

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Odontología**  
**Escuela Profesional de Odontología**



**Evaluación de la capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond  
(GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteínizada con hipoclorito  
de calcio en diferentes concentraciones**

Tesis presentada por la Bachiller:

**Vargas Cotacallapa, Dannittsa Sibell**

**ORCID: 0009-0007-2014-5978**

para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor (a):

**Dr. Alvarado Gómez, Alberto Armando**

**ORCID: 0009-0007-5543-5799**

Arequipa – Perú

2024

UCSM-ERP

# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## ODONTOLOGIA

### TITULACIÓN CON TESIS

#### DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 04 de Julio del 2024

**Dictamen: 010290-C-EPO-2024**

Visto el borrador del expediente 010290, presentado por:

**2019802412 - VARGAS COTACALLAPA DANNITSA SIBELL**

Titulado:

**EVALUACIÓN DE LA CAPA HÍBRIDA DEL SISTEMA ADHESIVO SOLARE UNIVERSAL BOND (GC)  
APLICADO SOBRE DENTINA EROSIONADA Y DESPROTEINIZADA CON HIPOCLORITO  
DE CALCIO EN DIFERENTES CONCENTRACIONES**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

**CIRUJANO DENTISTA**

**29242362 - GALLEGOS VARGAS HERBERT MARIO  
DICTAMINADOR**



**29238358 - SALAS ROJAS MONICA HILDA CLEOFE  
DICTAMINADOR**



**70006155 - CASTRO NUÑEZ GABRIELA MARIANA  
DICTAMINADOR**



# Evaluación de la capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteinizada con hipoclorito de calcio en diferentes concentraciones

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

20%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	17%
2	Submitted to Universitat Internacional de Catalunya Trabajo del estudiante	1%
3	Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado



## **Dedicatoria**

A Dios por darme salud y fortaleza durante  
estos años para poder culminar esta etapa de mi vida.

A mi mamá, por estar siempre para mí,  
por ser mi ejemplo a seguir y acompañarme en cada alegría,  
tristeza, y frustración que esta carrera trae consigo.

A mi abuela, por siempre preocuparse por mí,  
jamás podré pagar todo su sacrificio.

A mi hermanito, por ser mi motivación día a día y el ser que más amo.

Al resto de mi familia por su apoyo incondicional y sus consejos.

Y a mis amigas, por hacer más llevadera y feliz esta etapa,  
por permitirme aprender más de la vida a su lado.



## Agradecimiento

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi madre, Lorena, cuyo amor, apoyo y sacrificio han sido fundamentales en la realización de esta tesis.

Su inquebrantable fe en mis capacidades y su constante aliento me han motivado a superar cada obstáculo en este camino académico. Mamá, tus sabios consejos y tu ejemplo de perseverancia y dedicación han sido mi guía.

Este logro es tanto tuyo como mío.

Gracias por ser mi pilar incondicional y por creer en mí.

Agradezco a mis docentes por su papel crucial en mi formación académica y personal. Su dedicación y pasión por la enseñanza han sido una fuente constante de inspiración.

En especial, quiero agradecer a la Dra. Gabriela Castro y al Dr. Wilfredo Escalante por su paciencia, orientación y sabiduría. Cada uno de ustedes ha contribuido significativamente a mi desarrollo y, sin su apoyo, esta tesis no habría sido suficiente.



*“El valor de una idea radica en el uso de  
la misma”*

*Thomas Edison*

## RESUMEN

Esta investigación tiene por objeto evaluar la capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteínizada con hipoclorito de calcio en diferentes concentraciones, mediante microscopía electrónica de barrido.

Corresponde a un estudio experimental, prospectivo, transversal y comparativo.

Se estudiaron 50 especímenes de dientes bovinos, y estos se dividieron en 3 grupos experimentales (Hipoclorito de Calcio al 1%, al 2.5% y al 5%) y 2 grupos control (Hipoclorito de Sodio al 2.5% y Agua Destilada).

Los especímenes se prepararon, exponiendo la dentina, para someterla posteriormente a un desafío ácido-abrasivo. Se emplearon cuatro agentes desproteínizantes con el objetivo de eliminar parcialmente la materia orgánica de la dentina erosionada, mejorando así la adhesión de la resina. Tras la aplicación de los agentes desproteínizantes, se utilizó el Sistema Adhesivo Solare Universal Bond (GC) y la resina.

Se evaluó el grosor de capa híbrida y los tags de resina de cada grupo según la clasificación de Manicardi et al.

Los datos de medición de la capa híbrida se sometieron a las pruebas ANOVA y Tukey. Los datos de formación de tags de resina se sometieron a pruebas de Kruskal Wallis y Dunn ( $\alpha=0,05$ ).

Los resultados mostraron que el grupo 1 de Agua Destilada mejoró la formación de tags de resina, mientras que los protocolos de desproteínización con hipoclorito de calcio a bajas concentraciones lograron una mayor extensión de la capa híbrida en comparación con los grupos control.

Concluimos que la desprotección no fue un factor significativo para mejorar la formación de tags de resina. Sin embargo, la desprotección con hipoclorito de calcio en bajas concentraciones (1% y 2.5%) permite una capa híbrida más gruesa del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) en dentina erosionada.

**Palabras Clave:** Capa Híbrida, Desprotección, Hipoclorito de Calcio.



## ABSTRACT

This research aims to evaluate the hybrid layer of the Solare Universal Bond (GC) adhesive system applied to eroded and deproteinized dentin using calcium hypochlorite at different concentrations, using scanning electron microscopy.

It is an experimental, prospective, cross-sectional, and comparative study.

Fifty specimens of bovine teeth were studied and divided into three experimental groups (1%, 2.5%, and 5% calcium hypochlorite) and two control groups (2.5% sodium hypochlorite and physiological saline). The specimens were prepared by exposing the dentin to subsequently undergo an acid-abrasive challenge. Four deproteinizing agents were used to partially remove the organic matter from the eroded dentin, thereby improving resin adhesion. Following the application of the deproteinizing agents, the Solare Universal Bond (GC) adhesive system and resin were applied. The thickness of the hybrid layer and the resin tags of each group were evaluated according to the classification of Manicardi et al.

Hybrid layer thickness data were subjected to ANOVA and Tukey tests, while resin tag formation data were subjected to Kruskal-Wallis and Dunn tests.

The results showed that group 1 with physiological saline improved resin tag formation, while the deproteinization protocols with low concentrations of calcium hypochlorite achieved greater hybrid layer extension compared to the control groups.

We concluded that deproteinization was not a significant factor in improving resin tag formation. However, deproteinization with low concentrations of calcium hypochlorite (1% and 2.5%) allows for a thicker hybrid layer of the Solare Universal Bond (GC) adhesive system on eroded dentin.

**Keywords:** Hybrid Layer, Deproteinization, Calcium Hypochlorite.

## INTRODUCCIÓN

La erosión dental se describe como la disminución del tejido duro del diente debido a la acción de ácidos no bacterianos. Cuando estos ácidos entran en contacto con el tejido duro del diente, los iones de calcio y fosfato se disuelven de la matriz inorgánica. A diferencia del esmalte, que es principalmente inorgánico, en la dentina, el proceso de erosión es más complejo debido a su alto contenido orgánico (1).

Según los estudios realizados por Bartlett, Okunseri y Lussi (2–4), la incidencia de la erosión dental es considerable, afectando a aproximadamente el 30% de la población mundial.

El éxito clínico de las restauraciones de composite de resina depende de la eficacia y durabilidad de la interfaz adhesiva (5); pero, a pesar de las mejoras notables en los sistemas adhesivos, los objetivos que buscan los nuevos adhesivos siguen siendo los mismos que se planteaban en la época de Buonocore (6), lograr una adhesión duradera y, siempre que sea posible, establecer una interfaz cerrada con un sellado perfecto (7).

En contraste con el esmalte, la adhesión a la dentina continúa siendo un desafío debido a su composición, que incluye un menor contenido inorgánico, un mayor contenido de agua y la presencia de fibrillas de colágeno, así como otras características histológicas y diferencias morfológicas en las distintas regiones de la dentina (5).

La preocupación principal en el ámbito de la adhesión dental en la actualidad se enfoca en la longevidad del tratamiento. Pese a los avances tecnológicos recientes, que abarcan la introducción de materiales innovadores, pretratamientos superficiales, sistemas simplificados y estrategias adhesivas en evolución, la capa híbrida formada en la dentina sigue siendo de manera constante identificada como el componente más vulnerable en el conjunto de la restauración dental (7,8).

Aunque solo se han probado algunas alternativas para mejorar la longevidad de la dentina erosionada, ninguna ha evaluado la eliminación de fibrillas de colágeno por una sustancia desproteinizante, es por eso que este estudio tiene como objetivo evaluar la capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteinizada con hipoclorito de calcio en diferentes concentraciones, mediante microscopía electrónica de barrido.



## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>EPIGRAFE.....</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. Determinación del problema .....	16
1.2. Enunciado.....	17
1.3. Descripción del problema.....	17
1.4. Justificación.....	19
2. OBJETIVOS.....	21
3. MARCO TEÓRICO .....	22
3.1. Conceptos básicos .....	22
3.1.1. Erosión Dental.....	22
3.1.2. Prevalencia de la Erosión Dental.....	22
3.1.3. Adhesión en Esmalte.....	23
3.1.4. Adhesión en Dentina.....	23
3.1.5. Erosión Dentinaria.....	24
3.1.6. Adhesivos Universales.....	25
3.1.7. Desproteínización.....	26
3.1.8. Hipoclorito de Sodio.....	27
3.1.9. Hipoclorito de Calcio.....	28
3.1.10. Capa Híbrida.....	28
3.1.11. Tags de Resina.....	29
3.1.12. Sistema Adhesivo Solare Universal (GC).....	29
3.1.13. Microscopía Electrónica de Barrido.....	30

3.1.14. Dientes Bovinos.....	31
3.1.15. Score de Manicardi et al. para los tags de resina.....	31
3.2. Antecedentes investigativos .....	32
4. HIPÓTESIS .....	37
<b>CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....</b>	<b>38</b>
1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN.....	39
1.1. Técnicas .....	39
1.2. Instrumentos .....	43
1.3. Materiales .....	43
2. CAMPO DE VERIFICACIÓN .....	44
2.1. Ubicación espacial.....	44
2.2. Ubicación temporal.....	44
2.3. Unidades de estudio.....	44
3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN.....	45
3.1. Organización.....	45
3.2. Recursos .....	46
4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS .....	47
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS.....</b>	<b>48</b>
1. RESULTADOS .....	49
2. DISCUSIÓN.....	62
3. CONCLUSIONES .....	64
4. RECOMENDACIONES .....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66
<b>ANEXOS .....</b>	<b>71</b>
Comité de Ética .....	71
Constancia de Laboratorio .....	73
Estadística.....	74
Panel Fotográfico.....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Resultados del grosor de la capa híbrida en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) del G1 (Agua Destilada).....	49
<b>Tabla 2.</b> Resultados del grosor de la capa híbrida en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) del G2 (Hipoclorito de Sodio 2.5%).....	50
<b>Tabla 3.</b> Resultados del grosor de la capa híbrida en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) del G3 (Hipoclorito de Calcio 1%).....	51
<b>Tabla 4.</b> Resultados del grosor de la capa híbrida en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) del G4 (Hipoclorito de Calcio 2.5%).....	52
<b>Tabla 5.</b> Resultados del grosor de la capa híbrida en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) del G5 (Hipoclorito de Calcio 5%).....	53
<b>Tabla 6.</b> Resultados según el score de Manicardi et al. De los tags de resina en los especímenes de acuerdo con los protocolos de desproteinización.....	54
<b>Tabla 7.</b> Síntesis de resultados de la formación de tags de resina y capa híbrida de acuerdo con los protocolos de desproteinización.....	55

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Grafica descriptiva de los resultados de formación de capa híbrida de acuerdo con cada protocolo de desproteinización.....	56
<b>Figura 2.</b> Imágenes representativas del G1 (Agua Destilada) al Microscopio Electrónico de Barrido.....	57
<b>Figura 3.</b> Imágenes representativas del G2 (Hipoclorito de Sodio 2.5%) al Microscopio Electrónico de Barrido.....	58
<b>Figura 4.</b> Imágenes representativas del G3 (Hipoclorito de Calcio 1%) al Microscopio Electrónico de Barrido.....	59
<b>Figura 5.</b> Imágenes representativas del G4 (Hipoclorito de Calcio 2.5%) al Microscopio Electrónico de Barrido.....	60
<b>Figura 6.</b> Imágenes representativas del G5 (Hipoclorito de Calcio 5%) al Microscopio Electrónico de Barrido.....	61



**CAPÍTULO I:  
PLANTEAMIENTO TEÓRICO**

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Determinación del problema

El fenómeno de la erosión en el esmalte y la dentina se percibe como un desafío cada vez más intrincado en el ámbito odontológico. De acuerdo con las investigaciones de Bartlett, Okunseri y Lussi (2–4), la incidencia de la erosión dental es significativa, afectando aproximadamente al 30% de la población global. Además, se observa una mayor prevalencia de erosión dental en la población masculina (9). La eficacia de las prácticas odontológicas se encuentra estrechamente ligada a una comprensión precisa de los procesos químicos y biológicos que regulan la estructura dental. Solo mediante esta comprensión es factible abordar de manera apropiada las modificaciones patológicas en la cavidad oral y, por ende, ajustar los procedimientos clínicos de manera precisa para cada situación. El abordaje restaurador de la erosión dental puede representar un desafío debido a la necesidad de intervenciones que pueden ser invasivas y extensas (9).

La principal inquietud en el ámbito de la adhesión dental en la actualidad se centra en la durabilidad del tratamiento. A pesar de los avances tecnológicos recientes, que incluyen la introducción de materiales innovadores, pretratamientos superficiales, sistemas simplificados y estrategias adhesivas en evolución, la capa híbrida que se forma en la dentina sigue siendo consistentemente identificada como el componente más vulnerable en el conjunto de la restauración dental (10).

Aunque solo se han probado algunas alternativas para mejorar la longevidad de la dentina erosionada, ninguno de ellos ha evaluado la eliminación de fibrillas de colágeno por una sustancia desproteinizante (11).

## 1.2. Enunciado

“Evaluación de la capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteinizada con hipoclorito de calcio en diferentes concentraciones”

## 1.3. Descripción del problema

### 1.3.1. Área del conocimiento

- Área general: Ciencias de la salud
- Área específica: Odontología
- Especialidad: Cariología / Estética
- Línea: Biomateriales Odontológicos

### 1.3.2. Operacionalización de variables

Variable	Indicadores	Valores
<b>Independiente:</b> Protocolos de desproteinización	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hipoclorito de sodio</li> <li>- Hipoclorito de calcio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hipoclorito de sodio al 2.5%</li> <li>- Hipoclorito de calcio al 1%</li> <li>- Hipoclorito de calcio al 2.5%</li> <li>- Hipoclorito de calcio al 5%</li> </ul>
<b>Dependiente:</b> Capa híbrida del sistema adhesivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ancho de capa híbrida</li> <li>- Presencia de tags de resina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\mu\text{m}</math></li> <li>- Escore 0</li> <li>- Escore 2</li> <li>- Escore 3</li> <li>- Escore 4</li> </ul>

### 1.3.3. Interrogantes básicas

- ¿Cómo es la capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteinizada con hipoclorito de sodio al 2,5%?
- ¿Cómo es la capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteinizada con hipoclorito de calcio al 1%?
- ¿Cómo es la capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteinizada con hipoclorito de calcio al 2,5%?
- ¿Cómo es la capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteinizada con hipoclorito de calcio al 5%?
- ¿Cuál es el mejor protocolo de desproteinización para dentina erosionada, en la formación de capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC)?

### 1.3.4. Taxonomía de la investigación

ABORDAJE	TIPO DE ESTUDIO					DISEÑO	NIVEL
	Por la técnica de recolección	Por el tipo de datos que se planifica recoger	Por el número de mediciones de la variable	Por el número de muestras o poblaciones	Por el ámbito de recolección		
Cuantitativo	Experimental	Prospectivo	Transversal	Comparativo	De laboratorio	Experimental	Comparativo

## 1.4. Justificación

### 1.4.1. Originalidad

Esta investigación es original porque se evaluó la capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteínizada con hipoclorito de calcio en diferentes concentraciones, mediante microscopía electrónica de barrido.

### 1.4.2. Relevancia científica

La erosión dental es un problema a nivel mundial y que con el pasar de los tiempos se vuelve mucho más común, sin discriminar edad o sexo. Sabiendo que la erosión en la dentina es más complicada.

Una buena adhesión, efectiva y duradera es uno de los grandes desafíos de los odontólogos, y más aún en dentina erosionada, es por eso que en este trabajo evaluamos la capa híbrida del Sistema Adhesivo Solare Universal Bond (GC) en dentina erosionada siendo esta la base de una adhesión óptima.

#### 1.4.3. Factibilidad

Se considera que este estudio es viable puesto que contamos con el apoyo de nuestros docentes, el material necesario en el laboratorio de la Universidad Católica de Santa María, y nuestra unidad de estudio que son los dientes bovinos son accesibles.

#### 1.4.4. Interés personal

Es de mi interés investigar y evaluar la capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) en dentina erosionada, puesto que la capa híbrida es la base para lograr una buena restauración y adhesión, y la erosión dental es un problema que con el pasar del tiempo se vuelve cada vez más frecuente en pacientes jóvenes.

Además de la obtención de mi título profesional.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General

Evaluar la capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteínizada con hipoclorito de calcio en diferentes concentraciones, mediante microscopía electrónica de barrido

### 2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la formación de capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteínizada con hipoclorito de sodio al 2,5%.
- Evaluar la formación de capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteínizada con hipoclorito de calcio al 1%.
- Evaluar la formación de capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteínizada con hipoclorito de calcio al 2,5%.
- Evaluar la formación de capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteínizada con hipoclorito de calcio al 5%.
- Determinar el mejor protocolo de desproteínización para dentina erosionada, en la formación de capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC).

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Conceptos básicos

##### 3.1.1. Erosión Dental

La erosión dental es la pérdida de minerales del tejido dental duro debido a ácidos no bacterianos. Este proceso químico a menudo ocurre junto con el desgaste mecánico, como la abrasión y el desgaste, y se conoce como desgaste erosivo de los dientes.

Este tipo de desgaste afecta la estructura dental, teniendo consecuencias negativas en la estética y función de la dentición natural. La pérdida de la estructura dental y la exposición de los túbulos dentinarios suelen desencadenar la hipersensibilidad dentinaria, dando lugar a dolor e incomodidad intensos y persistentes (12).

En la literatura, la erosión se describe como una lesión progresiva no cariosa relacionada con la disolución de tejidos duros debido a ácidos que no son subproductos bacterianos. Este proceso de disolución gradual debilita el esmalte y lo hace más susceptible a la abrasión o al desgaste, aunque aún conserva su capacidad de remineralización. No obstante, la exposición prolongada a los ácidos puede impedir la remineralización del esmalte, ocasionando daños permanentes y, eventualmente, afectando la dentina subyacente (9).

##### 3.1.2. Prevalencia de la Erosión Dental

La erosión dental es una condición ampliamente extendida a nivel global y ha experimentado un incremento notable en las últimas décadas. Esta problemática no solo se vuelve más frecuente con el avance de la edad, sino que también afecta a una población más joven que está en constante aumento (10).

Se informa una mayor incidencia de erosión dental en adultos y niños, lo cual se atribuye a la dieta contemporánea, el estilo de vida, los hábitos de higiene bucal, los trastornos alimentarios y las enfermedades gastrointestinales (13). La erosión del esmalte y la dentina representa un desafío cada vez más complejo en la odontología. Según Bartlett, Okunseri y Lussi, la prevalencia de la erosión dental es considerable, afectando aproximadamente al 30% de la población mundial. Además, se observa que la erosión dental es más frecuente entre los hombres (9). Calculando una media aproximada a partir de los datos disponibles, se puede estimar que la prevalencia media de cierta condición en dientes temporales se sitúa entre el 30% y el 50%, mientras que en dientes permanentes se ubica entre el 20% y el 45% (14).

### **3.1.3. Adhesión en esmalte**

El esmalte se caracteriza por ser un sustrato seco sin estructuras vitales y contiene aproximadamente un 92% en volumen de fase mineral, principalmente hidroxiapatita. Debido a esta composición, el esmalte se convierte en un sustrato casi ideal para formar una unión adhesiva hermética. La adhesión al esmalte después del grabado con ácido fosfórico es, indudablemente, fundamental para la durabilidad de los procedimientos de restauración adhesiva (15). Por lo que la técnica de grabado ácido sigue siendo el método ideal para unir materiales a base de resina a la estructura dental.

### **3.1.4. Adhesión en dentina**

A diferencia del esmalte, la dentina es un sustrato más húmedo y orgánico. Lograr una adhesión efectiva a la dentina ha sido uno de los desafíos más significativos y menos predecibles en la odontología adhesiva, principalmente debido a las variaciones en su composición dinámica y a su compleja histología. La capacidad de los materiales de

restauración para adherirse estrechamente a la dentina se ve influenciada por diversos factores, incluidos aspectos biológicos y clínicos (15). Estos factores incluyen la edad del paciente, ubicación del diente en la boca, profundidad y permeabilidad de la dentina, flujo de líquido intertubular, presencia de dentina esclerótica y/o cariada, dentina radicular versus coronal, tipo de material y procedimiento de restauración, aislamiento, hábitos parafuncionales, experiencia del dentista, entre otros (15).

En la dentina, la fase mineral, compuesta principalmente por hidroxiapatita, representa en promedio alrededor del 45% en volumen, mientras que la matriz orgánica constituye aproximadamente el 33% en volumen. El resto de la composición es agua. En la fase orgánica, el colágeno tipo I es la proteína más abundante (15).

La unión a la dentina profunda ha presentado mayores desafíos en comparación con la unión a la dentina superficial, principalmente debido a la disminución del área de dentina intertubular sólida asociada con un mayor contenido de agua (16).

### **3.1.5. Erosión Dentinaria**

Una superficie de dentina que ha experimentado erosión presenta características distintas en comparación con la dentina en buen estado de salud. La erosión tiene la capacidad de eliminar los tapones de dentina y la dentina intertubular orgánica, lo que provoca un incremento en el diámetro de los túbulos. Además, en las superficies de dentina afectadas por la erosión, se observa una mayor exposición de las fibrillas de colágeno y una disminución en la concentración mineral en la capa externa. Esto genera dificultades adicionales para lograr una apropiada adhesión dental. Además, la capa superficial de colágeno expuesta a menudo no se infiltra de manera apropiada con los monómeros de resina. Cuando la creación de la capa híbrida en el proceso de restauración implica una

penetración insuficiente del adhesivo, la resistencia a largo plazo de la unión puede verse afectada (11).

### 3.1.6. Adhesivos Universales

Los adhesivos dentales han surgido como uno de los materiales biomédicos más fascinantes en el ámbito de las Ciencias de la Salud. En las últimas dos décadas, la investigación ha progresado desde adhesivos dentales de varios pasos con respaldo clínico hacia versiones simplificadas que, sin embargo, no han demostrado un desempeño adecuado en evaluaciones clínicas y de laboratorio. En ocasiones, los objetivos ideales en cuanto a la eficacia clínica y la durabilidad de las restauraciones han sido descuidados en favor de la conveniencia, como la reducción en el número de pasos y una aplicación más rápida de los adhesivos dentales más recientes (15).

Los adhesivos actuales se pueden clasificar según su estrategia de adhesión en adhesivos de grabado y lavado o de autograbado. Los adhesivos de grabado y lavado se aplican después del grabado completo con ácido fosfórico de los sustratos dentales (dentina y esmalte). Por otro lado, en los adhesivos de autograbado se elimina el paso de grabado ácido, ya que contienen monómeros con funciones ácidas que simultáneamente graban e impriman el sustrato dental (17)

Como estrategia comercial de las empresas de productos dentales y potencialmente con el objetivo de simplificar los procedimientos de unión, se introdujeron sistemas adhesivos denominados “universales” o “multimodo”. Estos adhesivos están formulados para promover la unión a una variedad de sustratos de restauración, como esmalte, dentina, resinas compuestas, cerámicas y aleaciones metálicas. Sin embargo, las indicaciones específicas pueden variar entre los productos (5).

Los adhesivos universales se han vuelto una tendencia en odontología debido a que pueden utilizarse en modo de grabado y enjuague o de autograbado, gracias a su reducido número de pasos de aplicación y su flexibilidad (18).

Se conoce que los túbulos dentinarios humanos se estrechan desde un diámetro de aproximadamente 2  $\mu\text{m}$  en su extremo pulpar hasta aproximadamente 0,5  $\mu\text{m}$  o menos periféricamente, dependiendo de la edad del individuo. También es bien sabido que la pulpa está ricamente inervada con aferencias sensoriales, principalmente involucradas en la mediación del dolor y que la dentina tiene una inervación limitada, pero parece muy sensible con la permeabilidad de los túbulos dentinarios (19), esta es probablemente la razón principal por la que la mayoría de los adhesivos universales contienen 10-metacrilóxido dihidrógeno fosfato (10-MDP), un grupo funcional del ácido fosfórico, como su principal monómero adhesivo que produce un efecto de descalcificación limitado en la superficie de la dentina. Este método se considera el tratamiento más efectivo para la dentina, ya que los adhesivos universales que contienen MDP tienen una acidez suave y la capacidad de interactuar químicamente con los cristales de hidroxiapatita. Esto facilita la formación estable de sales de fosfato de calcio y carboxilato de calcio, las cuales son insolubles en agua (20).

### **3.1.7. Desproteínización**

El concepto de desproteínización de la capa de barrillo se introdujo con el fin de mejorar la fuerza de unión de la estructura de la dentina. Este proceso implica la modificación de la superficie de la dentina mediante la eliminación del contenido orgánico débilmente adherido, utilizando un agente proteolítico (7).

Aunque solo se han probado unas pocas alternativas para mejorar la longevidad de la dentina erosionada, ninguno de ellos ha evaluado la eliminación de fibrillas de colágeno por una sustancia desproteinizante (11).

La solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) es la sustancia más comúnmente evaluada por su efecto desproteinizante inespecífico. Tiene la capacidad de inducir cambios químicos que alteran la estructura de la dentina desmineralizada, modificando su composición para hacerla más similar al esmalte (rico en hidroxiapatita). De igual manera, la remoción del colágeno sin soporte podría influir positivamente en la extensión y difusión de los primers y adhesivos a lo largo de toda la dentina, posiblemente ofreciendo un sustrato más permeable (11).

### **3.1.8. Hipoclorito de Sodio (NaOCl)**

La sustancia más examinada por su capacidad desproteinizante no específica es la solución de hipoclorito de sodio (NaOCl). Puede provocar cambios químicos que alteran la estructura de la dentina desmineralizada, transformándola para que se asemeje más al esmalte (rico en hidroxiapatita) (11).

Según el estudio de Mountouris y colaboradores (14), la desproteización de la dentina mediante el uso de hipoclorito de sodio genera una morfología distinta y una modificación química de los tejidos, aspectos relevantes para el sustrato de unión.

El Hipoclorito de Sodio (NaOCl) se caracteriza como un agente proteolítico no específico, como señalan Yamauti et al. (8), y diversos estudios, como los de Barboza de Souza et al., Perdigaño et al. y Uno y Finger et al. (8), que han examinado sus efectos sobre la composición de la dentina, encontrando así que esta solución presenta limitaciones en

cuanto a la concentración y el tiempo de aplicación; además, los ácidos grasos generados por el uso de NaOCl pueden afectar negativamente el mecanismo de unión entre la resina y la dentina (8).

### **3.1.9. Hipoclorito de Calcio (CaOCl)**

En la exploración de una alternativa al hipoclorito de sodio (NaOCl), se ha propuesto el uso de hipoclorito de calcio (CaOCl) para la desproteinización de la dentina, ya que presenta potenciales ventajas en comparación con el NaOCl. El CaOCl es relativamente estable y tiene una mayor cantidad de cloro disponible en comparación con el NaOCl (hasta un 65% de cloro disponible). Las concentraciones de las soluciones de CaOCl pueden ser superiores a las de NaOCl y no producen ácidos grasos. Además, en su composición, el CaOCl contiene calcio en lugar de sodio, lo cual hipotéticamente se considera más propicio para la incorporación en la capa híbrida (8).

### **3.1.10. Capa Híbrida**

La formación de la capa híbrida toma lugar mediante la penetración de monómeros de adhesivo a través de los nanoespacios que quedan entre las fibras de colágeno desnaturalizadas y expuestas por el efecto de los agentes grabadores que al polimerizar quedan inmersos entre las fibras. Por lo tanto, la fuerza de adhesión entre un agente cementante y el sustrato dentinario va a depender sustancialmente de la calidad de la capa híbrida representada en su composición y espesor (21).

La formación de una capa híbrida (HL) y tags de resina en los túbulos dentinarios es esencial para el enclavamiento micromecánico, siendo este un paso fundamental en el proceso de unión a la dentina asociado con los sistemas de grabado y enjuague (ER). La capa híbrida se describe como la capa grabada en la dentina no dañada, donde se ha

eliminado el barrillo dentinario adherido, y los monómeros de resina han penetrado en la región desmineralizada, generando así una estructura compuesta de colágeno y resina (22).

Cualquier defecto en la formación de la capa híbrida puede resultar en microfiltración, la cual se describe como un espacio clínicamente invisible entre la pared de la cavidad y el material de restauración que permite la entrada de bacterias o líquidos (23).

### **3.1.11. Tags de Resina**

Los "tags" de resina son estructuras que se forman cuando el adhesivo dental penetra en los poros y microirregularidades de la superficie dentinaria y esmalte durante el proceso de adhesión. Estos tags se crean al polimerizar la resina, generando una conexión micromecánica esencial para la retención del material restaurador y el sellado de los túbulos dentinarios, evitando la microfiltración (24).

Los sistemas adhesivos de grabado - lavado y los autocondicionantes generan una superficie porosa e irregular permitiendo la penetración de monómeros de resina polimerizables, lo que proporciona la retención micromecánica a través de los "tags" de resina. Este proceso de grabado elimina la capa de barrillo dentinario, facilitando la interacción del adhesivo con la red de colágeno expuesta y asegurando la infiltración del adhesivo y el sellado de los túbulos dentinarios (25).

### **3.1.12. Sistema Adhesivo Solare Universal (GC)**

Agente adhesivo de séptima generación, Solare Universal Bond (26).

La fuerza de unión superior de SOLARE Universal Bond al esmalte y la dentina se atribuye a su formulación única. El monómero de dimetacrilato en SOLARE Universal

Bond aumenta su permeabilidad en el esmalte y la dentina en comparación con otros adhesivos. Además, el incremento en el nivel de éster de fosfato en el monómero optimiza el proceso de grabado (27).

Un componente, G-BONDTM autograbante elimina virtualmente la sensibilidad postoperatoria debido a que los túbulos dentinales nunca son expuestos. G-BONDTM presenta un 5% de relleno adicional que sella los túbulos y decrece la sensibilidad pulpar. Existen pocos vacíos entre la capa fina del adhesivo y la dentina, minimizando la microfiltración y previniendo la invasión microbiana (28).

Puedes elegir la técnica de grabado que más te acomode:

- a) **Técnica de autograbado:** Aplicar Solare Universal Bond al esmalte y dentina al mismo tiempo, dejar 10 segundos que se impregne a las superficies, secar suavemente y fotocurar.
- b) **Grabado selectivo del esmalte:** Grabar el esmalte, enjuagar y secar suavemente, aplicar Solare Universal Bond al esmalte y la dentina, esperar por 10 segundos y fotocurar.
- c) **Grabado Total del esmalte:** Grabar el esmalte, grabar dentina, enjuagar y secar suavemente. Aplicar Solare Universal Bond al esmalte y la dentina, esperar 10 segundos y fotocurar (12).

### 3.1.13. Microscopía Electrónica de Barrido

El microscopio electrónico de barrido (SEM) se desarrolló a fines de la década de 1930 y desde entonces ha registrado avances en la resolución, la ampliación y la obtención de imágenes digitales, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para varios campos científicos (29).

Un microscopio electrónico de barrido (SEM) es un potente instrumento de obtención de imágenes que escanea superficies con aumentos que van de 1  $\mu\text{m}$  a 1 nm, utilizando haces de electrones e integrando espectrómetros de dispersión de energía para el análisis elemental (30).

#### **3.1.14. Dientes Bovinos**

Últimamente, se han utilizado dientes de animales en muchos estudios in vitro. Los dientes bovinos son la opción preferida por muchos investigadores debido a su fácil obtención y al respaldo de los comités de ética que promueven su uso como alternativa a los dientes humanos (31).

Tanto los dientes bovinos como los humanos presentan una composición similar en cuanto a esmalte y dentina, además de que la estructura microscópica del esmalte y la dentina en los dientes bovinos es comparable a la de los dientes humanos. Ambos contienen una matriz de hidroxiapatita y una red de túbulos dentinarios que son semejantes.

#### **3.1.15. Score de Manicardi para los tags de resina**

Manicardi et al. desarrollaron un sistema de puntuación de tags de resina para evaluar la calidad y la extensión de la formación de tags de resina dentro de los túbulos dentinarios (32). Este sistema de puntuación implica la evaluación de parámetros como la longitud, el diámetro y la distribución de los tags en la superficie de la dentina. Estos factores son fundamentales para determinar la fuerza de unión de los materiales adhesivos a la dentina (33).

### 3.2. Antecedentes investigativos

#### 3.2.1. Internacionales

**Título: Three-Year Effects of Deproteinization on the In Vitro Durability of Resin/Dentin-Eroded Interfaces**

“Efectos de tres años de la desproteínización sobre la durabilidad in vitro de las interfaces erosionadas por resina/dentina”

**Autor:** Fsf Siqueira, Afm Cardenas, G M Gomes, A C Chibinski, Omm Gomes, M C Bandeca, A D Loguercio, J C Gomes

#### **Resumen**

**Objetivo:** Evaluar el efecto del hipoclorito de sodio sobre las propiedades adhesivas inmediatas y de tres años de una interfaz de dentina erosionada con resina producida por una de dos estrategias adhesivas.

**Métodos y Materiales:** Cuarenta y ocho molares fueron asignados aleatoriamente a seis grupos experimentales, considerando la combinación de la estrategia adhesiva (grabado y lavado, y autograbado) y la condición de la superficie dentinaria (grupos de control sin erosión, superficie dentinaria erosionada [ED], y superficie de dentina erosionada + NaOCl 5,2% [ED + NaOCl]). Después de completar la restauración, las muestras se conservaron en agua a 37°C durante 24 horas y se cortaron en vigas de resina-dentina (0,8 mm<sup>2</sup>) para ser sometidas a pruebas de tensión (0,5 mm/min) inmediatamente después o después de tres años de almacenamiento en agua. Para examinar la nanofiltración (NL), las muestras se sumergieron en una solución de nitrato de plata y se examinaron con microscopía electrónica de barrido en dos ocasiones distintas. El patrón de grabado de la dentina también fue evaluado con un

microscopio electrónico de barrido. Todos los datos fueron sometidos a un análisis estadístico con un nivel de significancia de  $\alpha=0,05$ .

En cuanto a los resultados, en ambas estrategias se observó una marcada y significativa disminución en los valores de fuerza de unión a la microtracción ( $\mu$ TBS) para los grupos de ED después de tres años ( $p=0,0001$ ). No obstante, en el grupo tratado con ED y NaOCl, los valores de fuerza de unión a la microtracción ( $\mu$ TBS) no mostraron cambios después de tres años de almacenamiento en agua. Además, la aplicación de NaOCl a la dentina erosionada redujo significativamente los valores de NL inmediatos y los mantuvo constantes después de tres años de almacenamiento en agua para ambas estrategias adhesivas ( $p>0,05$ ). Al examinar el grupo tratado con EDTA, se observó una eliminación superficial de la capa de barrillo dentinario y una ampliación de los túbulos dentinarios en comparación con el grupo de control. Por otro lado, en el grupo ED + NaOCl, se logró una eliminación completa del barrillo dentinario y se expusieron cantidades significativas de fibrillas de colágeno.

En resumen, el uso de NaOCl puede preservar la estabilidad a largo plazo de la interfaz entre la dentina erosionada y la resina formada por adhesivos de grabado y lavado, así como adhesivos autograbados.

**Título: Calcium hypochlorite as a dentin deproteinization agent: Microleakage, scanning electron microscopy and elemental analysis**

“Hipoclorito de calcio como agente desproteinizante de la dentina: microfiltración, microscopía electrónica de barrido y análisis elemental”

**Autor:** Michele Bortoluzzi de Conto Ferreira, Bruno Carlini Junior, Daniel Galafassi, Delton Luis Gobbi

## Resumen

Este estudio tuvo como objetivo investigar cómo la eliminación de colágeno mediante hipoclorito de calcio afecta la morfología de la superficie de la dentina grabada con ácido y la microfiltración de restauraciones compuestas. Asimismo, se realizó un análisis de la composición elemental (CE) de la dentina tras la eliminación de las fibrillas de colágeno.

En el marco de los materiales y métodos, se asignaron 40 terceros molares con dos lesiones cariosas a cuatro grupos según el tratamiento de la dentina: CTRL (sin pretratamiento); Na10 (10% de NaOCl durante 30 s); Ca10 (10% de CaOCl durante 30 s); y Ca15 (15% de CaOCl durante 30 s). Las cavidades se restauraron usando un sistema adhesivo con acetona y una resina compuesta. Posteriormente, las muestras fueron sometidas a 5,000 ciclos térmicos, sumergidas en azul de metileno durante 4 horas y luego se seccionaron en placas de 1 mm de espesor. Dos evaluadores, mediante un microscopio estereoscópico, asignaron puntuaciones de infiltración (0-3) a dos cortes por diente. El análisis de los datos se realizó utilizando la prueba de Kruskal-Wallis ( $\alpha = 0,05$ ). Además, cuatro dientes adicionales, tratados según los grupos, fueron sometidos a SEM y EDS para examinar su composición elemental.

En lo que respecta a los resultados, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos experimentales ( $P = 0,533$ ). El CaOCl alteró la forma y composición de la superficie de la dentina, provocando un incremento en la concentración de calcio en la interfaz.

En conclusión, al utilizar CaOCl previo a un sistema adhesivo a base de acetona, no se observaron diferencias en la microfiltración en comparación con el grupo CTRL o el grupo Na10.

**Palabras clave:** CaOCl; SED; MEB; colágeno; desproteínización; microfiltración

**Título: Investigating a Commercial Functional Adhesive with 12-MDPB and Reactive Filler to Strengthen the Adhesive Interface in Eroded Dentin**

“Investigación de un adhesivo funcional comercial con 12-MDPB y relleno reactivo para fortalecer la interfaz adhesiva en dentina erosionada”

**Autor:** Madalena Belmar da Costa, António HS Delgado, Tomás Amorim Afonso, Luís Proença, Ana Sofia Ramos, y Ana Mano Azul

**Resumen**

Comparar la interfaz adhesiva de la dentina erosionada utilizando un adhesivo dental funcional y una estrategia estándar de oro, mediante la evaluación de la fuerza de unión a la microtracción ( $\mu$ TBS) y la dureza/módulo elástico. Molares humanos sanos y permanentes fueron asignados aleatoriamente a cuatro grupos experimentales, todos sometidos a erosión artificial (ácido cítrico 0,05 M; tres veces al día durante cinco días). Los grupos estuvieron compuestos por el grupo de control Clearfil SE Bond 2 (CFSE) y el grupo experimental Clearfil SE Protect (CFP), evaluados en dos momentos distintos: a las 24 horas ya los 3 meses. Las muestras se dividieron en microespecímenes para la prueba de resistencia adhesiva a la

microtracción ( $\mu$ TBS) ( $n = 8$ ) y en placas de 2 mm de espesor para ensayos de nanoindentación ( $n = 3$ ). Ambos grupos se conservaron en saliva artificial. El análisis estadístico incluyó ANOVA bidireccional para los datos de  $\mu$ TBS, mientras que la prueba H de Kruskal-Wallis se utilizó para analizar los resultados de dureza/módulo (nivel de significancia del 5 %; SPSS v.27.0). Aunque no se encontraron diferencias significativas entre los valores promedio de resistencia de unión a la microtracción ( $\mu$ TBS) para diferentes adhesivos y momentos de evaluación ( $p > 0,05$ ), se observó una tendencia positiva con un aumento de  $\mu$ TBS en el grupo CFP\_3M. En cuanto a la dureza, no se detectaron diferencias significativas en la capa híbrida al considerar ambas variables ( $p > 0,05$ ), aunque el módulo de elasticidad reducido mostró un aumento en el grupo CFP\_3M en comparación con las mediciones realizadas a las 24 horas. En consecuencia, se concluye que CFP presenta un rendimiento mecánico y adhesivo comparable al de CFSE en dentina erosionada, sugiriendo posiblemente resultados prometedores a largo plazo. Esto es ventajoso para sustratos erosionados debido a su mayor actividad enzimática y la necesidad de remineralización.

**Palabras clave:** biomateriales; adhesivo dental; erosión dental; dentina erosionada; interfase resina-dentina.

#### 4. HIPÓTESIS

Dado que la desprotección dentinaria consiste en la eliminación del tejido orgánico de la superficie dentinaria para dejar contenido inorgánico (HA) que beneficie a la adhesión,

Es probable que la desprotección con hipoclorito de calcio forme una mejor capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) , al proveer de más calcio a la superficie dentinaria.

##### 4.1 Hipótesis alterna:

Existe una mejor capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC), previa desprotección de la superficie dentinaria con hipoclorito de calcio.

##### 4.2 Hipótesis nula:

No existe una mejor capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC), previa desprotección de la superficie dentinaria con hipoclorito de calcio.



**CAPÍTULO II**  
**PLANTEAMIENTO OPERACIONAL**

## 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

### 1.1. Técnicas

#### 1.1.1. Esquematización

Variable	Técnica	Instrumento
Protocolos de desproteínización dentinaria	Experimental	- Hipoclorito de Calcio - Hipoclorito de Sodio
Capa híbrida del Sistema Adhesivo	Experimental	Microscopio Electrónico de Barrido

#### 1.1.2. Descripción de las técnicas

##### 1.1.2.1. Obtención y Preparación de los especímenes

Se obtuvieron cincuenta especímenes (10 mm de largo x 10 mm de ancho x 5 mm de espesor) del tercio medio de los dientes usando una máquina de corte de tejido duro (OCP100LC; Odeme, Luzerna, SC, BR), bajo refrigeración. La superficie vestibular de los fragmentos se pulió en una pulidora usando lijas de grano #240, #360 y #800, por 20s cada una (ISO 6344-1), para exposición de la dentina y estandarización de smear layer; y posteriormente lavados en ultrasonido con agua destilada.

Seguidamente la superficie dentinaria fue grabada con ácido clorhídrico (HCL) al 0,6% durante 5 min para simular el sustrato dentinario erosionado. Posteriormente, los especímenes fueron lavados con agua destilada y almacenados en saliva artificial hasta su uso.

### *1.1.2.2. Etapa Operacional*

Los especímenes se expusieron a un desafío ácido al sumergirlos en jugo de naranja comercial (Minute Maid; Coca Cola®, SP, BR), con un pH de  $3,80 \pm 0,04$ , durante una hora. Luego fueron lavados con agua destilada para inmediatamente después someterlos a desafío abrasivo cepillando uno por uno con una escobilla para profilaxis y pasta dental abrasiva (Colgate Luminous White) durante 1 minuto cada uno. Posteriormente se limpiaron con gasas humedecidas con agua destilada y se almacenaron en saliva artificial a  $37^{\circ}\text{C}$  hasta su uso.

Se utilizaron 4 agentes desproteinizantes. Los especímenes ya listos, fueron divididos aleatoriamente en tres grupos experimentales ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  1%,  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  2.5%,  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  5%), un grupo control positivo ( $\text{NaClO}$  2.5%) y un grupo control negativo (Agua Destilada) (n=10).

Se aplicó los agentes desproteinizantes correspondientes a la superficie vestibular de los especímenes durante 1 minuto, luego se lavaron con agua destilada a chorro y posteriormente se aplicó el sistema adhesivo.

El sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) se aplicó a la superficie de dentina erosionada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y se polimerizó con una lámpara de polimerización LED (Valo™ Cordless; Ultradent, South Jordan, EE. UU.), con una intensidad estándar de  $1000 \text{ mW/cm}^2$  durante 10 s.

### *1.1.2.3. Evaluación de la formación de capa híbrida*

Después de la aplicación del sistema adhesivo sobre la dentina erosionada, se confeccionó un bloque de resina compuesta de 4 mm de alto (Filtek Z-250; 3M, St. Paul, MN, EE. UU.) y a cada incremento de 2 mm se fotocuró durante 20s. Posteriormente, los especímenes fueron almacenados en un ambiente húmedo. Después de 24 h, las muestras se cortaron longitudinalmente por la mitad utilizando una máquina cortadora de tejido duro (OCP100LC; Odeme, Luzerna, SC, BR), con refrigeración por agua corriente, y se seleccionó una de cada cuerpo.

Los fragmentos seleccionados se pulieron usando lijas de grano #800, durante 20 segundos cada una. Se sumergieron nuevamente en Ácido Clorhídrico para eliminar residuos artificiales restantes, se lavaron en ultrasonido con agua destilada y se sometieron a Hipoclorito de Sodio 5% para eliminar el colágeno no infiltrado.

Los fragmentos se secaron en una cámara cerrada con sílice coloidal durante 7 días. Posteriormente, las muestras se montaron en stubs metálicos, se recubrieron con oro (ciclo único de 120 segundos) bajo vacío utilizando una cámara de metalización (MED 010, Balzers Union, Balzers, Liechtenstein) y se examinaron mediante microscopía electrónica de barrido con un JEOL 6060 (JEOL 6060; JEOL Ltda, Tokio, Japón) operado a 20 kV.

Inicialmente se evaluaron tres campos distintos de la interfaz adhesiva y se obtuvo el campo más representativo de la muestra, una imagen con un aumento de 500x, para evaluar la formación de tags de resina. Las imágenes fueron obtenidas por un solo operador. Se obtuvo otra imagen desde la misma ubicación, con un aumento de 1500x, para medir el ancho de la capa híbrida. Todas las imágenes fueron obtenidas por el mismo operador.

Dos examinadores independientes y debidamente calibrados midieron la capa híbrida en 3 puntos utilizando el software Image J. Los resultados obtenidos por los dos examinadores sirvieron para calcular el valor medio que se determinó para cada espécimen. Otros dos examinadores calibrados adicionalmente, clasificaron la formación de tags de resina de 3 especímenes por grupo (escogidos aleatoriamente) según lo descrito por Manicardi et al.:

- Puntuación 0 – Sin formación de tags
- Puntuación 2: Tags pocos y cortos
- Puntuación 3: Tags largos
- Puntuación 4: Tags largos y densos

#### ***1.1.2.6. Análisis Estadístico***

Inicialmente, todos los datos obtenidos fueron evaluados con la prueba de Shapiro-Wilk para verificar la homogeneidad de las varianzas. Los datos de medición de la capa híbrida se sometieron a las pruebas ANOVA y Tukey. Los datos de formación de tags de resina se sometieron a pruebas de Kruskal Wallis y Dunn. Todas las evaluaciones se realizaron con un nivel de significancia de  $\alpha = 5\%$ .

## 1.2. Instrumentos

### 1.2.1. Instrumentos para etapa operacional:

- Estufa
- Micromotor de baja rotación
- Recortadora de yeso

### 1.2.2. Instrumentos para análisis de muestras:

- Microscopio Electrónico de Barrido
- Camara cerrada
- Stubs metálicos
- Computadora

## 1.3. Materiales

### 1.3.1. Materiales para etapa operacional:

- Lápiz
- Regla
- Discos de carborundum
- Lijas de granulación #600 y #1200
- Glicerina
- Agua Destilada
- Hipoclorito de Sodio al 2.5%
- Hipoclorito de Calcio al 1%
- Hipoclorito de Calcio al 2.5%
- Hipoclorito de Calcio al 5%
- Saliva artificial
- EPP

### 1.3.2. Materiales para análisis de muestras

- Sílice coloidal
- Cobertura de carbono

## 2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

### 2.1. Ubicación espacial

#### A. Ámbito general:

Universidad Católica de Santa María

#### B. Ámbito específico

Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido

### 2.2. Ubicación temporal

La investigación se realizó en el Semestre Par-2023

### 2.3. Unidades de estudio

Se utilizaron 50 incisivos bovinos que fueron distribuidos en cuatro grupos experimentales, según el agente desproteinizante, y un grupo control como se describe a continuación:

Grupo	Agente
G1 - control negativo	Agua Destilada
G2 - control positivo	Hipoclorito de Sodio al 2.5%
G3 - experimental	Hipoclorito de Calcio al 1%
G4 - experimental	Hipoclorito de Calcio al 2.5%
G5 - experimental	Hipoclorito de Calcio al 5%

### **A. Criterios de Inclusión**

- Dientes bovinos
- Incisivos inferiores permanentes grandes
- Incisivos con al menos  $\frac{1}{3}$  de raíz formada

### **B. Criterios de Exclusión**

- Dientes bovinos superiores
- Dientes bovinos deciduos
- Dientes bovinos sin raíz
- Dientes bovinos fracturados

### **C. Población**

En este estudio se trabajó con dientes bovinos que cumplan todos los criterios de inclusión planteados anteriormente.

### **D. Consideraciones éticas**

- Los dientes bovinos fueron rescatados de animales que fueron sacrificados para consumo humano, de lo contrario se hubieran perdido.

## **3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN**

### **3.1. Organización**

- Selección de dientes bovinos para el desarrollo del estudio.
- Preparación de especímenes.
- Desarrollo experimental

### 3.2. Recursos

#### 3.2.1. Recursos humanos

- **Investigador:** Dannittsa Sibell Vargas Cotacallapa
- **Asesor:** Dr. Alberto Armando Alvarado Gomez

#### 3.2.2. Recursos Físicos

Laboratorio de Materiales Dentales del Vicerrectorado de Investigación, donde encontramos el espacio pertinente para realizar el recorte de los bloques de diente, una recortadora con aspiradora, y otra recortadora para realizar desgaste en dientes.

#### 3.2.3. Recursos económicos

Financiados a través de un fondo externo gestionado por PROCENCIA-CONCYTEC.

#### 3.2.4. Recursos institucionales

- Universidad Católica de Santa María

#### 3.2.5. Prueba Piloto

Para la validación de este proyecto desde el experimento hasta el test, se elaboró una prueba piloto en 5 especímenes para garantizar que toda metodología es correcta. Los datos de la prueba piloto se incluyeron en el estudio.

## 4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS

### 4.1. Plan de procesamiento de datos

#### A. Tipo de procesamiento

El procesamiento de datos se hizo de forma manual y computarizada.

#### B. Operaciones del procesamiento

- **Clasificación:** los datos fueron ordenados en un matriz de sistematización
- **Recuento:** empleando matrices de conteo, los datos se contabilizaron manualmente
- **Análisis de datos:** Inicialmente todos los datos fueron sometidos al test de ShapiroWilk. Según su normalidad, los datos fueron posteriormente sometidos a los test Anova – Tukey o Kruskal Wallis – Dunn. Todas las evaluaciones fueron con un nivel de significancia de  $\alpha = 5\%$ .
- **Tabulación:** se confeccionaron cuadros a doble entrada
- **Graficación:** se usaron gráficos de barras comparativos



**Tabla 1.**

Resultados del grosor de la capa híbrida en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) del G1 (Agua destilada) según los tercios longitudinales

<b>Tercios</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>PROM.</b>
<b>Especímenes</b>				
	3.27	2.04	2.69	<b>2.67</b>
	2.39	1.46	2.07	<b>1.97</b>
	1.60	2.20	1.55	<b>1.78</b>
	3.07	2.13	2.21	<b>2.47</b>
	3.22	2.24	2.24	<b>2.57</b>
	2.41	2.91	1.70	<b>2.34</b>
	2.21	1.56	2.04	<b>1.94</b>
	2.31	2.28	2.32	<b>2.30</b>
	2.39	1.52	2.38	<b>2.10</b>
	2.84	2.28	2.58	<b>2.57</b>
<b>PROM.</b>				<b>2.17</b>

La tabla 1 muestra los resultados de la medición del grosor de la capa híbrida en 3 puntos equidistantes en la imagen microscópica a un aumento de 1500X. Adicionalmente se muestran los promedios de la medida de cada uno de los 10 dientes evaluados del G1 (Agua Destilada).

**Tabla 2.**

Resultados del grosor de la capa híbrida en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) del G1  
(Hipoclorito de Sodio 2.5%) según los tercios longitudinales

<b>Tercios</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>PROM.</b>
<b>Especímenes</b>				
	2.43	2.36	0.78	<b>1.86</b>
	2.94	1.96	0.62	<b>1.84</b>
	3.39	1.78	1.43	<b>2.20</b>
	2.35	2.97	1.19	<b>2.17</b>
	2.16	1.37	1.68	<b>1.73</b>
	3.04	3.54	1.78	<b>2.79</b>
	3.14	1.39	1.58	<b>2.03</b>
	2.24	2.67	1.18	<b>2.03</b>
	2.55	1.57	1.62	<b>1.91</b>
	2.67	1.37	1.96	<b>2.00</b>
<b>PROM.</b>				<b>2.00</b>

La tabla 2 muestra los resultados de la medición del grosor de la capa híbrida en 3 puntos equidistantes en la imagen microscópica a un aumento de 1500X. Adicionalmente se muestran los promedios de la medida de cada uno de los 10 dientes evaluados del G2 (Hipoclorito de Sodio 2.5%).

**Tabla 3.**

Resultados del grosor de la capa híbrida en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) del G3  
(Hipoclorito de Calcio 1%) según los tercios longitudinales

<b>Especímenes</b>	<b>Tercios</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>PROM.</b>
		3.01	3.17	2.98	<b>3.05</b>
		2.10	3.57	2.97	<b>2.88</b>
		1.59	2.19	2.78	<b>2.19</b>
		1.59	3.17	2.80	<b>2.52</b>
		2.75	1.98	2.58	<b>2.44</b>
		2.33	2.78	3.17	<b>2.76</b>
		1.88	2.97	2.18	<b>2.34</b>
		1.65	2.41	2.38	<b>2.14</b>
		2.65	2.78	2.58	<b>2.67</b>
		2.33	2.78	3.20	<b>2.77</b>
<b>PROM.</b>					<b>2.71</b>

La tabla 3 muestra los resultados de la medición del grosor de la capa híbrida en 3 puntos equidistantes en la imagen microscópica a un aumento de 1500X. Adicionalmente se muestran los promedios de la medida de cada uno de los 10 dientes evaluados del G3 (Hipoclorito de Calcio 1%).

**Tabla 4.**

Resultados del grosor de la capa híbrida en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) del G4  
(Hipoclorito de Calcio 2.5%) según los tercios longitudinales

<b>Tercios</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>PROM.</b>
<b>Especímenes</b>				
	1.99	2.02	3.98	<b>2.66</b>
	2.45	1.98	4.36	<b>2.93</b>
	2.21	2.18	2.18	<b>2.19</b>
	2.98	3.56	2.38	<b>2.97</b>
	2.38	2.57	3.17	<b>2.71</b>
	2.18	1.58	2.38	<b>2.05</b>
	3.13	4.04	2.38	<b>3.18</b>
	2.58	3.96	3.17	<b>3.24</b>
	2.45	3.22	2.97	<b>2.88</b>
	2.41	3.96	2.88	<b>3.08</b>
<b>PROM.</b>				<b>2.89</b>

La tabla 4 muestra los resultados de la medición del grosor de la capa híbrida en 3 puntos equidistantes en la imagen microscópica a un aumento de 1500X. Adicionalmente se muestran los promedios de la medida de cada uno de los 10 dientes evaluados del G4 (Hipoclorito de Calcio 2.5%).

**Tabla 5.**

Resultados del grosor de la capa híbrida en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) del G5  
(Hipoclorito de Calcio 5%) según los tercios longitudinales

<b>Especímenes</b>	<b>Tercios</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>PROM.</b>
		3.79	2.39	3.32	<b>3.17</b>
		2.19	2.24	1.98	<b>2.14</b>
		3.23	1.98	2.11	<b>2.44</b>
		2.12	2.26	2.52	<b>2.30</b>
		3.77	1.96	2.07	<b>2.60</b>
		2.67	1.70	2.11	<b>2.16</b>
		2.64	2.11	2.75	<b>2.50</b>
		2.36	2.97	1.98	<b>2.44</b>
		2.24	3.02	2.32	<b>2.52</b>
		2.63	2.64	2.80	<b>2.69</b>
	<b>PROM.</b>				<b>2.40</b>

La tabla 5 muestra los resultados de la medición del grosor de la capa híbrida en 3 puntos equidistantes en la imagen microscópica a un aumento de 1500X. Adicionalmente se muestran los promedios de la medida de cada uno de los 10 dientes evaluados del G5 (Hipoclorito de Calcio 5%).

**Tabla 6.**

Resultados según el score de Manicardi et al. De los tags de resina en los especímenes de acuerdo con los protocolos de desproteización

	<b>G1 (Agua Destilada)</b>	<b>G2 (Hipoclorito de Sodio 2.5%)</b>	<b>G3 (Hipoclorito de Calcio 1%)</b>	<b>G4 (Hipoclorito de Calcio 2.5%)</b>	<b>G5 (Hipoclorito de Calcio 5%)</b>
<b>Diente 1</b>	3	3	2	2	3
<b>Diente 2</b>	3	4	3	2	3
<b>Diente 3</b>	4	2	3	3	2
<b>MEDIANA</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>MAX.</b>	4	4	3	3	3
<b>MIN.</b>	3	2	2	2	2
<b>1Q</b>	3.0	2.5	2.5	2.0	2.5
<b>3Q</b>	3.5	3.5	3.0	2.5	3.0

En la tabla 6 se muestran los puntajes asignados de formación de tags correspondientes a cada uno de los dientes seleccionados aleatoriamente de cada grupo evaluado. Se muestran también los valores de cada grupo correspondientes a mediana, valor máximo y mínimo, 1er cuartil y 3er cuartil.

**Tabla 7.**

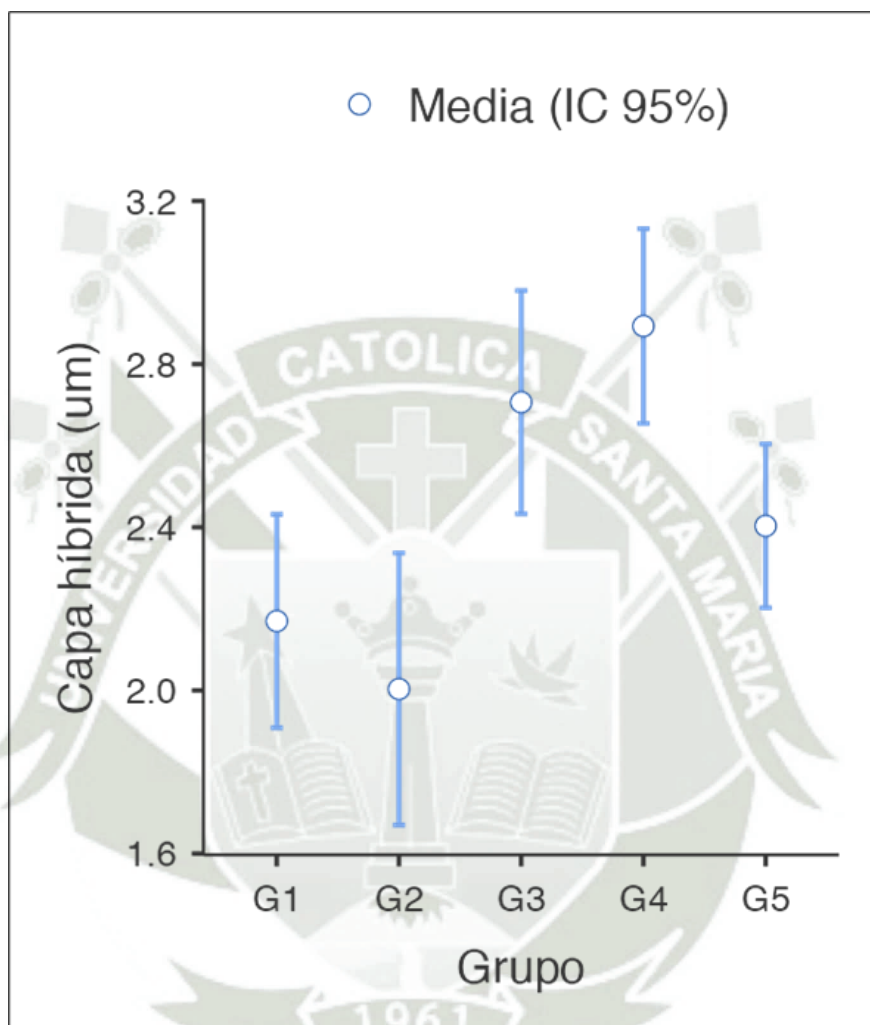
Síntesis de resultados de la formación de tags de resina y capa híbrida de acuerdo con los protocolos de desproteización

Protocolos		G1	G2	G3	G4	G5
<i>Tags de resina</i>	Mediana	3	3	3	2	3
	min-max	3-Abr	2-Abr	2-Mar	2-Mar	2-Mar
	1Q-3Q	3.0-3.5	2.5-3.5	2.5-3.0	2.0-2.5	2.5-3.0
<i>Capa híbrida (µm)</i>	Media	2.17 <sup>b</sup>	2.00 <sup>b</sup>	2.71 <sup>a</sup>	2.89 <sup>a</sup>	2.40 <sup>ab</sup>
	DE	0.1	0.13	0.11	0.1	0.08

Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ). 1Q y 3Q, primer y tercer cuartil; min, valor mínimo; max, valor máximo; DE, desviación estándar, respectivamente. G1, Control negativo (agua destilada); G2, Control positivo (hipoclorito de sodio al 2.5%); G3, hipoclorito de calcio al 1%; G4, hipoclorito de calcio al 2.5%; G5, hipoclorito de calcio al 5%.

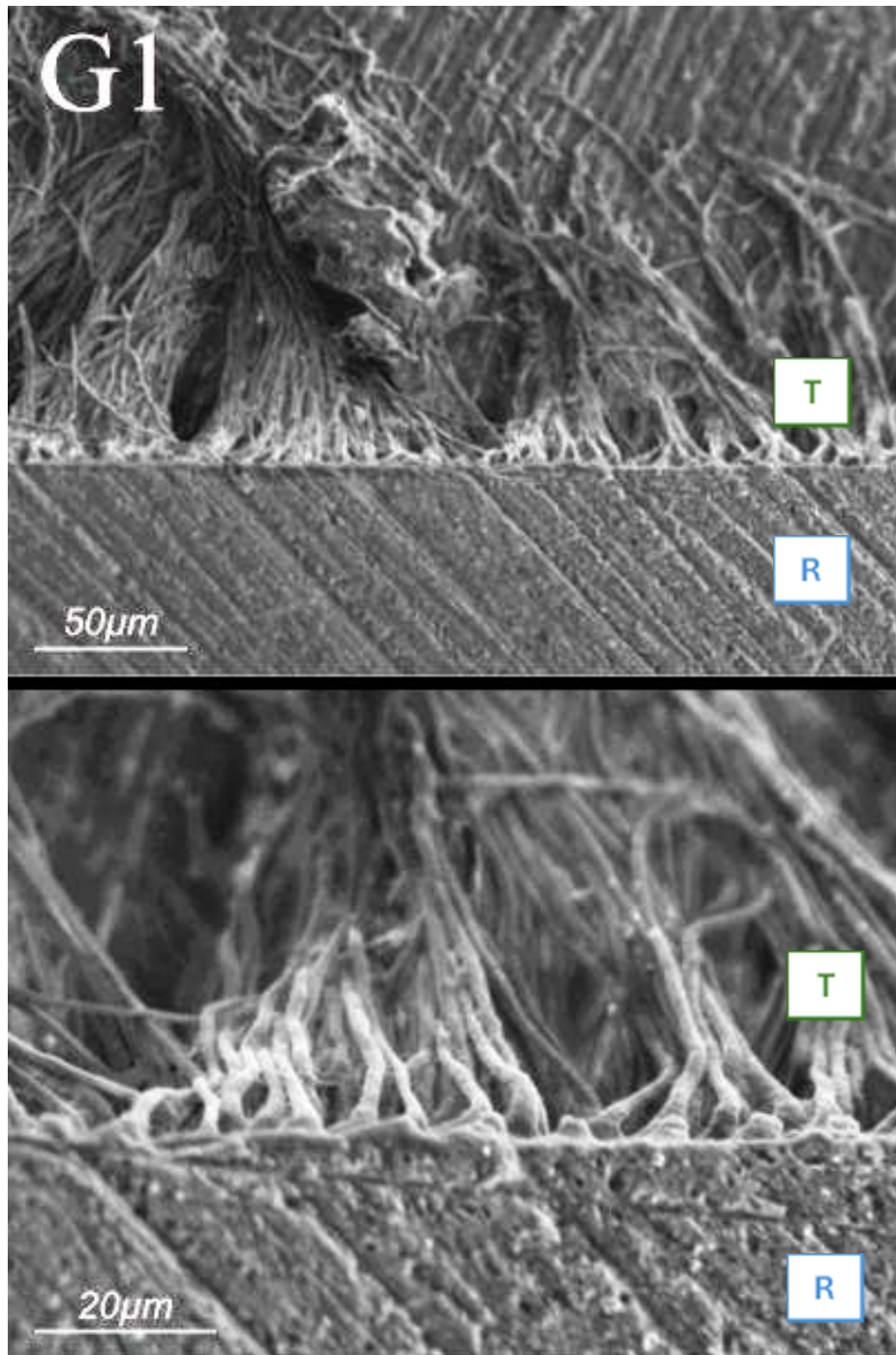
La Tabla 7 indica que el grupo G1 exhibió una mejora en la formación de tags de resina en comparación con los demás grupos, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ). En contraste, los protocolos de desproteización utilizando hipoclorito de calcio en bajas concentraciones (G3 y G4) demostraron una extensión de capa híbrida mayor que la observada en los grupos control (G1 y G2), presentando una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Por otro lado, el grupo G5 no mostró diferencias significativas en comparación con el resto de los grupos.

En la **Figura 1** se muestra la gráfica descriptiva de los resultados de formación de capa híbrida del sistema adhesivo de acuerdo con cada protocolo de desproteínización evaluado.



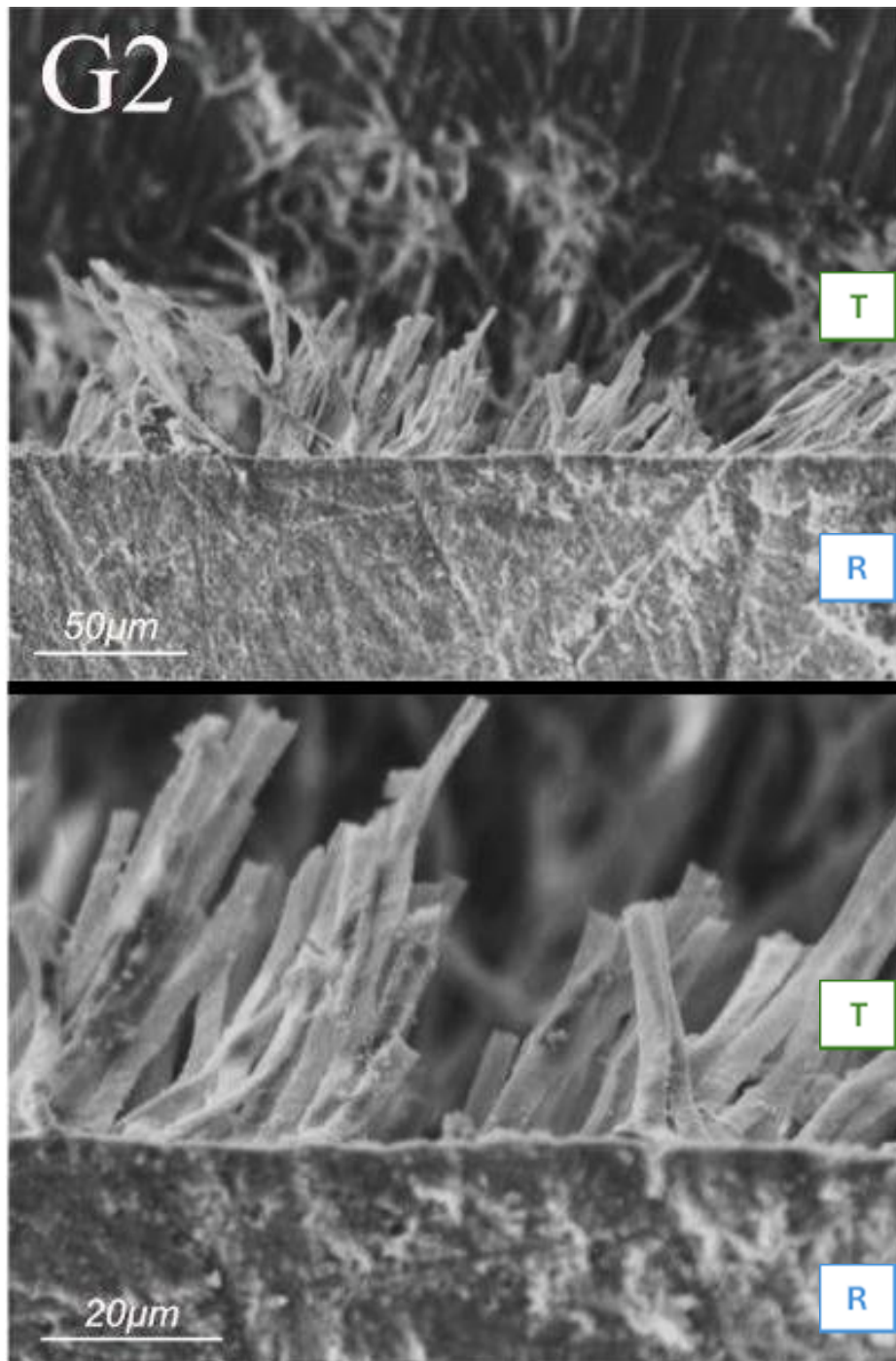
**Figura 1.** Gráfica descriptiva de la formación de capa híbrida según los protocolos de desproteínización, destacando las medianas y valores máximo y mínimo de cada uno. G1, Control negativo (agua destilada); G2, Control positivo (hipoclorito de sodio al 2.5%); G3, hipoclorito de calcio al 1%; G4, hipoclorito de calcio al 2.5%; G5, hipoclorito de calcio al 5%.

En la **Figura 2** se muestran imágenes representativas del grupo 1 (Agua Destilada) al Microscopio Electrónico de Barrido en aumentos de 500x y 1500x con escalas de 50 $\mu$ m y 20 $\mu$ m.



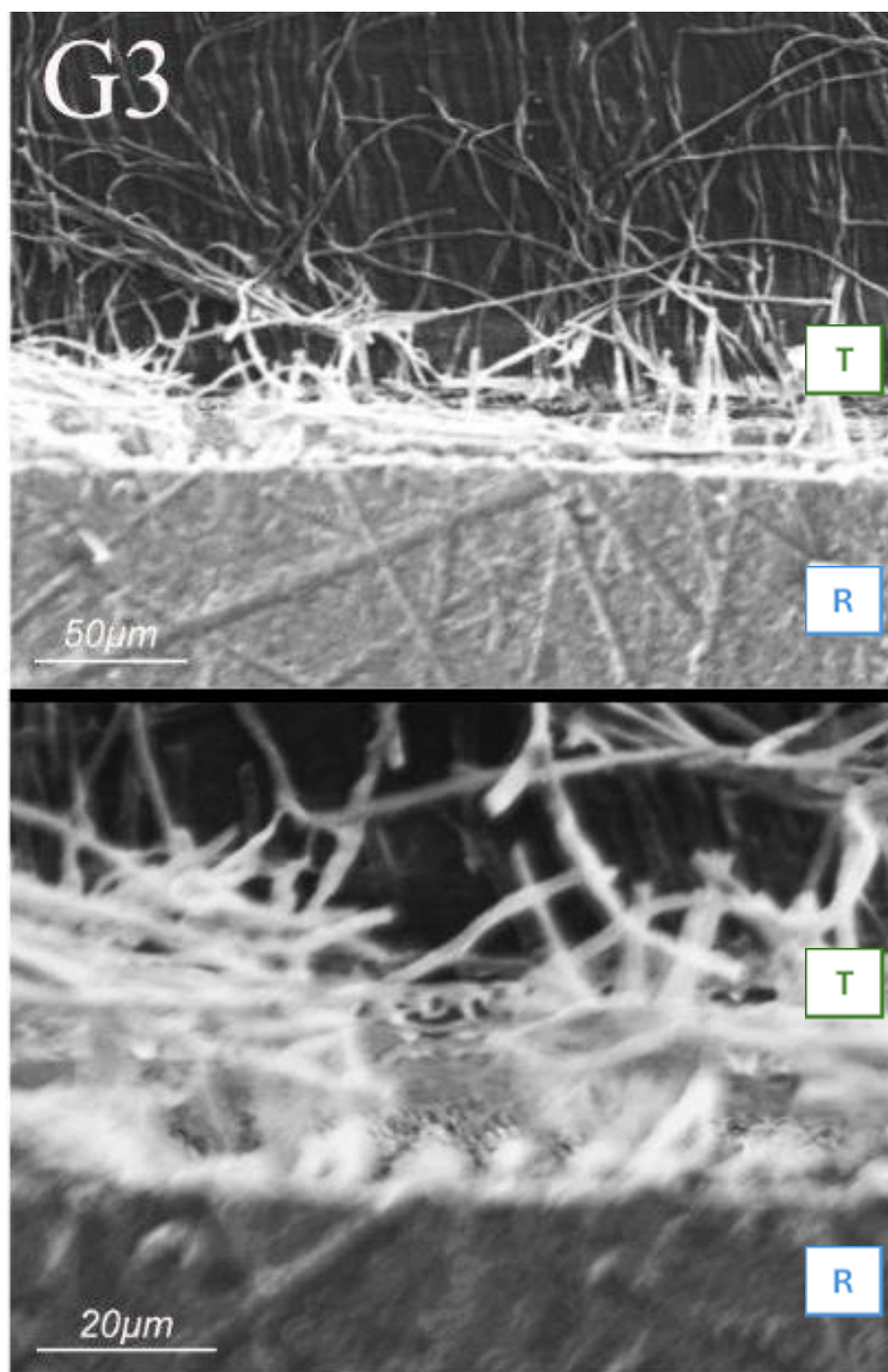
**Figura 2.** Imágenes representativas obtenidas del Microscopio Electrónico de Barrido del grupo 1 (Agua Destilada) en diferentes aumentos: 500x y 1500x respectivamente. Donde se puede observar parte de la resina (R) y los “tags” de resina en la capa híbrida (T).

En la **Figura 3** se muestran imágenes representativas del grupo 2 (Hipoclorito de Sodio 2.5%) al Microscopio Electrónico de Barrido en aumentos de 500x y 1500x con escalas de 50 $\mu$ m y 20 $\mu$ m.



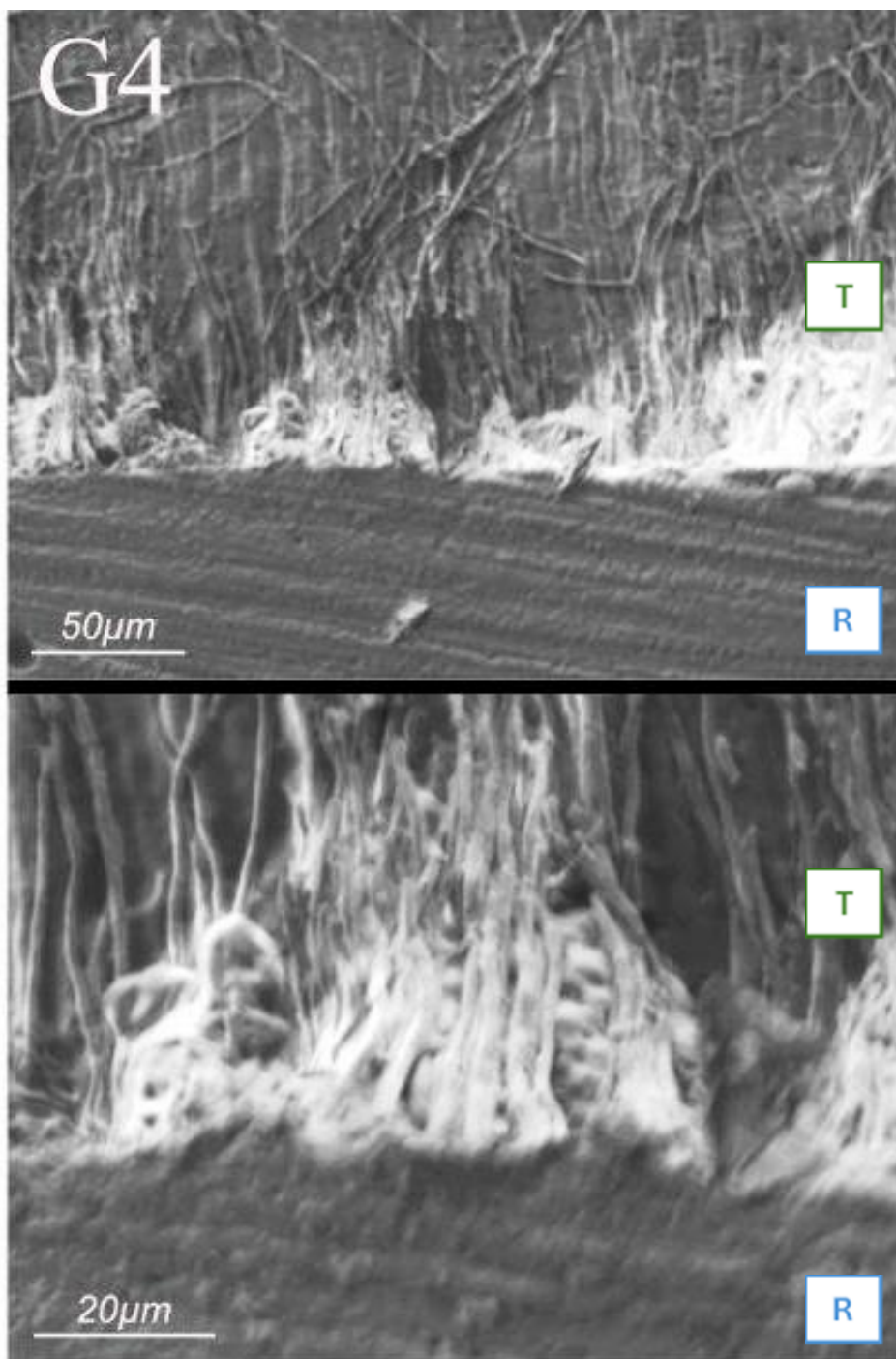
**Figura 3.** Imágenes representativas obtenidas del Microscopio Electrónico de Barrido del grupo 2 (Hipoclorito de Sodio 2.5%) en diferentes aumentos: 500x y 1500x respectivamente. Donde se puede observar parte de la resina (R) y los “tags” de resina en la capa híbrida (T).

En la **Figura 4** se muestran imágenes representativas del grupo 3 (Hipoclorito de Calcio 1%) al Microscopio Electrónico de Barrido en aumentos de 500x y 1500x con escalas de 50 $\mu$ m y 20 $\mu$ m.



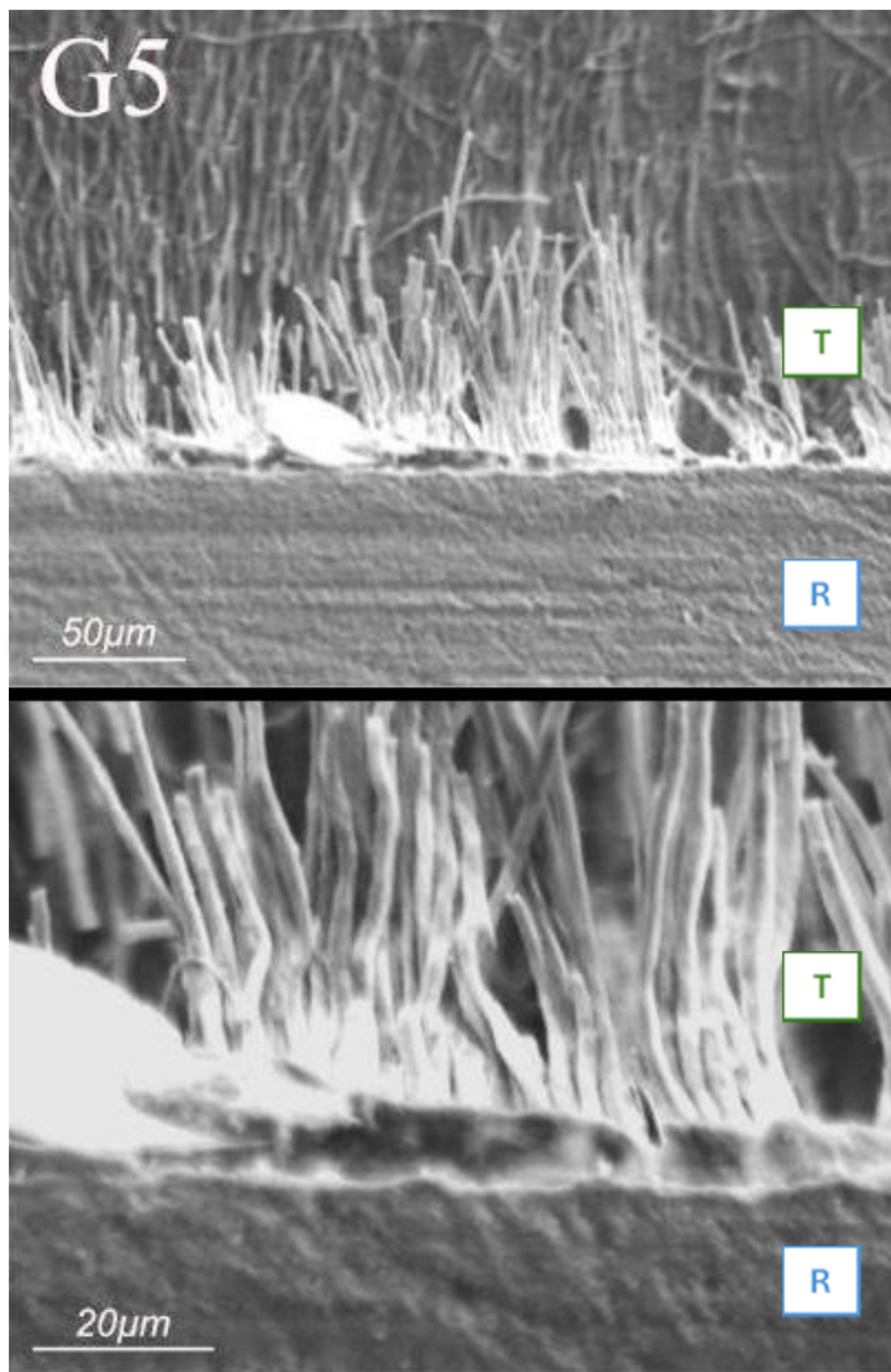
**Figura 4.** Imágenes representativas obtenidas del Microscopio Electrónico de Barrido del grupo 3 (Hipoclorito de Calcio 1%) en diferentes aumentos: 500x y 1500x respectivamente. Donde se puede observar parte de la resina (R) y los “tags” de resina en la capa híbrida (T).

En la **Figura 5** se muestran imágenes representativas del grupo 4 (Hipoclorito de Calcio 2.5%) al Microscopio Electrónico de Barrido en aumentos de 500x y 1500x con escalas de 50 $\mu$ m y 20 $\mu$ m.



**Figura 5.** Imágenes representativas obtenidas del Microscopio Electrónico de Barrido del grupo 4 (Hipoclorito de Calcio 2.5%) en diferentes aumentos: 500x y 1500x respectivamente. Donde se puede observar parte de la resina (R) y los “tags” de resina en la capa híbrida (T).

En la **Figura 6** se muestran imágenes representativas del grupo 5 (Hipoclorito de Calcio 5%) al Microscopio Electrónico de Barrido en aumentos de 500x y 1500x con escalas de 50 $\mu$ m y 20 $\mu$ m.



**Figura 6.** Imágenes representativas obtenidas del Microscopio Electrónico de Barrido del grupo 5 (Hipoclorito de Calcio 5%) en diferentes aumentos: 500x y 1500x respectivamente. Donde se puede observar parte de la resina (R) y los “tags” de resina en la capa híbrida (T).

## 2. DISCUSIÓN

El objetivo de este proyecto fue evaluar la capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteínizada con hipoclorito de calcio en diferentes concentraciones, mediante microscopía electrónica de barrido. Al analizar los resultados obtenidos, aceptamos la hipótesis alterna de este estudio que sugiere que existe una mejor capa híbrida del Sistema Adhesivo Solare Universal Bond (GC) previa desproteínización dentinaria con Hipoclorito de Calcio, y rechazamos la hipótesis nula.

La capa híbrida puede comprometer la eficacia de la unión resina-dentina, afectando la longevidad de las restauraciones adhesivas (8), esta se describe como una región donde se fusionan la dentina y la resina, logrando que los monómeros del imprimador y el adhesivo penetren en las fibras de colágeno expuestas. La dimensión de esta área influye directamente en la solidez y la calidad de la restauración (34).

La erosión dental es un problema extendido a nivel global que ha experimentado un notable aumento en las últimas décadas. Esta condición se vuelve más común con el envejecimiento y también está afectando a un número creciente de personas jóvenes (10). Una superficie de dentina erosionada tiene características diferentes a las de la dentina saludable. Las superficies de dentina erosionadas exhiben una mayor exposición de fibrillas de colágeno y un contenido mineral reducido en la capa más externa, lo cual representa desafíos adicionales para lograr una adhesión dental efectiva (11).

En la actualidad, se están investigando métodos científicos alternativos para desproteínizar la dentina, los cuales buscan modificar la superficie al eliminar el colágeno expuesto y mejorar la adhesión.

El NaOCl es un agente proteolítico no específico y sus efectos sobre la composición de la dentina han sido investigados en muchos estudios, pero esta solución está limitada en términos de concentración y duración de uso. En la búsqueda de una sustancia alternativa al NaOCl, se propuso el hipoclorito de calcio (CaOCl) para su uso en la desproteínización de la dentina, ya que presentan ventajas, las soluciones de CaOCl no producen ácidos grasos, además, en su composición tenemos calcio en lugar de sodio, lo que hipotéticamente es más favorable para ser incorporado en la capa híbrida (8).

Los resultados de este proyecto mostraron que los grupos 3 y 4 no tienen diferencias estadísticamente significativas, lo que les corresponde una capa híbrida más gruesa y los grupos 1 y 2 una capa híbrida más delgada. Siendo el grupo 5 estadísticamente igual a todos los grupos. Podemos notar que el Hipoclorito de Calcio en bajas concentraciones (1% y 2.5%) produce una capa híbrida más gruesa.

En contraste a estudios previos donde se concluyó que el grosor óptimo de la capa híbrida es de 3 a 5  $\mu\text{m}$ ,  $2,90 \pm 1,71 \mu\text{m}$  y 2,7 a 3,4  $\mu\text{m}$  (35–37), podemos decir que la desproteínización con Hipoclorito de Calcio en bajas concentraciones (1% y 2.5%) mejoran significativamente la capa híbrida, aumentando su grosor y por ende el sellado periférico y longevidad de la restauración.

A pesar de los avances significativos logrados, la investigación sigue explorando métodos para mejorar la adhesión en la dentina erosionada. Se están desarrollando pre condicionantes que no sólo refuerzan la unión inicial, sino que también prolonguen la durabilidad de las restauraciones dentales. Este enfoque demuestra el compromiso continuo de la comunidad científica con la mejora constante de los procedimientos y materiales en odontología restauradora.

### 3. CONCLUSIONES

3.1. Los resultados de este estudio revelan que la desproteínización previa con Hipoclorito de Sodio al 2.5% (G2) forma una capa híbrida más delgada del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) en comparación con los grupos experimentales.

3.2. Considerando las limitaciones inherentes de este estudio in vitro, observamos que la desproteínización de la dentina mediante el uso de Hipoclorito de Calcio al 1% (G3) dio como resultado una capa híbrida más gruesa del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC), lo que representa una opción significativa para mejorar el sellado periférico y longevidad de las restauraciones en dentina erosionada.

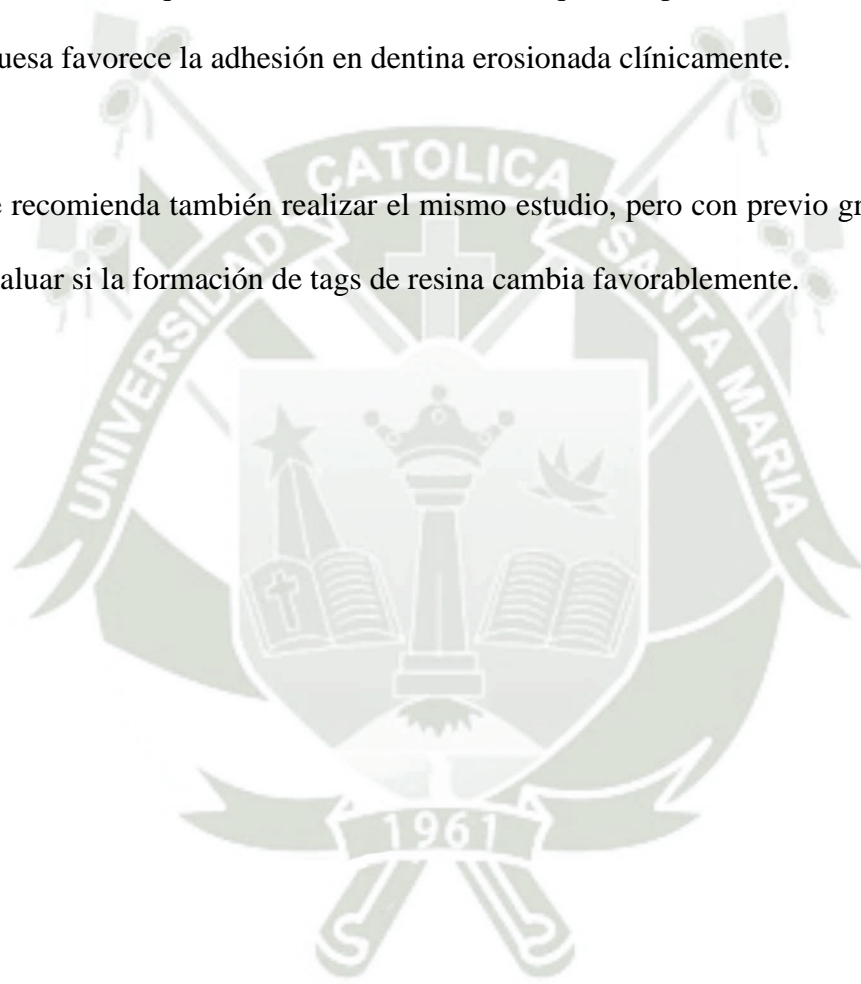
3.3. Se concluye que la desproteínización previa con Hipoclorito de Calcio al 2.5% (G4) en dentina erosionada no solo incrementa su grosor, sino que también estimula la deposición de calcio por lo cual sería la opción más adecuada para evitar la microfiltración y prolongar la durabilidad de las restauraciones.

3.4. La desproteínización previa de la dentina erosionada con Hipoclorito de Calcio al 5% (G5), a pesar de su mayor contenido de calcio, no demostró una diferencia estadísticamente significativa en el grosor de la capa híbrida en comparación con los grupos G1 y G2 del Sistema Adhesivo Solare Universal Bond (GC).

3.5. Analizando los resultados de este proyecto, el Hipoclorito de Calcio en bajas concentraciones (1% y 2.5%) serían los protocolos de elección para mejorar la capa híbrida y así con esto conseguir un mejor sellado periférico y aumentar la longevidad de las restauraciones en dentina erosionada usando el adhesivo Solare Universal Bond (GC).

#### 4. RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios que vean como opción la desprotección en dentina erosionada con el fin de mejorar la adhesión y longevidad de la restauración.
- Además de adquirir más interés en estudios que comprueben si una capa híbrida más gruesa favorece la adhesión en dentina erosionada clínicamente.
- Se recomienda también realizar el mismo estudio, pero con previo grabado ácido para evaluar si la formación de tags de resina cambia favorablemente.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schestakow A, Bauer C, Hannig M. Ultrastructure of the Dentin Pellicle and the Impact of Erosion. *Caries Res.* 2022 Oct 28;56(5-6):488–95.
2. McGuire J, Szabo A, Jackson S, Bradley TG, Okunseri C. Erosive tooth wear among children in the United States: relationship to race/ethnicity and obesity. *Int J Paediatr Dent.* 2009 Mar;19(2):91–8.
3. Lussi A. Dental erosion clinical diagnosis and case history taking. *Eur J Oral Sci.* 1996 Apr;104(2 ( Pt 2)):191–8.
4. Bartlett D. Intrinsic causes of erosion. *Monogr Oral Sci.* 2006;20:119–39.
5. Cardoso GC de, Nakanishi L, Isolan CP, Jardim PDS, Moraes RR de. Bond Stability of Universal Adhesives Applied To Dentin Using Etch-And-Rinse or Self-Etch Strategies. *Braz Dent J.* 2019 Oct 7;30(5):467–75.
6. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955 Dec;34(6):849–53.
7. Kusumasari C, Abdou A, Nakajima M, Tagami J. Deproteinization of caries-affected dentin with chemo-mechanical caries removal agents and its effect on dentin bonding with self-etch adhesives. *J Dent.* 2021 Jun;109:103665.
8. Ferreira MB de C, Carlini Júnior B, Galafassi D, Gobbi DL. Calcium hypochlorite as a dentin deproteinization agent: Microleakage, scanning electron microscopy and elemental analysis. *Microsc Res Tech.* 2015 Aug;78(8):676–81.
9. Belmar da Costa M, Delgado AHS, Pinheiro de Melo T, Amorim T, Mano Azul A.

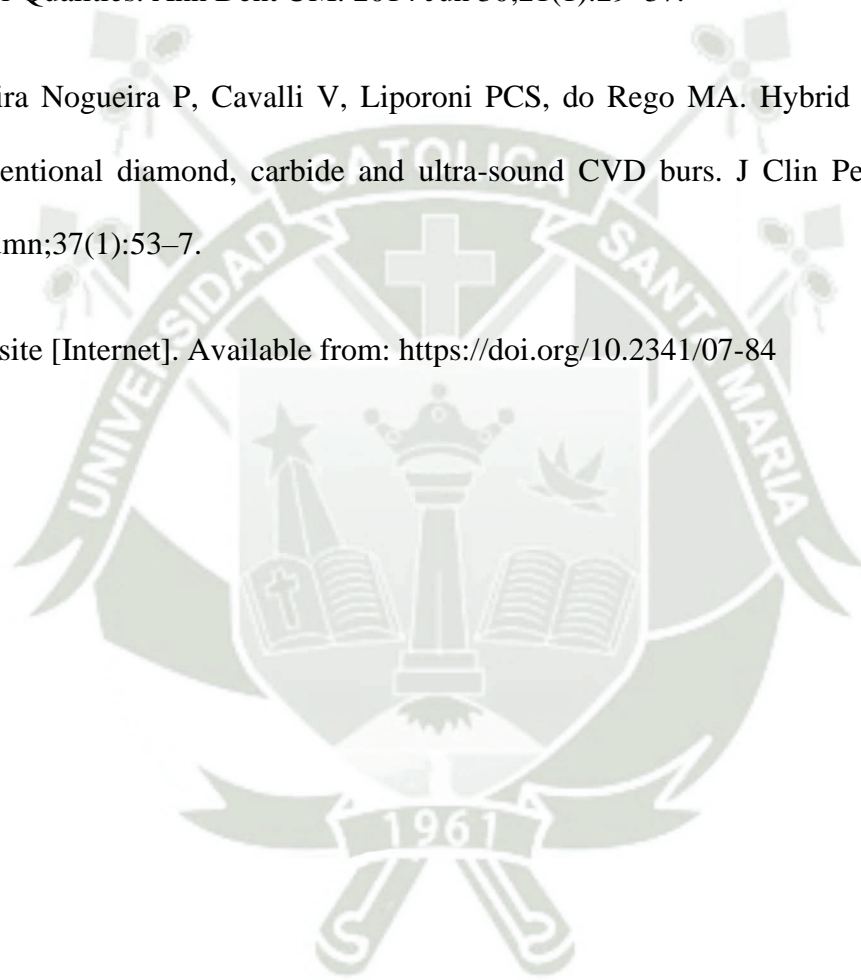
- Analysis of laboratory adhesion studies in eroded enamel and dentin: a scoping review. *Biomater Investig Dent*. 2021 Feb 15;8(1):24–38.
10. Belmar da Costa M, Delgado AH, Amorim Afonso T, Proença L, Ramos AS, Mano Azul A. Investigating a Commercial Functional Adhesive with 12-MDPB and Reactive Filler to Strengthen the Adhesive Interface in Eroded Dentin. *Polymers* [Internet]. 2021 Oct 15;13(20). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/polym13203562>
  11. Siqueira F, Cardenas A, Gomes GM, Chibinski AC, Gomes O, Bandeca MC, et al. Three-Year Effects of Deproteinization on the In Vitro Durability of Resin/Dentin-Eroded Interfaces. *Oper Dent*. 2018 Jan/Feb;43(1):60–70.
  12. Chawhuaveang DD, Yu OY, Yin IX, Lam WYH, Chu CH. Topical Agents for Nonrestorative Management of Dental Erosion: A Narrative Review. *Healthcare (Basel)* [Internet]. 2022 Jul 28;10(8). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/healthcare10081413>
  13. Kanniappan G, Hari P, Jujare RH. Comparative Evaluation of Resin Dentin Interface using Universal and Total- Etch Adhesive Systems on Sound and Eroded Dentin: In Vitro Study. *Eur J Dent*. 2022 Feb;16(1):153–60.
  14. Schlueter N, Luka B. Erosive tooth wear - a review on global prevalence and on its prevalence in risk groups. *Br Dent J*. 2018 Mar 9;224(5):364–70.
  15. Perdigão J. Current perspectives on dental adhesion: (1) Dentin adhesion - not there yet. *Jpn Dent Sci Rev*. 2020 Nov;56(1):190–207.
  16. Sanad M, Shekidef MH. The effect of vitality and dentin depth on resin tags length of resin-dentin interface in dogs' teeth. *Open Vet J*. 2019 Jul;9(2):126–32.

17. Cuevas-Suárez CE, da Rosa WL de O, Lund RG, da Silva AF, Piva E. Bonding Performance of Universal Adhesives: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *J Adhes Dent.* 2019;21(1):7–26.
18. Yamauchi K, Tsujimoto A, Jurado CA, Shimatani Y, Nagura Y, Takamizawa T, et al. Etch-and-rinse vs self-etch mode for dentin bonding effectiveness of universal adhesives. *J Oral Sci.* 2019 Nov 27;61(4):549–53.
19. West NX, Lussi A, Seong J, Hellwig E. Dentin hypersensitivity: pain mechanisms and aetiology of exposed cervical dentin. *Clin Oral Investig.* 2013 Mar;17 Suppl 1:S9–19.
20. Mirotti G, Lutri MP, Kraemer ME, Monserrat N, Piconi MC, Caballero AL, et al. Universal adhesives applied to deep dentin with different bonding treatments. *Acta Odontol Latinoam.* 2022 Dec 31;35(3):188–97.
21. Vargas-Barreto A, Navarro-Jiménez E, Alcocer-Olaciregui A, Daher-Joujah M, Osorio-Gonzalez M, Correa-Monroy V. Caracterización de la capa híbrida en dentina intraradicular pretratada con hipoclorito de sodio al 5,25% usando dos agentes cementantes con sistemas adhesivos de auto y grabado convencional. *CES Odontol.* 2018 Feb;31(1):11–21.
22. Kawazu M, Takamizawa T, Hirokane E, Tsujimoto A, Tamura T, Barkmeier WW, et al. Comparison of dentin bond durability of a universal adhesive and two etch-and-rinse adhesive systems. *Clin Oral Investig.* 2019 Nov 21;24(8):2889–97.
23. Tran XV, Tran KQ. Microleakage and characteristics of resin-tooth tissues interface of a self-etch and an etch-and-rinse adhesive systems. *Restor Dent Endod.* 2021 May;46(2):e30.

24. Vinagre A, Ramos J. Adhesion in restorative dentistry. In: Adhesives - Applications and Properties. InTech; 2016.
25. Mandri MN, Aguirre Grabre de Prieto A, Zamudio ME. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. *Odontoestomatología*. 2015;17(26):50–6.
26. [No title] [Internet]. [cited 2023 May 10]. Available from: <http://gclatinamerica.com/assets/doctos/descargas/5/GC%20Solare%20Universal%20Bond%20es%20act%2002072020.pdf>
27. [No title] [Internet]. [cited 2023 May 10]. Available from: [http://gclatinamerica.com/assets/doctos/descargas/5/GC\\_Solare\\_Sculpt\\_Brochure.pdf](http://gclatinamerica.com/assets/doctos/descargas/5/GC_Solare_Sculpt_Brochure.pdf)
28. [No title] [Internet]. [cited 2023 May 10]. Available from: <http://gclatinamerica.com/assets/doctos/descargas/5/brochure-SOLAREyGBOND-junio-8-2018.pdf>
29. Website [Internet]. Available from: <https://typeset.io/papers/scanning-electron-microscopy-3vprliinwz>
30. Scanning electron microscope. Woodhead Publishing; 2022.
31. Tanaka JLO, Medici Filho E, Salgado JAP, Salgado MAC, Moraes LC de, Moraes MEL de, et al. Comparative analysis of human and bovine teeth: radiographic density. *Braz Oral Res*. 2008 Oct-Dec;22(4):346–51.
32. Iwaku M, Nakamichi I, Nakamura K, Horie K, Suizu S, Fusayama T. Tags penetrating dentin of a new adhesive resin. *Bull Tokyo Med Dent Univ*. 1981 Jun;28(2):45–51.
33. Lohbauer U, Nikolaenko SA, Petschelt A, Frankenberger R. Resin tags do not contribute

to dentin adhesion in self-etching adhesives. J Adhes Dent. 2008 Feb;10(2):97–103.

34. [No title] [Internet]. [cited 2024 Jun 27]. Available from:  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2005/od055e.pdf>
35. Ku SH, Tan YS, Yahya NA. The Effect of Different Dental Adhesive Systems on Hybrid Layer Qualities. Ann Dent UM. 2014 Jun 30;21(1):29–37.
36. Pereira Nogueira P, Cavalli V, Liporoni PCS, do Rego MA. Hybrid layer width after conventional diamond, carbide and ultra-sound CVD burs. J Clin Pediatr Dent. 2012 Autumn;37(1):53–7.
37. Website [Internet]. Available from: <https://doi.org/10.2341/07-84>



## ANEXOS

### COMITÉ DE ÉTICA

#### COMITÉ DE ÉTICA INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN UCSM



#### DICTAMEN COMITÉ DE ETICA DE INVESTIGACION UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Arequipa, 10 junio de 2024

Investigadores Wilfredo Gustavo Escalante Otárola  
Gabriela Mariana Castro Núñez

Presente. –

De mi especial consideración.

Me dirijo a ustedes para hacerles llegar el resultado de la evaluación de su proyecto de investigación y dictamen del Comité Institucional de Ética de Investigación.

**TÍTULO:** “Nueva estrategia restauradora para el Desgaste Dental Erosivo, por desproteínización dentinaria con hipoclorito de calcio”.

Investigadores: Wilfredo Gustavo Escalante Otárola y Gabriela Mariana Castro Núñez.

**TIPO Y DISEÑO:** Estudio in vitro

**OBJETIVO:** La investigación tiene como objetivo: Evaluar el efecto de la desproteínización dentinaria con hipoclorito de calcio, sobre la interfaz del sistema adhesivo universal aplicado para el tratamiento restaurador del Desgaste Dental Erosivo (DDE).

**PROCEDIMIENTOS:**

- Doscientos dientes bovinos serán seccionados.
- Desafío ácido/abrasivo para simulación del desgaste dental erosivo
- Desproteínización dentinaria con hipoclorito de calcio.
- Aplicación de sistema adhesivo
- Análisis de la capa híbrida del sistema adhesivo universal.

## COMITÉ DE ÉTICA INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN UCSM



### DICTAMEN COMITÉ DE ETICA DE INVESTIGACION UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

#### RIESGO DEL ESTUDIO:

Mínimo.

#### ***DICTAMEN:***

***DICTAMEN FAVORABLE***  
***103 - 2024***



Agueda Muñoz Del Carpio Toia  
Comité Institucional de Ética de la Investigación UCSM

Cualquier duda comunicarse a: [comiteeticainvestigacionucsm@gmail.com](mailto:comiteeticainvestigacionucsm@gmail.com)



#### MATERIAL BIOLÓGICO DE ESTUDIO:

200 especímenes de dentina bovina.

## CONSTANCIA DE LABORATORIO



### CONSTANCIA

Se hace constar que la Bachiller en Odontología Dannittsa Vargas Cotacallapa, ejecutó la parte experimental de su tesis “Evaluación de la capa híbrida del sistema adhesivo Solare Universal Bond (GC) aplicado sobre dentina erosionada y desproteínizada con hipoclorito de calcio en diferentes concentraciones” en el Laboratorio de Materiales Dentales del Vicerrectorado de Investigación – UCSM, durante el semestre 2024-I. Así mismo, que la Bachiller en mención es tesista del proyecto “Nueva estrategia restauradora para el Desgaste Dental Erosivo, por desproteínización dentinaria con hipoclorito de calcio”, en ejecución con fondo externo PE501080596-2022 PROCICIENCIA, de cual soy responsable Técnico.

Arequipa, 18 de junio de 2024



**Wilfredo G. Escalante Otárola**

Docente Investigador UCSM

Responsable del Laboratorio de Materiales Dentales 403

Campus central: Urb. San José s/n Umacollo. Arequipa.- Perú

[www.ucsm.edu.pe](http://www.ucsm.edu.pe)

## ESTADÍSTICA

### Resultados

#### ANOVA de Un Factor

ANOVA de Un Factor (Fisher)

	F	gl1	gl2	p
B	35.6	4	10	<.001

#### Comprobaciones de Supuestos

##### Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

	W	P
B	0.881	0.049

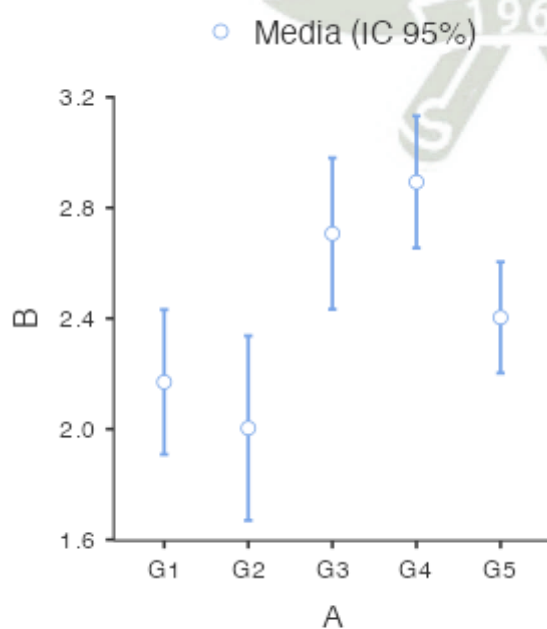
*Nota.* Un valor p bajo sugiere una violación del supuesto de normalidad

##### Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

	F	gl1	gl2	p
B	0.408	4	10	0.799

[3]

### Gráficos



## Pruebas Post Hoc

Tukey Post-Hoc Test – B

		G1	G2	G3	G4	G5
G1	Diferencia de medias	—	0.167	-0.537	-0.723	0.233
	valor p	—	0.371	<.001	<.001	0.128
G2	Diferencia de medias		—	-0.703	-0.890	-0.400
	valor p		—	<.001	<.001	0.007
G3	Diferencia de medias			—	-0.187	0.303
	valor p			—	0.276	0.037
G4	Diferencia de medias				—	0.490
	valor p				—	0.002
G5	Diferencia de medias					—
	valor p					—

## Referencias

- [1] The jamovi project (2022). *jamovi*. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- [2] R Core Team (2021). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2022-01-01).
- [3] Fox, J., & Weisberg, S. (2020). *car: Companion to Applied Regression*. [R package]. Retrieved from <https://cran.rproject.org/package=car>.

## PANEL FOTOGRÁFICO

1. **Preparación de Especímenes**, se obtuvieron 50 especímenes.



2. **Recorte de Especímenes**, de 10mm x 10mm.



3. **Desgaste con recortadora y lijas de granulación**, para la exposición de la dentina.



4. **Acondicionamiento con HCL 0.6%**, para simular el sustrato dentinario erosionado.



**5. Lavado con agua destilada a chorro.**



**6. Lavado en ultrasonido.**



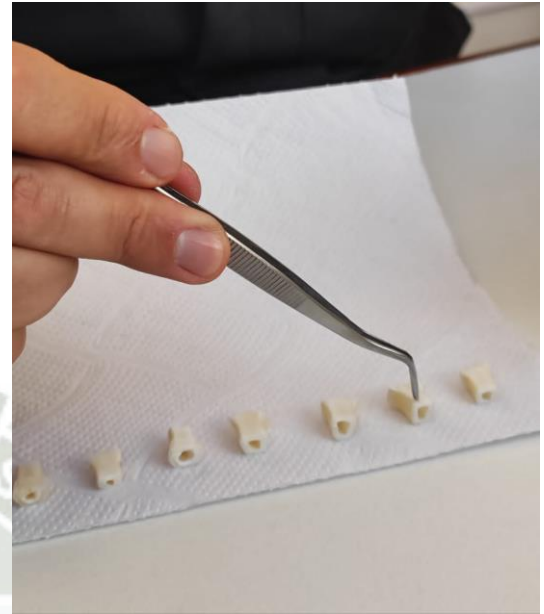
7. **Desafío Ácido - Abrasivo**, por inmersión en jugo de naranja comercial y cepillado con pasta dental abrasiva.



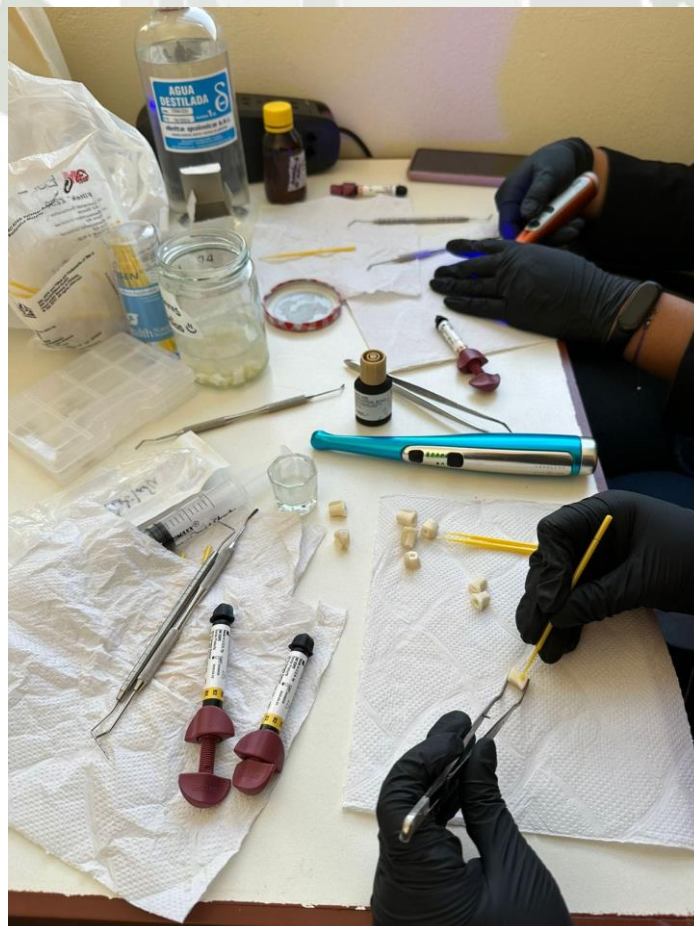
8. **División de grupos experimentales en grupos de 10.**



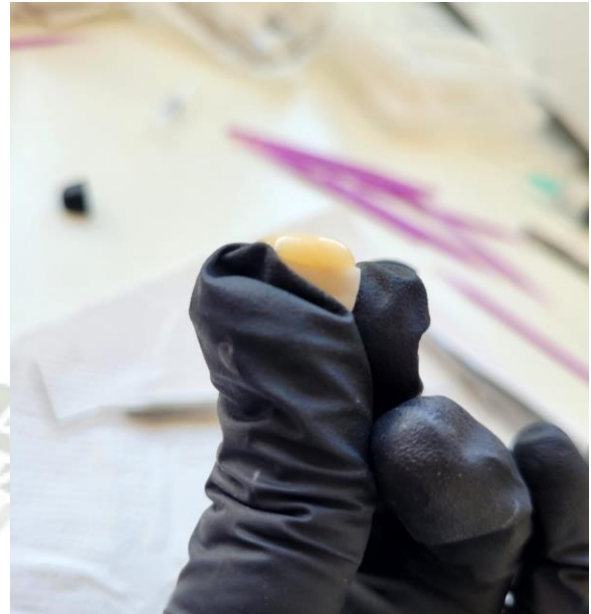
9. **Desproteinización**, con diferentes concentraciones de  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ,  $\text{NaClO}$  y Agua Destilada.



10. **Protocolo adhesivo Solare Universal Bond GC.**



11. **Confección de bloques de resina de 4mm de alto, y a cada incremento de 2mm se fotocuró.**



12. **Recorte de especímenes a la mitad, en máquina cortadora de tejido duro con refrigeración.**



### 13. Almacenamiento de especímenes hasta su evaluación

