostat Clear (Cloruro de aluminio al 25%) obteniendo como resultado 12,1Mpa con el uso del ácido fosfórico al 35%. Aunque este valor es mayor que los reportados en el presente estudio, donde obtuvimos un valor de 9,23Mpa con el uso del ácido fosfórico. Se debe a la aplicación del ácido fosfórico trae mejores resultados favorables en ambos estudios previo al uso del agente hemostático, eliminando residuos de los agentes hemostáticos que obstruyen los túbulos dentinarios e interfieren en la adhesión y al momento del aplicar el adhesivo en la dentina impide el ingreso hacia los túbulos dentinarios impidiendo la formación de Tags de resina siendo hidrofílico por contener HEMA dentro de su composición.

Por otro lado, en el estudio de Khamverdi et al. (2021) investigaron la contaminación con agentes hemostáticos usando dos sistemas adhesivos universales en modo autograbado encontraron que afectó negativamente a la resistencia de cizallamiento. Los resultados muestran que el modo autograbado frente al uso de agentes hemostáticos es menor en todos los grupos. Además, comparándolo con nuestro estudio donde usamos el hemostal (cloruro de aluminio 25%) entre otro agente hemostático como el Viscostat (sulfato ferroso 20%) resulta tener mucho menor resistencia frente al Viscostat Clear (cloruro de aluminio 25%), lo que se sugiere que al momento de usar un agente hemostático sea con una composición de cloruro de aluminio, teniendo mejores resultados de resistencia adhesiva demostrado en muchos artículos anteriores, ya que el agente hemostático con composición de sulfato ferroso trae menores valores de resistencia dejándose ya de usar actualmente.

En otro estudio realizado de Alzahrani et al. (2024) investigó las técnicas de limpieza de superficie previo al uso de agentes hemostáticos con un cemento resinoso autoadhesivo y encontraron que al utilizar el ácido fosfórico sigue teniendo los resultados más altos y al limpiarlos con agua los valores más bajos y también frente a otros limpiadores usados como

clorhexidina y Katana cleaner. De igual manera que Saati et al. (2024) usaron diversos limpiadores de superficie encontrando que el grupo control que se limpió con agua obtuvo la menor resistencia. Al igual que Shetty et al. (2024) usaron limpiadores de superficie como clorhexidina, EDTA que al usar agua como limpiador se sigue obteniendo los menores resultados. En el presente estudio todos concuerdan con nuestros resultados que al limpiarlos con agua se obtiene los menores valores. Por lo que, consideramos la importancia de aplicar el ácido fosfórico en dentina 5 segundos para obtener mejores resultados positivos en la resistencia.

Investigaciones como la de Arefi et al. (2022) utilizaron el adhesivo transbond XT (3M, ESPE), Viscostat Clear (cloruro de aluminio 25%), braqueckts adheridos en esmalte, todas las muestras fueron grabados y se tuvo un valor 15,43Mpa con uso de hemostático. Al igual que Krishnan et al. (2020) usaron el mismo adhesivo, el mismo protocolo, solo utilizaron otro agente hemostático (ácido tranexámico) obteniendo un valor de 7,70Mpa con uso de hemostático. Al compararlo con nuestro estudio se tuvo un valor de 10,09Mpa en dentina usando el adhesivo Adper Single Bond2 (3M ESPE), donde se sabe que la adhesión en esmalte es superior a dentina encontrando unos valores no muy alejados. A diferencia de la dentina la aplicación del agente hemostático sobre la superficie del esmalte puede deberse a una alteración de los cristales de hidroxiapatita, produciendo una desmineralización, esto compromete la composición química del esmalte afectando los prismas del esmalte, estructura fundamental para la resistencia mecánica.

Al comparar la resistencia adhesiva en dentina de los dos sistemas adhesivos del presente estudio frente al uso o no del agente hemostático, se encontró que existe diferencia significativa entre Single Bond Universal (sin hemostático), Single Bond Universal (con hemostático) y Adper Single Bond2 (sin hemostático), Adper Single Bond2 (con hemostático). Sin embargo, no existe diferencia estadísticamente significativa al comparar el modo

autograbado entre el grupo sin y con hemostático y tampoco frente al agente hemostático de los dos sistemas adhesivos. Esto podría ser que el adhesivo Single Bond Universal presenta un pH de 2,7 desmineralizando la dentina y contiene un monómero funcional 10-MDP que se une con el calcio de la hidroxiapatita de la dentina que a corto plazo no presenta diferencia significativa creando una unión química más estable.

Esta investigación nos permite conocer como el sistema adhesivo universal siendo la última generación no tiene buenos resultados frente al adhesivo de 5ta generación siendo esta última la más antigua. Dando lugar a que los adhesivos que contiene el primer, bonding, el ácido por frascos separados daría mejores resultados, se requiere mayor investigación para conocer su resistencia adhesiva en dentina de los demás sistemas adhesivos.

Las limitaciones de este estudio fueron que a pesar que se siguió la directriz de las normas ISO, es difícil simular el medio de la cavidad oral, lo cual sería una limitación de los estudios in vitro, así como también en el mercado peruano solo venden un agente hemostático el cloruro de aluminio al 25% (Hemostal), donde no se pudo comparar con otro agente hemostático de la misma composición.

## VI. CONCLUSIONES

6.1. Se encontró diferencia significativa en la resistencia al cizallamiento en el sistema adhesivo de grabado total. Mientras que el sistema adhesivo universal en modo autograbado no hubo diferencia significativa. Encontrando de esta manera que el adhesivo de grabado total sin uso del agente hemostático obtuvo mejor resistencia adhesiva al cizallamiento entre todos los grupos.

6.2. La resistencia al cizallamiento del adhesivo de grabado total Single Bond<sup>TM2</sup> (3M ESPE) sin uso de hemostático tuvo el valor más alto con 14.07 Mpa  $\pm 2,78$ .

6.3. La resistencia al cizallamiento del adhesivo de grabado total Single Bond<sup>TM2</sup> (3M ESPE) sin uso de hemostático fue de 10,09 Mpa  $\pm 2,6$ .

6.4. En tercer lugar, se tuvo la resistencia al cizallamiento del adhesivo universal de autograbado Single Bond<sup>TM</sup> Universal (3M ESPE) sin uso de hemostático encontrándose un valor de 10,06 Mpa  $\pm 1,53$ .

6.5. La resistencia al cizallamiento del adhesivo universal de autograbado Single Bond<sup>TM</sup> Universal (3M ESPE) frente al uso de hemostático fue de 9,23 Mpa  $\pm 2,57$ , siendo el de menor valor.

## **VII. RECOMENDACIONES**

7.1. Realizar estudios adicionales que evalúen otros sistemas adhesivos en sus diferentes modos de uso, frente a otras pruebas mecánicas como microtensión y usando estudios como la microscopía electrónica de barrido (MEB) para evaluar el tipo de falla (cohesivo, adhesivo, mixto).

7.2. Se recomienda a los profesionales jóvenes considerar en la práctica odontológica el sistema adhesivo de grabado total frente al uso de algún agente hemostático.

7.3. Finalmente, se recomienda realizar estudios aumentando el número de muestras por grupo y utilizando dientes humanos para obtener resultados más precisos y exactos en el estudio.

### VIII. REFERENCIAS

- Abu-Nawareg, M. M., Hajjaj, M. S., AbuHaimed, T. S., Ajaj, R. A., Abuljadayel, R., AlNowailaty, Y., Alnoury, A., Khouja, N., Naguib, G. H., Alzahrani, S. J., & Abuelenain, D. A. (2024). The effect of hemostatic agents and dentin cleansing protocols on shear bond strength of resin composite using universal adhesive: An in vitro study. *BMC Oral Health*, 24(1), 1413. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-05125-5>
- Alzahrani, S. J., Hajjaj, M. S., Abu Haimed, T. S., Alnoury, A., Khouja, N., Abuelenain, D. A., AlNowailaty, Y., Abu-Nawareg, M., Abuljadayel, R., & Naguib, G. H. (2024). Effect of dentin contamination with hemostatic agents and cleaning techniques on bonding with self-adhesive resin cement. *Medical Science Monitor*, 30, e943353. <https://doi.org/10.12659/MSM.943353>
- Arandi, N. Z. (2023). The classification and selection of adhesive agents: An overview for the general dentist. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 15, 165–180. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S425024>
- Araújo, I. S., Prado, C. J. D., Raposo, L. H. A., Soares, C. J., Zanatta, R. F., Torres, C. R. G., Ruggiero, R., & Silva, G. R. D. (2017). Influence of hemostatic solution on bond strength and physicochemical properties of resin cement. *Brazilian Dental Journal*, 28(5), 624–631. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201701481>
- Arefi, A. H., Mirhashemi, S. A. H., Hooshmand, T., Kharazi Fard, M. J., & Ahmad Akhouni, M. S. (2022). Effect of hemostatic agents on shear bond strength of orthodontic eyelets bonded with conventional and self-etch adhesives. *Journal of Dentistry (Shiraz, Iran)*, 23(1 Suppl), 222–229. <https://doi.org/10.30476/DENTJODS.2021.89677.1439>
- Azargoon, H., Williams, B. J., Solomon, E. S., Kessler, H. P., He, J., & Spears, R. (2011). Assessment of hemostatic efficacy and osseous wound healing using HemCon dental

dressing. *Journal of Endodontics*, 37(6), 807–811.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.02.023>

Braga, R. R., Meira, J. B., Boaro, L. C., & Xavier, T. A. (2010). Adhesion to tooth structure:

A critical review of “macro” test methods. *Dental Materials*, 26(2), e38–e49.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.150>

Campos, R. E., Santos Filho, P. C. F., de O Júnior, O. B., Ambrosano, G. M. B., & Pereira, C.

A. (2018). Comparative evaluation of three microbond strength tests using four adhesive systems: Mechanical, finite element, and failure analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 119(1), 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.02.024>

Chacón, K. B., Morales, B. R., Vintimilla, S. E., & Sarmiento, P. F. (2023). Evolución y efectividad de los sistemas adhesivos de séptima y octava generación en restauraciones directas: Una revisión. *Revista Científica Odontológica*, 11(4), e178.

<https://doi.org/10.21142/2523-2754-1104-2023-178>

Cheetham, J. J., Palamara, J. E., Tyas, M. J., & Burrow, M. F. (2013). A comparison of the micro-shear bond strength and failure mode of non-enclosed and mold-enclosed luting cements bonded to metal. *Dental Materials Journal*, 32(6), 896–905.

<https://doi.org/10.4012/dmj.2013-065>

Cuevas-Suárez, C. E., Ramos, T. S., Rodrigues, S. B., Collares, F. M., Zanchi, C. H., Lund, R. G., da Silva, A. F., & Piva, E. (2019). Impact of shelf-life simulation on bonding performance of universal adhesive systems. *Dental Materials*, 35(9), e204–e219.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.05.023>

Elgezawi, M., Haridy, R., Abdalla, M. A., Heck, K., Draenert, M., & Kaisarly, D. (2022). Current strategies to control recurrent and residual caries with resin composite restorations: Operator- and material-related factors. *Journal of Clinical Medicine*, 11(21), 6591. <https://doi.org/10.3390/jcm11216591>

- El-Mourad, A. M. (2018). Assessment of bonding effectiveness of adhesive materials to tooth structure using bond strength test methods: A review of literature. *The Open Dentistry Journal*, 12, 664–678. <https://doi.org/10.2174/1745017901814010664>
- Fan-Chiang, Y. S., Chou, P. C., Hsiao, Y. W., Cheng, Y. H., Huang, Y., Chiu, Y. C., Lin, Y. J., Mine, Y., Feng, S. W., Lee, I. T., & Peng, T. Y. (2023). Optimizing dental bond strength: Insights from comprehensive literature review and future implications for clinical practice. *Biomedicines*, 11(11), 2995. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11112995>
- Fehrenbach, J., Isolan, C. P., & Münchow, E. A. (2021). Is the presence of 10-MDP associated to higher bonding performance for self-etching adhesive systems? A meta-analysis of in vitro studies. *Dental Materials*, 37(10), 1463–1485. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.08.014>
- Foly, J. C. S. D. N., Weissheimer, M., Gaspar, C. F., Fehrenbach, J., Miotti, L. L., Piva, E., & Münchow, E. A. (2025). Bonding performance of universal adhesive systems to enamel: Effects of the acidic composition. *Dental Materials*, 41(3), 272–282. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2024.12.011>
- Harnirattisai, C., Kuphasuk, W., Senawongse, P., & Tagami, J. (2009). Bond strengths of resin cements to astringent-contaminated dentin. *Operative Dentistry*, 34(4), 415–422. <https://doi.org/10.2341/08-107>
- Hoorizad, M., Heshmat, H., Hosseini, T. A., Kazemi, S. S., & Tabatabaei, S. F. (2019). Effect of hemostatic agent on microshear bond strength of total-etch and self-etch adhesive systems. *Dental Research Journal*, 16(6), 361–365.
- Kim, S., Choi, Y., & Park, S. (2023). Effect of an aluminum chloride hemostatic agent on the dentin shear bond strength of a universal adhesive. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 48(2), e14. <https://doi.org/10.5395/rde.2023.48.e14>

- Khamverdi, Z., Karimian, N., Farhadian, M., & Gheitouli, H. (2021). Effect of contamination with hemostatic agent on shear bond strength of composite to dentin using G-Premio and Single Bond Universal adhesives. *Frontiers in Dentistry*, 18, 27. <https://doi.org/10.18502/fid.v18i27.6937>
- Koppolu, M., Gogala, D., Mathew, V. B., Thangala, V., Deepthi, M., & Sasidhar, N. (2012). Effect of saliva and blood contamination on the bond strength of self-etching adhesive system: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 15(3), 270–273. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.97956>
- Krishnan, V. G., Kailasam, V., & Chitharanjan, A. B. (2020). Effects of haemostatic agents on bond strength: An in vitro study. *Indian Journal of Dental Research*, 31(4), 585–588. [https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR\\_559\\_12](https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_559_12)
- Maischberger, C., Liebermann, A., & Stawarczyk, B. (2019). The effect of hemostatic agents on the retention strength of zirconia crowns luted to dentin abutments. *Materials*, 12(6), 979. <https://doi.org/10.3390/ma12060979>
- Nowakowska, D., Saczko, J., Kulbacka, J., Choromanska, A., & Raszewski, Z. (2012). Cytotoxic potential of vasoconstrictor experimental gingival retraction agents: In vitro study on primary human gingival fibroblasts. *Folia Biologica*, 58(1), 37–43.
- Odthon, P., Khongkhunthian, P., Sirikulrat, K., Boonruanga, C., & Sirikulrat, N. (2015). In vitro shear bond strength test and failure mechanism of zinc phosphate dental cement. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 59, 98–104. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2015.01.010>
- Perdigão, J. (2020). Current perspectives on dental adhesion: (1) Dentin adhesion—Not there yet. *The Japanese Dental Science Review*, 56(1), 190–207. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2020.08.004>

- Rosa, W. L., Piva, E., & Silva, A. F. (2015). Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 43(7), 765–776. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.04.003>
- Saad, A., Inoue, G., Nikaido, T., Abdou, A. M. A., Sayed, M., Burrow, M. F., & Tagami, J. (2019). Effect of dentin contamination with two hemostatic agents on bond strength of resin-modified glass ionomer cement with different conditioning. *Dental Materials Journal*, 38(2), 257–263. <https://doi.org/10.4012/dmj.2018-059>
- Saati, K., Tabatabaei, S. F., Etemadian, D., & Sadaghiani, M. (2020). Effect of different cleansing protocols on bond strength of composite resin to dentin contaminated with hemostatic agent: An in vitro study. *Frontiers in Dentistry*, 17, 31. <https://doi.org/10.18502/fid.v17i31.4861>
- Shetty, M., Anandan, R., Shetty, R., Shetty, S. K., Hussain, S., & Mohammad, F. (2024). Comparative evaluation of the effect of two different cleansing protocols on the bond strength of a self-etching adhesive to dentin contaminated with hemostatic agent: An in vitro study. *Nanotechnology Perceptions*, 20(S11), 240–245.
- Soares, C. J., Santana, F. R., Castro, C. G., Santos-Filho, P. C., Soares, P. V., Qian, F., & Armstrong, S. R. (2008). Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: Comparison between microtensile and push-out tests. *Dental Materials*, 24(10), 1405–1411. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.03.004>
- Sofan, E., Sofan, A., Palaia, G., Tenore, G., Romeo, U., & Migliau, G. (2017). Classification review of dental adhesive systems: From the IV generation to the universal type. *Annali di Stomatologia*, 8(1), 1–17. <https://doi.org/10.11138/ads/2017.8.1.001>
- Taylor, A., & Burns, L. (2024). Deep margin elevation in restorative dentistry: A scoping review. *Journal of Dentistry*, 146, 105066. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105066>

- Valizadeh, S., Moradi, A., Mirazei, M., Amiri, H., & Kharazifard, M. J. (2019). Microshear bond strength of different adhesive systems to dentin. *Frontiers in Dentistry*, 16(4), 265–271. <https://doi.org/10.18502/fid.v16i4.2085>
- Van Schalkwyk, J. H., Botha, F. S., van der Vyver, P. J., de Wet, F. A., & Botha, S. J. (2003). Effect of biological contamination on dentine bond strength of adhesive resins. *South African Dental Journal*, 58(4), 143–147.
- Vickers, F. J., Baumgartner, J. C., & Marshall, G. (2002). Hemostatic efficacy and cardiovascular effects of agents used during endodontic surgery. *Journal of Endodontics*, 28(4), 322–323. <https://doi.org/10.1097/00004770-200204000-00015>
- Woo, S.-H., Shin, J., Lee, J., Han, M., & Kim, J. S. (2021). Effect of aluminum chloride hemostatic agent on bonding strength of RMGIC in primary tooth. *Journal of the Korean Academy of Pediatric Dentistry*, 48(4), 397–404. <https://doi.org/10.5933/JKAPD.2021.48.4.397>
- Yoshida, Y., Van Meerbeek, B., Nakayama, Y., Snaauwaert, J., Hellemans, L., Lambrechts, P., Vanherle, G., & Wakasa, K. (2000). Evidence of chemical bonding at biomaterial–hard tissue interfaces. *Journal of Dental Research*, 79(2), 709–714. <https://doi.org/10.1177/00220345000790020301>

## IX. ANEXOS

### 9.1. Anexo A

#### 9.1.1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cuál es el efecto del agente hemostático en la resistencia al cizallamiento de resina compuesta adherida a dentina utilizando dos sistemas adhesivos, in vitro?	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Comparar el efecto del agente hemostático en la resistencia al cizallamiento de resina compuesta adherida a dentina utilizando dos sistemas adhesivos.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>-Determinar el efecto de la resistencia al cizallamiento del adhesivo universal de autograbado Single Bond™ Universal (3M ESPE) sin uso de hemostático.</p>	<p>Existe diferencia significativa del agente hemostático en la resistencia al cizallamiento de resina compuesta adherida a dentina utilizando dos sistemas adhesivos.</p>	<p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Resistencia al cizallamiento</p> <p><b>Variable independiente</b></p> <p>- Exposición al hemostático</p> <p>- Sistema adhesivo</p>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Experimental</p> <p>Comparativo</p> <p>Prospectivo</p> <p>Transversal</p> <p><b>Población y muestra</b></p> <p>La población de estudio estuvo conformada por todos los especímenes de incisivos mandibulares de bovino</p>

	<p>-Determinar el efecto de la resistencia al cizallamiento del adhesivo universal de autograbado Single Bond™ Universal (3M ESPE) frente al uso de hemostático.</p> <p>-Determinar el efecto de la resistencia al cizallamiento del adhesivo de grabado total Single Bond™2 (3M ESPE) sin uso de hemostático.</p> <p>-Determinar el efecto de la resistencia al cizallamiento del adhesivo de grabado total Single Bond™2 (3M ESPE) frente al uso de hemostático.</p>			<p>que fueron sometidos a pruebas de resistencia al cizallamiento en estudios experimentales in vitro. El tamaño de la muestra estuvo constituido por 48 incisivos mandibulares de bovino, siguiendo las directrices de la norma ISO 29022:2013.</p>
--	--	--	--	--

## 9.2. Anexo B

### 9.2.1. Ficha de recolección de datos

Grupo A: Adhesivo universal en modo autograbado sin uso de hemostático

Grupo B: Adhesivo universal en modo autograbado con uso de hemostático

Grupo C: Adhesivo de grabado total sin uso de hemostático

Grupo D: Adhesivo de grabado total con uso de hemostático

Nº Muestras	EFECTO DEL AGENTE HEMOSTÁTICO EN LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE RESINA COMPUESTA ADHERIDA A DENTINA UTILIZANDO DOS SISTEMAS ADHESIVOS, ESTUDIO IN VITRO			
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

### 9.3. Anexo C

#### 9.3.1. Carta de presentación al laboratorio



Universidad Nacional  
Federico Villarreal

FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA

\*Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana\*

#### OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 19 de junio de 2025

ING.  
ROBERT EUSEBIO TEHERAN  
JEFE DE LABORATORIO  
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC  
Presente.-

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle al Bachiller en Odontología, Sr. Idenson Minaya Cerna quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

«EFECTO DEL AGENTE HEMOSTÁTICO EN LA RESISTENCIA AL  
CIZALLAMIENTO DE RESINA COMPUESTA ADHERIDA A DENTINA  
UTILIZANDO DOS SISTEMAS ADHESIVOS, ESTUDIO IN VITRO»

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso al Sr. Minaya quien realizará el siguiente trabajo:

✓ Realizará la prueba de resistencia al cizallamiento de 48 muestras de resina dental.

Estas actividades, le permitirán al bachiller, desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente



Se adjunta: Plan de Tesis - folios (50)

048-2025  
NT: 045406 - 2025

JEMM/Luz V.

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY  
CERTIFICATE SAC.  
ROBERT EUSEBIO TEHERAN  
JEFE DE LABORATORIO

## 9.4. Anexo D

### 9.4.1. Norma ISO 29022:2013

# norma española

UNE-EN ISO 29022

Diciembre 2013

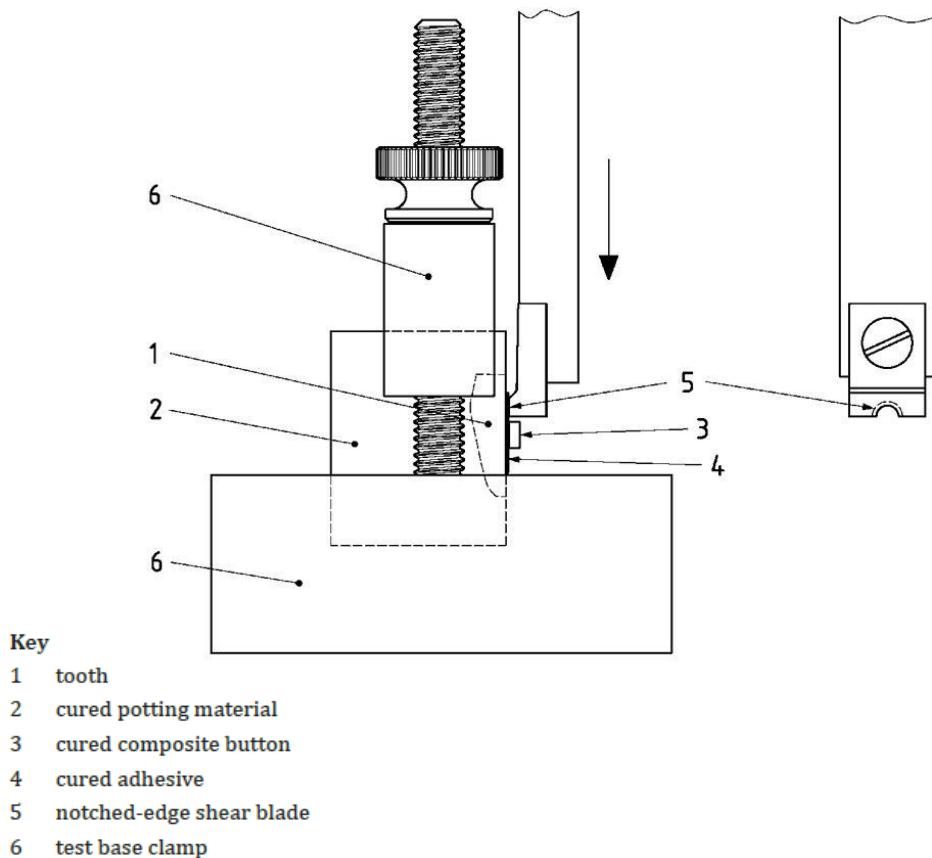
TÍTULO	Odontología  Adherencia  Ensayo de resistencia al cizallamiento sobre muestras de borde entallado  (ISO 29022:2013)
	<i>Dentistry. Adhesion. Notched-edge shear bond strength test (ISO 29022:2013). Médecine bucco-dentaire. Adhérence. Essai de résistance au cisaillement sur échantillons à bord entaillé (ISO 29022:2013)</i>
CORRESPONDENCIA	Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 29022:2013, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 29022:2013.
OBSERVACIONES	
ANTECEDENTES	Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 106 <i>Odontología</i> cuya Secretaría desempeña FENIN.

## 7 Notched-edge shear test

### 7.1 Apparatus

The notched-edge shear testing apparatus (see [Annex A](#)) for measurement of bond strength consists of a notched-edge shear fixture (a notched-edge crosshead assembly is shown in [Figure A.3](#)) mounted to a universal testing machine. Immediately after removal from water, place the bonded sample into the metal sample holder (a test base clamp is shown in [Figure A.4](#)). Align the bonded sample in the holder under the testing crosshead with the notched edge centred over the composite button and flush against the tooth.

**NOTE** An important feature of the crosshead is the thin curved lip edge that applies the load to the specimen ([Figures 1 and A.3 b](#)). Using a crosshead that does not have this lip edge will increase variability of the results.



**Figure 1 — Bonded sample in test base clamp with notched-edge crosshead aligned over composite button**

## 9.5. Anexo E

### 9.5.1. Resultados de la resistencia al cizallamiento

INFORME DE ENSAYO *		IEO-0104-2025	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	04-07-2025
<b>ENSAYO DE CIZALLAMIENTO EN CILINDROS DE RESINA ADHERIDOS EN ESMALTE DE DIENTES</b>					
<b>1. DATOS DE LOS TESISTAS</b>					
<p>Nombre de tesis: "EFEITO DEL AGENTE HEMOSTÁTICO EN LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE RESINA COMPLETA ADHERIDA A DENTINA UTILIZANDO DOS SISTEMAS ADHESIVOS, ESTUDIO IN VITRO"</p> <p>Nombres y Apellidos: Idelvion Miraya Cerna</p> <p>Dni: 72631458</p> <p>Dirección: Calle Sta. Gabriela Mz Y-1 Lt 2 C.P. Zapallar - Puerto Piedra</p>					
<b>2. EQUIPOS UTILIZADOS</b>					
Instrumento Equipo de ENSAYO MECÁNICOS Vernier Digital	Marca L.O CMT- SL Mitostayo - 200 mm	Aproximación 0.001N 0.01mm	Calibración LFP-C-044-2024 CL-143-2024	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos únicamente para las muestras ensayadas.	
<b>3. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA</b>					
Muestra de Resina adherida en dientes	Cantidad Material Grupo 1 Grupo 2 Grupo 3 Grupo 4	<p>Cuarenta y Ocho (48) muestras</p> <p>Cilindros de resina adheridos en dientes.</p> <p>Single Bond™ Universal (3M ESPE) sin agente hemostático</p> <p>Single Bond™ Universal (3M ESPE) con agente hemostático</p> <p>Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE) sin agente hemostático</p> <p>Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE) con agente hemostático</p>			HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí detallados.
Información proporcionada por el autorizado.					
<b>4. RECEPCION DE MUESTRAS</b>					
Fecha de Recepción de muestras Condiciones de la muestra Analista asignado Fecha de ENSAYO Lugar de ENSAYO	03 de Julio del 2025 — R2,T 03 de Julio del 2025 al 04 de Julio del 2025 Jr. Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.			Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de calidad de la entidad que lo produce.	
<b>5. CONDICIONES DE ENSAYO</b>					
Temperatura Humedad Relativa	Inicial 19.4 °C 83 %HR	Final 19.5 °C 83 %HR	 El informe de ensayo sin firma y sin sello carece de validez.		
<b>6. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO</b>					
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:					
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN		CAPÍTULO/NUMERAL		
Según solicitante	Se realizó el ensayo de Cizallamiento, aplicando una fuerza vertical sobre el cilindro de resina, la velocidad de ensayo fue de 1 mm/min		—		
UNE-EN-ISO 29022	Odontología adherencia "ensayo de resistencia al cizallamiento sobre muestra de borde ensillado"		—		

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

 Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

📞 +51 997 123 584 / 949 059 602

 ventas@ensayoshtl.pe || ingenieria@ensayoshtl.pe

 www.ensayoshtl.pe



INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0104-2025		VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:		
7. RESULTADOS DE ENSAYOS							
<b>Grupo 1: Single Bond™ Universal (3M ESPE) sin agente hemostático</b>							
<b>Grupo 2: Single Bond™ Universal (3M ESPE) con agente hemostático</b>							
<b>Grupo 3: Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE) sin agente hemostático</b>							
Muestra	Ø promedio (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Circunferencial (Mpa)			
1	3.08	7.45	72.91	9.79			
2	2.99	7.01	74.70	10.66			
3	3.03	7.19	45.56	6.33			
4	3.01	7.12	76.96	10.82			
5	2.97	6.93	54.34	7.84			
6	3.00	7.05	77.25	10.95			
7	3.06	7.34	74.02	10.09			
8	3.07	7.42	85.04	11.46			
9	3.03	7.19	75.84	10.54			
10	3.01	7.12	70.49	9.91			
11	3.02	7.15	82.49	11.54			
12	3.03	7.23	78.17	10.82			
Muestra	Ø promedio (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Circunferencial (Mpa)			
1	3.04	7.24	91.49	12.63			
2	3.06	7.35	96.61	13.14			
3	3.07	7.42	56.13	7.57			
4	3.08	7.45	82.38	11.06			
5	3.06	7.34	52.92	7.21			
6	3.03	7.19	44.92	6.24			
7	3.00	7.05	55.81	7.91			
8	3.05	7.32	51.17	6.99			
9	2.93	6.74	47.24	7.01			
10	3.08	7.43	58.32	7.84			
11	3.06	7.34	92.21	12.57			
12	3.05	7.31	77.40	10.59			
Muestra	Ø promedio (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Circunferencial (Mpa)			
1	3.03	7.23	127.85	17.69			
2	3.00	7.07	121.29	17.16			
3	3.00	7.08	84.92	11.99			
4	3.12	7.63	88.72	11.63			
5	3.05	7.32	97.08	13.26			
6	3.03	7.21	137.66	19.09			
7	3.09	7.52	79.62	10.59			
8	3.02	7.16	95.84	13.38			
9	3.13	7.71	123.91	16.07			
10	3.01	7.10	79.85	11.25			
11	3.06	7.33	94.73	12.38			
12	2.99	7.01	97.48	13.91			



QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602

ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe

www.ensayoshtl.pe



HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES  
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 3 de 3

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0104-2025		VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:
Grupo 4: Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE) con agente hemostático					
Muestra	Ø promedio (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Cizallamiento (Mpa)	
1	3.00	7.07	99.16	14.03	
2	3.02	7.16	55.24	7.71	
3	3.01	7.13	77.69	10.89	
4	3.00	7.07	86.06	12.17	
5	3.05	7.31	81.17	11.11	
6	3.07	7.42	58.17	7.84	
7	3.03	7.19	53.21	7.40	
8	3.00	7.07	76.92	10.88	
9	3.03	7.21	78.59	10.90	
10	2.99	7.04	53.98	7.67	
11	3.03	7.23	75.88	10.50	
12	2.94	6.80	68.35	10.05	



  
 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

ROBERT NIC EUSEBIO TEHERAN  
CIP: 193364  
INGENIERO MECÁNICO  
Jefe de Laboratorio



HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.

ENVIAR DOCUMENTO

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

 Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

 +51 997 123 584 / 949 059 602

 ventas@ensayoshtl.pe / ingenieria@ensayoshtl.pe

 www.ensayoshtl.pe

## 9.6. Anexo F

### 9.6.1. Certificado de calibración



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

**Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión**

## Certificado de Calibración

**LFP - C - 044 - 2024**

Consistente con las capacidades de medida y  
Calibración (CMC – MRA)

Página 1 de 4

Expediente	<b>1052981</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Solicitante	<b>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.</b>	Este certificado es consistente con las capacidades que se incluyen en el Apéndice C del MRA elaborado por el CIPM. En el marco del MRA, todos los institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y medición para las magnitudes, alcances e incertidumbres de medición especificados en el Apéndice C (para más detalles ver <a href="http://www.bipm.org">http://www.bipm.org</a> ).
Dirección	<b>Jirón Nepentas 364 urb. san silvestre San juan de Lurigancho</b>	<i>This certificate is consistent with the capabilities that are included in Appendix C of the MRA drawn up by the CIPM. Under the MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see <a href="http://www.bipm.org">http://www.bipm.org</a>).</i>
Instrumento de Medición	<b>MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL</b>	
Intervalo de Indicaciones	<b>0 N a 5 000 N</b>	
Resolución	<b>0,01 N</b>	
Marca	<b>NO INDICA</b>	
Modelo	<b>CMT-5L</b>	
Número de Serie	<b>7419</b>	
Procedencia	<b>NO INDICA</b>	
Clase de Exactitud	<b>NO INDICA</b>	
Fecha de Calibración	<b>2024-04-25</b>	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.  
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área

Responsable del laboratorio



Dirección de Metrología

Dirección de Metrología

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
**Dirección de Metrología**  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
Email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)





LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 022



Registro N°LC - 022

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CL-143-2024

Página 1 de 3

Fecha de emisión: 2024-08-10

Expediente: 2458-2024

**SOLICITANTE**

: HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.  
Dirección : JR. NEPENTAS NRO. 364 URB. SAN SILVESTRE SAN  
JUAN DE LURIGANCHO-LIMA - LIMA

**UNIDAD BAJO PRUEBA**

Marca : MITUTOYO  
Modelo : CD-8" ASX  
Cód. fábrica : 500-197-30  
Número de serie : B23082834  
Cód. de identificación : No Indica  
Ubicación : No indica  
Alcance Indic. : 0 mm a 200 mm;  
0 in a 8 in  
Resolución : 0,01 mm; 0,0005 in  
Tipo de Indicación : Digital  
Procedencia : Japón

**DE LA CALIBRACIÓN**

Fecha : 2024-08-10  
Lugar : Laboratorio de Calibración de UNIMETRO S.A.C.  
Método : Según el PC-012 Procedimiento de calibración de pie  
de rey Sta. Edición, Agosto 2012, SNM-INDECOP.

**RESULTADO DE LAS MEDICIONES**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

**TRAZABILIDAD**

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de referencia del Laboratorio Nacional y/o laboratorios acreditados, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques Patrón de Longitud IL-04	LLA-C-003-2023 - INACAL-DM
	Varillas Cilíndricas IL-15	LLA-200-2021 - INACAL-DM
	Anillo Patrón IL-14	LLA-174-2021 - INACAL-DM



Firmado  
digitalmente por  
INGA CHUCOS  
MOISÉS ADOLFO  
FIR 10020315 hard  
Fecha: 2024.08.10  
12:09:33 -05'00'  
MOISÉS ADOLFO INGA CHUCOS  
INGENIERO FÍSICO  
CIP N° 137294



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE UNIMETRO S.A.C.

## 9.7. Anexo G

### 9.7.1. *Imágenes de ejecución*




Imagen 1: Extracción y preparación de los dientes bovinos, usando forceps, bisturí #15, pasta profiláctica sin fluor Datarfar®, corte transversal de la raíz y almacenamiento a 4°C.



Imagen 2: Material utilizado y preparación de la muestra, dientes de bovinos, polímero autocurable, monómero, tubos de PVC, vaso dappen, espátula #7, pipeta plástica, platina de vidrio, exposición de la dentina con disco de diamante y lijado con carburo de silicio.



Imagen 3: Material utilizado en el procedimiento de adhesión a dentina.



Imagen 4: Sistema adhesivo universal en su modo autograbado sin y con el uso del

agente hemostático (Grupo A y B).



Imagen 5: Sistema adhesivo de grabado total sin y con el uso del agente hemostático (Grupo C y D).



Imagen 6: Almacenamiento de las muestras en agua destilada por 24 horas a 37°C.




Imagen 7: Medición del diámetro del cilindro de resina compuesta con un pie de rey digital Mitutoyo-200mm.




Imagen 8: Muestras sometidos a la prueba de resistencia al cizallamiento empleando la máquina de ensayo universal.