



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

EFFECTO PROTECTOR DE UN ADHESIVO UNIVERSAL EN EL ESMALTE DE DIENTES  
BOVINOS EROSIONADOS POR ÁCIDO CLORHÍDRICO– IN VITRO

**Línea de investigación:**

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

**Autora**

Rojas Pomayay, Katherine Mercedes

**Asesor**

Galarza Valencia, Diego Javier

ORCID: 0000-0002-5788-1780

**Jurado**

Poma Castillo, Lucía Februcia

Quispe Tasayco, Lucia Marisela

Manrique Guzmán, Jorge Adalberto

**Lima - Perú**

**2025**

# EFFECTO PROTECTOR DE UN ADHESIVO UNIVERSAL EN EL ESMALTE DE DIENTES BOVINOS EROSIONADOS POR ÁCIDO CLORHÍDRICO- IN VITRO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	1%
4	<a href="http://pesquisa.bvsalud.org">pesquisa.bvsalud.org</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="http://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe:8080">repositorio.unfv.edu.pe:8080</a> Fuente de Internet	<1%



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

EFFECTO PROTECTOR DE UN ADHESIVO UNIVERSAL EN EL ESMALTE DE  
DIENTES BOVINOS EROSIONADOS POR ÁCIDO CLORHÍDRICO- IN VITRO

### **Línea de Investigación:**

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

### **Autora**

Rojas Pomayay, Katherine Mercedes

### **Asesor**

Galarza Valencia, Diego Javier

ORCID: 0000-0002-5788-1780

### **Jurado**

Poma Castillo, Lucía Februcia

Quispe Tasayco, Lucia Marisela

Manrique Guzmán, Jorge Adalberto

**Lima – Perú**

**2025**

### **Dedicatoria**

A Dios, por guiar mis pasos.

A mi madre y a mi padre por su amor,  
confianza y apoyo incondicional.

### **Agradecimiento**

A Mercedes y Luis, mis padres, por su compañía, consejos y motivación incondicional.

A mi familia y amigos por acompañarme en mi proceso de formación universitaria.

A mis profesores universitarios por su esfuerzo y dedicación en formarme como odontóloga.

A mi asesor el Dr. Diego Galarza, por su apoyo perseverante en mi trabajo de investigación.

Al Dr. Justiniano Quispe Marcatoma laboratorio de Películas Delgadas y Sistemas Nanoestructurados UNMSM.

## ÍNDICE

Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	1
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Objetivos.....	11
1.3.1. Objetivo general.....	11
1.3.2. Objetivos específicos.....	11
1.4. Justificación.....	11
1.5. Hipótesis.....	13
II. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	14
2.1.1. Efecto protector.....	14
2.1.2. Erosión dental.....	16
2.1.3. Adhesivos, generalidades.....	22
2.1.4. Adhesivos universales.....	28
2.1.5. Zona ácido base resistente (ABRZ) .....	35
2.1.6. Sistemas adhesivos 1-SEA, 2-SEA y Universales con grabado selectivo al esmalte.....	37
2.1.7. Dureza.....	40
2.1.8. Dientes bovinos en investigación.....	42
III. MÉTODO.....	45
3.1. Tipo de investigación.....	45
3.2. Ámbito temporal y espacial.....	45

3.3. Variables.....	45
3.3.1 Operacionalización de variables.....	46
3.4. Población y muestra.....	46
3.5. Instrumentos.....	48
3.6. Procedimientos.....	48
3.6.1 Selección y preparación de los especímenes.....	48
3.6.2 Aleatorización de la muestra.....	49
3.6.3 Preparación de la muestra .....	50
3.6.4 Formulación de la solución de grabado.....	51
3.6.5 Aplicación de materiales monoméricos.....	52
3.6.6 Simulación de la erosión del esmalte.....	54
3.6.7 Medición de Microdureza Superficial.....	54
3.6.8 Análisis de Microscopia Electrónica de Barrido.....	55
3.7. Análisis de datos.....	56
3.8. Consideraciones éticas.....	56
IV. RESULTADOS.....	57
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	63
VI. CONCLUSIONES.....	70
VII. RECOMENDACIONES.....	71
VIII. REFERENCIAS.....	72
IX. ANEXOS.....	86
9.1 Anexo A.....	86
9.1.1 Ficha de recolección de datos .....	86
9.2 Anexo B .....	87
9.2.1 Acta de aprobación de proyecto de investigación por el comité de ética.....	87

9.3 Anexo C.....	88
9.3.1 Carta de presentación al Taller-Cínica de Operatoria.....	88
9.4 Anexo D .....	90
9.4.1 Constancia de ejecución del procedimiento en Taller- Clínica de Operatoria....	90
9.5 Anexo E .....	91
9.5.1 Calculo del número muestral con el programa G*Power .....	91
9.6 Anexo F .....	92
9.6.1 Carta de presentación al Laboratorio High Technnology Laboratory Certificate.....	92
9.7 Anexo G.....	93
9.7.1 Informe de resultados de Ensayo de Microdureza.....	93
9.8 Anexo H .....	96
9.8.1 Ficha técnica Single Bond™ Universal.....	96
9.9 Anexo I .....	97
9.9.1 Ficha técnica 3M™ ScotchBond™ Etchant.....	97
9.10 Anexo J.....	98
9.10.1 Ficha técnica de Permaseal®.....	98
9.11 Anexo K.....	99
9.11.1 Tabla de descripción y composición de materiales usados en este estudio.....	99
9.12 Anexo L.....	100
9.12.1 Procedimientos.....	100
9.13 Anexo M.....	111
9.13.1 Microscopía Electrónica de barrido (500X) .....	111
9.14 Anexo N.....	112
9.14.1 Microscopía Electrónica de barrido (1000X) .....	112

9.15 Anexo Ñ.....	113
9.15.1 Matriz de Consistencia.....	113

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Prueba de normalidad de Shapiro Wilk .....	57
<b>Tabla 2.</b> Medidas descriptivas de la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de adhesivo universal.....	58
<b>Tabla 3.</b> Medidas descriptivas de la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de adhesivo universal, previamente acondicionado con ácido fosfórico.....	59
<b>Tabla 4.</b> Medidas descriptivas de la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de un sellador de superficie.....	60
<b>Tabla 5.</b> Comparación de los valores de microdureza superficial de dientes bovinos erosionados por ácido clorhídrico entre los grupos experimentales.....	61

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Gráfica de distribución de cada grupo .....	58
<b>Figura 2.</b> Microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por SBU.....	59
<b>Figura 3.</b> Microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por SBU+AF.....	60
<b>Figura 4.</b> Microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por el control.....	61
<b>Figura 5.</b> Microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por SBU, SBU +AF y control.....	62

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el efecto protector de un adhesivo universal en el esmalte de dientes bovinos erosionados por ácido clorhídrico- in vitro. **Método:** El estudio fue de tipo cuantitativo, experimental, analítico, trasversal y prospectivo. Cuarenta y cinco especímenes de esmalte bovino se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos experimentales y un grupo control (n=15). Los especímenes fueron sumergidos 2 minutos en ácido clorhídrico (0.01M- pH=2.3), y divididos en grupos. Grupo 1: Adhesivo universal (SBU), Grupo 2: Adhesivo universal con acondicionamiento de ácido fosfórico al 37%. (SBU+AF) y grupo control: Sellador de superficie con acondicionamiento de ácido fosfórico al 37%. Los grupos se ciclaron en ácido clorhídrico al 0,01M-pH 2,3 por 2 minutos, 4 veces al día por 5 días. Utilizando la prueba de microdureza Vickers con un microdurómetro digital utilizando una carga de 100g por 10 segundos. Los datos se analizaron con la prueba de Kruskal Wallis para la comparación de microdureza y la prueba de Dunn para ver la diferencia de grupos ( $p=0,05$ ). **Resultados:** El grupo SBU+AF presenta mayor microdureza, aproximadamente el doble de la microdureza del grupo SBU y cerca de 4 veces mayor que el grupo control.; siendo 73.4 Kg/mm<sup>2</sup>, 32.3 Kg/mm<sup>2</sup> y 16.2 Kg/mm<sup>2</sup> respectivamente. Al comparar las medianas entre los grupos se encontró diferencias significativas entre todos ( $p < 0.05$ ). **Conclusiones:** Los dos grupos experimentales con adhesivo universal, generaron un efecto significativo en la protección del esmalte erosionado por ácido clorhídrico.

*Palabras clave:* erosión dental, adhesivo universal, 10-MDP, efecto protector.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the protective effect of a universal adhesive on the enamel of bovine teeth eroded by hydrochloric acid - in vitro. **Method:** The study was quantitative, experimental, analytical, transversal and prospective. Forty-five bovine enamel specimens were randomly distributed into two experimental groups and a control group (n=15). The specimens were immersed for 2 minutes in hydrochloric acid (0.01M- pH=2.3), and divided in groups. Group 1: Universal adhesive (SBU), Group 2: Universal adhesive with 37% phosphoric acid conditioning. (SBU+AF) and control group: Surface sealer with 37% phosphoric acid conditioning. The groups were cycled in 0.01M hydrochloric acid-pH 2.3 for 2 minutes, 4 times a day for 5 days. Using the Vickers microhardness test with a digital microhardness tester using a load of 100g for 10 seconds. The data were analyzed with the Kruskal Wallis test for the comparison of microhardness and the Dunn test to see the difference between groups (p=0.05). **Results:** The SBU+AF group has greater microhardness, approximately double the microhardness of the SBU group and about 4 times greater than the control group.; being 73.4 Kg/mm<sup>2</sup>, 32.3 Kg/mm<sup>2</sup> and 16.2 Kg/mm<sup>2</sup> respectively. When comparing the medians between the groups, significant differences were found between all of them (p < 0.05). **Conclusions:** The two experimental groups with universal adhesive generated a significant effect in the protection of enamel eroded by hydrochloric acid.

*Keywords:* dental erosion, universal adhesive, 10-MDP, protective effect.

## I. INTRODUCCIÓN

La erosión dental es considerada la tercera afección bucal más prevalente, siguiendo a la caries dental y la enfermedad periodontal. (Bartlett et al., 2019; De Oliveira et al., 2023)

La erosión dental es la es la pérdida patológica de tejido dental duro ante la influencia química de ácidos. Estos no son propios del entorno bucal, el ácido clorhídrico es el mayor agresor ácido presente en el jugo gástrico logrando llegar a la cavidad bucal por regurgitaciones producto de enfermedades como bulimia, anorexia o enfermedad de reflujo gastroesofágico. (Murase et al., 2020; Araujo et al., 2023)

El diagnosticar la erosión dental en sus inicios es un reto para el odontólogo general, debido a que ante una revisión temprana la superficie no muestra características tan notorias a comparación de un sustrato dentario que ya tiene una lesión instaurada de una pérdida visible de la estructura del esmalte. Generalmente, en condiciones tempranas se muestran aspectos clínicos mínimos o nulos, a pesar de que la lesión existe a niveles moleculares. Ante ello se considera que hasta el 45% de los pacientes con dentición permanente presenta lesiones de erosión dental. (Palandi et al., 2023)

Por ello, es necesario que, ante un inicio de erosión dental poco perceptible, el odontólogo general tenga como posibilidad un tratamiento eficiente, rápido y de bajo costo, para así lograr evitar la evolución del problema, como la pérdida de superficies oclusales, desadaptación de restauraciones o inclusive exposición dentinaria. (Lussi et al., 2011).

En la actualidad existen tratamientos para la erosión dental, sin embargo, no tienen el suficiente efecto protector contra el ácido clorhídrico. Por lo que el presente estudio propone un tratamiento primario para la erosión dental.

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

La erosión dental dejó de ser un hallazgo clínico, para convertirse en una afección común en la consulta. Su prevalencia oscila entre el 30% y el 50% en dentición decidua y entre

el 20% y el 45% en dentición permanente. Esta asiduidad en su gran mayoría es de cuadros de leves a moderados, casi imperceptibles. (De Oliveira et al., 2023)

Los orígenes de la erosión dental son la ya conocida erosión exógena, producto de alimentos ácidos y el más preocupante la erosión endógena causada por el vaciamiento gástrico, compuesto básicamente por ácido clorhídrico, tan agresivo como el ácido orto fosfórico utilizado en el consultorio dental. (Rauber et al., 2020)

En el área de la salud, tomar el tópico de efecto protector es hablar de características detectables en un individuo, el mantenimiento o la recuperación de la salud y que se permita hacer frente a los posibles daños producidos por los factores de riesgo, y por lo tanto reducir la vulnerabilidad, ya sea sistémica o localizada. (Páramo, 2011)

El tratamiento más utilizado son los fluoruros, sin embargo, éstos no tienen el suficiente efecto protector contra el ácido clorhídrico. Incluso la formación de partículas similares a  $\text{CaF}_2$  sobre la superficie del diente no protege lo suficiente. (Carvalho et al., 2022)

La alternativa, son los selladores de superficie, resinas fluidas que fueron creadas para mejorar las restauraciones estéticas. Su acción es de crear una barrera física insoluble, pero su composición hace que no sea lo suficientemente resistente en el tiempo. (Da Costa et al., 2021)

En los últimos años han aparecido los adhesivos universales basados en el monómero 10-metacriloxidecilsfosfato dihidrogenado (10-MDP), monómero funcionalizado que a diferencia de otros monómeros logra adhesión química por medio de la formación de sales no solubles con el calcio de la hidroxiapatita, permitiendo disminuir notoriamente la solubilidad a los ácidos producidos por la caries dental y entorno, creando una zona acido-base resistente ABRZ, conocida como “super esmalte”. (Saikaew et al., 2022; Nikaido et al., 2020)

Dependiendo de las características de la película y el sustrato, el esmalte erosionado aumentará su microdureza superficial, propiedad física clásica más representativa en el estudio de erosión dental. (Salerno et al., 2011; Baumann et al., 2023a)

Basada en estas propiedades de los adhesivos universales, podrán presentar una mejor protección a la solubilidad del esmalte causada por la agresión del ácido clorhídrico.

El adhesivo universal es autocondicionante pero estudios posteriores a su lanzamiento notaron fallas en el sellado marginal, por lo que surgieron varias investigaciones que propusieron el uso de “grabado selectivo” con ácido fosfórico al 37 %, mostrando mejores valores de adhesión al esmalte. (Nagarkar et al., 2019; Frates et al., 2017)

En el presente estudio, se evaluará el efecto del adhesivo universal, comparando el adhesivo universal, con y sin acondicionamiento y utilizando como grupo control un sellador de superficie, buscando aquel que proporcione una mejor microdureza superficial.

Por lo que ¿Será el adhesivo universal capaz de generar un efecto protector en el esmalte de dientes bovinos erosionado por ácido clorhídrico?

## **1.2. Antecedentes**

Ibrahim et al. (2024) en Egipto, investigaron el efecto de una resina infiltrante en comparación de un adhesivo universal, utilizando como indicador la prueba de microdureza, después de desafíos ácidos. El estudio es de tipo experimental, comparativo, transversal y analítico. La muestra estuvo conformada por sesenta superficies de esmalte dentario humano (N=60) divididas en seis grupos (n=10). Los grupos experimentales fueron sumergidos en una solución desmineralizadora (pH=4.5), por 72 horas a 35 °C y luego lavados con agua destilada por 1 minuto. Posteriormente se procedió a la aplicación del infiltrante de resina al grupo 3 y 4 según las indicaciones del fabricante y al grupo 5 y 6 la aplicación de un adhesivo universal con la técnica de grabado selectivo. Finalmente, solo los grupos 4 y 6 fueron sometidos nuevamente a una solución desmineralizante por 72 horas a 35 °C y los demás grupos almacenados en agua destilada. La dureza superficial del esmalte de todos los especímenes fue determinada por un microdurometro con un penetrador de diamante Vickers, realizando tres muescas por cada superficie con una carga de 200g por 15s. Los resultados fueron analizados

utilizando las pruebas de normalidad Shapiro-Wilk. Prueba de análisis de Varianza unidireccional para comparar grupos, prueba de post-hoc Bonferroni's para la comparación por pares y prueba t de Student para la comparación de los valores de microdureza con y sin exposición ácida. El nivel de significancia fue de  $p \leq 0.05$ . Los resultados indicaron que el grupo que tuvo el infiltrante de resina tuvo una mayor microdureza. En conclusión, el infiltrante de resina presentó un mejor efecto tanto en el desafío ácido como en los valores de microdureza.

De Araujo et al. (2023) en Brasil evaluaron el efecto de la fitoesfingosina y el biosilicato para proteger el esmalte dental por medio de pruebas de microdureza, rugosidad superficial y estabilidad de color al someterse a desafíos erosivos. El estudio es de tipo experimental, comparativo y longitudinal. La muestra estuvo compuesta por 12 incisivos bovinos ( $N=12$ ), los cuales fueron cortados en sesenta fragmentos ( $6 \times 6 \times 2$  mm) y se formaron cinco grupos ( $n=12$ ). Los especímenes fueron sometidos a ciclos erosivos con una bebida ácida ( $pH=2,5$ ). Todas las pruebas fueron evaluadas antes y después de ser expuestas a los ciclos erosivos. Para la prueba de microdureza Knoop se obtuvieron tres medidas con una carga de 50g por 5s, en el análisis de rugosidad se tomaron tres lecturas a una distancia de 3.2 mm y un corte de 0,8 mm a una velocidad de 0,5 mm/s y la prueba de color se tomó utilizando un espectrofotómetro utilizando un patrón de observación CIELab. Las pruebas de microdureza y color fueron analizados por ANOVA unidireccional y la prueba de Tukey, para rugosidad se utilizó ANOVA de dos vías y prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) Como resultado el grupo control tuvo menor cambio de microdureza en el esmalte ( $p < 0,0001$ ) que todos los demás y el biosilicato después del desafío erosivo mostró una mayor microdureza relativa que los demás grupos. La rugosidad aumentó estadísticamente significativa en todos los grupos después del desafío erosivo, exceptuando el grupo control y el mayor cambio de color se dio en el grupo que fue sumergido a saliva artificial. En conclusión, la erosión reduce la microdureza del esmalte ya que se produce una disolución de los cristales de hidroxiapatita. El grupo de biosilicato mostró una

microdureza relativa más alta, por lo que podría prevenir la pérdida de minerales de esmalte producto de la erosión, sin embargo, su acción es limitada.

Hamza et al. (2023) en Suiza evaluaron y compararon el desgaste de selladores, compuestos de monómeros en situaciones erosivas, abrasivas y erosivas-abrasivas. El estudio fue de tipo experimental, comparativo y longitudinal. La muestra estuvo compuesta por N=45, especímenes de 3mm de diámetro y espesor, a base de esmalte de incisivos bovinos y cuatro grupos de selladores de diferente composición: Fissurit, Fissurit F, Fissurit FX y Grandio Seal. Todos los especímenes fueron colocados sobre una base de acrílico y pulidos con lijas de papel de carborundo de grano 1200, 2000 y 4000. La muestra fue aleatorizada en tres grupos n=15 (desgaste erosivo, abrasivo y erosivo-abrasivo). El desgaste erosivo fue bajo la exposición de 1 min. en ácido cítrico (pH 2,3), para el desgaste abrasivo se realizaron 120 pasadas de cepillado y en condiciones erosiva/abrasiva se dio la combinación de ambos desgastes. Los desgastes de los especímenes fueron medidos por medio de un perfilómetro de aguja. Se utilizó el análisis de Kruskal-Wallis para comparar la diferencia del desgaste resultante de cada grupo y la prueba de Conover para realizar comparaciones por pares entre los materiales probados bajo la misma situación de desgaste. Como resultado el esmalte de dientes bovinos tuvo un mayor desgaste en todas las situaciones. En condiciones erosivas, Grandio Seal y Fissurit FX tuvieron menor desgaste en comparación con todos los demás materiales. En condiciones abrasivas y erosivas-abrasivas, Grandio Seal mostró menor desgaste en comparación con todos los demás grupos ( $p < 0,05$ ). En conclusión, los selladores a base de resina ante la presencia de una mayor cantidad de componente inorgánico podrían ser más resistentes al desgaste en condiciones erosivas, abrasivas y erosivas- abrasivas.

Alagha y Alagha (2021) en Macedonia, compararon la microdureza superficial de un infiltrante de resina y un adhesivo universal, sobre esmalte desmineralizado antes y después de un desafío ácido. El estudio es de tipo experimental, comparativo, transversal y analítico. El

número total de la muestra fue de cuarenta molares humanas (N=40). Cada diente fue dividido en cuatro superficies, la primera superficie fue esmalte no tratado (control positivo), la segunda esmalte desmineralizado (control negativo), la tercera esmalte desmineralizado cubierto con una resina infiltrante y la cuarta esmalte desmineralizado cubierto con un adhesivo universal. Para la prueba de microdureza se utilizó un microdurómetro digital con un penetrador Vickers con una carga de 200g y un tiempo de 10 segundos. Solo a las superficies cubiertas con el infiltrante de resina y el adhesivo universal se les midió la microdureza antes y después del desafío ácido (72 horas 35 °C). Para el análisis estadístico se utilizó el análisis de varianza unidireccional (ANOVA) para evaluar la diferencia entre la microdureza de los grupos y la prueba de post-hoc de Tukey para comparación por pares entre medias, con un nivel de significancia  $p \leq 0.05$ . En los resultados antes del desafío erosivo, el infiltrante de resina y el adhesivo universal no presentaron una diferencia estadísticamente significativa en sus valores de microdureza, sin embargo, después del desafío erosivo sí existió. En conclusión, las resinas con acondicionamiento ácido tuvieron una mayor microdureza que el grupo control.

Gurbuz et al. (2020) en Turquía, evaluaron el impacto de un sellador de superficie aplicado en diferentes resinas compuestas y se compararon sus valores de microdureza. El estudio es de tipo experimental, comparativo y transversal. La muestra fue de N=60 especímenes a base de resina compuesta, divididos en seis grupos (n=10), dentro de los cuales a los tres primeros no se les aplicó el sellador y a los tres siguientes se les aplicó un sellador de superficie con un acondicionamiento previo de ácido fosfórico al 32%. Se midió la dureza superficial Vickers mediante una carga de 300 g por 15 segundos y la rugosidad superficial de todos los especímenes. Para dar a relucir las diferencias entre los valores de rugosidad y microdureza para los diferentes grupos se utilizó el análisis de varianza ANOVA unidireccional. Los resultados obtenidos muestran que el sellador de superficie después de ser pulido no tiene un efecto significativo en la rugosidad superficial, las superficies más lisas se

obtuvieron usando un sellador de superficie después del paso de pulido y la microdureza superficial no mostro diferencias significativas entre los diferentes materiales de resina. En conclusión, el uso de selladores de superficie puede mejorar la suavidad y la dureza de las restauraciones eventualmente.

Murase et al. (2020) en Japón evaluaron por medio de pruebas de microdureza, rayado y tracción la fuerza de unión de esmalte y dentina erosionada cubiertas con resina autoadhesiva. El estudio es de tipo experimental, comparativo y transversal. La muestra estuvo conformada por dientes anteriores humanos, sus superficies de esmalte y dentina fueron sometidas a ciclos erosivos (pH= 2,2). Posteriormente recubiertos con tres resinas fluidas, dos resinas autocondicionantes: Fusio Liquid Dentin y LLB.CR6 (prototipo) y una resina convencional Beautifil Flow con un sistema adhesivo autograbante (Clearfil Mega Bond). Se realizaron pruebas de microdureza, rayado y tracción cuyo número muestra fue de N=80 especímenes. La prueba de microdureza estuvo compuesta por veinte especímenes, divididos en cuatro grupos (n=5). Se realizó la penetración de la superficie con un penetrador Vickers cargado a 200 mgf por 15 segundos. En cada muestra se midieron 6 puntos y se calcularon sus promedios. La fuerza de unión fue determinada por medio de una prueba de rayado con treinta especímenes, divididos en tres grupos (n=10), se realizó el desplazamiento de 7mm de un penetrador de diamante sobre la superficie de las restauraciones a una velocidad de 5.25 mm/min con carga de 0 a 30 N y la prueba de tracción midió la fuerza de adhesión con treinta especímenes en tres grupos (n=10), se fabricaron moldes de teflón (3x3mm diámetro y profundidad) colocados encima de los diferentes sustratos, el molde fue rellenado por los tres tipos de resina y polymerizados por 20s, utilizando una máquina universal de prueba se midió la fuerza de adhesión con una velocidad de 0,5mm/min. Los datos obtenidos fueron analizados mediante ANOVA unidireccional y prueba de comparación múltiple de Sheffe ( $\alpha=0.05$ ). Los resultados de la prueba de microdureza muestran que hubo una diferencia estadísticamente significativa

( $p < 0.05$ ) entre todos los materiales y Fusio Liquid Dentin tuvo el valor más alto de los tres materiales ( $p < 0,05$ ). La proporción o composición del relleno incluido podría haber sido diferente entre Fusio Liquid Dentin y los otros. Por otro lado, en la prueba de rayado no hubo diferencia significativa en la fuerza de unión de todos los materiales. En conclusión, las resinas fluidas autoadhesivas podrían servir como materiales de recubrimiento sobre superficies erosionadas.

Milani et al. (2022) en Brasil, evaluaron en una investigación in vitro la exposición del esmalte de dientes humanos ante ácidos biliares y precisaron el impacto que causan estos ácidos en la dureza superficial del esmalte. El estudio es de tipo experimental, comparativo y longitudinal. La muestra de este estudio fue de  $N=16$  incisivos permanentes, distribuidos en tres grupos experimentales y uno de control. Los especímenes fueron sumergidos individualmente en una solución de ácido biliar diferente, dependiendo del grupo en el que se encontraron, simulando un episodio de reflujo y posteriormente fueron lavados en agua destilada. Para evaluar la dureza superficial del esmalte de los dientes se utilizó una prueba de microdureza, realizando indentaciones con una carga de 50 g y un tiempo de 10 segundos, los resultados fueron analizados estadísticamente mediante la prueba T-Student y Fisher ( $\alpha=0.05$ ). Los resultados obtenidos muestran que el esmalte expuesto a ácido taurocólico 1  $\mu\text{M}$  (pH 5) tiene similar microdureza antes y después del desafío erosivo, a la inversa, el esmalte expuesto a ácido taurocólico 10  $\mu\text{M}$  (pH 5) combinado o no con ácido glucocólico 10  $\mu\text{M}$  aumento significativamente su dureza. En conclusión, el ácido taurocólico y glicólico no tuvieron efectos nocivos sobre la estructura del esmalte.

Viana et al. (2020) en Brasil evaluaron la acción de los procesos de erosión y erosión/abrasión entre materiales bioactivos y superficies circundantes al esmalte y dentina por medio de la medición de pérdida superficial. Se obtuvieron láminas de esmalte y dentina de incisivos bovinos (4x4x2 mm) que fueron unidas y embebidas en bloques de acrílico, en el

límite de ambas se realizó una cavidad estandarizada (1.2x4x1.5mm) que posteriormente fue obturada con los siguientes materiales de restauración: resina compuesta Filtek Z350, compuesto experimental que contiene partículas de fosfato dicálcico dihidratado (DCPD), Giomer (Beautifil II), cemento de ionómero de vidrio (GIC, Fuji IX) y un GIC modificado con resina (Fuji II LC). El presente estudio es de tipo experimental, comparativo y longitudinal. Se probaron cinco materiales con un N=100, divididos en 10 grupos, erosionados y erosionados/abrasionados (n=10). Bajo desafío erosivo los especímenes estuvieron expuestos a ciclos erosivos de ácido cítrico al 0.3% (pH= 2.6) y bajo desafíos de erosión/abrasión, sometidos al mismo procedimiento de erosión y expuestos a un simulador de cepillado. La pérdida del área dental y de los materiales fueron determinados por perfilometría óptica y analizados por medio de la prueba de Kruskal-Wallis y Dunn, con un nivel de significancia de 5% utilizando el software Sigma Plot 23.0. Los resultados obtenidos muestran que ante los desafíos erosivos en esmalte Fuji IX y Fuji II LC muestran una menor pérdida, sin embargo, no tan significativa como la resina Z350. En el caso de erosión/abrasión la resina Fuji II LC tiene menor pérdida y en cuanto a la dentina en ambos desafíos todos los materiales no muestran diferencia significativa de pérdida entre ellos. Por lo que GIC y Giomer tuvieron más pérdida que la resina Z350. En conclusión, GIC modificado con resina (Fuji II L C) fue el material que tuvo menor pérdida de esmalte superficial ante los desafíos de erosión y erosión/abrasión. Por lo que este material muestra una protección favorable tanto en esmalte como en dentina y podría ser usado por pacientes que presentan alguna afección médica.

Palhari et al. (2023) en Brasil evaluaron la adhesión de dentífricos desensibilizantes en dentina con erosión y abrasión, mediante la prueba de resistencia al cizallamiento. El estudio es de tipo experimental, comparativo y longitudinal. Se obtuvieron molares humanos (N=100), que se cortaron en discos de 3mm de espesor, divididos en cinco grupos (n=20) dependiendo del dentífrico usado. Los especímenes fueron sumergidos en solución de ácido cítrico al 1%

(pH= 2,6). Posteriormente al ciclo erosivo, cada grupo se subdividió en dos (n=10), según el sistema adhesivo utilizado, grabado y enjuague y autograbado, para ellos se utilizó el adhesivo universal Scotchbond Universal 3M. La fuerza de unión se midió por la prueba de resistencia al cizallamiento y los modos de falla con un estereomicroscopio. La prueba estadística se realizó por medio del programa de software Jamovi, versión 18. Se realizó un análisis de varianza ANOVA de dos vías y prueba de Tukey ( $p<0,05$ ). Los resultados obtenidos muestran que existe una diferencia estadísticamente significativa en los sistemas adhesivos probados ( $p<0,001$ ). En conclusión, el sistema de autograbado mostró una mayor fuerza de unión a la dentina en comparación al que tuvo previo grabado.

Assunção et al. (2020) en Brasil evaluaron en esmalte y dentina erosionada y sana la resistencia al microcizallamiento de cuatro adhesivos de autograbado y grabado y enjuague. El estudio es de tipo experimental, comparativo y longitudinal. Se realizó una prueba de microdureza Knoop como criterio de inclusión con una fuerza de 50g por 5s realizando tres indentaciones tanto en esmalte como dentina y los valores fuera de desviación estándar fueron apartados. Seleccionando 48 dientes molares (N=48) divididos en cuatro grupos (n=12), Los especímenes estuvieron sometidos a ciclos erosivos en 50 ml. de una bebida ácida (pH=2,6). Los grupos se dividieron en sustratos sanos o erosionados y fueron cubiertos por cuatro sistemas adhesivos: Adper Single Bond 2, Single Bond Universal, Optibond FL y BondForce. Posteriormente se realizó la prueba de microcizallamiento y el modo de falla fue analizado por un microscopio óptico. El análisis estadístico se realizó utilizando el software SPSS 21,0 con un nivel de significancia del 95%, para el análisis de distribución normal se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnor y los datos de microcizallamiento fueron analizados utilizando ANOVA de dos vías, prueba post hoc de Tukey y prueba de chi-cuadrado ( $p<0,05$ ). Como resultado en la prueba de microcizallamiento no se obtuvieron diferencias entre esmalte y

dentina, erosionados y sanos. En conclusión, la resistencia de unión por microcizallamiento a esmalte y dentina no fue afectada por procesos erosivos o el tipo de sistema adhesivo.

### **1.3. Objetivos**

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

Identificar el efecto protector de un adhesivo universal en el esmalte de dientes bovinos erosionados por ácido clorhídrico.

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

- Medir la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de adhesivo universal.
- Medir la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de adhesivo universal, previamente acondicionado con ácido fosfórico.
- Medir la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de un sellador de superficie.
- Comparar los valores de microdureza superficial de dientes bovinos erosionados por ácido clorhídrico entre los grupos experimentales.

### **1.4. Justificación**

Teórica: Este estudio busca llenar un vacío académico sobre las posibilidades terapéuticas de la erosión dental, debido a su alta prevalencia. En la actualidad los textos utilizan como tratamiento de la erosión dental temprana, a los fluoruros, que después de años de estudio se ha observado que solo tienen un limitado efecto protector. La presente investigación está enfocada al tratamiento de la erosión endógena en sus estadios tempranos, se busca sustentar la interacción entre el sustrato dentario y un monómero que posee adhesión física y química por la formación de sales, el monómero 10-metacriloxidecilfosfato

dihidrogenado, con pruebas de laboratorio y sus resultados correlacionarlos con estudios previos sobre el tema.

**Metodológico:** Este estudio por sus necesidades intrínsecas es de diseño experimental, debido a lo invasivo de su exposición a los tratamientos ejecutados y las pruebas que valoren sus resultados se dan limitaciones éticas, por lo cual tienen que ser hechas en el laboratorio (in vitro). Para darle la condición de experimental puro y aprovechando su condición in vitro se utilizaron dientes bovinos de características más homogéneas que los dientes humanos, por su simultaneidad en la recolección y la casi nula exposición al flúor y otros componentes que desvirtúan la consistencia de la muestra, contando también con la posibilidad de tener un parámetro de referencia (grupo control) y la facilidad de la aleatorización de los especímenes, completa las condiciones para el tipo de estudio experimental. Al ser un estudio cuantitativo los valores van a poder ser tratados estadísticamente para evaluar la fortaleza de sus resultados y poder realizar correlaciones con otras investigaciones.

**Práctico:** Permitir un tratamiento eficiente, viable y fácil de aplicar ante el problema de erosión dental. La aplicación de adhesivos universales es de corto tiempo clínico y similar a la aplicación de algún otro monómero o barniz sobre el diente. Esto permitirá al odontólogo tener un tratamiento eficiente, cubriendo mejor las superficies dentarias ante el ataque de los jugos gástricos, generando un mejor efecto protector a la estructura dentaria, a las restauraciones y su interface con el sustrato dentario, brindándole así en forma fácil y rápida una mejor protección que conlleve a una mayor longevidad de los elementos bucales. Es importante resaltar que se utilizarán materiales de fácil acceso y de uso diario en los consultorios dentales.

**Social:** Es necesario que la erosión pueda ser diagnosticada en etapas tempranas, donde los monómeros son más eficientes en cuanto a la capacidad de permanencia y protección en el sustrato dentario, a su vez que el tratamiento sea accesible económicamente, logrando brindar

una solución más eficaz a la erosión dental. Las personas con erosión dental en especial aquellas que tienen enfermedades como bulimia o enfermedad de reflujo gastroesofágico necesitan ser tratados eficazmente ya que a largo plazo pueden llegar a perder piezas dentarias, perjudicando su capacidad masticatoria, hecho que podría perjudicar su calidad de vida si el problema no es mitigado.

### **1.5. Hipótesis**

El adhesivo universal generará un efecto protector en el esmalte erosionado por ácido clorhídrico.

## II. MARCO TEÓRICO

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

#### 2.1.1. *Efecto protector*

En el área de la salud, tomar el tópico de efecto protector es hablar de características detectables en un individuo, el mantenimiento o la recuperación de la salud y que se permita hacer frente a los posibles daños producidos por los factores de riesgo, y por lo tanto reducir la vulnerabilidad, ya sea sistémica o localizada. (Páramo, 2011)

La protección natural contra la erosión dental es generada por una película aplicada en las superficies dentales. Esta película está conformada básicamente por proteínas, pero también de lípidos, macromoléculas y otros componentes. Por otro lado, esta película puede adquirir más componentes que permitan un mejor efecto protector contra la erosión dental, los cuales puedan interactuar y entrecruzar las proteínas ya existentes, generando una mayor unión de las proteínas. Esta película al estar conformada también por saliva puede formar una película más gruesa y densa, que permita aumentar la resistencia a los ataques ácidos. (Baumann et al., 2023b)

El efecto protector contra la erosión es explicado por la formación de dos capas protectoras frente a los ácidos, una capa profunda adherida al cuerpo del diente debido a interacciones electrostáticas y de Vander Waals, así como también una capa globular más ligera, ambas unidas por interacciones proteína-proteína que conforman estructuras globulares y granulares. Esta capa profunda protege más a la disolución por ácidos y sustentaría el efecto protector contra la erosión, conformada por: proteínas, péptidos, lípidos y otras macromoléculas. (Carvalho et al., 2022)

Se define como protector a una sustancia química que tiene una acción protectora frente a alguna enfermedad, agresión xenobiótico o agentes físicos (sol, aire, frío, ácidos, rayos UVA,

etc.). También, como un objeto que cubre y protege una parte del cuerpo o aparato frente a daños que pudiera recibir. (Real Academia Nacional de Medicina de España, 2012)

Colocar una capa protectora encima de la superficie del diente para formar una barrera entre el diente y ácidos es similar a la función que cumple biológicamente la capa salival adquirida. Esta capa salival es una película delgada que se conforma encima de las piezas dentarias y está compuesta por proteínas salivales precipitadas y aglomeradas. A su vez, protege al diente contra agresiones físicos y químicos. Las proteínas presentes en la película de la capa basal tienen locus de unión para el calcio y el fosfato, conservando una elevada cantidad de estos iones en las inmediaciones de la superficie de hidroxiapatita del tejido duro del diente, generando una menor desmineralización. El efecto protector de la película podría aumentar cubriendo la superficie del diente con polímeros. Los estudios sobre el efecto antierosivo de materiales a base de polímeros aún son escasos, pero indican que es un enfoque prometedor. (Augusto et al., 2022)

El efecto protector de las piezas dentarias frente a la erosión dental es de suma importancia, más aún si esperamos que estos duren toda la vida hasta envejecer. Existen ciertos productos dentales que ayudan a proteger las piezas dentarias de la pérdida de minerales y aumentan la longevidad de los dientes. (Limeback et al., 2023)

Existen materiales dentales simples de fácil y rápida aplicación que pueden formar una barrera física en las superficies dentarias para evitar el contacto ácido, son los barnices tensos a base de monómeros naturales, agentes adhesivos de dentina resinosos. (Ranjitkar et al., 2012)

Una de las medidas que se utiliza para la protección de tejido dentario expuesto a daños erosivos es la colocación de una barrera protectora sobre las superficies palatinas de las piezas dentarias, como los materiales con enlaces carbono-carbono y carbono-hidrógeno, como las resinas, que son hidrófobas. (Patiño-Herrera et al., 2015)

También podría ayudar una fina capa de un sellador de resina, adhesivo transparente sin relleno, un relleno ligero o cemento de ionómero de vidrio. No obstante, estos materiales que podrían generar una barrera protectora requieren estudios independientes para poder valorar su efectividad y duración clínica a largo plazo. (Ranjitkar et al., 2012)

### ***2.1.2. Erosión dental***

A lo largo de la vida es normal la pérdida de estructura dentaria de manera fisiológica, sin embargo, puede producirse un desgaste repentino y excesivo en un corto periodo de tiempo a lo que se considera un desgaste patológico, originado probablemente por cuatro causas: erosión, atrición, abrasión y abfracción. que a la larga podrían provocar problemas funcionales, estéticos o de sensibilidad. (Paryag y Rafeek, 2014)

La erosión dental es el desgaste patológico de origen químico de estructura dentaria, en el cual se da la desmineralización erosiva del tejido dentario por la presencia de un ácido, de origen no bacteriano. Esta no es perceptible a primera instancia, sin embargo, puede evolucionar de manera progresiva e irreversible. (American Dental Association, 2021)

La erosión dental tiene una prevalencia que puede llegar al 50% en la dentición decidua, así mismo al 45% en la dentición permanente. (Augusto et al., 2022)

La erosión dental puede ser causada por factores extrínsecos como la dieta de alimentos acidificados e intrínsecos relacionados con la regurgitación ácida en pacientes, principalmente con enfermedad de reflujo gastroesofágico y trastornos alimenticios. (Patiño-Herrera et al., 2015)

El desgaste erosivo de las piezas dentarias es un procedimiento químico y físico que conlleva a la pérdida irreversible del sustrato dentario. El proceso químico de la erosión dental es el resultado básicamente por la exposición ante ácidos propios y externos. Al tener los ácidos una mayor concentración, provocarán una disolución de los minerales del sustrato dentario, por

lo que se obtendrá una superficie dentaria suave, que posteriormente se tornará más susceptible al desgaste mecánico. (Baumann et al., 2023a)

Inicialmente el daño erosivo de las piezas dentarias produce el deterioro de estructura dentaria, provocando a su vez la disminución de la dureza superficial del esmalte. Sin embargo, si el daño erosivo continúa y se acompaña de desgastes abrasivos se producirá el ablandamiento irreversible del esmalte, y posterior a ello, la pérdida continua de las capas del esmalte, hasta la pérdida total de estructura dentaria. Por ello es necesario tomar medidas preventivas para evitar un mayor deterioro funcional y estético. (Augusto et al., 2022)

En primera instancia la apariencia clínica ayuda al odontólogo a diagnosticar erosión dental. Algunos signos de erosión son esmalte suave, liso y a veces opaco. En un principio las superficies oclusales e incisales no muestran diferencia alguna ante la erosión dental, sin embargo, conforme progresa la enfermedad las cúspides de las superficies oclusales se comienzan a redondear y en caso existieran restauraciones, estas se elevan por encima de la superficie del diente adyacente. Posteriormente en casos graves se logra desaparecer toda la morfología oclusal, inclusive en algunos casos darse la exposición dentinaria, seguida de la formación de una dentina secundaria. (Lussi et al., 2011)

Por tanto, es una responsabilidad para el odontólogo diagnosticar y brindar un tratamiento adecuado a pacientes que padecen el problema de erosión dental. Ante ello es importante que el odontólogo esté capacitado para diagnosticar y brindar un adecuado seguimiento a estos pacientes. Ya que muchos de ellos no reconocen que tienen un trastorno alimenticio, en especial pacientes con bulimia y anorexia nerviosas tampoco buscan ayuda médica, hasta que la erosión comienza a afectar la estética y función de los dientes. Ante ello es necesario que estos pacientes sean derivados a médicos especializados y psicólogos para que puedan ser tratados. (Amaechi y Higham, 2005)

**2.1.2.1. Trastornos alimenticios (Bulimia) y enfermedad de reflujo (ERGE).** La erosión dental es producto de enfermedades mentales como la bulimia que en la pandemia de COVID -19 tuvo un preocupante aumento del 57% de su prevalencia. En base al Manual diagnóstico de los trastornos mentales, los trastornos alimenticios son clasificados en: bulimia y anorexia nerviosa, además de trastornos alimenticios no específicos. (Khraisat et al., 2022)

Uno de los trastornos alimenticios con mayor gravedad es la bulimia nerviosa, la cual se caracteriza por la frecuencia de vómitos provocados a sí mismo, con la finalidad de verse más delgado. La bulimia nerviosa es un trastorno alimenticio que generalmente afecta a mujeres en países desarrollados, con una prevalencia aproximada del 5% en mujeres entre 18-35 años. Dentro de este grupo se ha conocido que la prevalencia de la erosión dental supera el 90%. Es característico que las personas que tienen trastornos alimenticios como la bulimia, tengan una salud bucal deficiente, producto de los constantes vómitos autoinducidos. Ya que los pacientes con bulimia tienen un peso normal, los odontólogos podrían ser las primeras personas en diagnosticar la erosión dental, identificando las llamadas perimólisis en las caras linguales o palatinas de los dientes anteriores, generadas por la expulsión de ácidos durante el vómito. (American Dental Association, 2021)

La enfermedad por reflujo gastroesofágico es una enfermedad que se caracteriza por el retorno frecuente del contenido gástrico hacia la orofaringe, el cual tiene como principal componente al ácido clorhídrico. Provocando a nivel dentario, erosiones dentales especialmente en las superficies palatinas de los incisivos superiores e inferiores y comprometiendo otras superficies dentales si el problema persiste. La enfermedad por reflujo gastroesofágico tiene una prevalencia de la población mundial del 13% aproximadamente. (Milani et al., 2022)

El reflujo gastroesofágico (ERGE) ocurre principalmente posprandial (después de las comidas) durante aproximadamente una hora por día. Un episodio de ERGE se diagnostica

cuando el pH esofágico desciende por debajo de 4,0 durante al menos 30 segundos. Pero, en individuos sanos, el reflujo ácido se elimina mediante el peristaltismo esofágico y la saliva en 1-2 minutos. (Ranjitkar et al., 2012)

**2.1.2.2. Acido clorhídrico y jugos gástricos.** Los jugos gástricos tienen el objetivo de descomponer en el estómago los alimentos ingeridos y generar su absorción por medio de los intestinos, todo ello es posible a la producción del ácido clorhídrico en un 3% en el estómago. Este ácido permite la desnaturalización de proteínas y no produce daños en los tejidos del estómago debido a que estos son resistentes ante los ácidos. El ácido clorhídrico también llamado ácido muriático o hidroclorehídrico es un componente químico binario, cuyas moléculas están compuestas por un átomo de cloro y otro de hidrógeno, siendo su fórmula química HCl, formando una disolución acuosa del gas cloruro de hidrógeno. Esta sustancia es altamente corrosiva y ácida, usada generalmente como un reactivo químico y está clasificada como un ácido fuerte que al estar en contacto con agua se descompone. Una disolución pura de ácido clorhídrico tiene un pH menor a 1. Es un irritante muy potente capaz de dañar cualquier tejido orgánico con el que entre en contacto. Su exposición en forma de gas puede irritar las vías respiratorias y dependiendo de su concentración la interrupción del ciclo operatorio y la muerte por asfixia. (Equipo editorial Etecé, 2023)

El vaciamiento gástrico es una combinación perjudicial de ácido, bilis y enzimas digestivas que permite el desdoblamiento de los alimentos para que puedan asimilarse en el intestino delgado. Esta sustancia es agresiva por lo que puede perjudicar gran parte de los estratos epiteliales, por ello es necesario tomar medidas eficientes para taponar el ácido y cuidar la mucosa de la lesión inflamatoria y otros trastornos producidos por el reflujo. Todos los componentes del jugo gástrico potencialmente pueden causar daño o inflamación al esófago, sin embargo, el ácido es la etiología mayoritaria de los daños en la esofagitis y reflujo. (Tack y Pandolfino, 2018)

**2.1.2.3. Tratamientos para la erosión dental.** Los actuales tratamientos utilizados para la erosión dental son los siguientes:

*A. Tratamientos a base de fluoruros.* Se propuso el tratamiento de fluoruros para la protección de las estructuras dentarias por erosión dental, sin embargo, se comprobó que este sólo actúa en la superficie del esmalte ya que el daño en la estructura era irreversible. Incluso la incorporación de fluorapatita en grandes cantidades y concentraciones brindan poca o ninguna protección a la superficie erosionada ya que los ácidos endógenos tienen un pH muy por debajo de 4,5, cuyo valor aproximado es el pH crítico para la disolución de fluorapatita. Sin embargo, fluoruros acompañados de caseína podrían proporcionar protección contra la erosión a un pH de 3,0 pero no en un escenario muy erosivo de pH 1,2. (Ranjitkar et al., 2012)

Inicialmente en un enfoque preventivo para el desgaste erosivo de estructura dentaria, se propuso la utilización de fluoruros como el fluoruro de sodio (NaF) y difluoruro de estaño (SnF<sub>2</sub>), sin embargo, no pudieron proporcionar una protección contra la erosión gástrica. (Wegehaupt et al., 2012)

A cambio de ello el difluoruro de estaño (SnF<sub>2</sub>), provoca efectos secundarios en la estructura dentaria posterior a su uso como: decoloración de los dientes, sensación de astringencia en la mucosa y formación de algunas coberturas de color blanquecina o amarillenta sobre la superficie dentaria. Es por ello que se necesita utilizar un tratamiento más efectivo frente a la erosión dental. Simulando la formación natural de película salival adquirida sobre las superficies dentarias que protege directamente el tejido duro del diente contra impactos mecánicos y químicos. Se propone la colocación de una capa protectora sobre la cara lingual de las piezas dentarias para evitar el contacto directo con los ácidos. (Augusto et al., 2022)

*B. Tratamientos a base de monómeros.* Una de las medidas que se utiliza para la protección de tejido dentario expuesto a daños erosivos es la colocación de una barrera protectora sobre las superficies palatinas de las piezas dentarias, como los materiales con

enlaces carbono-carbono y carbono-hidrógeno, como las resinas, que son hidrófobas. (Patiño-Herrera et al., 2015)

Los productos dentales que se pueden usar, a menudo, como barreras físicas temporales al ácido incluyen barnices viscosos a base de resina, agentes adhesivos de dentina a base de resina. Una capa delgada de un sellador de resina, adhesivo transparente sin relleno, un relleno ligero o cemento de ionómero de vidrio. Sin embargo, los productos de barrera de superficie generalmente requieren pruebas en ensayos controlados independientes para identificar su eficacia y rentabilidad clínica a largo plazo. (Ranjitkar et al., 2012)

Actualmente en odontología el tratamiento usado en casos de erosión es el uso de técnicas adhesivas con la finalidad de mantener el sustrato dentario. Sin embargo, se espera el hallazgo de nuevos tratamientos que sean indicados especialmente para este tipo de patología como la creación de opciones restauradoras biomiméticas. Estudios recientes mencionan que el esmalte erosionado es un buen sustrato para la adhesión. (Da Costa et al., 2021)

El empleo de un nuevo sistema adhesivo podría ser beneficioso para la colocación de restauraciones a base de resina compuesta o indirectamente a base de cerámicas. El impacto del esmalte ante soluciones ácidas produce su desgaste parcial superficial y por consiguiente la disminución de su dureza. Si estos impactos ante soluciones ácidas continúan la superficie reblandecida del esmalte es propensa a un desgaste mecánico, complicando el caso. (Frattes et al., 2017)

**C. Selladores de superficie.** Existen materiales que sirven como medios para cubrir una restauración después de haber sido terminada, denominados anteriormente como repegados, encristalamiento, pulidor líquido y actualmente conocidos como selladores de superficie. Estos son aplicados sobre la restauración y al diente que rodea la restauración, teóricamente generando un mejor sellado marginal y cubriendo a la superficie de posibles

microirregularidades que han sido producidos durante la aplicación y polimerización de la resina compuesta. (Brooksbank et al., 2019)

Los selladores de superficie son compuestos resinosos que tienen un comportamiento muy fluido, logran cubrir las restauraciones dentales introduciéndose por medio de los defectos microestructurales de la restauración. (Korkut et al., 2022)

Los selladores de superficie son resinas fluidas que no poseen carga, estos son utilizados para rellenar pequeños defectos y minúsculas rajaduras que puedan existir en una restauración por acción capilar, obteniendo una superficie lisa que pueda resistir al desgaste y tener un mejor sellado marginal. Estos pequeños defectos son causados por la exfoliación de la carga después del proceso de pulido de una restauración. Los selladores de superficie son adecuados para poder cubrir los pequeños defectos de la superficie de la restauración y mejorar la resistencia a la abrasión. (Gurbuz et al., 2020)

Un estudio relató el efecto protector de los selladores de superficie ante el desgaste erosivo del esmalte por ácido clorhídrico y ácido cítrico. Los selladores de superficie disminuyeron la pérdida de esmalte generado por desgaste erosivo ante desafíos ácidos en un periodo a largo plazo de 28 días. (Wegehaupt et al., 2012)

Un material a base de monómeros que también podría servir contra la erosión dental es un infiltrante conocido como Icon. Estudios informan que este material produce el cese de lesiones cariosas primarias y que al igual que los selladores de superficie son capaces de preservar el esmalte ante desafíos erosivos por ácido clorhídrico in vitro. No obstante, se requieren más estudios para comprobar si la inmersión de los especímenes en ácido clorhídrico tiene resistencia ante factores mecánicos. (Zhao et al., 2017)

### **2.1.3. Adhesivos, generalidades**

Se refiere a una sustancia que tiene como propiedad unir dos materiales eficientemente, independientemente de su composición. (Pike, 2021)

Se conoce como adhesión a la acción entre un material adherente y un adherendo al mismo nivel de estructura. En odontología se denomina adhesión dental o unión dental. (Sturdevant et al., 1996)

Los adhesivos dentales son usados para lograr una unión íntima entre el compuesto dental y la estructura dentaria. Esto se logra a través de la penetración del adhesivo en el sustrato de la dentina o esmalte y su posterior polimerización, prolongando así el tiempo de vida de las restauraciones. (Baratieri et al., 1993)

La adhesión dental puede ser lograda mecánicamente por la penetración del adhesivo en la estructura dentaria, logrando una firme retención. De igual manera tenemos a la adhesión química, en la cual es necesario desmineralizar previamente las superficies y posteriormente conectar ambas superficies por medio de un monómero. (Zhao et al., 2021)

Los adhesivos dentales tienen entre sus componentes un monómero bicoupling el cual les permite unirse por un lado a la estructura dentaria, gracias a su hidrofiliidad y por el otro a la resina compuesta por la presencia de grupos hidrófobos. Las fuerzas de adhesión que se genera con el esmalte es mayor que al de la dentina. (Graig et al., 1999)

A su vez es necesario que el adhesivo tenga propiedades químicas que le permitan unirse de una manera compatible con el sustrato del diente. También es importante tener en cuenta la energía superficial de los dos cuerpos a adherir, ya que de esta dependerá que exista una unión íntima. (Zhao et al., 2021)

Los adhesivos tienen un mecanismo de enlace en el que los monómeros ingresan en los tejidos dentales, reemplazando al tejido mineral extraído, de tal forma que los monómeros después del proceso de polimerización se unen micromecánicamente al diente. Los adhesivos dentales se pueden clasificar de dos formas: adhesivos de grabado y enjuague (ER) y adhesivos autocondicionantes (SE), dentro del cual existe la clasificación de grabado parcial, un paso (1-SEA) y dos pasos (2-SEA). (Muñoz et al., 2013)

**2.1.3.1. Adhesión al esmalte.** La composición del esmalte dental está dada por un complejo tridimensional entre prismas y estructuras interprismáticas, formando casi en su totalidad una matriz inorgánica de cristales de hidroxiapatita carbonatada y por otro lado tiene una mínima cantidad de compuestos orgánicos proteínas, lípidos y agua, ubicados entre los cristales de hidroxiapatita. Al grabar el esmalte con ácido fosfórico, la superficie del esmalte cambia y la energía superficial aumenta notoriamente, mejorando su humectabilidad. Además, el grabado produce una mejor penetración micromecánica, permitiendo una mejor recepción del esmalte ante otras sustancias. (Nikaido et al., 2020)

La adhesión en esmalte es el procedimiento adhesivo más usado, que tiene una técnica de menor sensibilidad y genera una mejor unión con materiales a base de monómeros, gracias al previo grabado ácido que se aplica sobre la superficie, creando microporosidades cuya profundidad oscila entre 25 a 50  $\mu\text{m}$  haciéndolo retentivo. (Baratieri et al., 1993)

Esta adhesión a esmalte se logra aplicando ácido fosfórico al 35%, este disolverá la sustancia prismática y parte de la sustancia interprismática. Estas irregularidades servirán como micro retenciones para los adhesivos al aumentar el área de contacto formando micro regularidades. (Van Meerbeek et al., 2008)

A consecuencia de ello es posible el ingreso de monómeros de baja viscosidad, como el adhesivo, dentro de las micro retenciones creadas, humedeciendo la superficie y creando tags después de un proceso de polimerización. (Mattar y Musalem, 2014)

La formación de tags en el esmalte a consecuencia del grabado, logra una mejor adhesión micromecánica entre los cristales de hidroxiapatita y la resina, obteniendo un mejor sellado en los márgenes y aumentando el tiempo de vida de la restauración. (Perdigão, 2020)

La adhesión dental de un adhesivo a esmalte es de 18 a 22 MPa, mientras que la adhesión de un ionómero de vidrio tradicional a esmalte es de 8 a 12 MPa. (Sturdevant et al., 1996)

Actualmente es ideal tener una retención mecánica y una unión química para lograr una unión segura al esmalte en base a estudios químicos y morfológicos. (Nikaido et al., 2020)

En conclusión la adhesión en esmalte se puede dar de una forma, aumentando la humectancia y el área superficial. Por otro lado la adhesión en esmalte se puede lograr de manera micromecánica, donde el adhesivo penetra en los tags que se forman en el esmalte producto del grabado ácido. (Zhao et al., 2021)

**2.1.3.2. Adhesivos ER (grabado y lavado).** Este tipo de adhesivo se caracteriza por la necesidad de realizar un grabado y un enjuague obligatorio previo a su colocación, denominada etapa de “acondicionamiento”. (Van Meerbeek et al., 2008)

El esmalte es previamente grabado con el objetivo de obtener una mayor adhesión micromecánica, creando microrretenciones con una profundidad de 5 a 50  $\mu\text{m}$ . Para realizar el grabado sobre las superficies dentarias son usadas generalmente concentraciones entre 30 y 40% de ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). (Xu et al., 2023)

Sin embargo, el más usado es el ácido fosforico al 37 % ( $\text{pH} < 1$ ), que se ha utilizado en una mayor cantidad de aplicaciones debido a que permite una mejor penetración de las resinas de baja viscosidad en el sustrato del diente, mejorando la unión micromecánica y aumentando su durabilidad. (Anastasiadis et al., 2021)

El objetivo del ácido fosforico en los adhesivos ER es eliminar la hidroxiapatita superficial y el barrillo dentinario, con la finalidad que el adhesivo pueda penetrar en las microporosidades del sustrato de la dentina y en los tubulos dentinarios, creando una “capa híbrida” compuesta por adhesivo y colágeno. (Nagarkar et al., 2019)

Así cuando se realice el proceso de polimerización se formarán tags, que se puede describir como el enclavamiento del adhesivo dentro de los túbulos dentinarios, creando una adhesión micromecánica producto de la alta fluidez y esparcimiento en varias direcciones del adhesivo. (Mattar y Musalem, 2014)

**2.1.3.3. Adhesivos SE (autograbado).** Hoy en día los adhesivos sintetizan el método de unión al disminuir el número de pasos y el tiempo para su aplicación, lo que consecuentemente produce menos sensibilidad de la técnica y produce una homogeneidad en la técnica de aplicación. Es por ello que el uso de adhesivos autograbantes ha aumentado entre los odontólogos. (Muñoz et al., 2015)

Los adhesivos de autograbado poseen en su composición monómeros ácidos funcionales, los cuales permiten que sea capaz de grabar e infiltrar el diente en un solo paso, la presentación de este adhesivo es mono frasco. El sistema de adhesión del adhesivo autograbado se obtiene por medio de la eliminación parcial del barro dentinario y la hidroxiapatita superficial formándose así una capa de unión por la combinación del barrillo dentinario residual, dentina desmineralizada y minerales, conocida como capa híbrida. La eliminación parcial del barro dentinario permite que los túbulos dentinarios permanezcan total o parcialmente cerrados, evitando o disminuyendo el movimiento de fluidos a través del túbulo, disminuyendo el riesgo de sensibilidad postoperatoria. (Mattar y Musalem, 2014)

En los sistemas adhesivos SE no es necesario el acondicionamiento previo con ácido fosfórico en la superficie dentaria, ya que en este caso la desmineralización de la dentina y el acondicionado ocurren al mismo tiempo. Se produce la integración de hidroxiapatita disuelta y barrillo dentinario residual al complejo hibridado. A excepción de los adhesivos SE “muy ácidos” la dentina desmineralizada está cubierta por monómeros de resina, por lo cual se presume que los SE no producen dolor post operatorio, al igual que en la unión de dentina grabada húmeda. Ello es beneficioso en los adhesivos SE en especial en áreas donde es difícil el control de la humedad, como por ejemplo en las curaciones posteriores. (Muñoz et al., 2013)

Por sí solos los adhesivos de autograbado no pueden adherirse a los sustratos dentarios, solo lo harán a través de sus monómeros funcionalizados, como el triacrilato de 4-metacrilétilo (4-META) o el fosfato de 10-metacrildecilfenilo (10-MDP). Por lo que esta capacidad de

adhesión será potenciada por monómeros hidrofílicos como el HEMA, cuya ventaja es su polaridad que le permite unirse al sustrato dentario (moléculas polares de la dentina, como la hidroxiapatita o de la amina que forma parte del colágeno) unirse con el HEMA que conforma el adhesivo. (Zhao et al., 2021)

Los adhesivos SE generan una capa híbrida compuesta por residuos de barro dentinario y una fina capa de colágeno de dentina altamente desmineralizada. Para la utilización de estos adhesivos no es necesario tener una dentina humedecida y son menos susceptibles a la técnica, por otro lado, estos adhesivos tienen en su composición agua, componente que les permite poder ionizar los monómeros ácidos presentes. Esta agua puede ser eliminada por evaporación antes del proceso de polimerización de los monómeros, el alto porcentaje de monómeros ionizados en este sistema de adhesivo produce la imbibición osmótica de los fluidos derivados de los túbulos dentinarios y sus ramas laterales. Al polimerizar el adhesivo se produce calor que provocará el movimiento de agua atrapada en los túbulos, hecho que produce la imbibición osmótica de los fluidos derivados de los túbulos de la dentina superficial y sus ramas laterales. Producto del diferente nivel de concentración entre los monómeros en su proceso de mezclarse en una capa densa de la matriz de colágeno que ha sido desmineralizada, se forman zonas aisladas de monómeros dentro de la capa espesa del colágeno que posteriormente se llenarían con agua o fluido dentinario. Esta índole podría generar dolor postoperatorio, hacer más rápida la desintegración del monómero o proveer una zona rica en agua para generar la activación y la actividad de las metaloproteinasas originarias que se encuentran en la matriz de colágeno. En base a investigaciones, estos espacios con abundante agua y con limitados monómeros en las capas híbridas pertenecen a lugares de posterior degeneración del colágeno que disminuyen el tiempo de vida de la unión entre la dentina y los monómeros. (Chen et al., 2015)

Una opción para poder aumentar la eficiencia de unión entre el adhesivo autograbado y el esmalte es frotar el adhesivo. Este modo de aplicación mejoraría la interacción micromecánica entre adhesivos con el esmalte y la dentina al permitir que los monómeros ácidos puedan penetrar más en los sustratos dentarios aumentando la desmineralización en el esmalte y promoviendo una mejor fuerza de unión a la dentina. (Loguercio et al., 2015)

Ante las distintas opiniones de los profesionales sobre la elección del sistema adhesivo y la cantidad de pasos que se deben de utilizar, se lanzaron al mercado sistemas adhesivos volubles que pueden utilizarse como ER y SEA, ya sea de uno o dos pasos. Estos novedosos materiales son los llamados adhesivos Universales”, “Multiusos” o “Multimodo”. (Muñoz et al., 2013)

#### ***2.1.4. Adhesivos universales***

Las restauraciones dentales directas son el tratamiento más realizado por los odontólogos, utilizando en su mayoría materiales a base de monómeros como la resina compuesta y agentes adhesivos que permitan la unión de las resinas compuestas al sustrato dentario. Así pues, se comenzaron a usar adhesivos de tres pasos, los cuales constaban en acondicionar la superficie con ácido fosfórico al 37%, enjuagar, secar y aplicar un imprimante que tenía como componentes monómeros hidrofílicos como el HEMA y un adhesivo que une a la dentina hidrofílica y el compuesto dental hidrofóbico. No obstante, la ejecución adecuada era difícil de realizar pues tomaba mucho tiempo, por ello se continuó con la búsqueda de adhesivos más simples. (De Boer et al., 2023)

En la industria actualmente encontramos dos tipos de adhesivo de grabado y lavado que consta de dos pasos y de autograbado el cual consta de un solo paso, sin embargo, estos no han sido eficientes en cuanto a la duración del tratamiento. (Vermelho et al., 2017)

La evolución de estos adhesivos ha propiciado la formulación de un nuevo sistema adhesivo con el afán que tenga una mayor fuerza adhesiva, mejore los sellados marginales y halla una menor sensibilidad de técnica adhesiva. (Mattar y Musalem, 2014)

En el 2011 fue lanzado al mercado una variación de los adhesivos autocondicionantes con el nombre de adhesivos universales, siendo bien recibido para su uso restaurador. (Perdigão, 2020)

La versatilidad de los adhesivos universales les permite ser usados en sistemas adhesivos como grabado y lavado, autograbado o en la técnica de “grabado selectivo” al esmalte. Tienen la capacidad de unirse a diversos materiales como resina compuesta, porcelana de matriz de vidrio, zirconia, y metales. (Nagarkar et al., 2019)

Estos adhesivos contienen en su composición monómeros ácidos, los cuales han sido utilizados anteriormente como imprimantes en cerámicas, policristalinas, aleaciones, entre otros. A algunos adhesivos universales se les agregó el componente de silano, estos son acondicionantes de los materiales vitrocerámicos que generan un medio de acoplamiento universal. (Papadogiannis et al., 2019)

Los adhesivos universales son adhesivos autocondicionantes de un solo paso que pueden estar unidos o no al previo acondicionamiento con ácido fosfórico al esmalte, brindándole al odontólogo un sistema adhesivo alternativo. Los adhesivos universales a diferencia de los autocondicionantes, son adhesivos que tienen en su composición elementos que le permiten formar una unión química al sustrato dentario. Se presume que esta unión pueda generar un aumento en la perdurabilidad de los enlaces con el adhesivo autocondicionante simplificado mostrando limitaciones in vivo e in vitro. Las investigaciones son escasas en relación a la perdurabilidad de las uniones formados por los adhesivos universales. (Muñoz et al., 2015)

Según el estudio de Perdigão et al. (2020) se pudo evidenciar que los adhesivos universales presentan una mejor fuerza de enlace que los adhesivos de autograbado de dos pasos. Por otro lado, Muñoz et al. (2015) demuestra que los adhesivos universales tienen una menor fuerza de enlace que los adhesivos autograbantes de doble pasos y que los adhesivos de grabado y enjuague. También se pudo deducir que no hubo una diferencia notoria en las fuerzas de enlace de los adhesivos universales utilizando los diferentes modos de estrategia grabado y enjuague y autograbante.

Con el uso de adhesivos universales algunas investigaciones relatan una menor sensibilidad post operatoria en curaciones posteriores a base de monómeros ácidos. Por otra parte, se pueden mencionar algunos problemas de los adhesivos autocondicionantes tales como: el acondicionamiento que provocan en el esmalte no es tan retentivo como el producido por el ácido fosfórico, que podría ser el causante de la decoloración marginal en los márgenes del esmalte en las curaciones a nivel de cuello dentario. Para este problema lo que se ha recomendado es el grabado específico del esmalte con ácido fosfórico, generando buenos resultados tanto en estudios in vivo como in vitro. (Muñoz et al., 2015)

En la composición de los adhesivos universales podemos encontrar la combinación de monómeros ácidos de leve a moderado como por ejemplo fosfato, carboxilo, etc., en una baja proporcionalidad a comparación de los pioneros, monómeros de alto peso molecular que forman enlaces cruzados, monómeros no ácidos como el HEMA que ayuda a la unión de monómeros de alto peso molecular a la sustancia adhesiva, catalizadores para fotopolimerización o polimerización dual, como las aminas terciarias y disolventes para mejorar la capacidad de dispersión del monómero, además de aumentar su penetración en el sustrato. (Papadogiannis et al., 2019)

Los adhesivos universales presentan en su composición matrizal monómeros hidrofílicos (metacrilato de hidroxietilo/HEMA), hidrofóbicos (decandiol dimetacrilita

/D3MA) e intermedios (Bis-GMA). Esta mezcla de monómeros le permite al adhesivo universal lograr una unión entre el sustrato dentario hidrofílico y el compuesto dental hidrófobo, en diferentes sustratos. (Sofan et al., 2017)

También, algunos presentan en su composición elementos que les permiten unirse a otros sustratos diferentes al tejido dentario como a las cerámicas de zirconio y sílice. (Zhang et al., 2016)

El silano le da la propiedad al adhesivo universal de unirse con materiales que contengan o sean de cerámica, evitando el paso previo de acondicionamiento con un primer. (Mattar y Musalem, 2014)

Otros adhesivos universales tienen la característica de incluir en su composición monómeros que pueden producir unión química y micromecánica a los sustratos dentales. Estos adhesivos son una variedad de adhesivos autocondicionantes ya que poseen monómeros de fosfato y carboxilatos, no siempre como componente de los autocondicionantes, estos le dan una propiedad importante de unir el fosforo de sus radicales funcionalizados y el calcio de la hidroxiapatita que probablemente mejoren la unión. (Sofan et al., 2017)

Dentro de los monómeros funcionales, el principal es el 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado (10-MDP o MDP), quien a comparación de los otros monómeros funcionales es más hidrófobo. Ante ello se da una reducción de los monómeros hidrofílicos como el HEMA, siendo en algunos casos del 20%. Los adhesivos universales tienen un pH que varía entre 1,5 y 3,2, siendo catalogados como adhesivos autograbantes suaves y ultrasuaves. (Saikaew et al., 2022)

Al poseer los adhesivos universales una mayor cantidad de disolventes y monómeros con afinidad al agua, producen una gran cantidad de disolventes residuales capturados en la capa adhesiva, el almacenamiento de estos podría poner en riesgo la conformación de una malla reticulada a base a polímeros, reduciendo el grado de conversión, hecho que podría provocar

la disminución de las fuerzas de enlace entre resina y dentina, elevando el flujo de la capa adhesiva posterior a la polimerización. Por lo que, los polímeros que se obtengan tendrán mayor facilidad de deteriorarse con el tiempo, para ello se podría aplicar una capa más de monómero hidrófobo sobre la superficie que contiene el adhesivo polimerizado. Esta capa tendría como finalidad generar un aumento del espesor y firmeza de la capa adhesiva, disminuyendo el movimiento de fluidos en la unión con el adhesivo. Según estudios anteriores se han obtenido grandes resultados en boca y en el laboratorio ante la colocación de un monómero hidrofóbico sobre la capa de adhesivo de autograbado de un solo paso, no obstante, este método no ha sido probado por adhesivos universales. (Muñoz et al., 2014)

Los materiales que son usados para diferentes situaciones como el adhesivo universal y los cementos autoadhesivos de monómeros presentan algunos monómeros funcionales ácidos, como el 10-metacriloxidecil fosfato de dihidrógeno (10-MDP), sumado a ello el silano tiene la finalidad de provocar una unión química con la dentina y a los materiales a base de óxidos sin la necesidad de realizar una imprimación antes de su aplicación, por lo que el pH del entorno suele ser bajo ( $\text{pH} < 3$ ). Gracias al progreso tecnológico el 10-MDP, silano, y otros componentes funcionales pueden permanecer activos en un solo frasco por mucho tiempo. (Chen et al., 2019)

La inestabilidad de las fibras colágenas y la degradación química provocada por un pH muy bajo de los ácidos desmineralizadores actuales y el mecanismo de alteración iónica, han generado incertidumbre acerca de la eficiencia a futuro de los tratamientos con ácidos como el fosfórico a la dentina. En la actualidad los sistemas de autograbado que usan monómeros ácidos leves y tienen la facultad para formar sales no solubles en agua con la dentina, como el 10-metacriloxidecil fosfato dihidrógeno (10-MDP), han sido considerados como los tratamientos más seguros para el tejido dentinario. Es por ello, que tal vez sea el motivo

principal por el cual la mayoría de los adhesivos universales contienen 10-MDP como principal monómero para la adhesión. (Papadogiannis et al., 2019)

Existe limitada data sobre los beneficios de los adhesivos universales, muy aparte de la brindada por los productores, en especial para nuevos adhesivos que se encontraron últimamente. En cuanto al enlace que se forma entre la dentina y el adhesivo se ignora si la unión generada será lo mismo que los anteriores sistemas adhesivos grabado y enjuague, autograbado o esta nueva generación de adhesivos será mejor y proporcionará una mejor unión con la dentina. (Chen et al., 2015)

Estudios realizados en adhesivos universales que aplican el modo de gravado y lavado o el modo de autocondicionante generan un aumento en la fuerza de unión inmediata a diferentes sustratos de unión. Esta información sobre el tiempo de unión de los sistemas adhesivos a dentina es limitada. (Zhang et al., 2016)

Otras investigaciones realizadas sobre los adhesivos universales en su mayoría son sobre la fuerza de enlace y la perdurabilidad de enlace con las estructuras dentarias ante distintos protocolos. Se muestra que cuando se usaron los adhesivos universales utilizando la técnica SE, se generó una menor fuerza de unión a comparación de cuando se utilizó la técnica ER. No obstante, el grabar la dentina con ácido no mejoró la eficiencia de unión. (Papadogiannis et al., 2019)

En la actualidad encontramos en la industria una diversidad de adhesivos universales, dentro de los cuales se ha seleccionado al Single Bond Universal (3M/ESPE®), principalmente debido a la presencia de 10-MDP en su composición, además de ser uno de los más usados. La composición de este adhesivo incluye: monómero de fosfato MDP, resinas de dimetacrilato, HEMA, Copolímero Vitrebond, obturador, etanol, agua, iniciadores y silano. (3M ESPE, 2023)

Este adhesivo Single Bond Universal (3M/ESPE®) es el perfeccionamiento de los adhesivos que lo anteceden, gracias a la presencia del monómero funcional MDP y silano.

Además, tiene la ventaja de poder ser usado en esmalte, dentina y otros materiales restauradores mediante una técnica de adhesión sencilla como SE, ER o “grabado selectivo” a esmalte. Brindando una buena adhesión, sellado marginal y un menor dolor postoperatorio. (Mattar y Musalem, 2014)

**2.1.4.1 Fosfato de dihidrógeno 10-metacriloloxidecil (10-MDP).** Dentro de la composición de los sistemas adhesivos de autograbado el monómero ácido funcional es uno de los componentes principales, ya que es el que permite que exista un grabado para el esmalte y así los monómeros puedan penetrar en la superficie desmineralizada del esmalte e interactuar químicamente con los cristales de hidroxiapatita. Uno de los monómeros funcionales es el 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado (10-MDP). Estos monómeros a base de MDP han demostrado su eficacia en diferentes estudios clínicos e in vitro, especialmente relacionados a la durabilidad a largo plazo. (Nikaido et al., 2020)

El 10-MDP es un monómero funcional, cuya cadena en teoría se puede dividir en dos zonas, la primera hidrofóbica larga, con la presencia de 10 carbonos y en el extremo la presencia de un grupo de metacrilato capaz de polimerizarse. La segunda hidrofilia corta, contiene a un grupo fosfato. Diferentes estudios han probado que el 10-MDP experimenta una adhesión dual con la hidroxiapatita del esmalte, mediante un enlace iónico estable entre el MDP y el calcio, formando una nanocapa de sales MDP-Ca en la interface con la hidroxiapatita. Por lo cual esta nanocapa hidrófoba es considerada la que provee una mejor unión entre la dentina y el esmalte en el tiempo. Además, el 10-MDP produce un mayor grabado en el esmalte, a comparación con otros monómeros funcionales ácidos. (Perdigão, 2020)

El 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado permite una unión química a la hidroxiapatita por medio de nanocapas de sales de calcio de 10-MDP. No obstante, lo que requiere este adhesivo universal en su composición es un componente que ayude a prevenir de manera eficiente la producción de la falla del enlace. (Zhang et al., 2016)

Estudios han mencionado que aquellos adhesivos que tienen en su composición 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado (10-MDP) pueden formar interfaces estables. Además de crear capas híbridas, resistentes y con una mayor fuerza de unión a lo largo del tiempo. De igual manera, los adhesivos de autograbado pueden ser capaces de brindar condiciones que conduzcan a la formación de una zona resistente al ácido-base: ABRZ. (Da Costa et al., 2021)

### ***2.1.5. Zona ácido base resistente (ABRZ)***

**2.1.5.1. Formación de zona ácido-base resistente (ABRZ) en esmalte.** En el año 2004 Tsuchiya y colaboradores fueron los primeros en descubrir una zona ácido-base resistente continua a la capa híbrida de la dentina en sistemas de adhesivos de autograbado. Esta zona es capaz de sellar los márgenes de la restauración, previniendo caries recidiva y prolongando la permanencia de la restauración. De igual manera Li y colaboradores explicaron sobre una zona ácido-base resistente en el esmalte, por medio de un sistema de adhesivos autograbante de dos pasos. (Kumagai et al., 2023)

La zona ácido-base resistente es trascendente para evitar la recidiva cariosa, logrando sellar los márgenes de la restauración, permitiendo prolongar su permanencia y unión. A pesar de ello, la formación de ABRZ va a depender del material adhesivo utilizado. (Sato et al., 2021)

La literatura nos brinda información de que esta capa híbrida podría brindar un sellado marginal en la cavidad y a su vez resistir a un desafío ácido, con la finalidad de evitar caries recidiva. En el estudio de Tsuchiya y colaboradores se logró observar la inhibición artificial de la caries recidiva alrededor de las restauraciones adhesivas. La ABRZ ha sido observada en diferentes estudios en la interfaz adhesivo-esmalte, al utilizar adhesivos de autograbado de dos pasos que contenían en su composición un monómero funcional llamado 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado (10-MDP). Este monómero funcional MDP interactúa químicamente con la hidroxiapatita del esmalte, formando fuertes enlaces iónicos con el calcio, llegándose a formar sales de calcio MDP que tienen una baja solubilidad. La ABRZ del esmalte

mostró una mejor resistencia de la interfase al desafío ácido, insinuando la conformación de un “Super esmalte”. (Nikaido et al., 2012)

Los sistemas adhesivos autograbantes que contienen en su composición MDP crean una ABRZ, la cual permite soportar recidivas. Con la finalidad de formar una ABRZ estable en el esmalte es indispensable la unión química de MDP al esmalte. Diversos estudios demuestran que es posible la formación estable de una sal de MDP-Ca. Se dice que la formación de una ABRZ en el esmalte es gracias a una reacción química que se forma entre un monómero funcionalizado y la hidroxiapatita. En la cual el monómero funcional se junta con la hidroxiapatita y ocurre una interacción química entre ambos en la unión del adhesivo y esmalte. Con la finalidad de crear sales de calcio estables en la unión adhesivo-esmalte es necesario tener un medio con un pH neutro (pH=7). La reacción química de un monómero funcionalizado con el esmalte debe denominarse "Super Esmalte". La formación ideal de un “Super Esmalte” podría ayudar a proteger la estructura dentaria y asegurar la duración de la restauración a largo plazo. De igual manera ante la formación de ABZR en dentina se propuso el término “Super dentina” en la interfase adhesivo-dentina. (Nikaido et al., 2020)

Existe poca información acerca de los cambios que causa una superficie erosiva en la fuerza de unión al esmalte y a la dentina. Los adhesivos universales pueden ser utilizados, de acuerdo al caso clínico, con o sin un grabado previo a la superficie dentaria. (Frattes et al., 2017)

En el estudio de Yoshihara et al. (2010) probaron la reacción química de diferentes monómeros funcionalizados con la hidroxiapatita. Como resultado se obtuvo que el MDP formó una reacción química superior con la hidroxiapatita. El monómero funcional MDP logró crear una sal fuerte y estable de MDP-Ca, lo que proporciona un fuerte enlace y la estabilidad del diente mineralizado. Al parecer el MDP en los sistemas de adhesivos autocondicionantes puede reaccionar con la superficie del esmalte, creando una sal de MDPCa estable en la interfaz

del adhesivo. Por ello es importante la elección de un monómero funcional para así poder lograr una unión estable del esmalte en sistemas adhesivos autograbantes de dos pasos. La sal de MDPCa es fundamental para la formación de una ABRZ estable en el esmalte.

El mecanismo de adhesión de adhesivos autograbantes de dos pasos que tienen al MDP como monómero funcional, se desarrollan como la formación de una capa intermedia en el MDP que se une iónicamente al calcio de la hidroxiapatita, tanto en esmalte como en dentina. (Nikaido et al., 2020)

Estudios realizados por Yoshida et al. (2004) con este tipo de adhesivo, relataron la formación de una estructura de doble membrana con MDP frente a la interfase adhesivo-dentina. La doble membrana observada, está constituida por dos moléculas de MDP, unidas por sus enlaces covalentes dobles y las sales de calcio formadas entre los radicales funcionalizados.

Al igual que el grabado previo al esmalte con ácidos, los desafíos erosivos también generan considerablemente una mejora en la fuerza de unión entre un adhesivo universal y el esmalte, sin embargo, esto no es posible en dentina. El monómero funcionalizado MDP, utilizado en un adhesivo universal, es capaz de reaccionar con la hidroxiapatita y formar una mejor unión con la sal de calcio (MDP-Ca) y estable. (Frattes et al., 2017)

La ABRZ genera una capa híbrida estable, la cual tiene la capacidad de soportar mejores desafíos ácidos a largo plazo. No obstante, aún no se han realizado estudios en superficies dentarias erosionadas. (Da Costa et al., 2021)

#### ***2.1.6. Sistemas adhesivos 1-SEA, 2-SEA y Universales con grabado selectivo al esmalte***

Los sistemas adhesivos autocondicionantes de un solo paso (1-SEA), se presentan en un solo frasco el ácido grabador, imprimante y agentes de unión. Es decir, resinas acidificadas funcionalizadas, monómeros a fines y no a fines al agua, agua y disolventes orgánicos. Este sistema 1-SEA puede ser aplicado empleando la técnica de grabado selectivo o como un

grabador total. Sato et al. estimaron la creación de la zona ácido base resistente en la unión con el esmalte en un sistema 1-SEA. Además, comunicaron que los sistemas adhesivos autocondicionantes de dos pasos (2-SEA) que tenían en su composición MDP formaron una zona ácido base resistente estable en el esmalte. (Nikaido et al., 2020)

Más tarde, se pudo observar la ABRZ del esmalte al aplicar 1-SEA o adhesivos universales que tenían en su composición 10-MDP. Se descubrió la formación de una ABRZ más angosta con forma cónica, por ello se puede considerar que el sustrato de esmalte que se encuentra en la parte inferior del límite con 1-SEA o resinas adhesivas universales tiene mayor capacidad de disolución que el esmalte sano. (Sato et al., 2021)

Componentes disolventes orgánicos o con afinidad al agua presentes en los 1-SEA podrían obstaculizar la formación de una unión estable en la unión con el esmalte, la cual tiene menor resistencia ante una agresión ácida. (Nikaido et al., 2020)

Según Fujita et al. (2018) los 1-SEA que contenían en su composición HEMA disminuyeron la conformación de sal de MDP-Ca. En los 1-SEA que contenían MDP y HEMA se dio la formación de MDP-Ca, pero de una manera más lenta a comparación de 1-SEA sin HEMA. Se presumía que el enlentecimiento en la formación de MDP-Ca se produjo porque el monómero HEMA regula la ionización del grupo funcional en el MDP, ya que el MDP se solubiliza en HEMA con mayor facilidad que en el agua que constituye parte del sistema para regular la acidez.

Algunas investigaciones tienen la incertidumbre sobre la actuación de los monómeros ácidos en los sistemas adhesivos SE de 1-SEA y los adhesivos universales en esmalte, así como también, si es posible la formación de ABRZ en esa zona. Ante ello, el grabado con ácido fosfórico antecediendo el uso de cualquier sistema adhesivo fomenta la formación de ABRZ con un mejor grosor en el esmalte. A su vez, el grabado con ácido fosfórico previno la conformación de erosiones de apariencia cónica en el límite con el esmalte, al ser utilizado

antes de 1-SEA o adhesivos universales, en grabado parcial del esmalte. Por ello, las investigaciones morfológicas aconsejan el grabado con ácido fosfórico previo a la utilización de sistema adhesivo de 1-SEA y adhesivos universales, para así poder formar una unión estable en la interfaz del esmalte. (Sato et al., 2021)

El grabar selectivamente el esmalte es una táctica para mejorar la fuerza de unión al esmalte de sistemas adhesivos SE y universales. Estudios previos de grabado selectivo con ácido fosfórico en esmalte han sido esencial para su uso en 1-SEA. El grabado previo produce la conformación de un ABRZ mayor espesor y sin forma cónica, se produjo erosión en la unión adhesivo-esmalte cuando se expuso a la agresión ácido-básica. (Nikaido et al., 2020)

Al realizar el grabado con ácido fosfórico antes de la aplicación del adhesivo se observa una ABRZ más gruesa e irregular. Por otro lado, cuando no se realiza el grabado previo con ácido fosfórico el ABRZ será delgado y regular, por lo cual se deduce el bajo potencial de grabado del adhesivo. A su vez en otro estudio se observó la conformación de ABRZ al usar ácido fosfórico con adhesivos SE suaves. (Kumagai et al., 2023)

No obstante, investigaciones anteriores probaron que los adhesivos universales tuvieron una alta fuerza de unión al igual que los sistemas adhesivos ER y SE, sin la necesidad del uso previo de ácido fosfórico. (Aung et al., 2021)

Los adhesivos universales se han vuelto más conocidos gracias a su fácil manejo, conceptos positivos, buena fuerza de unión y un reducido dolor post operatorio, estos pueden ser utilizados como sistemas 1-SEA. No obstante, la eficiencia de enlace y la perdurabilidad de estos sistemas 1-SEA y los adhesivos universales de un paso son menores a los productos 2-SEA. Ya que los sistemas 1-SEA tienen más afinidad por los líquidos que los adhesivos 2-SEA, por ello hay una disminución en la fuerza de unión y una limitada durabilidad de las curaciones. Una investigación que utiliza un sistema adhesivo universal de dos frascos promete una unión más estable, ya que este genera una unión química. Se podría decir que esta unión

aumenta el desempeño del producto ante la formación de capas más consistentes, un mejor intercambio químico de los monómeros, una mejor percolación, y eficientes características físicas de la unión con el adhesivo. No obstante, no hay estudios sobre si los adhesivos universales de un paso puedan servir como imprimantes en un sistema de unión de dos frascos. (Wang et al., 2023)

No obstante, la estabilidad del MDP en sistemas adhesivos de autograbante puede variar dependiendo si se utiliza el grabado de uno o dos pasos. (Nikaido et al., 2020)

Fujita et al. (2018) realizaron un estudio, en el cual examinaron los tipos de sales de MDP-Ca que se formaban y su durabilidad, ante la aplicación de 1 minuto de los adhesivos de un solo paso, tanto en esmalte como en dentina por medio de técnicas de resonancia magnética nuclear. En el estudio de las mediciones de los espectros de resonancia magnética nuclear del esmalte y dentina se obtuvieron trazas de reactivos de cuatro tipos de MDP-Ca, tales como: sal monocalcica del MDP monómero, sal dicálcica del dímero MDP, MCS-MD y DCS-MM, se logró observar la conformación de una doble capa en los sistemas de adhesión de 2-SEA, no obstante, esta no fue observada en los sistemas adhesivos de 1-SEA también en esos que tenían en su composición MDP.

### ***2.1.7. Dureza***

La dureza es la resistencia de un cuerpo contra rayaduras, abrasión y hendiduras, de igual manera es la resistencia contra la curvatura permanente y la deformación en el ejercicio de la fuerza. En odontología la prueba de microdureza es usada para evaluar la dureza de las piezas dentarias y se refiere a la resistencia que ofrece un material a que se le haga una "indentación" (depresión o marca) permanente. (Molaasadolah et al., 2017)

Fredrich Mohs en 1812 fue uno de los primeros en detallar una metodología cualitativa que se pueda emplear para determinar la dureza de un material, donde un material duro tiende a rayar un material más blando. (Luo y Kitchen, 2023)

La dureza depende de la resistencia y de la ductilidad. Es decir, cuanto mayor sea la resistencia y la ductilidad, mayor será la dureza. Por lo que un material duro generalmente es fuerte, pero un material fuerte no necesariamente es duro. (Anusavice, 1998)

**2.1.7.1. Tipos de dureza.** Para determinar la dureza de los materiales dentales generalmente son utilizadas las siguientes pruebas: Barcol, Brinell, Rockwell, Shore, Vickers y Knoop. La elección de la prueba va a depender de acuerdo al material utilizado, las pruebas Knoop y Vickers son clasificadas como pruebas de microdureza y las pruebas Brinell y Rockwell como pruebas de macrodureza. (Anusavice, 1998)

-La prueba de dureza Vickers: utiliza un indentador de diamante piramidal de base cuadrada, en la cual los lados opuestos se encuentran en el vértice con un ángulo de  $136^\circ$ , los bordes en  $148^\circ$  y caras a  $68^\circ$ . Esta prueba es utilizada para macrodureza y microdureza, donde la carga de indentación es inferior a 0,2 kgf. (Luo y Kitchen, 2023)

La impresión es cuadrada, el método para calcular el número de dureza de Vickers se obtiene al dividir la carga entre el área de indentación proyectada. Se mide la longitud de las diagonales de la indentación y se hace una media. Esta prueba es ideal para determinar la dureza de los materiales dentales y de igual manera para determinar la dureza de la estructura dental. (Anusavice, 1998)

-La prueba de dureza Knoop: emplea un indentador en forma de diamante tallado en forma piramidal, con las aristas longitudinales formando un ángulo de  $172,5$  grados y las transversales de  $130$  grados. Así, la impronta que deja es de forma romboidal con una diagonal mayor y una diagonal menor. (Macchi, 1988)

El número de dureza de Knoop se obtiene dividiendo el área proyectada por la carga a obtener. Cuando se realiza la muesca y se retira el indentador, la forma del marcador Knoop causa recuperación elástica de la impresión proyectada, principalmente en la diagonal más corta. Por ello sólo las de menor eje se someten a carga por relajación. El valor de la dureza es

independiente de la ductilidad del material probado. Esta prueba permite obtener valores de materiales que son muy duros o suaves. (Anusavice, 1998)

**A. *Microdureza.*** La microdureza se caracteriza por usar escalas menores, tanto la prueba Knoop como la de Vickers emplean cargas menores de 9.8 N. Las huellas resultantes son pequeñas se limitan a una profundidad menor de 19  $\mu\text{m}$ . En consecuencia, se puede medir la dureza en regiones pequeñas de objetos muy delgados. (Anusavice, 1998)

La microdureza está relacionada con la durabilidad de las restauraciones dentales. Es una de las pruebas in vitro más utilizada para predecir si el material de restauración resistirá al desgaste, especialmente ante las fuerzas masticatorias. (Strini et al., 2022)

Esta también se ha utilizado para evaluar el grado de conversión de los materiales a base de polímeros. Por lo que, a mayor contenido de relleno y mayor grado de conversión, mayor será la dureza superficial y se obtendrá un mejor resultado a largo plazo. (Husain et al., 2022)

Algunos factores que pueden afectar la microdureza de las resinas compuestas es la calidad y la técnica de pulido, composición química de la matriz, las partículas de relleno y el envejecimiento por agua u otros medios. (Jafarpour et al., 2022)

La selección del método de ensayo depende de diversos factores que interesan al investigador o fabricante. Estos deben tener en cuenta que los valores obtenidos con los distintos métodos no son equivalentes. (Macchi, 1988)

### ***2.1.8. Dientes bovinos en investigación***

Los dientes humanos son la primera opción para realizar un trabajo de investigación in vitro de materiales dentales, sin embargo su uso presenta diferentes restricciones, ya que son difíciles de obtener en cantidad y calidad, puesto que generalmente las piezas dentarias son extraídas cuando existen caries extensas u otros defectos y en el caso de dientes extraídos por ortodoncia se limita en premolares y terceras molares. Por ello, es difícil encontrar incisivos y

a su vez establecer una homogeneidad de la muestra, ya que no se puede controlar el origen de las piezas y la edad de los dientes. (Teruel et al., 2015)

Actualmente es mucho más difícil obtener tejidos biológicos de origen humano, ya que las investigaciones in vitro requieren de un mayor número de especímenes lo cual dificulta el suministro de dientes y por consiguiente los costos aumentan. (Laurance et al., 2011)

Las propiedades de las piezas dentarias son el soporte más importante al momento de requerir reemplazar los dientes humanos por dientes de animales en estudios de laboratorio. Mientras exista una mayor semejanza entre ambos tipos de diente, mayor será la significancia y valor en los resultados de las investigaciones. Estudios anteriores de anatomía e histoquímica han demostrado que los dientes de los mamíferos son muy parecidos. (Fonseca et al., 2004)

Los dientes bovinos tienen propiedades características como la estructura histológica y la anatomía, siendo ideales para ser sustitutos de los dientes humanos. El presente estudio utilizará como muestra a los incisivos bovinos, los cuales anatómicamente tienen forma trapezoidal con mayor longitud aproximada meso-distal de 14 mm en el tercio incisal, de 12 mm en el tercio medio y de 10 mm en el tercio cervical, la altura cérvico-incisal es de aproximadamente 21 mm y su grosor vestíbulo lingual de 8.5 mm en su parte más ancha. (Romero, 2009)

Actualmente los dientes bovinos han sido elegidos como los más solicitados para reemplazar a los dientes humanos en investigaciones in vitro en odontología. Existe una variedad de dientes bovinos, en tamaños, calidad y cantidad. (Licata et al., 2020)

Estos dientes bovinos han sido usados en estudios sobre componentes para la adhesión, reemplazando ya con mucha anterioridad a los dientes humanos debido a diferentes factores como: la similitud de la composición química, variedad de especímenes, homogeneidad en la edad y dieta del animal, así como el conocimiento del tiempo de extracción de las piezas

dentarias. A su vez el tiempo de la aprobación del trabajo por el comité de ética es menor ya que se utilizarán especímenes de animales ya beneficiados. (Fröhlich et al., 2021)

### **III. MÉTODO**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Cuantitativo: El indicador que se utilizó tiene una característica objetiva, la cual pudo ser valorada. (Hernández et al., 2014)

Experimental: La variable dependiente pudo ser manipulada, se formaron grupos aleatorizados y se tuvo un grupo control. (Argimon y Jiménez, 2013)

Analítico: Se determinó la presunta relación generada, comparando los valores obtenidos del grupo control y los del grupo experimental. (Argimon y Jiménez, 2013)

Transversal: La variable fue medida una sola vez en el tiempo. (Argimon y Jiménez, 2013)

Prospectivo: Según su planificación de medición es un estudio prospectivo (datos primarios). (Argimon y Jiménez, 2013)

Línea de investigación: Biomateriales

#### **3.2. Ámbito temporal y espacial**

El presente estudio se realizó durante el año 2024, en el Laboratorio de Operatoria Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villareal y en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate.

#### **3.3 Variables**

Variable dependiente: Efecto protector

Variable independiente: Adhesivo universal

### 3.3.1 Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador	Escala	Valor
Adhesivo Universal	Adhesivo auto condicionante compatible con diversos tipos de superficie.	Adhesivo universal con 10-MDP al 10-20% de peso.	Ausencia o presencia.	Nominal	1= Adhesivo universal con previo grabado. 2=Adhesivo universal sin previo grabado.
Efecto protector	Acción protectora frente a alguna enfermedad, agresión xenobiótica o agentes físicos.	Protección del esmalte de dientes erosionados por ácido clorhídrico.	Microdureza superficial Vickers	Razón/ continua	Unidades Vickers=HV Kg/mm <sup>2</sup>

### 3.4. Población y muestra

La población estuvo conformada por dientes incisivos mandibulares bovinos, sometidos a estrés erosivo con ácido clorhídrico al 0,01 M- pH 2,3.

El tamaño de la muestra se calculó utilizando el software G\*Power versión 3.1.9.7, se utilizó la fórmula para diferencia de medias independientes, utilizando los siguientes parámetros: una prueba de dos colas, un tamaño de efecto de 1.87, que provienen de los promedios de microdureza de un estudio previo (Ibrahim et al., 2024) y un nivel de poder

estadístico de 95%, con esos parámetros se obtuvo que el mínimo de tamaño de la muestra para el presente estudio es de 9 especímenes por grupo. (Anexo E). El número muestral fue ajustado a 15 especímenes por grupo (n=15), para una mejor comparación y correlación de datos con la mayoría de los estudios realizados.

El número muestral fue de 45 especímenes (N=45), dividida en dos grupos experimentales y un grupo control de 15 especímenes (n=15).

-Grupos experimentales:

Grupo I (SBU): Adhesivo universal sin previo acondicionamiento de ácido fosfórico al 37%.

Grupo II (SBU+AF): Adhesivo universal con previo acondicionamiento de ácido fosfórico al 37%.

-Grupo Control (n=15): Sellador de superficie

Unidad de análisis: Esmalte de dientes bovinos erosionados por ácido clorhídrico.

-Criterios de selección:

Criterios de inclusión

-Incisivos mandibulares de 2-3 años.

-Incisivos mandibulares de bovino con un tiempo de extracción no mayor a 15 días.

-Incisivos mandibulares de bovino con una corona de diámetros cervico- incisal entre 20-24 mm y diámetro mesio-distal en el tercio medio entre 11-14 mm.

-Incisivos mandibulares de bovino sin lesiones cariosas ni fracturas.

- Incisivos mandibulares de bovino sin malformaciones y/o pigmentaciones.

Criterios de exclusión

-Incisivos mandibulares de bovino con más de 6 meses de antigüedad de almacenamiento.

-Incisivos mandibulares de bovino con una corona que no cumpla los tamaños de los

diámetros preestablecidos.

-Incisivos mandibulares de bovino con lesiones cariosas o fracturas.

- Incisivos mandibulares de bovino con malformaciones y/o pigmentaciones.

### **3.5. Instrumentos**

-Instrumental quirúrgico

-Vernier digital

-Micromotor neumático

-Contra ángulo de baja velocidad

-Micromotor eléctrico

-pH metro

-Balanza analítica

-Estufa de laboratorio

-Lámpara

-Microdurómetro digital

-Ficha de tabulación de resultados de la microdureza Vickers.

-Microscopio Electrónico de Barrido

- Aplicación Randomizer (versión 3.10.1)

-Computadora Core I5.

### **3.6. Procedimientos**

#### ***3.6.1 Selección y preparación de los especímenes***

En este estudio se utilizaron dientes bovinos inferiores, por lo que se recurrió al camal de Yerbateros (Lima, Perú) para la obtención de quince mandíbulas de vacuno, con edades entre dos y tres años. Posteriormente se realizó la extracción de los incisivos evitando dañar el esmalte, con la ayuda de fórceps, elevadores y legras (Bismarck, Sialkot-Pakistan). Al terminar, los dientes fueron lavados con abundante agua de grifo por cinco minutos.

Para su limpieza se utilizó un mango de bisturí #3 (Bader®, Pontevedra-España) provisto de una hoja #15 (Biolife, Lot. G0107, SteriLance Medical, SuZhou Inc.-China), se eliminaron los tejidos blandos y duros adheridos a la estructura dentaria y posteriormente fueron lavados por 5 minutos con abundante agua de grifo, repitiendo el proceso varias veces hasta que no quedaran rastros de tejidos.

Con el objetivo de que la estructura del esmalte no sufra alteraciones físicas ni químicas, se utilizó la corona completa del espécimen. Las piezas dentarias fueron seccionadas transversalmente a una distancia de 3mm del cuello anatómico del diente, utilizando discos de carburo de tungsteno bioactivo de 7/8" (DENTORIUM, Cod. 35214, New York-USA) montado en un mandril (Bader®, Pontevedra-España) y colocado en un micromotor eléctrico (Saeyang Marathon-3 Champion, N° serie 21148779, Daegu - Corea).

Se eliminó la pulpa cameral de cada espécimen con la ayuda de fresas Gate Gliden #5 (DENTSPLY-Maillefer, Ballaigues-Suiza), montadas en un contra ángulo de baja velocidad (NSK AIR MOTOR E-X-103 Set-Japón) con un micromotor (NSK, EX – 203C, N° A6022210, Japón) y una cureta de dentina #32 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues-Suiza), para luego rellenar el interior de la cámara pulpar con ionómero de vidrio fotocurado (GC Gold Label, Lot. 2111031, A2, Tokio-Japón), mediante una espátula porta cemento de plástico (YENZCK, China) y un condensador plano de amalgama #3 (KDM, Madrid-España).

Finalmente se obtuvieron sesenta coronas de incisivos bovinos, las cuales fueron colocadas en un contenedor hermético, sumergidas en agua desionizada de pH 5-7 y una conductividad menor a 1,00 uS/cm (TRIAMED, LOT. 0801000000023, Lima-Perú), luego almacenadas en una estufa a 37 C° (MLW – modelo WS 301 N° 83045 – Alemania) en el laboratorio de Operatoria Dental de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

### ***3.6.2 Aleatorización de la muestra***

La muestra fue dividida en dos grupos experimentales y un grupo control. Debido a la existencia de mucha discrepancia en el tamaño y rugosidad de la muestra, se procedió a formar grupos con características semejantes en tamaño, peso y litud de la superficie vestibular, con la ayuda de una balanza analítica (500g-0.1g) (GQ, España) y un vernier digital (Truper, Jilotepec-México), obteniéndose finalmente 45 dientes bovinos que cumplieron los criterios de inclusión, exclusión y de proporcionalidad del estudio. Posteriormente se procedió a realizar la aleatorización por bloques permutados para lograr una mejor representación, utilizando la aplicación Randomizer (versión 3.10.1, Github Pages).

### ***3.6.3 Preparación de la muestra***

Para que los especímenes sean manipulables y que la púa del microdurometro sea perpendicular a la superficie a indentar a la hora de la medición, se utilizó una superficie de trabajo nivelada y paralela al piso en sus dos ejes, con la ayuda de un nivel de burbuja. Luego se confeccionaron moldes de PVC de 29 mm de diámetro interno x 10 mm de altura (PAVCO, Lima-Perú), estos fueron colocados sobre una platina de vidrio (15x15cm-1cm de espesor) y en su interior las coronas de bovino, ayudados con un soporte de cera amarilla (Koriwax, Lot. 29400, Lima- Perú) la cual permitió que la cara vestibular del espécimen quede en paralelo en sus dos ejes a la mesa de trabajo, con la ayuda de un nivel de burbuja (Shahe, Wenzhou-China). Finalmente se procedió a la preparación de acrílico autopolimerizable, utilizando una mezcla de monómero de MMA (Vitacryl, Lot. T101122, Colombia) y polímero de PMMA (Vicalloy®, Lot. 370, Argentina) en un vaso dapen de silicona (YENZCK, China), utilizando una espátula metálica (GNZ Dental, Madrid, España). Para lograr un mejor sellado en el borde inferior y evitar el derrame del acrílico se colocó un aro de silicona pesada de adición. (Panasil, Lot. 35713, Eschenburg-Alemania). Acompañando los especímenes se colocó una escarcha indicadora, según el grupo de estudio.

Después de veinticuatro horas, se realizó el pulido de los especímenes por medio de papel lija de carburo de silicio de P400 (Norton, Malvern-USA), P600 (Norton, Malvern-USA) y 1200 grit (3M™, Maplewood-USA), bajo refrigeración constante de agua de grifo. La superficie vestibular de cada espécimen fue pulida acompañada de una burbuja de nivelación de forma tal que la superficie creada fue paralela a la superficie de la platina, esto permitió una suficiente área para las indentaciones (4x4mm) de la prueba de microdureza. Finalmente, los especímenes fueron lavados hasta que quedaron libres de impurezas y colocados en un contenedor hermético, sumergidos en agua desionizada y almacenados en una estufa a 37 C° (MLW – modelo WS 301 N° 83045 – Alemania). El procedimiento se realizó en el laboratorio de Operatoria Dental de la Universidad Nacional Federico Villarreal, a una temperatura entre 22°C- 26 °C y una Humedad Relativa entre 53%-58%.

#### ***3.6.4 Formulación de la solución de grabado***

Previamente al inicio del proceso erosivo se realizó la calibración del pH metro digital, para lo cual se utilizaron tres soluciones de 250 ml de pH 4.01, 6.86 y 9.18 a una temperatura de 25°C.

Para la erosión inicial y el ciclaje erosivo se preparó una solución a partir de ácido clorhídrico al 37% (Spectrum Chemical Mfg. Corp., Nueva Jersey-USA) y agua desionizada, para ello se utilizó un vaso de precipitación de 1L de volumen, instrumental de laboratorio como pipetas (Boeco, 1ml -10ml Ex 20 °C, Hamburgo-Alemania) varas y un pH metro digital (Jingtool, China). Obteniendo una solución de ácido clorhídrico al 0,01M-pH2,3, luego la muestra fue sometida a 30 segundos de inmersión en 20 ml de solución por espécimen, con la finalidad de erosionar la superficie del esmalte. Posteriormente los especímenes fueron lavados con abundante agua de grifo por 1 minuto para retirar los restos de ácido clorhídrico. Finalmente fueron almacenados en un contenedor hermético, sumergidos en agua desionizada y almacenados en una estufa a 37 C° (MLW – modelo WS 301 N.º 83045 – Alemania).

El procedimiento se realizó en el laboratorio de Operatoria Dental de la Universidad Nacional Federico Villarreal, a una temperatura entre 25 °C- 26,8 °C y una Humedad Relativa entre 55%-57%.

### ***3.6.5 Aplicación de materiales monoméricos***

Antes de la aplicación de los materiales monoméricos se realizó la fabricación de un aditamento para la lámpara (ULTRA-LITE 5 TURBO, Rolence Enterprise INC., N° serie EB0440/2004- Chungli, Taiwan). Uno de los puntos principales para la polimerización de los monómeros, era que la exposición de la fuente lumínica sea exacta y por igual en todos los especímenes. Debido a la importancia de la fotopolimerización para el estudio, se utilizó un aditamento tubular que permitiera guiar en una dirección de 90° con respecto a la superficie del esmalte y a una distancia de 2mm. El aditamento se colocó en el extremo distal de la guía de luz, calibrándose con un vernier digital.

La aplicación de los materiales monoméricos fue según al grupo que correspondían: Al grupo 1 (SBU), se le aplicó adhesivo universal (3M ESPE Deutschland, Lot. 10163291, Neuss-Alemania) sin previo acondicionamiento, se secó la superficie erosionada con un golpe de aire libre de aceite y humedad por tres segundos, utilizando una jeringa triple (KAVO N° Serie 00515, Alemania), seguidamente se aplicó el adhesivo universal en capas longitudinales por medio de una brocha (Huanghua Promisee Dental, Hebei-China) realizando movimientos constantes con una fuerza aproximada de 1.3 gr/f (previamente calibrado) y con un tiempo de cinco segundos por aplicación, luego se procedió a polimerizar el adhesivo universal por medio de una lámpara con una intensidad lumínica de 1000 mW/cm<sup>2</sup> por 20 segundos (ULTRA-LITE 5 TURBO, Rolence Enterprise INC., N° serie EB0440/2004- Chungli, Taiwan), acompañado del aditamento de apoyo. El procedimiento fue realizado a una temperatura entre 26°C- 27 °C y una Humedad Relativa entre 52%-56%.

Al grupo 2 (SBU+AF), se le aplicó un adhesivo universal (3M ESPE Deutschland, Lot. 10163291, Neuss- Alemania) con previo acondicionamiento de ácido fosfórico al 37% (3M ESPE Lot.10163291 St. Paul Minesota-USA). Se secó la superficie erosionada con un golpe de aire libre de aceite y humedad por tres segundos, utilizando una jeringa triple (KAVO N° Serie 00515, Alemania), seguidamente se aplicó ácido fosfórico al 37% por el tiempo de 10 segundos con la ayuda de una brocha, luego la superficie fue enjuagada por 10 segundos por medio de abundante agua de grifo y se procedió a secar la superficie con un golpe de aire, utilizando una jeringa triple por el tiempo de 3 segundos. Se procedió con la aplicación del adhesivo universal en capas longitudinales por medio de una brocha realizando movimientos constantes con una fuerza aproximada de 1.3 gr/f (previamente calibrado) y con un tiempo de cinco segundos por aplicación, luego se procedió a polimerizar el adhesivo universal por medio de una lámpara con una tensidad lumínica de 1000 mW/cm<sup>2</sup> por 20 segundos (ULTRA-LITE 5 TURBO, Rolence Enterprise INC., N° serie EB0440/2004- Chungli, Taiwan) , acompañado del aditamento de apoyo. El procedimiento fue realizado a una temperatura entre 26°C- 27 °C y una Humedad Relativa entre 52%-56%.

Grupo control, se le aplicó un sellador de superficie Permaseal® (Ultradent Products, Inc. Lot. BLN59, Utah-USA) , se secó la superficie erosionada con un golpe de aire libre de aceite y humedad por tres segundos, utilizando una jeringa triple (KAVO N° Serie 00515, Alemania), seguidamente se aplicó ácido fosfórico al 37% (3M ESPE Lot.10163291 St. Paul Minesota-USA) por el tiempo de 10 segundos con una brocha (Huanghua Promisee Dental, Hebei-China), luego la superficie fue enjuagada por 10 segundos con abundante agua de grifo y se procedió a secar la superficie con un golpe de aire, utilizando una jeringa triple (KAVO N° Serie 00515, Alemania) por el tiempo de 3 segundos. Se procedió con la aplicación del sellador de superficie Permaseal® (Ultradent Products, Inc. Lot. BLN59, Utah-USA) en capas longitudinales por medio de una brocha realizando movimientos constantes con una fuerza

aproximada de 1.3 gr/f (previamente calibrado) y con un tiempo de cinco segundos por aplicación, luego se procedió a polimerizar el sellador de superficie por medio de una lámpara con una tensidad lumínica de 1000 mW/cm<sup>2</sup> por 20 segundos (ULTRA-LITE 5 TURBO, Rolence Enterprise INC., N° serie EB0440/2004- Chungli, Taiwan), acompañado del aditamento de apoyo. El procedimiento fue realizado a una temperatura entre 26°C- 27 °C y una Humedad Relativa entre 52%-56%.

### ***3.6.6 Simulación de la erosión del esmalte***

Después de veinte cuatro horas de almacenamiento de los especímenes, tanto los grupos experimentales como el grupo control fueron expuestos a ciclos erosivos de 2 minutos de inmersión en una solución de 20 ml por especimen en ácido clorhídrico al 0,01M-pH 2,3 (Spectrum Chemical Mfg. Corp., Nueva Jersey-USA), el ciclo erosivo se repitió 4 veces al día por el tiempo de 5 días. El ciclo erosivo fue realizado sobre un recipiente que contenía en su interior quince divisiones, con la finalidad que en cada una de ellas se almacenara un especimen, evitando generar rayaduras o golpe entre ellas. Después de cada ciclo, los especímenes fueron lavados con abundante agua de grifo por 1 minuto para retirar los restos de ácido clorhídrico y posteriormente almacenados en un contenedor hermético, sumergidos en agua desionizada (TRIAMED, LOT. 0801000000023, Lima-Perú) y almacenados en una estufa a 37 C° (MLW – modelo WS 301 N° 83045 – Alemania) en el laboratorio de Operatoria Dental de la Universidad Nacional Federico Villarreal. El procedimiento fue realizado a una temperatura entre 25°C- 27 °C y una Humedad Relativa entre 52%-58%.

### ***3.6.7 Medición de Microdureza Superficial***

Al sexto día los especímenes fueron trasladados al laboratorio High Technology Laboratory Certificate SAC, en un contenedor hermético, colocando un bloque de espuma sobre las caras vestibulares a ser medidas, evitando alguna rayadura o golpe entre los especímenes y el contenedor. La medición de microdureza se realizó por medio de un

microdurómetro digital (LG, Modelo HV-1000, N° 8975, Seúl-Corea) y debido al rango de dureza se utilizó el tipo de microdureza Vickers.

La prueba de microdureza fue realizada por el personal del laboratorio. A cada espécimen se le realizó tres indentaciones con una carga de 100g por 10 segundos. Las diagonales realizadas por el indentador del microdurómetro fueron medidas por medio de un vernier digital (Mitutoyo, 200mm, Sakado-Japón). Se obtuvieron tres valores por espécimen y finalmente un promedio aritmético por cada uno, las lecturas de los valores fueron realizadas a un aumento de 40x. La prueba de microdureza fue realizada en cada uno de los grupos. En un ambiente de temperatura de 22,0 °C y una Humedad Relativa de 58%.

### ***3.6.8 Análisis de Microscopia Electrónica de Barrido***

Complementariamente, con el fin de tener un mejor entendimiento de la microdureza de la superficie de las muestras y su posible correlación con la micromorfología de las superficies indentadas, características de las resinas aplicadas como integridad, densidad, distribución, depresiones/elevaciones y otras fueron evaluadas cualitativamente por medio de imágenes obtenidas de un microscopio electrónico de barrido (MEBs), utilizando los especímenes más representativos de cada grupo, desde sus valores de microdureza.

La microscopía Electrónica de Barrido fue realizada en el Laboratorio de Películas Delgadas y Sistemas Nanoestructurados, en la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Los especímenes permanecieron secando por el tiempo de una semana, con la finalidad de eliminar el agua restante. Luego sobre la superficie vestibular de cada uno, se le colocó una lámina de grafito, para posteriormente ser colocados en el microscopio electrónico de barrido (Thermo Scientific, Modelo Prisma E, USA) utilizando un aumento de 1000x y 25,00 KV.

### **3.7. Análisis de datos**

Los resultados fueron anotados en una ficha de recolección de datos, posteriormente se trasladaron a una hoja de Microsoft Excel 2019 y los datos fueron exportados al paquete estadístico Stata versión 18.0.

Para el análisis descriptivo se elaboraron tablas de medidas de tendencia central (media, mediana) y medidas de dispersión (desviación estándar (DE) y desviación intercuartil (DIQ), mínimo, máximo), así como las gráficas de caja (boxplot) para cada variable. Para el análisis inferencial, se evaluó la normalidad para cada muestra con los valores de microdureza Vickers, por medio de la prueba Shapiro Wilk. Se utilizó la prueba de Kruskal Wallis para comparar la microdureza entre los grupos, debido que uno de los grupos no presento distribución normal. Al encontrar diferencias significativas, se utilizó la prueba de Dunn para ver que grupos eran diferentes, con un nivel de significancia de 0.05.

### **3.8. Consideraciones éticas**

Los protocolos experimentales llevados a cabo en el presente estudio fueron aprobados por el Comité de ética en Investigación de la Facultad de odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal (N.º 283-10-2023).

Este trabajo no presentó ningún conflicto de interés al no tener vínculo con los proveedores de los materiales empleados.

Los dientes bovinos son de origen de animales que son de consumo humano.

El contenido de esta investigación fue redactado por mi persona.

Con respecto a la autoría de la información, se respetaron los derechos de autor mediante citas debidamente referenciadas en formato APA 7ma Edición.

#### IV. RESULTADOS

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto protector de un adhesivo universal con 10 MDP en esmalte erosionado, utilizando como indicador de su capacidad de protección, la microdureza superficial. Además, distinguiendo la capacidad del grabado añadido de ácido fosfórico, al auto acondicionado del monómero con radical ácido.

##### Tabla 1

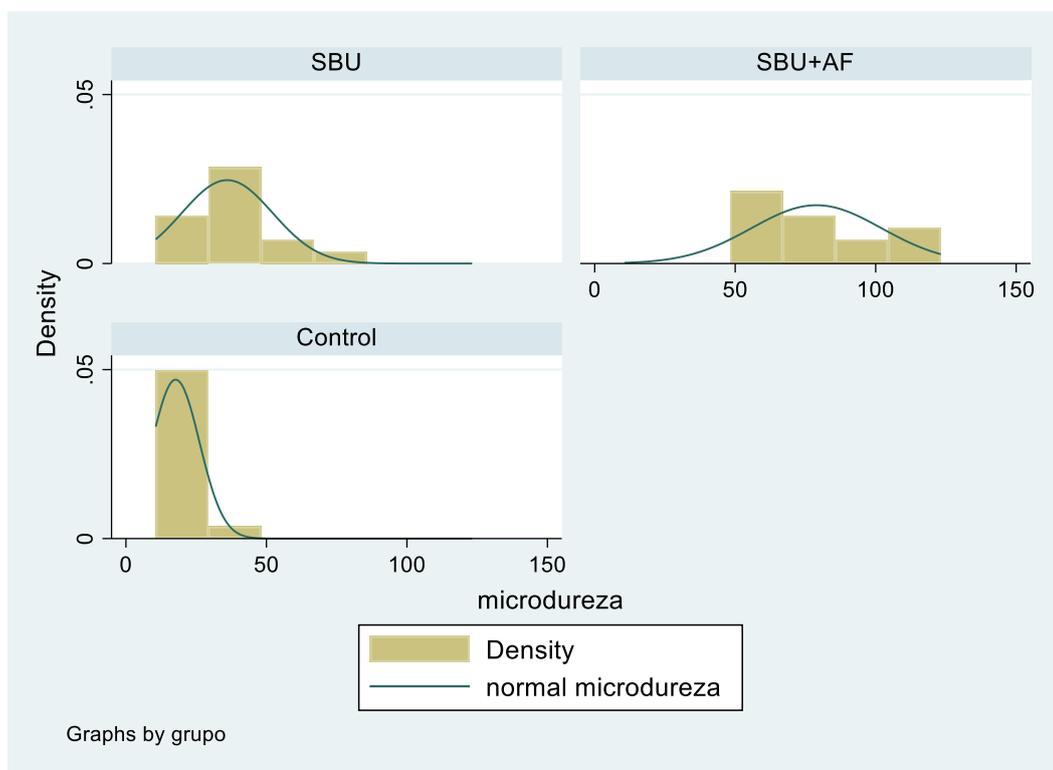
*Se evaluó la normalidad de los datos con la prueba de normalidad de Shapiro Wilk por ser muestras pequeñas*

<b>Grupo</b>	<b>Z</b>	<b>p</b>
<b>SBU</b>	-0.150	0.55957
<b>SBU + AF</b>	1.324	0.09279
<b>CONTROL</b>	3.489	0.00024

*Nota.* El grupo control no presenta distribución normal ( $P < 0.05$ ), por lo que para la descripción de las muestras y la comparación entre ellas se utiliza la mediana y la desviación intercuartil (DIQ).

**Figura 1**

*Gráfica de distribución de cada grupo*



*Nota.* Se observa la distribución de la microdureza por cada grupo y se ve que en el grupo control la distribución no tiende a una normal, a diferencia de los otros dos grupos.

**Tabla 2**

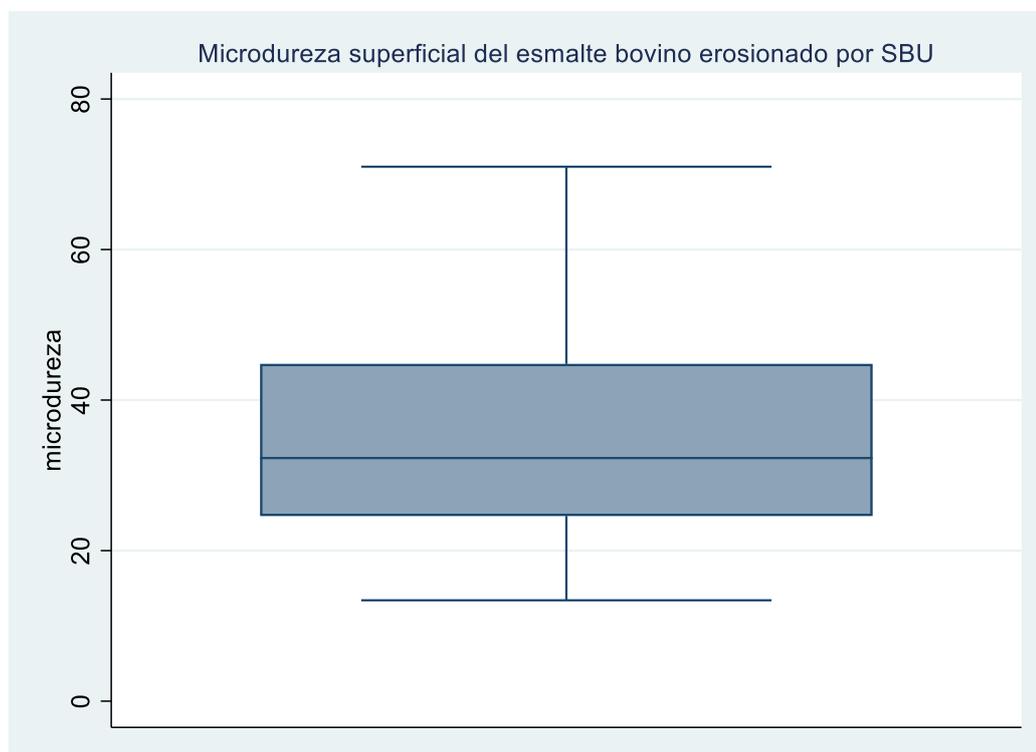
*Medidas descriptivas de la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de adhesivo universal*

<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>Mediana</b>	<b>D.I.Q.</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
<b>SBU</b>	15	36.0	16.2	32.3	10.1	13.4	71.0

*Nota.* D.E. Desviación estándar; DIQ: desviación intercuartil. La mediana  $\pm$  DIQ de la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de adhesivo universal fue 32.3 Kg/mm<sup>2</sup> con una desviación intercuartil de  $\pm$  10.1 Kg/mm<sup>2</sup>; es decir que el 50% o más de las piezas tuvieron una microdureza mayor de 32.3 Kg/mm<sup>2</sup>.

**Figura 2**

*Microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por SBU*



*Nota.* Se realizó una representación de los datos de la Tabla 2 utilizando el diagrama de caja y bigotes.

**Tabla 3**

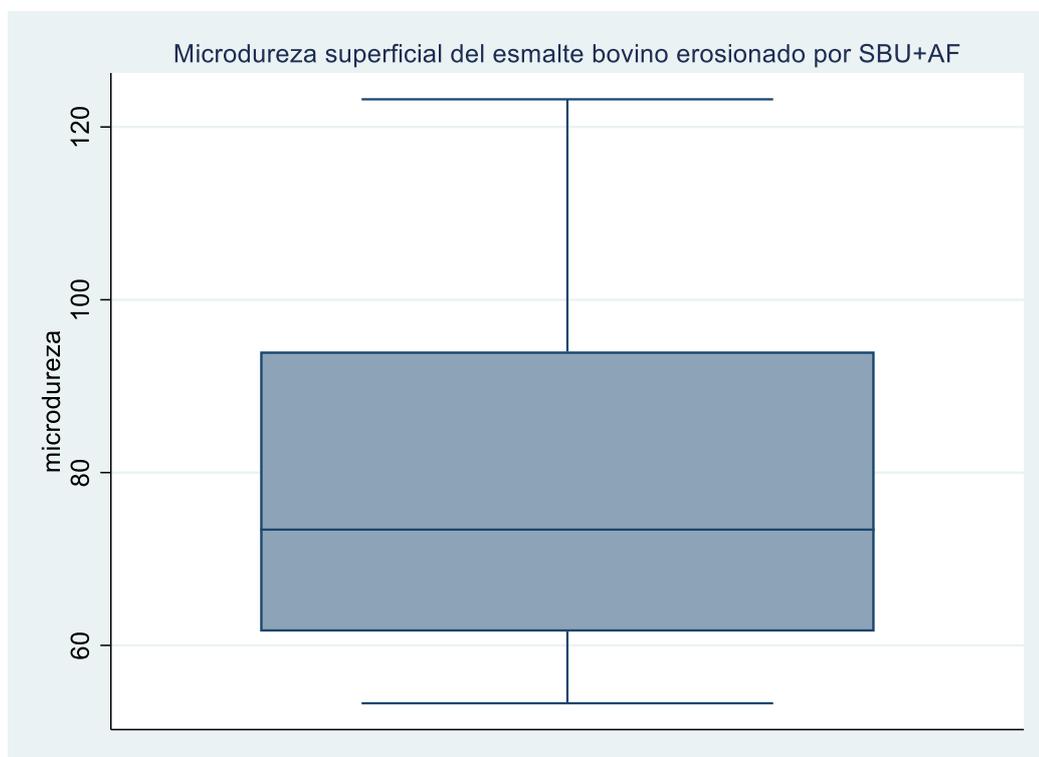
*Medidas descriptivas de la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de adhesivo universal, previamente acondicionado con ácido fosfórico*

<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>Mediana</b>	<b>D.I.Q.</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
<b>SBU+AF</b>	15	78.9	23.1	73.4	16.2	53.3	123.2

*Nota.* D.E. Desviación estándar; DIQ: desviación intercuartil. La mediana  $\pm$  DIQ de la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de adhesivo universal, previamente acondicionado con ácido fosfórico fue 73.4 Kg/mm<sup>2</sup> con una desviación intercuartil de 16.2 Kg/mm<sup>2</sup>. Esto nos indica que el 50% o más de las piezas dentarias presentaron una microdureza mayor de 73.4 Kg/mm<sup>2</sup>.

**Figura 3**

*Microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por SBU+AF*



*Nota.* Se realizó una representación de los datos de la Tabla 3 utilizando el diagrama de caja y bigotes.

**Tabla 4**

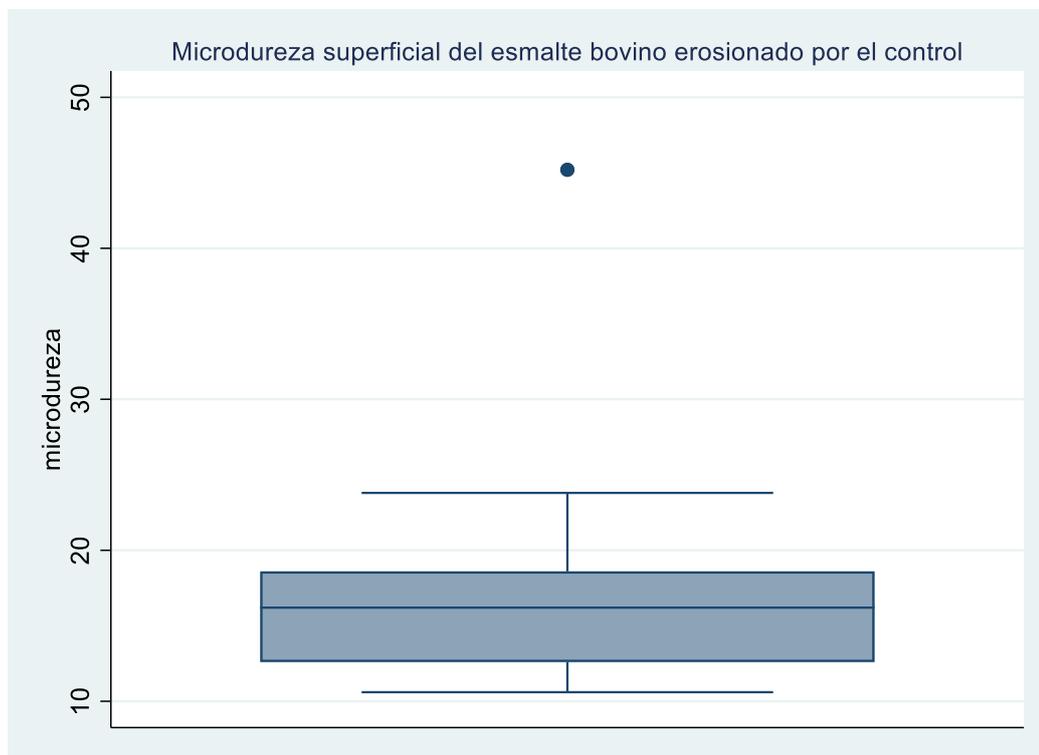
*Medidas descriptivas de la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de un sellador de superficie*

<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>Mediana</b>	<b>D.I.Q.</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
<b>CONTROL</b>	15	17.7	8.5	16.2	3	10.6	45.2

*Nota.* D.E. Desviación estándar; DIQ: desviación intercuartil. La mediana  $\pm$  DIQ de la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de sellador de superficie fue 16.2 Kg/mm<sup>2</sup> con una desviación intercuartil de 3 Kg/mm<sup>2</sup>. Este resultado nos indica que el 50% o más de las piezas presentaron una microdureza mayor de 16.2 Kg/mm<sup>2</sup>. Se puede observar en la gráfica un valor extremo, el de 45.2 Kg/mm<sup>2</sup>.

**Figura 4**

*Microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por el control*



*Nota.* Se realizó una representación de los datos de la Tabla 4 utilizando el diagrama de caja y bigotes.

**Tabla 5**

*Comparación de los valores de microdureza superficial de dientes bovinos erosionados por ácido clorhídrico entre los grupos experimentales*

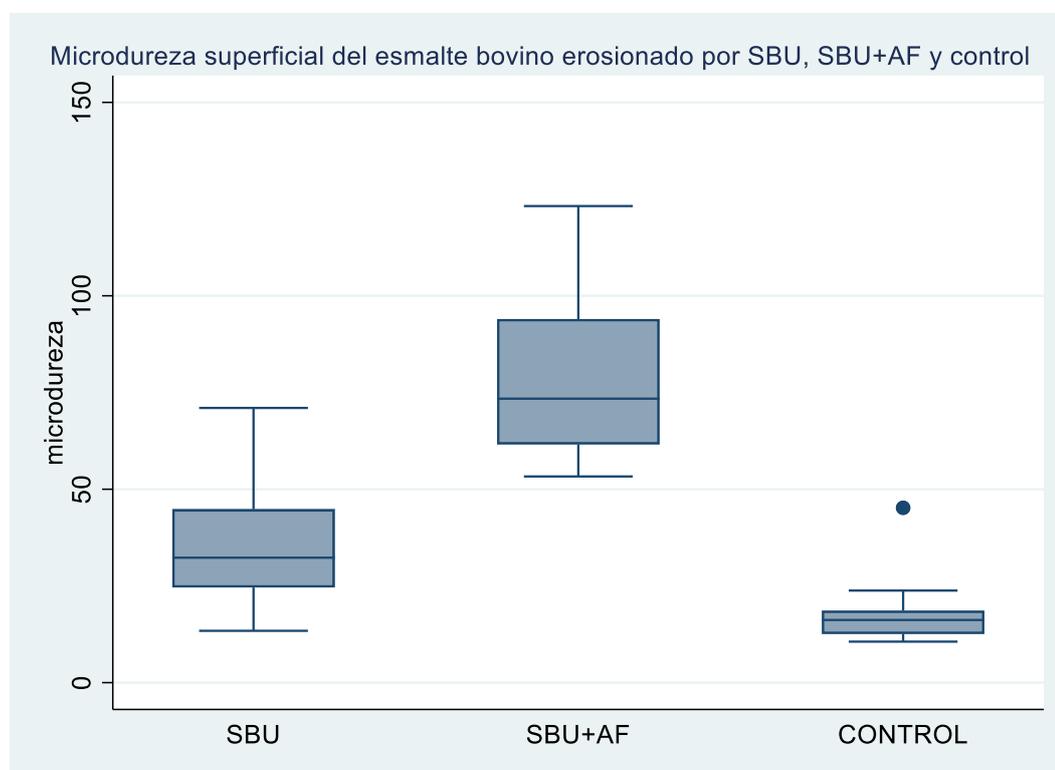
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>Mediana</b>	<b>D.I.Q.</b>	<b>p</b>
<b>SBU</b>	15	36.0	16.2	32.3	10.1	0.0001
<b>SBU+AF</b>	15	78.9	23.1	73.4	16.2	
<b>CONTROL</b>	15	17.7	8.5	16.2	3.0	
<b>Total</b>	45	44.2	30.8	34.5	44.3	

*Nota.* Prueba de Kruskal-Wallis.  $P < 0.05$  es significativo. Se puede observar en la tabla que la mediana de la microdureza superficial del grupo erosionado por ácido clorhídrico cubierto con

una capa de adhesivo universal, previamente acondicionado con ácido fosfórico (SBU+AF) es el que presenta mayor microdureza, aproximadamente el doble de la microdureza del grupo erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de adhesivo universal (SBU) y cerca de 4 veces mayor que el grupo control.; siendo 73.4 Kg/mm<sup>2</sup>, 32.3 Kg/mm<sup>2</sup> y 16.2 Kg/mm<sup>2</sup> respectivamente. Al comparar las medianas entre los grupos se encontró diferencias significativas entre todos ( $p < 0.05$ ).

### Figura 5

*Microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por SBU, SBU +AF y control*



*Nota.* Se observa que la mediana de la microdureza superficial del grupo SBU+AF presenta aproximadamente el doble de la microdureza del grupo SBU y cerca de cuatro veces mayor que el grupo control.; siendo 73.4 Kg/mm<sup>2</sup>, 32.3 Kg/mm<sup>2</sup> y 16.2 Kg/mm<sup>2</sup> respectivamente. Al comparar las medianas entre los grupos se encontró diferencias significativas entre todos ( $p < 0.05$ ).

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La pandemia por Covid 19 trajo consigo el aumento en la prevalencia de enfermedades como la ansiedad, depresión, estrés y los trastornos alimenticios en un 57%, hecho reflejado en la clínica con la presencia repetida de casos de erosión dental, extrañamente también en pacientes jóvenes. El tratamiento para la erosión dental temprana se limita a la interconsulta médica y al uso de flúor, sin obtener un efecto visible, así como lo sugieren Lucchese et al. (2020), al evaluar pastas fluoradas ante el ataque ácido, sin mostrar un efecto significativo.

Con las limitaciones propias de los estudios in vitro, el presente estudio decidió utilizar monómeros, que son la mejor barrera contra las agresiones ácidas. Se decidió utilizar la molécula 10 metacriloxidecilsfosfato-di hidrogenado (10-MDP), que mejora la adhesión logrando una unión química; formada por una capa doble de sales de calcio de 10-MDP y calcio de la hidroxiapatita del esmalte (MDP-Ca).

Esta conforma una zona ácido-base resistente (ABRZ), que genera una marcada resistencia al desafío ácido, denominada: “Super Esmalte”. Sato et al. (2021), Nikaido et al. (2020) y Kumangai et al. (2023) concluyeron que puede prevenir la formación de erosión.

El 10-MDP tiene en su composición un grupo fosfato, que le da la propiedad de monómero ácido y puede generar retención en el esmalte ya sea desmineralizando la hidroxiapatita o creando una nanocapa hidrófoba mediante una unión iónica al calcio.

Utilizamos el adhesivo Single Bond Universal 3M™, por contener al 10-MDP, al igual que los estudios de Frattes et al. (2017), Assunção et al. (2020) y De Siqueira et al. (2023).

El presente estudio buscó encontrar un tratamiento temprano para la erosión dental y así evitar su evolución. Nuestros resultados muestran que existió una marcada resistencia del adhesivo universal con 10-MDP al ciclo erosivo implementado, probablemente generada por la resistente adhesión química y por las microretenciones formadas por el ácido clorhídrico y

fosfórico, indicados en los valores obtenidos por la prueba de microdureza, por lo que la hipótesis nula fue rechazada.

La unidad de análisis utilizada fue el diente bovino, bastante semejante a los dientes humanos, presentando una alta homogeneidad. En nuestra experiencia, al momento de manipular los dientes bovinos, se logró mayor exactitud, debido a su gran tamaño, disipación del calor al momento del corte y fácil obtención de la muestra. Como lo señala Acevedo et al. (2021) y Ortiz Ruiz et al. (2018) al concluir que los dientes bovinos son buenos sustitutos de la dentición humana y constituyen un modelo experimental adecuado para el esmalte.

El indicador utilizado por el presente estudio fue la microdureza que según Araujo et al. (2023) es una prueba sencilla y confiable para determinar la erosión dental, además de evaluar el efecto protector de los tratamientos sobre esta condición. También, Schlueter et al. (2011) señalan que los métodos más adecuados y utilizados para evaluar la erosión temprana, son los análisis químicos de liberación de mineral y prueba de dureza superficial. Adicionalmente para evaluar los cambios morfológicos del tejido dental erosionado es necesario utilizar la prueba de microscopía electrónica de barrido.

Con la finalidad de obtener valores exactos de la prueba de microdureza en esmalte, Schlueter et al. (2011) señalan que es necesario tener las superficies de esmalte pulidas y aplanadas, para que los especímenes puedan ser colocados perpendicularmente al eje del indentador.

En el presente estudio, en el grupo I (SBU), el adhesivo universal utilizado pese a ser una resina de bajo peso molecular y no contener carga, generó una media de 36.0 de microdureza Vickers ( $p < 0.05$ ), que en comparación con el trabajo de Murase et al. (2020), que utilizó resinas fluidas, obtuvieron valores de microdureza muy semejantes 25.2 y 33.4 HV ( $p < 0.05$ ), probablemente por la similitud de los pH 2.2 y 2.3 respectivamente. Con relación a ello, este hecho proporcionaría una ventaja del adhesivo universal con 10-MDP sobre la resina

fluida; pues la resina fluida al ser un material con mayor proporción de relleno y peso molecular debería haber obtenido mayores valores en sus resultados. Oliveira et al. (2015) muestran en sus resultados valores de microdureza muy distantes en comparación al presente estudio 162.45 HV, a pesar de que ambos utilizaron el mismo tipo de adhesivo autocondicionante, dientes bovinos y pH 2.3. Sin embargo, tuvieron un claro diferencial en el tiempo de la exposición erosiva y en la fuerza de indentación, pues Oliveira et al. (2015) utiliza una fuerza de indentación de 25g x 5s a comparación de este estudio que utilizó 100g x 10s, es decir cerca de cuatro veces más y el doble del tiempo.

El presente estudio tiene como indicador la prueba de microdureza y otros estudios presentados con diferentes indicadores también presentan valores favorables para el adhesivo universal, como lo señalan Assunção et al. (2020) mostrando que los resultados de la fuerza de unión del adhesivo Single Bond Universal sin previo acondicionamiento de ácido fosfórico, tiene una media de 19.5 MPa en comparación al adhesivo Adper Single Bond 2, de dos pasos, con una media de 9.4 MPa ( $p < 0.05$ ); ello podría deberse a la formación de un "super esmalte", gracias al uso del adhesivo universal en su forma de autograbado, al igual que el presente grupo del estudio. Yoshihara et al. (2018) en un estudio, donde los adhesivos que tenían en su composición 10-MDP no solo presentaban un mayor rendimiento gracias a la adhesión química que proporcionaría, sino que también gracias a su mayor potencial de grabado, propiedad que probablemente tendrían disminuida los demás monómeros funcionales.

La imagen obtenida en el presente estudio por microscopia electrónica de barrido de este grupo verifica la presencia de una cubierta gruesa de adhesivo sin suficiente impregnación, lo que permite identificar la pérdida de monómero en los surcos de desgaste y pulido, así como la poca percepción de los rebordes de los prismas del esmalte.

En el grupo II (SBU +AF) de este estudio, el adhesivo universal previamente acondicionado con ácido fosfórico obtuvo una media de 78.9 HV, siendo estadísticamente el

mejor grupo del estudio ( $p < 0.05$ ). En relación al estudio de Ibrahim et al. (2024) que obtuvieron una microdureza de 255.56 HV, el presente estudio obtuvo valores muy diferentes, probablemente por la alta discrepancia en los valores de pH 4.5 vs 2.3 y el ciclo erosivo. Alagha y Alagha (2021), quienes también utilizaron el adhesivo Single Bond Universal con previo grabado, obtuvieron valores de 287.1 HV ( $p \leq 0.01$ ), que en comparación con el presente estudio tuvo valores más altos, lo que podría estar relacionado a la adición de etanol como paso intermedio del secado, además de la utilización de un pH más alto (pH=4.5). También, Oliveira et al. (2015) compararon las dos formas de aplicación de un adhesivo universal, el adhesivo sin previo acondicionamiento tuvo una perfilometría media de  $0,5\mu$  y el adhesivo con previo grabado de ácido fosfórico una media de  $10\mu$  ( $p < 0.05$ ). Lo cual probablemente se relacionaría a que el uso de ácido fosfórico sumado al grabado que genera el 10-MDP, aumenta la porosidad del esmalte generando una mejor adhesión física y un mejor enclavamiento micromecánico con el adhesivo universal. Además, Frattes et al. (2017) utilizaron al adhesivo Single Bond Universal en sus dos formas de aplicación, resultando los dientes sin acondicionamiento ácido con valores de 27.75 MPa y los dientes con previo acondicionamiento ácido 29.16 MPa ( $p < 0.05$ ); coincidiendo con nuestro estudio pues se obtiene un mejor resultado en el adhesivo universal previamente grabado con ácido fosfórico, atribuyéndole dicha responsabilidad a la formación de una ABRZ más estable, logrando sellar mejor los márgenes y permitiendo prolongar su permanencia de unión. Los resultados del estudio coinciden con diferentes estudios al comprobar que el grupo que utiliza adhesivo universal con previo acondicionamiento ácido genera un mejor efecto protector. El uso de ácido fosfórico mejoró la eficacia de infiltración del adhesivo universal, formando una barrera protectora, como mecanismo de acción contra la erosión dental. Esta barrera lograría reducir los impactos erosivos y abrasivos al esmalte, previniendo su desmineralización. Según Murase et al. (2020) utilizaron una doble capa de adhesivo sobre la superficie dentaria para mejorar el grado de

protección frente a desafíos erosivos, sin embargo, se obtuvo que podría aumentar de manera significativa la concentración de tensiones en el borde libre y en la longitud de la zona afectada por el estrés. La imagen por microscopia electrónica de barrido del presente estudio verifica la mayor homogeneidad de la capa formada por el adhesivo universal, solo con leves siluetas de los prismas del esmalte y surcos de pulido, a consecuencia del grabado. Permitiendo una mayor penetración, lo que llevará a una mejor sujeción del monómero, mostrando una capa de mayor penetración que el grupo I.

El grupo control del presente estudio, obtuvo una media de microdureza Vickers de 17.7 ( $p < 0.05$ ) y en comparación de los otros grupos muestra resultados bastantes menores, pues el grupo SBU obtuvo una media de 36.0 y el grupo SBU +AF una media de 78.9. El sellador de superficie utilizado fue el Permaseal, debido a que según el estudio de Ruschel et al. (2017) este sellador tuvo mejores valores de microdureza después de un pulido retrasado a comparación de otros selladores de superficie. La imagen por microscopia muestra ausencia de una capa significativa del sellador de superficie, muy probablemente debido a la baja capacidad de cobertura de sus monómeros componentes, por lo que se deduce su baja capacidad de efecto protector.

Según Yabuki et al. (2018), los estudios in vitro permiten realizar mediciones cuantitativas precisas como la microdureza que ayuda a evaluar y comparar el desempeño del adhesivo universal en condiciones erosivas. Los estudios in vitro, muchas veces permiten extrapolar los hallazgos a la clínica, dando el peor de los escenarios, ya que muchos de los factores biológicos in vivo, brindan influencias protectoras no presentes en los estudios in vitro.

Al igual que en otros estudios, los especímenes fueron sumergidos en ácido clorhídrico previamente y después de la colocación del material monomérico sobre el esmalte bovino, simulando el desgaste erosivo en la cavidad bucal. Como mencionan Yabuki et al. (2018), la

erosión previa podría influir en el grabado y el potencial de sellado del adhesivo universal debido a un contenido mineral más bajo o a una superficie menos estable mecánicamente del esmalte pre erosionado. Sin embargo, este estudio fue diseñado para proporcionar información sobre los mecanismos fundamentales de la erosión y el ciclo erosivo utilizado fue realizado en relación con la literatura previa.

El ciclo erosivo puede haber afectado la dureza del adhesivo universal, acelerando la descomposición de su matriz y formando grietas y fracturas en la superficie. Sin embargo, se pudo observar el efecto protector del adhesivo universal, después de cinco días de ciclo erosivo con un pH de 2.3, demostrando su resistencia como material de recubrimiento en el tiempo. Según Wegehaupt et al. (2012) un material monomérico con previo acondicionamiento de ácido fosfórico proporciona una protección al esmalte hasta por cuatro días en ácido clorhídrico pH 2,3 y por el contrario un enjuague bucal compuesto principalmente de dicloruro de estaño solo redujo hasta seis minutos de erosión.

Según Murase et al. (2020), los composites dentales presentan un menor desgaste erosivo en comparación a otros materiales restauradores, probablemente debido a la baja degradación ácida del contenido orgánico de la matriz del composite. Un composite dental al tener como componentes en su matriz monómeros como Bis GMA y TEGMA aumentan la resistencia mecánica y generan una mayor estabilidad de unión con el relleno del composite, haciéndolo más resistente ante desafíos erosivos. Bergantin et al. (2022) señala que si bien es cierto los composites dentales son más resistentes ante desafíos erosivos, una de sus deficiencias es su continuidad en los márgenes ya que, al no existir una superficie continua, los márgenes de las restauraciones podrían verse afectados, permitiendo el flujo de fluidos a través de la interfaz adhesiva. Por lo que este estudio propone el uso de un adhesivo universal, que, por su característica de ser fluido y libre de relleno, permite una mayor continuidad en los márgenes con la superficie dentaria.

Se pudo observar el efecto protector del adhesivo universal en diferentes estudios, como en el de Ibrahim et al. (2024) y Wegehaupt et al. (2012) cuyos valores de microdureza Vickers fueron positivos después de haber recibido un desafío erosivo de pH 4.5 y 3,0 respectivamente, en relación a ello, el presente estudio utilizó un pH más agresivo de 2.3, hecho que significaría que en valores aritméticos la erosión fue varias veces mayor y a pesar de ello existió un efecto protector significativo del adhesivo universal.

En el presente estudio los resultados obtenidos, muestran que el adhesivo universal puede utilizarse de acuerdo con la situación y al tiempo clínico en el tratamiento de la erosión dental, basado en que existe tal diferencia entre el uso de adhesivos con monómero 10 MDP que superan radicalmente el desempeño de los ya clásicos monómeros y técnicas usadas por los selladores de superficie.

El uso de adhesivos universales con 10 MDP en grabado total y con autograbado pueden usarse indistintamente y superarán por lo menos más del doble del efecto protector que brindan los selladores de superficie, permitiendo así que el clínico después de evaluar las características del caso clínico pueda emplear cualquiera de las dos opciones.

## VI. CONCLUSIONES

6.1 La microdureza del Grupo I: esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de adhesivo universal (SBU), tuvo una media de  $36,0 \text{ Kg/mm}^2 \pm 16.2$  y una mediana de  $32.3 \text{ Kg/mm}^2$ .

6.2 La microdureza del Grupo II: esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de adhesivo universal, previamente acondicionado con ácido fosfórico (SBU+AF), tuvo una media de  $78,9 \text{ Kg/mm}^2 \pm 23.1$  y una mediana de  $73.4 \text{ Kg/mm}^2$ .

6.3 La microdureza del Grupo Control, tuvo una media de  $17,7 \text{ Kg/mm}^2 \pm 8.5$  y una mediana de  $16.2 \text{ Kg/mm}^2$ .

6.4 Al comparar los valores de microdureza superficial entre grupos, la mediana del grupo SBU+AF es el que presenta mayor microdureza, aproximadamente el doble de la microdureza del grupo SBU y cerca de cuatro veces mayor que el grupo control; siendo  $73.4 \text{ Kg/mm}^2$ ,  $32.3 \text{ Kg/mm}^2$  y  $16.2 \text{ Kg/mm}^2$  respectivamente.

## VII. RECOMENDACIONES

7.1 Mejorar la capacitación clínica del odontólogo general para poder identificar la erosión temprana de una manera más eficiente.

7.2 En base a la literatura, recordar que ante un cuestionario un paciente con trastornos alimenticios difícilmente va a responder con sinceridad, por lo que sería necesario anteponer el examen clínico.

7.3 El uso de dientes bovinos, porque su homogeneidad y accesibilidad hacen posible que los especímenes sean más uniformes, en comparación con los dientes humanos.

7.4 Utilizar un nivel 3D para la elaboración y pulido de la muestra, con el objetivo de obtener superficies paralelas y realizar una mejor prueba de microdureza, logrando una mejor distribución de la fuerza de la púa.

7.5 En cuanto a la clínica, utilizar el tratamiento más conveniente, ya sea el adhesivo universal con o sin previo acondicionamiento, tomando no solo en cuenta los valores obtenidos, sino que también la sensibilidad de la técnica y el tipo de paciente.

7.6 En base a los resultados obtenidos y en comparación con estudios previos, se podría recomendar al odontólogo la colocación del adhesivo universal por lo menos cada dos meses, en pacientes que presenten problemas de erosión y así lograr evitar su evolución.

7.7 Debido a la rápida evolución del tema de la erosión dental, sería aconsejable realizar más investigaciones desde diferentes puntos de vista.

## VIII. REFERENCIAS

- 3M ESPE, P. (s. f.). *Adhesivo Dental Universal 3M™ Single Bond 41269, Repuesto de 3 ml*.  
3M Ciencia Aplicada a la vida. [https://www.3m.com.pe/3M/es\\_PE/p/d/v000201122/](https://www.3m.com.pe/3M/es_PE/p/d/v000201122/)
- Acevedo, E., Peláez, A. y Christiani, J. (2021). El esmalte dental bovino como modelo experimental para la investigación en odontología. Una revisión de la literatura. *Revista de la Asociación Odontológica Argentina*, 109(2), 137-143.  
<https://doi.org/10.52979/raoa.1121>
- Alagha, E. y Alagha, M. (2021). Comparación del impacto de dos sistemas de infiltración de resina en la microdureza del esmalte humano desmineralizado después de la exposición a un desafío ácido. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 9(D), 92-97. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.5878>
- Amaechi, B. y Higham, S. (2005). Erosión dental: posibles enfoques para la prevención y el control. *Journal of dentistry*, 33 (3), 243–252.  
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.10.014>
- American Dental Association. (31 de agosto de 2021). Erosión Dental.  
<https://www.ada.org/resources/research/science-and-research-institute/oral-health-topics/dental-erosion>
- Anastasiadis, K., Verdellis, K. y Eliades, G. (2021). El efecto de los adhesivos universales sobre el colágeno dentinario. *Dental Materials*, 37(8), 1316-1324.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.05.004>
- Anusavice, K. (1998). *Ciencia de los Materiales Dentales de, Phillips*. McGraw - Hill Interamericana.
- Argimon, J. y Jiménez, J. (2013). *Métodos de investigación clínica y epidemiológica* (4a ed.). Elsevier.

- Assunção, C., Dos Santos, N., Essvein, T., Silva, M., Erhardt, M. y Rodrigues, J. (2020). Fuerza de unión por microcizallamiento de sistemas adhesivos sobre esmalte primario y dentina erosionados. *Pediatric dentistry*, 42(1), 47–52.
- Augusto, M., Scaramucci, T., Campos, T., Aoki, I., Schlueter, N. y Borges, A. (2022). Polímeros formadores de película para la prevención de la erosión dental. *Polymers*, 14(19), 4225. <https://doi.org/10.3390/polym14194225>
- Aung, S., Takagaki, T., Ikeda, M. y Tagami, J. (2021). Estudios ultramorfológicos en la interfase esmalte-adhesivo universal. *Journal of Dentistry*, 104(103527), 103527. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103527>
- Baratieri, L., Caldeira de Andrada, M., Júnior, S., Cardoso, A., Polidoro, J., Caldeira de Andrada, R., Nunes de Sousa, C., Castro, P., Sanford, J. y Alves de Andrade, C. (1993). *Operatoria Dental Procedimientos Preventivos y Restauradores*. Quintessence.
- Bartlett, D., Dattani, S., Mills, I., Pitts, N., Rattan, R., Rochford, D., Wilson, N., Mehta, S. y O’Toole, S. (2019). Monitorización del desgaste dental erosivo: BEWE, una herramienta sencilla para proteger a los pacientes y a la profesión. *British Dental Journal*, 226(12), 930-932. <https://doi.org/10.1038/s41415-019-0411-7>
- Baumann, T., Niemeyer, S., Buzalaf, M. y Carvalho, T. (2023a). Los inhibidores de proteasa añadidos a la saliva in vitro influyen en el efecto protector de las películas de esmalte contra la erosión. *Scientific reports*, 13(1), 8618. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35334-x>
- Baumann, T., Niemeyer, S., Lussi, A., Scaramucci, T. y Carvalho, T. (2023b). Las soluciones de enjuague que contienen extractos naturales y flúor previenen la erosión del esmalte in vitro. *Journal of applied oral science: revista FOB*, 31, e20230108. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2023-0108>

- Bergantin, B., Di Leone, C., Cruvinel, T., Wang, L., Buzalaf, M., Borges, A., Honório, H. y Rios, D. (2022). Resistencia al desgaste erosivo de los composites basados en S-PRG y su efecto sobre el esmalte circundante. *Scientific Reports*, 12(1), 833. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03745-3>
- Brooksbank, A., Owens, B., Phebus, J., Blen, B. y Wasson, W. (2019). Efecto del sellador superficial sobre la estabilidad del color de una resina compuesta después del envejecimiento artificial con luz ultravioleta. *Operative dentistry*, 44(3), 322–330. <https://doi.org/10.2341/18-053-1>
- Carvalho, T., Pham, K., Rios, D., Niemeyer, S. y Baumann, T. (2022). Efecto sinérgico entre extractos de plantas y flúor para proteger contra la erosión del esmalte: un estudio in vitro. *PloS One*, 17(11), e0277552. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277552>
- Chen, B., Lu, Z., Meng, H., Chen, Y., Yang, L., Zhang, H., Xie, H. y Chen, C. (2019). Eficacia de la presilanización para mejorar el desempeño de la unión de adhesivos universales o cementos de resina autoadhesivos a cerámicas a base de sílice: evidencias químicas e in vitro. *Dental Materials*, 35(4), 543–553. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.01.010>
- Chen, C., Niu, L., Xie, H., Zhang, Z., Zhou, L., Jiao, K., Chen, J., Pashley, D. y Tay, F. (2015). Adhesión de adhesivos universales a la dentina: ¿vino añejo en botellas nuevas? *Journal of dentistry*, 43(5), 525–536. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.03.004>
- Da Costa, M., Delgado, A., Afonso, T., Proença, L., Ramos, A. y Azul, A. (2021). Investigación de un adhesivo funcional comercial con 12-MDPB y relleno reactivo para fortalecer la interfaz adhesiva en dentina erosionada. *Polymers*, 13(20), 3562. <https://doi.org/10.3390/polym13203562>
- De Araujo, L., Amorim, A., Vivanco, R., De Arruda, C., Bikker, F. y De Carvalho, F. (2023). El efecto de la fitoesfingosina y las vitrocerámicas bioactivas en la prevención de la

erosión del esmalte dental. *Brazilian dental journal*, 34(2), 88–96.

<https://doi.org/10.1590/0103-6440202304904>

De Boer, M., Zimmermann, M., Attin, T., Tauböck, T. y Hamza, M. (2023). Integridad marginal de estrategias adhesivas simplificadas en dientes primarios. *International dental journal*, 73(6), 881-888. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2023.06.002>

De Oliveira, A., Xavier, A., Da Silva, T., Debortolli, A., Ferdin, A., Boteon, A., Da Silva Martins, D., Pelá, V., Buzalaf, M., Henrique-Silva, F., Honório, H. y Rios, D. (2023). Ingeniería de película adquirida con la asociación de Cistatina y Vitamina E contra la erosión del esmalte. *Journal of Dentistry*, 138, 104680. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104680>

De Siqueira, F. S. F., Wendlinger, M., Araújo, L. C. R., De Aguiar Moreira, P. H., Cardenas, A. F. M., Carvalho, T. S., Reis, A. y Loguercio, A. D. (2023). Rendimiento de adhesión de adhesivos universales a la dentina erosionada: una evaluación de 6 años. *Journal of Dentistry*, 136, 104633. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104633>

Equipo editorial, Etecé (23 de enero de 2023). *Ácido clorhídrico*. Enciclopedia Humanidades. <https://humanidades.com/acido-clorhidrico/>

Fonseca, R., Haiter-Neto, F., Fernandes-Neto, A., Barbosa, G. y Soares, C. (2004). Radiodensidad del esmalte y la dentina de dientes humanos, bovinos y porcinos. *Archives of Oral Biology*, 49(11), 919–922. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2004.05.006>

Frattes, F., Augusto, M., Torres, C., Pucci, C. y Borges, A. (2017). Resistencia de la unión al esmalte erosionado y la dentina utilizando un sistema adhesivo universal. *The journal of adhesive dentistry*, 19(2), 121–127. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a38099>

Fröhlich, T., Lenzi, T., Soares, F. y De Oliveira, R. (2021). Resistencia de unión de un sistema adhesivo universal a dientes primarios bovinos versus humanos. *International Journal*

*of Adhesion and Adhesives*, 107(102862), 102862.

<https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2021.102862>

Fujita, K., Nikaido, T., Arita, A., Hirayama, S. y Nishiyama, N. (2018). Capacidad de desmineralización del adhesivo comercial todo en uno a base de fosfato de dihidrógeno de 10-metacrililoxydecil. *Dental Materials*, 34(10), 1555-1565.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.06.027>

Graig, R., O'Brien, W. y Powers, J. (1999). *Materiales Dentales*. Harcourt Brace.

Gurbuz, O., Cilingir, A., Dikmen, B., Ozsoy, A. y Mert, M. (2020). Efecto del sellador superficial sobre la rugosidad superficial de diferentes composites y evaluación de su microdureza. *European Oral Research*, 54(1), 1–8.

<https://doi.org/10.26650/eor.20200020>

Hamza, B., Sekularac, M., Attin, T. y Wegehaupt, F. (2023). Evaluación in vitro del desgaste de selladores de fisuras en condiciones erosivas, abrasivas y erosivas/abrasivas.

*European archives of paediatric dentistry: official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 24(1), 55–61. <https://doi.org/10.1007/s40368-022-00757-z>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª ed.). Mc Graw Hill Education.

Husain, N., Feilzer, A., Kleverlaan, C., Abou-Ayash, S. y Özcan, M. (2022). Efecto del envejecimiento hidrotermal en la microdureza de polímeros convencionales y fabricados aditivamente de alta y baja viscosidad. *The journal of Prosthetic Dentistry*,

128(4), 822.e1-822.e9. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.08.022>

Ibrahim, N., Elmarsafy, S. y Zaghloul, S. (2024). Efecto de un infiltrante de resina versus un adhesivo universal sobre la microdureza de las lesiones de manchas blancas desafiadas por ácidos (estudio in vitro). *Deleted Journal*, 11(2), 10-16.

<https://doi.org/10.58675/2974-4164.1610>

- Jafarpour, D., Ferooz, R., Ferooz, M. y Bagheri, R. (2022). Propiedades físicas y mecánicas de los compuestos de resina fluidos, convencionales y de relleno en masa almacenados en seco y húmedo. *International journal of dentistry*, 2022, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2022/7946239>
- Khraisat, B., Al-Jeady, A., Alqatawneh, D., Toubasi, A. y AlRyalat, S. (2022). La prevalencia de los resultados de salud mental entre los pacientes con trastornos alimentarios durante la pandemia de COVID-19: un metanálisis. *Clinical nutrition ESPEN*, 48, 141–147. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.01.033>
- Kimyai, S., Bahari, M., Abed-Kahnamouei, M., Ebrahimi-Chaharom, M. y Asl-Oskouei, M. (2023). Efecto de diferentes estrategias de aplicación del adhesivo universal utilizado para el sellado inmediato y retardado de la dentina sobre la fuerza de unión a la microtracción del cemento de resina autoadhesivo a la dentina con y sin envejecimiento. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 15(3), e210–e216. <https://doi.org/10.4317/jced.60202>
- Korkut, B., Bud, M., Kukey, P. y Sancakli, H. (2022). Efecto de los selladores de superficie sobre la estabilidad del color de diferentes resinas compuestas. *Medicine and pharmacy reports*, 95(1), 71–79. <https://doi.org/10.15386/mpr-1973>
- Kumagai, R., Takagaki, T., Sato, T., Nikaido, T., Giannini, M., Reis, A. y Tagami, J. (2023). Interfaz cemento de resina/esmalte: una evaluación morfológica de la zona resistente a los ácidos y las bases, el patrón de grabado del esmalte y el efecto del termociclado en la fuerza de adhesión al microcizallamiento. *The journal of adhesive dentistry*, 25(1), 71–78. <https://doi.org/10.3290/j.jad.b3974603>
- Laurance-Young, P., Bozec, L., Gracia, L., Rees, G., Lippert, F., Lynch, R. y Knowles, J. (2011). Una revisión de la estructura de los tejidos duros dentales humanos y bovinos y su comportamiento fisicoquímico en relación con el desafío erosivo y la

remineralización. *Journal of Dentistry*, 39(4), 266-272.

<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.01.008>

Licata, O., Guha, U., Poplawsky, J., Aich, N. y Mazumder, B. (2020). Sondeo de la heterogeneidad en la composición del esmalte bovino a través de imágenes químicas a nanoescala mediante tomografía con sonda atómica. *Archives of Oral Biology*, 112(104682), 104682. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2020.104682>

Limeback, H., Enax, J. y Meyer, F. (2023). Mejora de la salud bucal con pastas dentales biomiméticas a base de fosfato de calcio sin fluoruro: una actualización de la evidencia clínica. *biomimetics*, 8(4), 331. <https://doi.org/10.3390/biomimetics8040331>

Loguercio, A., Muñoz, M., Luque-Martinez, I., Hass, V., Reis, A. y Perdigão, J. (2015). ¿La aplicación activa de adhesivos universales al esmalte en modo de autograbado mejora su rendimiento? *Journal of Dentistry*, 43(9), 1060-1070. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.04.005>

Lucchese, A., Bertacci, A., Lo Giudice, A., Polizzi, E., Gherlone, E., Manuelli, M., Chersoni, S., Moro, D. y Valdré, G. (2020). Efecto preventivo del fluoruro de estaño sobre la erosión del esmalte: un estudio in vitro. *Journal of Clinical Medicine*, 9(9), 2755. <https://doi.org/10.3390/jcm9092755>

Luo, Q. y Kitchen, M. (2023). Microdureza, efecto del tamaño de la indentación y dureza real del acero Hadfield austenítico deformado plásticamente. *materials*, 16(3), 1117. <https://doi.org/10.3390/ma16031117>

Lussi, A., Schlueter, N., Rakhmatullina, E. y Ganss, C. (2011). Erosión dental: una descripción general con énfasis en los aspectos químicos e histopatológicos. *Caries research*, 45(Suppl. 1), 2-12. <https://doi.org/10.1159/000325915>

Macchi, R. (1988). *Materiales Dentales Fundamentos para su Estudio*. Editorial Medica panamericana.

- Mattar, M. y Musalem, M. (2014). Evaluación de la interfase adhesiva obtenida en restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo universal utilizado con y sin grabado ácido previo. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 7(3), 115–122. <https://doi.org/10.1016/j.piro.2014.09.005>
- Milani, D., Borba, M., Farré, R., Grando, L., Bertol, C. y Fornari, F. (2022). Enfermedad por reflujo gastroesofágico y erosión dental: el papel de los ácidos biliares. *Archives of Oral Biology*, 139(105429), 105429. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2022.105429>.
- Molaasadolah, F., Eskandarion, S., Ehsani, A. y Sanginan, M. (2017). Evaluación In Vitro de la Microdureza del Esmalte después de la Aplicación de Dos Tipos de Barniz de Fluoruro. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(8), ZC64–ZC66. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/30121.10412>
- Muñoz, M., Luque, I., Hass, V., Reis, A., Loguercio, A. y Bombarda, N. (2013). Propiedades de unión inmediata de los adhesivos universales a la dentina. *Journal of Dentistry*, 41(5), 404-411. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.03.001>
- Muñoz, M., Sezinando, A., Luque-Martinez, I., Szesz, A., Reis, A., Loguercio, A., Bombarda, N. y Perdigão, J. (2014). Influencia de un recubrimiento de resina hidrófoba en la eficacia de unión de tres adhesivos universales. *Journal of Dentistry*, 42(5), 595-602. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.01.013>
- Muñoz, M., Luque-Martinez, I., Malaquias, P., Hass, V., Reis, A., Campanha, N. y Loguercio, A. (2015). Longevidad in vitro de las propiedades de unión de los adhesivos universales a la dentina. *Operative dentistry*, 40(3), 282–292. <https://doi.org/10.2341/14-055-L>
- Murase, Y., Kotake, H., Kusakabe, S., Okuyama, K., Tamaki, Y. y Hotta, M. (2020). Uso de una nueva prueba de rayado y prueba de tracción para evaluar la resistencia de la unión de composites de resina fluida autoadhesivos para la reparación de la erosión de los

- dientes artificiales. *Dental Materials Journal*, 39(3), 435-443.  
<https://doi.org/10.4012/dmj.2019-009>
- Nagarkar, S., Theis-Mahon, N. y Perdigão, J. (2019). Adhesivos dentales universales: estado actual, pruebas de laboratorio y rendimiento clínico. *Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials*, 107(6), 2121–2131.  
<https://doi.org/10.1002/jbm.b.34305>
- Nikaido, T., Takagaki, T., Sato, T., Burrow, M. y Tagami, J. (2020). El concepto de formación de superesmalte: relación entre la interacción química y la zona resistente al ácido-base del esmalte en la interfaz de esmalte/adhesivo de autograbado. *Dental materials journal*, 39(4), 534–538. <https://doi.org/10.4012/dmj.2020-165>
- Nikaido, T., Takahashi, R., Ariyoshi, M., Sadr, A. y Tagami, J. (2012). Protección y refuerzo de las estructuras dentales mediante materiales de recubrimiento dental. *Coatings*, 2(4), 210-220. <https://doi.org/10.3390/coatings2040210>
- Oliveira, G., Boteon, A., Ionta, F., Moretto, M., Honório, H., Wang, L. y Ríos, D. (2015). Efectos in vitro de la infiltración de resina en la inhibición de la erosión del esmalte. *Operative Dentistry*, 40(5), 492-502. <https://doi.org/10.2341/14-162-1>
- Ortiz-Ruiz, A., De Dios, J., Alcolea-Rubio, L., Hernández-Fernández, A., Martínez-Beneyto, Y. y Gispert-Guirado, F. (2018). Diferencias estructurales en el esmalte y la dentina en dientes humanos, bovinos, porcinos y ovinos. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 218, 7-17. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2017.12.012>
- Palandi, S., Kury, M. y Cavalli, V. (2023). Influencia de los LED violetas y los geles blanqueadores de peróxido de carbamida que contienen fluoruro en los dientes erosionados/abrasivos en etapa temprana. *Photodiagnosis and photodynamic therapy*, 42, 103568. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2023.103568>

- Palhari, F., Da Mata, L., Liporoni, P., Hilgert, L. y Zanatta, R. (2023). Influencia del efecto combinado de dentífricos desensibilizantes y adhesivos universales sobre la resistencia de la unión dentinaria en condiciones erosivas. *Journal of applied oral science: revista FOB*, 31, e20230224. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2023-0224>
- Papadogiannis, D., Dimitriadi, M., Zafiropoulou, M., Gaintantzopoulou, M. y Eliades, G. (2019). Adhesivos universales: características de fraguado y reactividad con dentina. *Materials*, 12(10), 1720. <https://doi.org/10.3390/ma12101720>
- Páramo, M. (2011). Factores de Riesgo y Factores de Protección en la Adolescencia: Análisis de Contenido a través de Grupos de Discusión. *Terapia psicológica*, 29(1), 85–95. <https://doi.org/10.4067/s0718-48082011000100009>
- Paryag, A. y Rafeek, R. (2014). Erosión Dental y Condiciones Médicas Una Visión General de la Etiología, Diagnóstico y Manejo. *The West Indian medical journal*, 63(5), 499–502. <https://doi.org/10.7727/wimj.2013.140>
- Patiño-Herrera, R., González-Alatorre, G., Estrada-Baltazar, A., Escoto-Chavéz, S. y Pérez, E. (2015). Recubrimientos hidrofóbicos para la prevención de la erosión del esmalte dental. *Surface and Coatings Technology*, 275, 48-154. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2015.05.026>
- Perdigão, J. (2020). Perspectivas actuales sobre la adhesión dental: (1) Adhesión a la dentina: aún no está allí. *The Japanese Dental Science Review*, 56(1), 190–207. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2020.08.004>
- Pike, R. (12 de agosto de 2021). Adhesivo. Enciclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/technology/adhesive>
- Ranjitkar, S., Kaidonis, J. y Smales, R. (2012). Enfermedad por reflujo gastroesofágico y erosión dental. *International journal of dentistry*, 2012, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2012/479850>

- Rauber, B., Milani, D., Callegari, S., Fornari, L., Bonadeo, N. y Fornari, F. (2020). Predictores de erosiones dentales en pacientes evaluados con endoscopia digestiva alta: un estudio transversal. *Odontology*, 108(4), 723–729. <https://doi.org/10.1007/s10266-020-00505-z>
- Real Academia Nacional de Medicina de España. (2012). *Diccionario de Términos Médicos*. Editorial Médica Panamericana. [https://dtme.ranm.es/buscador.aspx?NIVEL\\_BUS=3&LEMA\\_BUS=protector](https://dtme.ranm.es/buscador.aspx?NIVEL_BUS=3&LEMA_BUS=protector)
- Romero, W. (2009). *Influencia del grabado ácido previo en la fuerza de adhesión al aplicar cuatro sistemas adhesivos autograbantes sobre esmalte bovino: estudio in vitro [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]*. Cybertesis, repositorio de tesis digitales. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/626>
- Ruschel, V., Bona, V., Baratieri, L. y Maia, H. (2018). Efecto de los selladores de superficie y el tiempo de pulido sobre la rugosidad y la microdureza de la superficie de los materiales compuestos. *Operative Dentistry*, 43(4), 408-415. <https://doi.org/10.2341/17-048-1>
- Saikaew, P., Sattabanasuk, V., Harnirattisai, C., Chowdhury, A., Carvalho, R. y Sano, H. (2022). Papel del barrillo dentinario en la odontología adhesiva y las aplicaciones clínicas para mejorar el desempeño de la unión. *The Japanese Dental Science Review*, 58, 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2021.12.001>
- Salerno, M., Derchi, G., Thorat, S., Ceseracciu, L., Ruffilli, R. y Barone, A. (2011). Morfología superficial y propiedades mecánicas de composites de resina fluida de nueva generación para restauración dental. *Dental Materials*, 27(12), 1221–1228. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.08.596>

- Sato, T., Takagaki, T., Hatayama, T., Nikaido, T. y Tagami, J. (2021). Actualización sobre las estrategias de unión del esmalte. *Frontiers in Dental Medicine*, 2, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fdmed.2021.666379>
- Schlueter, N., Hara, A., Shellis, R. y Ganss, C. (2011). Métodos para la medición y caracterización de la erosión en el esmalte y la dentina. *Caries Research*, 45(Suppl. 1), 13-23. <https://doi.org/10.1159/000326819>
- Sofan, E., Sofan, A., Palaia, G., Tenore, G., Romeo, U. y Migliau, G. (2017). Revisión de la clasificación de los sistemas adhesivos dentales: de la IV generación al tipo universal. *Annali di stomatologia*, 8(1), 1-17. <https://doi.org/10.11138/ads/2017.8.1.001>
- Strini, B., Marques, J., Pereira, R., Sobral-Souza, D., Pecorari, V., Liporoni, P. y Aguiar, F. (2022). Evaluación comparativa de resinas compuestas Bulk-Fill: microdureza Knoop, resistencia a la tracción diametral y grado de conversión. *Clinical, cosmetic and investigational dentistry*, 14, 225–233. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S376195>
- Sturdevant, C., Roberson, T., Heymann, H. y Sturdevant, J. (1996). *Arte y Ciencia Operatoria Dental*. Mosby.
- Tack, J. y Pandolfino, J. (2018). Fisiopatología de la enfermedad por reflujo gastroesofágico. *Gastroenterology*, 154(2), 277–288. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2017.09.047>
- Teruel, J., Alcolea, A., Hernández, A. y Ruiz, A. (2015). Comparación de la composición química del esmalte y la dentina en dientes humanos, bovinos, porcinos y ovinos. *Archives of Oral Biology*, 60(5), 768–775. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2015.01.014>
- Van Meerbeek, B., Munck, J., Van Landuyt, K., Mine, A., Lambrechts, P., Sarr, M., Sarr, M., Yoshida, Y. y Suzuki, K. (2008). 4-Adhesivos dentales y rendimiento adhesivo. En R. Curtis y T. Watson (Ed.1), *Biomateriales Dentales: Imágenes, Pruebas y Modelos* (81-111). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781845694241.81>

- Vermelho, P., Reis, A., Ambrosano, G. y Gianini, M. (2017). Adhesión de adhesivos multimodo a esmalte y dentina después de un año de almacenamiento en agua. *Clinical oral investigations*, 21(5), 1707–1715. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1966-1>
- Viana, Í., Alania, Y., Feitosa, S., Borges, A., Braga, R. y Scaramucci, T. (2020). Materiales bioactivos sometidos a erosión/abrasión y su influencia en los tejidos dentales. *Operative Dentistry*, 45(3), E114 – E123. <https://doi.org/10.2341/19-102-L>
- Wang, L., Bai, X., Liu, Y., Islam, R., Hoshika, S., Sano, H. y Yang, F. (2023). El efecto de una capa extra de resina hidrofóbica sobre la fuerza de unión y la durabilidad de los adhesivos universales de un solo paso utilizados como imprimación. *Journal of Dentistry*, 135(104568), 104568. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104568>
- Wegehaupt, F., Tauböck, T., Sener, B. y Attin, T. (2012). Efecto protector a largo plazo de los selladores de superficies contra el desgaste erosivo por ácidos intrínsecos y extrínsecos. *Journal of Dentistry*, 40(5), 416–422. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.02.003>
- Xu, X., Zhu, J., Mei, M., Wu, H., Xie, K., Wang, S. y Chen, Y. (2023). Exploración e investigación clínica preliminar de un abordaje adhesivo para la restauración de dientes primarios. *Journal of Biomedical Research*, 37(2), 138–147. <https://doi.org/10.7555/JBR.36.20220188>
- Yabuki, C., Rikuta, A., Murayama, R., Akiba, S., Suzuki, S., Takamizawa, T., Kurokawa, H. y Miyazaki, M. (2018). Efecto de la erosión ácida sobre la fuerza de adhesión del esmalte de los adhesivos autograbadores y medición de la velocidad sónica del esmalte. *Dental Materials Journal*, 37(4), 542-548. <https://doi.org/10.4012/dmj.2017-117>
- Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R., Nakayama, Y., Okazaki, M., Shintani, H., Inoue, S., Tagawa, Y., Suzuki, K., De Munck, J. y Van Meerbeek, B. (2004). Estudio comparativo sobre el rendimiento adhesivo de monómeros funcionales. *Journal of Dental Research*, 83(6), 454-458. <https://doi.org/10.1177/154405910408300604>

- Yoshihara, K., Yoshida, Y., Nagaoka, N., Fukegawa, D., Hayakawa, S., Mine, A., Nakamura, M., Minagi, S., Osaka, A., Suzuki, K. y Van Meerbeek, B. (2010). Interacción molecular controlada por nanotecnología en interfaces adhesivas para la reconstrucción de tejidos duros. *Acta Biomaterialia*, 6(9), 3573-3582. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2010.03.024>
- Zhang, Z.-y., Tian, F.-c., Niu, L.-n., Ochala, K., Chen, C., Fu, B., Wang, X., Pashley, D. y Tay, F. (2016). Desafiando el envejecimiento: ¿una expectativa para la adhesión a la dentina con adhesivos universales? *Journal of Dentistry*, 45, 43-52. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.11.008>.
- Zhao, X., Pan, J., Zhang, S., Malmström, H. y Ren, Y. (2017). Eficacia de los materiales a base de resinas frente al desgaste erosivo y abrasivo del esmalte. *Clinical oral investigations*, 21(1), 463–468. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1814-3>
- Zhao, Z., Wang, Q., Zhao, J., Zhao, B., Zhangyu, M. y Zhang, C. (2021). Adhesión de dientes. *Frontiers in materials*, 7, 1-11. <https://doi.org/10.3389/fmats.2020.615225>

## IX. ANEXOS

## 9.1 Anexo A

## 9.1.1 Ficha de recolección de datos

Microdureza superficial de esmalte de dientes bovinos														
Especimen	Grupo I (SBU): Esmalte bovino cubierto con adhesivo universal, sometido a ciclaje erosivo.				Especimen	Grupo II (SBU+AF): Esmalte bovino cubierto con adhesivo universal, previamente acondicionado con ácido fosfórico, sometido a ciclaje erosivo.				Especimen	Grupo control: Esmalte bovino cubierto con un sellador de superficie, sometido a ciclaje erosivo.			
	P. 1 Hv	P. 2 Hv	P. 3 Hv	Prome dio		P. 1 Hv	P. 2 Hv	P. 3 Hv	Prome dio		P. 1 Hv	P. 2 Hv	P. 3 Hv	Prome dio
U1					F1					C1				
U2					F2					C2				
U3					F3					C3				
U4					F4					C4				
U5					F5					C5				
U6					F6					C6				
U7					F7					C7				
U8					F8					C8				
U9					F9					C9				
U10					F10					C10				
U11					F11					C11				
U12					F12					C12				
U13					F13					C13				
U14					F14					C14				
U15					F15					C15				

## 9.2 Anexo B

### 9.2.1 Acta de aprobación de proyecto de investigación por el comité de ética



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

#### COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

#### ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

N° 283-10-2023

Los miembros del Comité de Ética de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal integrado por la Mg. Carmen Rosa García Rupaya en calidad de Presidenta, Dr. Daniel Augusto Alvitez Temoche en calidad de miembro y Mg. Cecilia Magali Alayo Canales en calidad de miembro, se reunieron virtualmente para evaluar a solicitud del Director de la Unidad de Investigación, Innovación y Emprendimiento, el Proyecto de Investigación:

**Título: "EFECTO PROTECTOR DE UN ADHESIVO UNIVERSAL EN EL ESMALTE DE DIENTES BOVINOS EROSIONADOS POR ÁCIDO CLORHÍDRICO – IN VITRO"**

**Investigador:** Bachiller ROJAS POMAYAY KATHERINE MERCEDES

**Código de inscripción:** 283-10-2023

**Proyecto de investigación:** versión última de fecha 20 de octubre de 2023

Luego de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el proyecto presentado por el bachiller Katherine Rojas y de acuerdo al Reglamento del Comité de Ética de la Universidad Nacional Federico Villarreal (Resolución R.N° 6437 2019-UNFV) se concluye en el siguiente calificativo: **Favorable con Aprobación**

La aprobación considera el cumplimiento de los estándares de la Facultad y de la Universidad, los lineamientos científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio y la capacitación del equipo de investigación. En el caso de participación de seres humanos la confidencialidad de los datos y el ejercicio de la autonomía mediante la aplicación del consentimiento informado.

Los miembros del Comité de Ética suscribimos el presente documento:

Lima, 16 de noviembre de 2023

Mg. Carmen Rosa García Rupaya  
Presidenta  
Comité de Ética en Investigación

Mg. Cecilia Magali Alayo Canales  
Miembro  
Comité de Ética en Investigación

Dr. Daniel Alvitez Temoche  
Miembro  
Comité de Ética en Investigación

## 9.3 Anexo C

### 9.3.1 Carta de presentación al Taller-Cínica de Operatoria



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA**

"Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra Independencia y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

**OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO**

Pueblo Libre, 17 de abril de 2024

**Dr.  
PAUL ORESTES MENDOZA MURILLO  
DIRECTOR – DEPARTAMENTO ACADÉMICO  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**ATENCIÓN: LABORATORIO DE OPERATORIA DENTAL  
Presente.-**

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle al Bachiller en Odontología Srta. Katherine Mercedes Rojas Pomayay, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«EFECTO PROTECTOR DE UN ADHESIVO UNIVERSAL EN EL ESMALTE DE  
DIENTES BOVINOS EROSIONADOS POR ÁCIDO CLORHÍDRICO –  
IN VITRO»**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso a la Srta. Rojas quien realizará el siguiente trabajo:

- ✓ *Elaboración de muestras de dientes bovinos, colocación de material resinoso, ciclaje erosivo y almacenamiento en estufa.*

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

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

Atentamente



Firmado digitalmente por:  
MUNAYCO MAGALLANES  
Américo Alejandro FAU 20170934289  
soft  
Motivo: Soy el autor del  
documento  
Fecha: 17/04/2024 22:31:24-0500

**Dr. AMERICO A. MUNAYCO MAGALLANES  
JEFE  
OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

Se adjunta: Plan de Tesis  
e-mail: krp\_9616@hotmail.com  
010-2024  
NT: 028530 - 2024  
AAMM/Luz V.

Calle San Marcos N° 351 – Pueblo Libre -  
Correo electrónico: ogt.fo@unfv.edu.pe

Telef.: 7480888 - 8335



Universidad Nacional

**Federico Villarreal**

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

FACULTAD DE

**ODONTOLOGIA**

DEPARTAMENTO ACADÉMICO

Pueblo Libre, 02 de mayo de 2024.

OFICIO N° 078-2024-DA-FO-UNFV

Magister

JULIA ELBIA MEDINA Y MENDOZA

RESPONSABLE DEL TALLER - CLINICA DE OPERATORIA

Presente. -

**ASUNTO:** Autorización para el Uso del Laboratorio.

**REFERENCIA:** 1. Carta S/N de la OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO (recibida 17/04/2024)

2. R.D. N° 055-2024-SA-D-FO-UNFV.

Es grato dirigirme a usted, para saludarla cordialmente y en atención al documento de la referencia 2, sírvase brindar las facilidades del caso a la Bachiller en Odontología Sr. **KATHERINE MERCEDES ROJAS POMAYAY**, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis, Titulado: «EFECTO PROTECTOR DE UN ADHESIVO UNIVERSAL EN EL ESMALTE DE DIENTES BOVINOS EROSIONADOS POR ACIDO CLORHIDRICO - IN VITRO», la misma que permitirá desarrollar su trabajo de investigación, en preparación de las muestras del proyecto.

Sin otro particular es propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de nuestra especial consideración.

Atentamente,

  
**Dr. Pajú Orestes Mendoza Murillo**  
 Director  
 Departamento Académico

Se adjunta Protocolo de Tesis  
 //Flor Barrera

CC **KATHERINE MERCEDES ROJAS POMAYAY**  
 NT: 028530 - 2024

## 9.4 Anexo D

### 9.4.1 Constancia de ejecución del procedimiento en Taller- Clínica de Operatoria

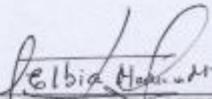
#### CONSTANCIA DE EJECUCIÓN

Por medio del presente documento se deja constancia que la Bachiller en Odontología **KATHERINE MERCEDES ROJAS POMAYAY**, llevó acabo la parte operativa de su trabajo de tesis titulado: "EFECTO PROTECTOR DE UN ADHESIVO UNIVERSAL EN EL ESMALTE DE DIENTES BOVINOS EROSIONADOS POR ÁCIDO CLORHÍDRICO- IN VITRO", en la Clínica de Operatoria de la Universidad Nacional Federico Villarreal. Donde se ejecutó la confección de especímenes a base de dientes bovinos, aplicación de materiales resinosos de acuerdo a protocolo y estrés erosivo por medio de ciclaje, contando con el apoyo de estufa temperada.

Constancia que se expide a solicitud de la parte interesada, para fines que sean convenientes.

Lima, 15 de mayo del 2024

ATTE.

  
\_\_\_\_\_  
MG. CD. JULIA ELBIA MEDINA Y MENDOZA  
RESPONSABLE DEL TALLER-CLÍNICA DE OPERATORIA



## 9.5 Anexo E

### 9.5.1 Calculo del número muestral con el programa G\*Power

The screenshot displays the G\*Power 3.1.9.7 interface. The main window shows a graph of two normal distributions: a solid red curve for the null distribution and a dashed blue curve for the alternative distribution. The critical t-value is marked at 2.11991. The area under the red curve to the right of the critical value is labeled  $\alpha/2$ , and the area under the blue curve to the left of the critical value is labeled  $\beta$ .

**Test family:** t tests  
**Statistical test:** Means: Difference between two independent means (two groups)

**Type of power analysis:** A priori: Compute required sample size - given  $\alpha$ , power, and effect size

Input Parameters		Output Parameters	
Tail(s)	Two	Noncentrality parameter $\delta$	3.9856334
Determine => Effect size d	1.8788456	Critical t	2.1199053
$\alpha$ err prob	0.05	Df	16
Power (1- $\beta$ err prob)	0.95	Sample size group 1	9
Allocation ratio N2/N1	1	Sample size group 2	9
		Total sample size	18
		Actual power	0.9621999

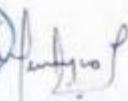
**Design Parameters:**

- n1 != n2
  - Mean group 1: 0
  - Mean group 2: 1
  - SD  $\sigma$  within each group: 0.5
- n1 = n2
  - Mean group 1: 295.3
  - Mean group 2: 287.3
  - SD  $\sigma$  group 1: 4.9
  - SD  $\sigma$  group 2: 3.5

**Buttons:** Calculate, Effect size d: 1.878846, Calculate and transfer to main window, Close, X-Y plot for a range of values, Calculate

## 9.6 Anexo F

### 9.6.1 Carta de presentación al Laboratorio High Technnology Laboratory Certificate.

 <p>Universidad Nacional <b>Federico Villarreal</b></p>	<p><b>FACULTAD DE ODONTOLOGÍA</b></p>
<p><i>"Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra independencia y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"</i></p>	
<p><b>OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO</b></p>	
<p>Pueblo Libre, 10 de abril de 2024</p>	
<p><b>ING. ROBERT EUSEBIO TEHERAN JEFE DE LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC Presente.-</b></p>	
<p>De mi especial consideración:</p>	
<p>Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología, Srta. Katherine Mercedes Rojas Pomayay, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:</p>	
<p><b>«EFECTO PROTECTOR DE UN ADHESIVO UNIVERSAL EN EL ESMALTE DE DIENTES BOVINOS EROSIONADOS POR ÁCIDO CLORHÍDRICO- IN VITRO»</b></p>	
<p>En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso a la Srta. Rojas quien realizará el siguiente trabajo:</p>	
<p>✓ <i>Se realizará la medición de microdureza superficial en especímenes de esmalte bovino previamente erosionados y tratados con solución de monómeros con una carga de 100g-10.</i></p>	
<p>Estas actividades, le permitirán a la bachiller, desarrollar su trabajo de investigación.</p>	
<p>Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovarle los sentimientos de mi especial consideración.</p>	
<p>Atentamente</p>	
 <p><b>Dr. FRANCO PAUL MAURICIO VALENTÍN DECANO</b></p>	 <p><b>Dr. AMÉRICO A. MUNAYCO MAGALLANES JEFE OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO FACULTAD DE ODONTOLOGÍA</b></p>
<p>Se adjunta: Plan de Tesis 011-2024 NT: 030 547A- 2024 AAMM/Luz V.</p>	 
<p>Calle San Marcos N° 351 - Pueblo Libre - Correo electrónico: ogt.fo@unfv.edu.pe</p>	
<p>Telef.: 7480888 - 8335</p>	

## 9.7 Anexo G

### 9.7.1 Informe de resultados de Ensayo de Microdureza



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES  
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-048-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	21-05-2024
<b>ENSAYO DE MICRODUREZA VIKERS EN ESMALTE DE DIENTES DE BOVINOS</b>					
<b>1. DATOS DE LOS TESISISTAS</b>					
Nombre de tesis	"EFECTO PROTECTOR DE UN ADHESIVO UNIVERSAL EN EL ESMALTE DE DIENTES BOVINOS EROSIONADOS POR ÁCIDO CLORHÍDRICO -IN VITRO"				
Nombres y Apellidos	: Katherine Mercedes Rojas Pomayay				
Dni	: 73191583				
Dirección	: Buenos Aires de Villa Mz. 39 Lt. 17 - Chorrillos				
<b>2. EQUIPOS UTILIZADOS</b>					
Instrumento	Marca	Aproximación	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.		
Microdurómetro Vickers Electrónico Vernier Digital	I.G - HV-1000 Mitutoyo - 200 mm	1 µm - 40X 0.01mm			
<b>3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>					
Esmalte de dientes de bovino	Cantidad	: Cuarenta y cinco (45) muestras			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 declarados.
	Material	: Esmalte de dientes			
	Grupo 1	: SBU			
	Grupo 2	: SBU+AF			
	Grupo 3	: Control			
<b>4. RECEPCION DE MUESTRAS</b>					
Fecha de recepción de muestras	20 de Mayo del 2024				
Fecha de Ensayo	21 de Mayo del 2024				
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.				
<b>5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO</b>					
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:					
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CAPITULO/NUMERAL</b>			
ASTME384-17	Método de prueba estándar para la dureza de materiales por microindentación				
<b>6. CONDICIONES DE ENSAYO</b>					
	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>			
Temperatura	21.0 °C	22.0 °C			
Humedad Relativa	58 %HR	58 %HR			

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@ensayoshti.pe // ingenieria@ensayoshti.pe

 www.ensayoshti.pe

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-048-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	21-05-2024	
<b>7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE MICRODUREZA VICKERS</b>					
<b>Grupo 1: SBU</b>					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
U1	100 (0.98066)	40.1	49.0	45.4	44.8
U2		13.4	13.9	13.0	13.4
U3		46.9	64.1	58.4	56.5
U4		15.1	13.8	16.4	15.1
U5		82.1	80.4	50.6	71.0
U6		44.2	45.2	40.8	43.4
U7		32.7	30.8	31.3	31.6
U8		27.7	33.6	28.1	29.8
U9		36.9	27.1	32.8	32.3
U10		41.9	32.8	39.1	37.9
U11		37.7	32.0	33.8	34.5
U12		27.8	25.1	20.8	24.6
U13		28.9	78.0	61.0	56.0
U14		30.4	30.4	33.4	31.4
U15		19.3	17.7	18.1	18.4
<b>Grupo 2: SBU+AF</b>					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
F1	100 (0.98066)	108.9	104.5	112.1	108.5
F2		66.9	73.7	79.6	73.4
F3		52.3	64.1	68.5	61.6
F4		53.7	50.8	56.5	53.7
F5		72.0	79.6	13.1	54.9
F6		48.6	75.3	61.4	61.8
F7		78.4	81.3	78.4	79.4
F8		91.5	42.8	63.7	66.0
F9		121.9	114.4	120.1	118.8
F10		133.6	114.3	121.8	123.2
F11		53.2	53.7	52.9	53.3
F12		78.0	77.2	75.1	76.8
F13		58.6	60.3	91.5	70.1
F14		107.0	93.1	81.9	94.0
F15		91.0	85.7	88.4	88.4



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

Jr. Nepentás 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

2/2



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES  
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 3 de 3

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-048-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	21-05-2024
<b>Grupo 3: Control</b>					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
C1	100 (0.98066)	13.9	13.6	10.7	12.7
C2		15.6	14.8	21.6	17.3
C3		13.4	11.9	12.4	12.6
C4		17.3	18.3	17.0	17.5
C5		14.9	13.1	15.4	14.5
C6		20.6	22.1	21.3	21.3
C7		16.8	10.4	10.3	12.5
C8		19.0	18.7	18.2	18.6
C9		17.8	17.4	13.3	16.2
C10		14.3	59.6	61.8	45.2
C11		11.8	9.5	10.4	10.6
C12		18.0	16.5	18.1	17.5
C13		14.7	14.3	14.6	14.5
C14		10.9	10.9	10.3	10.7
C15		23.8	23.6	24.1	23.8
  <b>ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN</b> 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.					
FIN DEL DOCUMENTO					

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

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

 +51 997 123 584 // 949 059 602

 [ventas@ensayoshti.pe](mailto:ventas@ensayoshti.pe) // [ingenieria@ensayoshti.pe](mailto:ingenieria@ensayoshti.pe)

 [www.ensayoshti.pe](http://www.ensayoshti.pe)

3/3

## 9.8 Anexo H

### 9.8.1 Ficha técnica Single Bond™ Universal

restauraciones de amalgama  
de muñones antes de la fijación

fisuras  
de ionómero de vidrio

En los ojos puede ocasionar daños  
usar gafas protectoras. En caso de  
contacto con agua abundante y

reacciones que, en caso de contacto con  
sensibles reacciones alérgicas. Se debe  
pacientes con alergia conocida a los

la mucosa bucal, enjuagar abundante-  
se reacciones alérgicas, retirar el  
consultar con un médico si fuera necesario.

reacciones que, en caso de contacto con la  
sensibles reacciones alérgicas. Para reducir  
debe evitar el contacto con estos  
en el adhesivo que todavía no se ha  
dental con la piel, lavar inmediatamente

factores y una técnica de trabajo sin  
trabaja a través de los guantes protectores  
de contacto con Single Bond Universal,  
evitarlos. Lavarse las manos inmediata-  
mente los guantes protectores.  
consultar con un médico si fuera

Single Bond Universal DCA son fácilmente inflamables.  
Mantenerlos alejados del calor, las chispas, el  
fuego y otras fuentes de ignición.  
Están disponibles en [www.mmm.com](http://www.mmm.com) o

#### Medidas de precaución en la elaboración

- Fijar las restauraciones temporales con un producto exento de eugenol (por ejemplo con RelyX™ Temp NE). El empleo de materiales de fijación temporal que contengan eugenol puede inhibir después el proceso de polimerización del Single Bond Universal en el cementado definitivo.
- Para lograr una adherencia óptima, no tratar con ácido fosfórico la superficie de las restauraciones metálicas, de óxido de aluminio o de óxido de zirconio.

fondo con el spray de agua.  
sección «Corrosión selectiva del

ción del adhesivo Single Bond Universal.

#### Precaución)

gran uniones adhesivas clínicamente  
o del esmalte o con el procedimiento  
de adherencia todavía más elevados.

no tiene ninguna influencia desventajosa

Antes de usarlo, aprox. 35% de ácido  
Single Bond Universal Etchant sobre el esmalte  
) y dejar que actúe 15 segundos.  
Enjuagar y secar con aire exento de agua y  
no secar excesivamente!

Antes de usarlo, aprox. 35% de ácido  
Single Bond Universal Etchant, sobre la sustancia  
esmalte y dentina) y dejar que actúe

Enjuagar y secar con aire exento de agua y  
no secar excesivamente!

## 9.9 Anexo I

### 9.9.1 Ficha técnica 3M™ ScotchBond™ Etchant

... de agua y prueba por lo menos 1 minuto.  
 El fluor no deben ser usadas ya que  
 en el grabado. Lavar bien.

El secado es esencial para el proceso  
 ya que es el método preferido de

... el líquido grabador en la almohadilla  
 aplíquelo con un pincel u otro  
 superficies que se vayan a grabar. Deje el  
 durante 15 segundos. Si se desea usar  
 agitarse para aumentar su fluidez.

**Advertencias:** Lavar cuidadosamente durante  
 que mediante succión. No permitir al  
 contamina las superficies grabadas,  
 tr. Reaislar superficies grabadas si

... de adhesivo que se utilice, puede  
 al aire. Consulte las instrucciones

... secado del producto 3M ESPE  
**SUPERFICIES GRABADAS SER**  
 ... si tiene lugar la contaminación, volver  
 se indica arriba.

... proceso de adhesión.

#### Almacenamiento y uso

La vida de almacenamiento de estos productos a temperatura ambiente es de 36 meses. Consulte en el envase exterior la fecha de caducidad.

**Grabado:** Este producto está diseñado para almacenarlo y usarlo a temperatura ambiente. Las temperaturas ambiente ordinarias que sean mayores de 27°C, o inferiores a 10°C pueden reducir la vida útil.

**Líquido grabador:** Este producto está diseñado para usarlo a temperatura ambiente. Si se almacena en un refrigerador, deje que el producto alcance la temperatura ambiente antes de usarlo. Las temperaturas ambientes rutinariamente superiores a 27°C pueden reducir la vida de almacenamiento.

Desinfecte este producto con un proceso de desinfección de nivel intermedio (contacto líquido) según lo recomiendan los Centros para el Control de Enfermedades y al que adhiere la American Dental Association (Asociación Dental Americana). Guidelines for Infection Control in Dental Health-Care Settings (Directrices para el control de infecciones en los parámetros de cuidado de la salud dental) – *MMWR*, Diciembre 19, 2003:52(RR-17), Centros para el control y prevención de la enfermedad.

#### Eliminación de residuos

Vea la ficha de datos sobre seguridad de materiales (disponible en [www.3MESPE.com](http://www.3MESPE.com) o a través de su subsidiaria local) para información sobre eliminación.

#### Información para clientes

Ninguna persona está autorizada para facilitar ninguna información que difiera en algún modo de la información suministrada en esta hoja de instrucciones.

**Precaución:** Las leyes federales estadounidenses restringen la venta o uso de este aparato bajo prescripción de profesionales odontológicos.

#### Garantía

3M ESPE garantiza este producto contra defectos de los materiales y de fabricación. 3M ESPE NO OTORGARÁ NINGUNA OTRA GARANTÍA, INCLUYENDO CUALQUIER GARANTÍA IMPLÍCITA DE COMERCIABILIDAD O DE ADECUACIÓN A FINES PARTICULARES. El usuario tiene la responsabilidad de utilizar correctamente el producto para cada aplicación. Si este producto es defectuoso dentro del período de garantía, la única compensación y la única obligación de 3M ESPE serán reparar o reemplazar el producto de 3M ESPE.

## 9.10 Anexo J

### 9.10.1 Ficha técnica de Permaseal®

<b>PermaSeal™</b> Sellador de resina compuesta		ES
<p><b>Descripción del producto</b></p> <p>El sellador de composite PermaSeal™ es una resina a base de metacrilato sin relleno y fotopolimerizable diseñada para polimerizarse en una película muy fina y con una de las capas de inhibición de oxígeno más delgadas que se conocen. Úselo para sellar restauraciones de composite o provisionales nuevas o existentes.</p> <p>Para todos los productos descritos, lea atentamente y comprenda todas las instrucciones y la información de la hoja de datos de seguridad antes de usar el producto.</p> <p><b>Presentación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jeringa de administración de 1,2 ml</li> <li>• Punta de administración:               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Punta negra Micro™ FX™</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Indicaciones de uso/Fin previsto</b></p> <p>El sellador PermaSeal penetra y sella las grietas y la porosidad de la superficie en las restauraciones de composite. El acabado y pulido del composite desarrolla defectos microscópicos en la superficie, lo que da como resultado una pérdida acelerada de resina compuesta, que se interpreta clínicamente como desgaste. El sellador PermaSeal, aplicado durante la colocación de la restauración y anualmente, puede mejorar la integridad marginal de las restauraciones de composite al rellenar grietas microscópicas en las superficies del mismo.</p> <p><b>Contraindicaciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No utilizar en pacientes con una sensibilidad conocida a los acrilatos u otras resinas. Si se desarrolla una reacción alérgica, dermatitis o erupción, haga que el paciente consulte a su médico.</li> <li>• Para los pacientes o usuarios con problemas de alergia, consulte el documento de alérgenos del producto disponible en <a href="http://www.ultradent.com">www.ultradent.com</a>. Si se observa una reacción alérgica, enjuague bien el área expuesta con agua y haga que el paciente consulte a su médico.</li> </ul> <p><b>Advertencias y precauciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las resinas pueden ser sensibilizantes.</li> <li>• Tenga cuidado de no unir las restauraciones adyacentes.</li> <li>• Recuerde establecer un aislamiento adecuado antes de usar el sellador PermaSeal. Un campo limpio y seco es imperativo para una unión óptima de la resina.</li> <li>• Use aire sin aceite y sin humedad para secar después del decapado.</li> <li>• Las puntas son de un solo uso.</li> <li>• Utilice únicamente las puntas recomendadas.</li> </ul> <p><b>Instrucciones paso a paso</b></p> <p><b>Preparación</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Retire la tapa de cierre Luer de la jeringa.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2) Conecte la punta de administración recomendada a la jeringa.</li> <li>3) Verifique el flujo, el color y la consistencia antes de la administración intraoral. Si encuentra resistencia, reemplace la punta y pruebe nuevamente.</li> <li>4) Aísle el diente o los dientes que se van a sellar.</li> </ol> <p><b>Uso: restauraciones nuevas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Contornee la restauración de compuesto, dé el acabado y el pulido hasta obtener la textura de superficie deseada. Ajuste la oclusión según sea necesario.</li> <li>2) Limpie la restauración y elimine las marcas indicadoras medias. Prepare todas las superficies de composite a sellar y las superficies dentales adyacentes durante 5 segundos con ácido fosfórico al 35 %; luego enjuague y seque completamente.</li> <li>3) Coloque una capa fina de sellador PermaSeal sobre la superficie del compuesto y el esmalte adyacente.</li> <li>4) Extiéndalo con aire suavemente. Polimerice el sellador PermaSeal durante 10 segundos.</li> <li>5) Evalúe la oclusión y ajuste si es necesario.</li> </ol> <p><b>Uso: restauraciones colocadas anteriormente</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Limpie a fondo las superficies y los márgenes que se van a sellar con la lechada de limpieza Consepsis™, un micrograbador o refresque con una fresa y enjuague bien.</li> <li>2) Grabe el esmalte inmediatamente adyacente a la restauración y todas las superficies de compuesto accesibles con ácido fosfórico al 35 % durante 15 segundos. En el caso de que no se realice el primer paso, grabe el esmalte durante 30 segundos.</li> <li>3) Complete los pasos 3 a 5 de "restauraciones nuevas" para sellar.</li> </ol> <p><b>Procesamiento</b></p> <p>Para evitar la contaminación cruzada, limpie la jeringa con un desinfectante de nivel intermedio entre cada uso, y utilice una funda de barrera desechable. Si no se usa una funda de barrera, la jeringa debe tratarse como si fuera de un solo uso.</p> <p><b>Almacenamiento y descarte</b></p> <p>Descarte los residuos de acuerdo con las normas, directrices y regulaciones locales.</p> <p><b>Información variada</b></p> <p>Informe cualquier incidente grave al fabricante y a la autoridad competente.</p> <p><a href="http://www.ultradent.com">www.ultradent.com</a> / 1-800-552-5512 / 801-572-4200</p>	

## 9.11 Anexo K

### 9.11.1 Tabla de descripción y composición de materiales usados en este estudio

Material (Nombre)	Tipo (material)	Fabricante	Composición	Número de Lote
<b>Single Bond™ Universal</b>	Adhesivo Universal	3M ESPE Deutschland Neuss- Alemania	15-25% Metacrilato de 2- Hidroxietilo, 15-25% BISGMA, 10-20% MDP 10, 10-15% Etanol, 10- 15% agua, 7-13% Sílice tratado con silano, 1-5% Copolímero de ácido acrílico e itacónico, <2% Dimetilaminobenzoato(- 4), <2% alcanforquinona, <1% (Dimetilamino) Etil Metacrilato, <0,5% 2,6 Di- Ter-Butil-p-Cresol	10163291
<b>Permaseal®</b>	Sellador de Superficie	Ultradent Products, Inc. Utah-USA	Bis GMA— 60% triethylene glycol, dimethacrylate <3% Óxido de organofosfina	BLN59
<b>3M™ Scotchbond™ Etchant</b>	Gel Ácido Fosfórico 37%	3M ESPE, St. Paul Minesota- USA	50-60% agua, 30-40% ácido fosfórico 37% y 5- 15% alcohol polivinílico.	10163291

## 9.12 Anexo L

### 9.12.1 Procedimientos



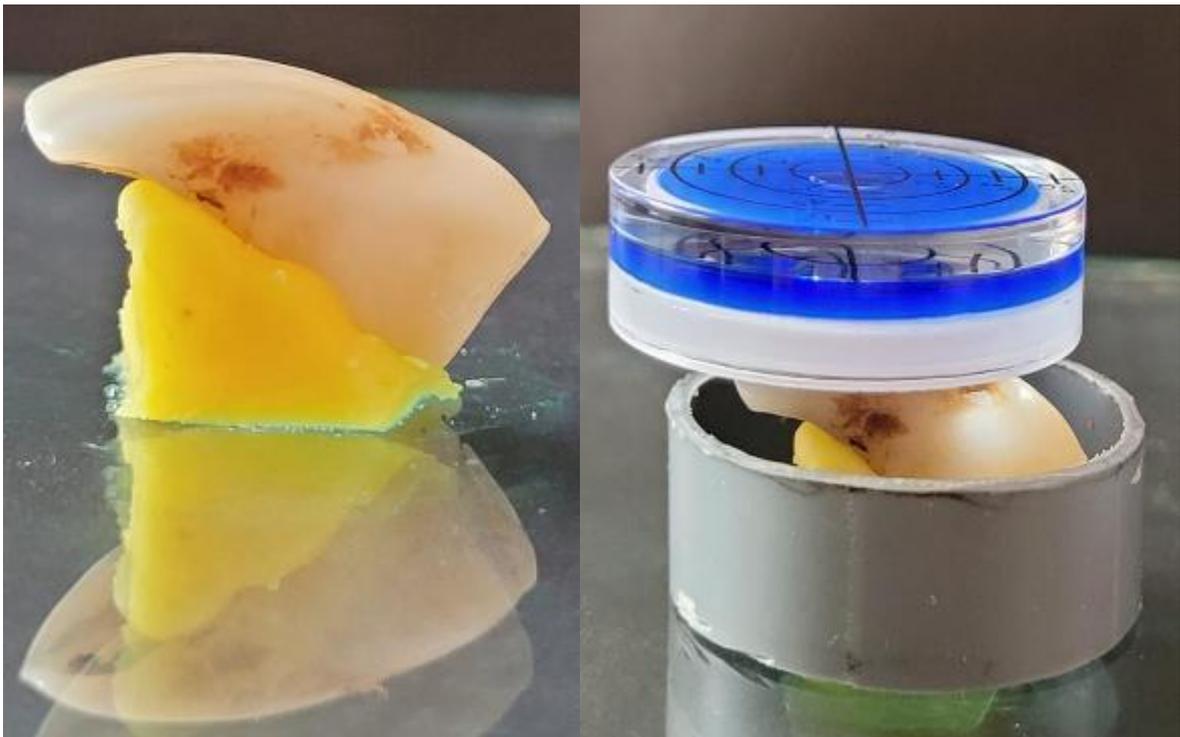
Dientes bovinos mandibulares en disección mandibular



Exodoncia de dientes bovinos cuidando dañar la superficie vestibular



Coronas de dientes bovinos seccionadas y aleatorizadas por bloques



Fijación y nivelación de los especímenes para zocalado con nivel 3D.



Superficie vestibular incisiva aplanada y pulida, preparada para la medición de microdureza

Vickers



Componentes para la formulación de la sustancia erosiva: ácido clorhídrico 36.5-38.0%, agua desionizada y destilada



Calibración del pH metro y obtención del pH 2.3 objetivo de la solución erosiva



Calibración del aditamento para la estandarización a la exposición lumínica en profundidad e inclinación



Aplicación de Adhesivo Universal en especimen con trazos longitudinales a 1.3 gr/f y control de temperatura y humedad.



Aplicación de ácido fosfórico al 37% en especimen con trazos longitudinales a 1.3 gr/f y control de temperatura y humedad.



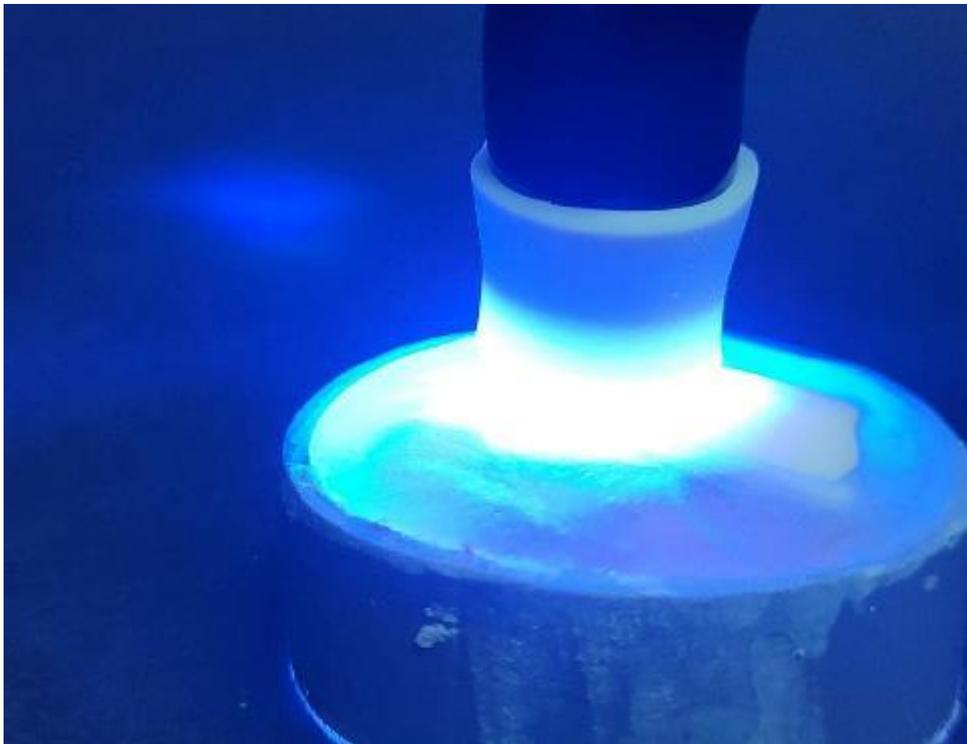
Aplicación de Adhesivo Universal en especimen sobre superficie grabada con trazos longitudinales a 1.3 gr/f y control de temperatura y humedad.



Aplicación de PermaSeal sobre superficie grabada con trazos longitudinales a 1.3 gr/f y control de temperatura y humedad.



Lavado perpendicular y secado diagonal de los especímenes por 10 y 3 segundos respectivamente



Polimerización de los especímenes con aditamento controlador de distancia y dirección del haz de luz



Ciclaje erosivo controlado con pH metro de papel, con control de temperatura y humedad dentro de los rangos determinados



Termómetro e hidrómetro con el depósito individualizado de cada espécimen con número y color identificador de grupo



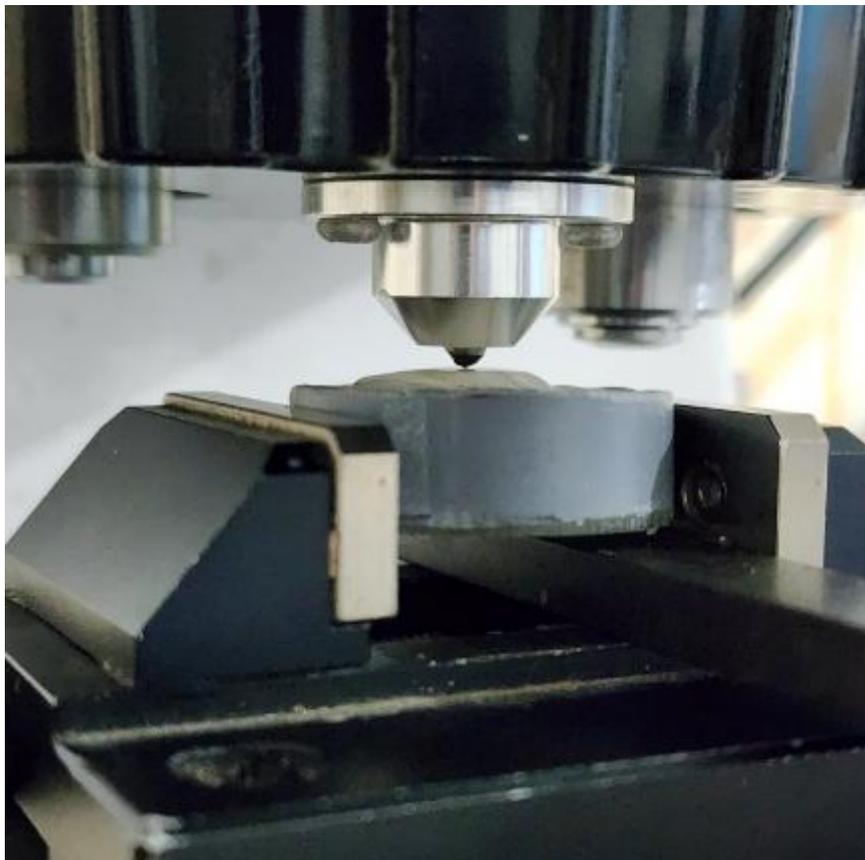
Almacenamiento de los especímenes en estufa a 37°C por cinco días



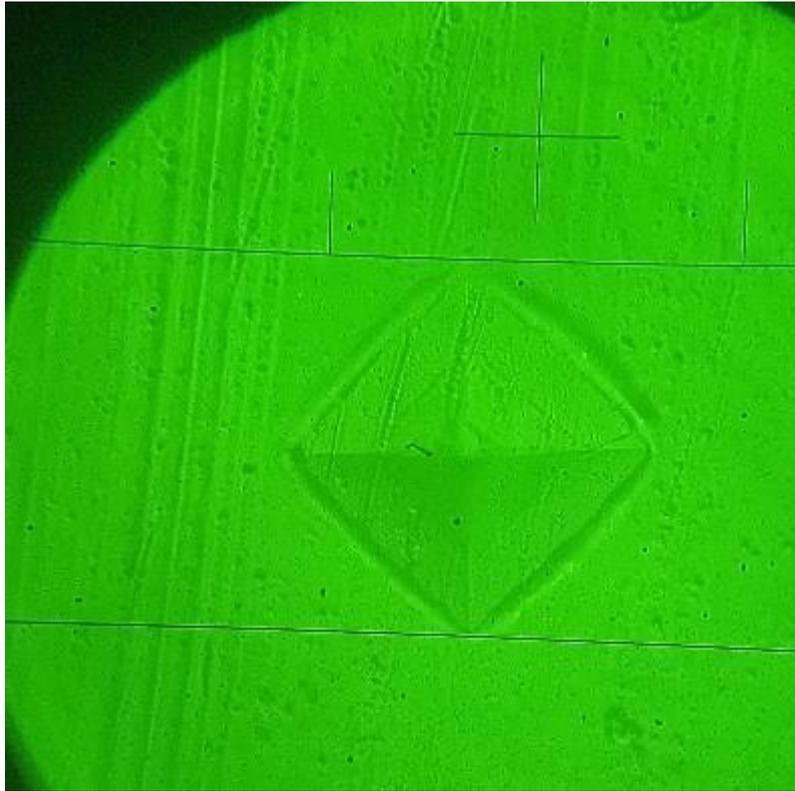
Preparación del transporte de los especímenes, recubriéndolos con espuma de látex para su estabilización



Observación del centrado de los especímenes en el microdurómetro



Realización de las mediciones del indentador atacando la superficie dentaria



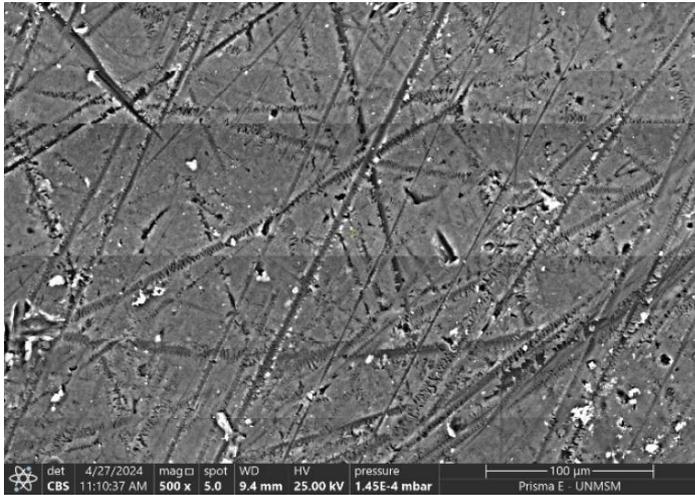
Huella de la púa sobre los polímeros de cobertura resaltando diagonales de medición



Microscopio electrónico de barrido capturando imagen de los especímenes

## 9.13 Anexo M

### 9.13.1 Microscopía Electrónica de barrido (500X)

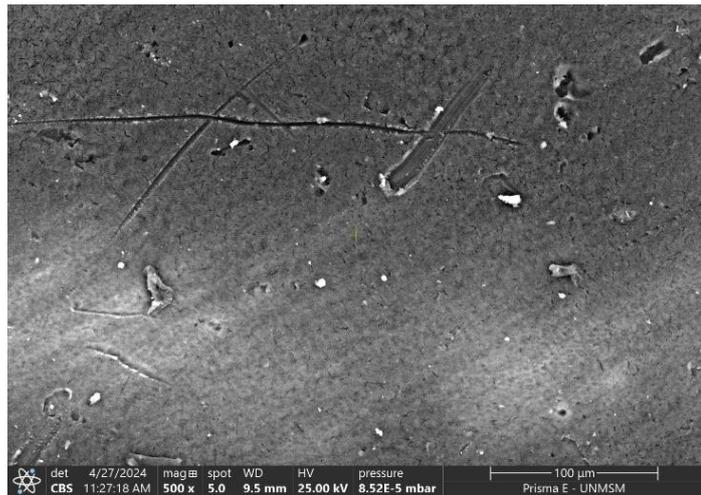


Grupo I: SBU

Superficie de esmalte cubierta con adhesivo universal, sin previo acondicionamiento ácido.

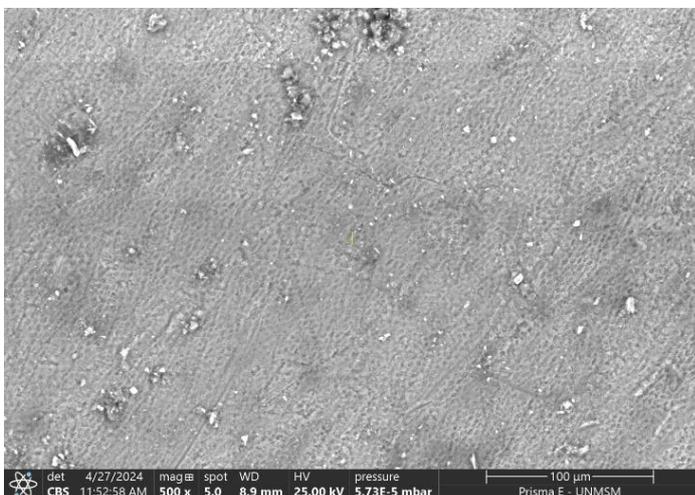
Grupo II: SBU + AF

Superficie de esmalte cubierta con adhesivo universal, con previo acondicionamiento ácido.



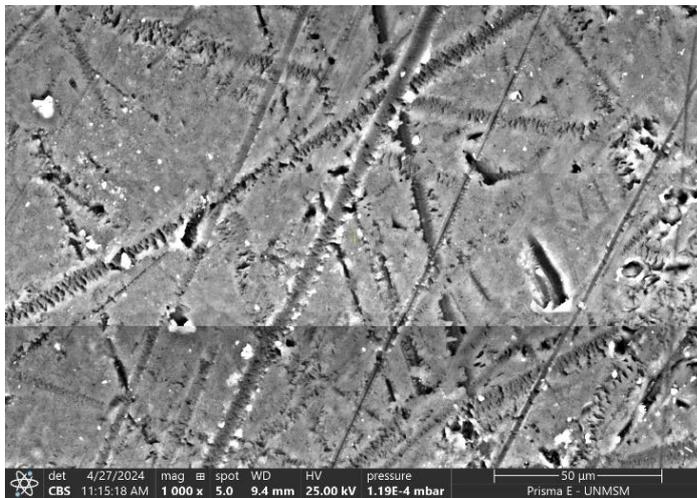
Grupo Control:

Superficie de esmalte cubierta con sellador de superficie.



## 9.14 Anexo N

### 9.14.1 Microscopía Electrónica de barrido (1000X)

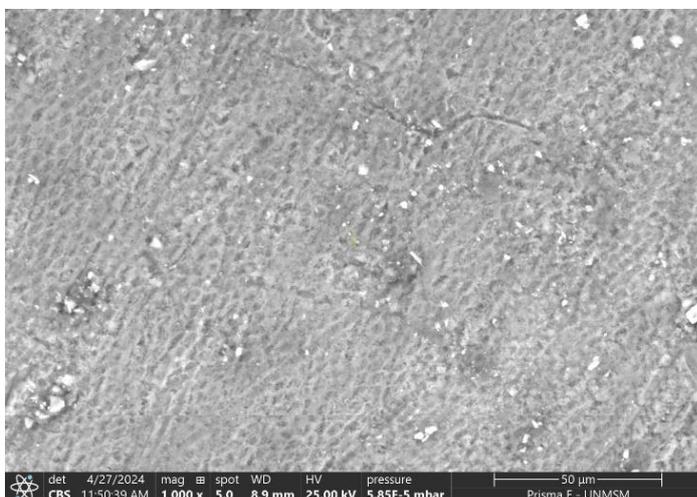


#### Grupo I: SBU

La imagen por microscopia verifica la presencia de una cubierta gruesa de adhesivo sin suficiente impregnación, lo que permite ver la pérdida de monómero en los surcos de desgaste y pulido, además de la poca percepción de los rebordes de los prismas del esmalte.

#### Grupo II: SBU + AF

La imagen por microscopia verifica la homogeneidad de la capa formada por el adhesivo universal con leves siluetas de los prismas del esmalte y surcos de pulido a consecuencia del grabado, permitiendo una mayor penetración y sujeción del monómero, mostrando una capa de mayor penetración que el grupo I.



#### Grupo Control: Sellador de superficie

La imagen por microscopia no permite apreciar la presencia del sellador de superficie debido a su poca densidad, produciendo una cobertura del esmalte grabado, muy pobre.

## 9.15 Anexo Ñ

### 9.15.1 Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Será el adhesivo universal capaz de generar un efecto protector en el esmalte de dientes bovinos erosionado por ácido clorhídrico?	<p><b>Objetivo general:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar el efecto protector de un adhesivo universal en el esmalte de dientes bovinos erosionados por ácido clorhídrico.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Medir la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de adhesivo universal.</li> <li>-Medir la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de adhesivo universal, previamente acondicionado con ácido fosfórico.</li> <li>-Medir la microdureza superficial del esmalte bovino erosionado por ácido clorhídrico cubierto con una capa de un sellador de superficie.</li> <li>-Comparar los valores de microdureza superficial de dientes bovinos erosionados por ácido clorhídrico entre los grupos experimentales.</li> </ul>	El adhesivo universal generará un efecto protector en el esmalte erosionado por ácido clorhídrico .	<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Adhesivo universal</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Efecto protector</p>	<p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <p>Cuantitativo, experimental, analítico, transversal y prospectivo</p> <p><b>Ámbito temporal y espacial:</b></p> <p>Año 2024, en el Laboratorio de Operatoria Dental de la Facultad de Odontología de la UNFV y en el laboratorio High Technnology Laboratory Certificate S.A.C.</p> <p><b>Población y muestra:</b></p> <p>Dientes incisivos mandibulares bovinos, sometidos a estrés erosivo con ácido clorhídrico. La muestra fue de 45 especímenes, divididos en dos grupos experimentales y un control de 15 especímenes.</p> <p><b>Análisis de datos:</b></p> <p>Los datos fueron registrados en Microsoft Excel y procesados en el paquete estadístico STATA V.18. Se realizó un análisis descriptivo e inferencial utilizando las pruebas de Shapiro Wilk, Kruskal Wallis y la prueba de Dunn.</p>