**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

# EVALUACIÓN DE MICRODUREZA DEL ESMALTE SOMETIDO A MÉTODOS DE REDUCCIÓN INTERPROXIMAL EN DIENTES BOVINOS DESPUÉS DE APLICACIÓN DE AGENTE REMINERALIZANTE IN VITRO

**Línea de investigación:**
**Biomateriales**

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

**Autora**

Gonzales Menis, Gabriela Alejandra

**Asesora**

Aliaga Mariñas, Ana Sixtina

ORCID: 0000-0002-5635-5498

**Jurado**

Del Águila Gastelú, Elca Rocío

Chacón Gonzales, Doris Maura

Cerro Olivares, Elizabeth Sonia

**Lima - Perú**

**2026**

RECONOCIMIENTO - NO COMERCIAL - SIN OBRA DERIVADA
(CC BY-NC-ND)

# EVALUACIÓN DE MICRODUREZA DEL ESMALTE SOMETIDO A METODOS DE REDUCCION INTERPROXIMAL EN DIENTES BOVINOS DESPUES DE APLICACIÓN DE AGENTE REMINERALIZANTE IN VITRO

INFORME DE ORIGINALIDAD

| 14% | 12% | 2% | 7% |
|---|---|---|---|
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal<br>Trabajo del estudiante | 5% |
| 2 | repositorio.unfv.edu.pe<br>Fuente de Internet | 2% |
| 3 | ri.uaemex.mx<br>Fuente de Internet | 1% |
| 4 | hdl.handle.net<br>Fuente de Internet | 1% |
| 5 | Submitted to Universidad San Francisco de Quito<br>Trabajo del estudiante | 1% |
| 6 | repositorio.uladech.edu.pe<br>Fuente de Internet | <1% |
| 7 | repositorio.unfv.edu.pe:8080<br>Fuente de Internet | <1% |
| 8 | handbook.usfx.bo<br>Fuente de Internet | <1% |
| 9 | ichgcp.net<br>Fuente de Internet | <1% |
| 10 | www.coursehero.com<br>Fuente de Internet | <1% |
| 11 | www.researchgate.net<br>Fuente de Internet | <1% |
| 12 | Submitted to Universidad Privada San Juan Bautista<br>Trabajo del estudiante | <1% |
| 13 | pesquisa.bvsalud.org<br>Fuente de Internet | |

Universidad Nacional Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

# EVALUACIÓN DE MICRODUREZA DEL ESMALTE SOMETIDO A MÉTODOS DE REDUCCIÓN INTERPROXIMAL EN DIENTES BOVINOS DESPUÉS DE APLICACIÓN DE AGENTE REMINERALIZANTE IN VITRO

**Línea de Investigación:**

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista


**Autora**

Gonzales Menis, Gabriela Alejandra

ORCID: 0000-0002-2240-9902

**Asesora**

Aliaga Mariñas, Ana Sixtina

ORCID: 0000-0002-5635-5498


**Jurado**

Del Águila Gastelú, Elca Rocío

Chacón Gonzales, Doris Maura

Cerro Olivares, Elizabeth Sonia

**Lima – Perú**

**2026**

## DEDICATORIA

A mis padres, porque este logro no es mío, es nuestro.

A Janet, porque en los momentos en que dudé, nunca dejó de confiar en mí. Su apoyo constante me permitió reconocer mis capacidades y avanzar con mayor firmeza en este camino.

A Jesús, porque su calor y aliento se hicieron sentir aun en la distancia, demostrando que los kilómetros nunca fueron impedimento para estar presente, apoyarme y motivarme siempre a seguir adelante.

A mi familia, y a quienes me hicieron parte de la suya, por la estima y el reconocimiento que siempre me han brindado.

Y de manera especial, a mi tío Wilber, cuya memoria y cariño me acompañan en este logro.

**AGRADECIMIENTO**

A mis padres, por su amor incondicional, su ejemplo de esfuerzo y el apoyo constante en este proceso que me permitió alcanzar esta meta.

A mi asesora por su guía, dedicación y valioso acompañamiento.

A Mirella, por su gentil apoyo que hizo posible avanzar en la realización de este trabajo.

Asimismo, este trabajo no habría sido posible sin el aporte y la colaboración de todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso. Cada gesto, palabra y acción recibida se entrelazaron como eslabones de una misma cadena de apoyo, recordándome que la ayuda mutua y la generosidad son fundamentales en cualquier camino.

# ÍNDICE

RESUMEN ..... x

ABSTRACT ..... xi

I. INTRODUCCIÓN ..... 1

1.1. Descripción y formulación del problema ..... 2

1.2. Antecedentes ..... 3

*1.2.1. Antecedentes internacionales* ..... 3

*1.2.2. Antecedentes nacionales* ..... 6

1.3. Objetivos ..... 7

*1.3.1. Objetivo general* ..... 7

*1.3.2. Objetivos específicos* ..... 7

1.4. Justificación ..... 8

*1.4.1. Justificación teórica* ..... 8

*1.4.2. Justificación práctica* ..... 8

*1.4.3. Justificación metodológica* ..... 9

*1.4.4. Justificación social* ..... 9

1.5. Hipótesis ..... 9

II. MARCO TEÓRICO ..... 11

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación ..... 11

*2.1.1. Esmalte* ..... 11

*2.1.2. Dureza* ..... 14

*2.1.3. Reducción interproximal* ..... 16

*2.1.4. Remineralización* ..... 19

*2.1.5. Agentes remineralizantes* ..... 24

*2.1.6. Dientes bovinos en investigación* ..... 25

III. MÉTODO ..... 28
3.1. Tipo de investigación ..... 28
3.2. Ámbito temporal y espacial ..... 28
3.3. Variables ..... 28
*3.3.1. Variable independiente* ..... 28
*3.3.2. Variable dependiente* ..... 28
*3.3.3. Operacionalización de variables* ..... 29
3.4. Población y muestra ..... 30
*3.4.1. Población* ..... 30
*3.4.2 Muestra* ..... 30
*3.4.3. Criterios de selección* ..... 30
3.5. Instrumentos ..... 31
3.6. Procedimientos ..... 31
3.7. Análisis de datos ..... 34
3.8. Consideraciones éticas ..... 34
IV. RESULTADOS ..... 36
V.DISCUSIÓN DE RESULTADOS ..... 40
VI. CONCLUSIONES ..... 44
VII. RECOMENDACIONES ..... 45
VIII. REFERENCIAS ..... 46
IX. ANEXOS ..... 58
9.1. Anexo A ..... 58
*9.1.1. Matriz de consistencia* ..... 58
9.2. Anexo B ..... 60
*9.2.1. Distribución de muestras* ..... 60

9.3. Anexo C ..... 61

*9.3.1. Ficha de recolección de datos* ..... 61

9.4. Anexo D ..... 62

*9.4.1. Acta de aprobación de proyecto de investigación* ..... 62

9.5. Anexo E ..... 63

*9.5.1. Carta de presentación al taller-clínica de Operatoria* ..... 63

9.6. Anexo F ..... 64

*9.6.1. Carta de presentación laboratorio HTL* ..... 64

9.7. Anexo G ..... 65

*9.7.1. Constancia de ejecución* ..... 65

9.8. Anexo H ..... 66

*9.8.1. Prueba piloto* ..... 66

9.9. Anexo I ..... 69

*9.9.1. Cálculo del número muestral con el programa G*power* ..... 69

9.10. Anexo J ..... 70

*9.10.1. Requisito para aplicación de pruebas paramétricas* ..... 70

9.11. Anexo K ..... 73

*9.11.1. Informe de resultados de ensayo de microdureza* ..... 73

9.12. Anexo L ..... 77

*9.12.1. Ficha técnica fresas* ..... 77

9.13. Anexo M ..... 78

*9.13.1. Ficha técnica discos de pulido* ..... 78

9.14. Anexo N ..... 80

*9.14.1. Ficha técnica tiras abrasivas* ..... 80

9.15. Anexo Ñ ..... 81

*9.15.1. Ficha técnica VOCO Profuorid Varnish* ..... 81

9.16. Anexo O ..... 83

*9.16.1. Ficha técnica Salival* ..... 83

9.17. Anexo P ..... 84

*9.17.1. Procedimientos* ..... 84

# ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1.** Microdureza del esmalte (VHN), según método de desgaste y momento……...……35

**Tabla 2.** Comparaciones de microdureza del esmalte (VHN) entre momentos dentro de cada método de reducción interproximal, basadas en medias marginales estimadas……..…36

# ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** Cambios de la microdureza del esmalte (VHN) según método de reducción interproximal……37

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la microdureza del esmalte bovino sometido a reducción interproximal con fresas mosquito, discos y tiras abrasivos, antes y después de la aplicación de VOCO Profluorid® Varnish, in vitro. **Método:** Estudio cuantitativo, experimental, analítico y transversal. Cuarenta y cinco especímenes de esmalte bovino fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupos (n=15) según el método de reducción interproximal: fresas mosquito, discos abrasivos y tiras abrasivas. La microdureza se midió con prueba Vickers en tres momentos: antes de la reducción, después de la reducción y tras la aplicación del barniz fluorado. Los datos se analizaron mediante pruebas estadísticas con un nivel de significancia de $p<0,05$. **Resultados:** La microdureza disminuyó significativamente tras la reducción interproximal en los tres grupos. La aplicación del barniz generó una recuperación parcial de la microdureza sin alcanzar los valores basales. La reducción interproximal realizada con los discos abrasivos mostró mayores valores de microdureza del esmalte, seguida por las tiras abrasivas y finalmente las fresas mosquito. **Conclusiones:** La reducción interproximal produjo pérdida significativa de microdureza en el esmalte bovino, mientras que la aplicación de VOCO Profluorid® Varnish permitió una recuperación parcial. Los discos abrasivos mostraron el mejor desempeño en la preservación de la microdureza en comparación con las tiras y fresas.


*Palabras clave:* reducción interproximal, microdureza, barniz fluorado, remineralización

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the microhardness of bovine enamel subjected to interproximal reduction with mosquito burs, abrasive discs, and abrasive strips, before and after the application of VOCO Profluorid® Varnish, in vitro. **Method:** A quantitative, experimental, analytical, and cross-sectional study was conducted. Forty-five bovine enamel specimens were randomly distributed into three groups (n=15) according to the interproximal reduction method: mosquito burs, abrasive discs, and abrasive strips. Microhardness was measured using the Vickers test at three moments: before reduction, after reduction, and after the application of the fluoride varnish. Data was analyzed with statistical tests at a significance level of $p<0.05$. **Results:** Enamel microhardness significantly decreased after interproximal reduction in all three groups. The application of the varnish generated a partial recovery of microhardness, without reaching baseline values. Interproximal reduction performed with abrasive discs showed higher enamel microhardness values, followed by abrasive strips and finally mosquito burs. **Conclusions:** Interproximal reduction produced a significant loss of enamel microhardness, while the application of VOCO Profluorid® Varnish allowed partial recovery. Abrasive discs showed the best performance in preserving microhardness compared to strips and burs.


*Keywords:* interproximal reduction, microhardness, fluoride varnish, remineralization

# I.INTRODUCCIÓN

El apiñamiento es uno de los principales tipos de maloclusión y la razón más común por la que los pacientes solicitan tratamiento de ortodoncia. Entre los factores que contribuyen a su desarrollo se encuentran la anchura y longitud de la arcada dental, así como las dimensiones mesiodistales y las proporciones dentarias. (Singh et al., 2019)

Dado que el apiñamiento se relaciona directamente con la falta de espacio en la arcada, el análisis preciso del espacio disponible y del requerido para la alineación dentaria resulta fundamental para alcanzar un resultado terapéutico estable, especialmente en la planificación de casos en los que debe decidirse entre la extracción de premolares o un abordaje sin extracciones. (Elkholy et al., 2025) En situaciones donde se busca preservar todas las piezas dentarias, una alternativa válida es la reducción interproximal, procedimiento que consiste en la eliminación selectiva de esmalte proximal para generar espacio y facilitar el movimiento dentario. Esta técnica, introducida en la década de 1940 por Ballard, se aplica principalmente en dientes anteriores y, de manera conservadora, no debe exceder los 0,5 mm por superficie interproximal. (Alle, 2023)

Clínicamente, las técnicas de reducción interproximal más aceptadas incluyen la técnica de reducción con rotor de aire con fresas finas de carburo de tungsteno o diamante, discos recubiertos de diamante montados en la pieza de mano o en el contraángulo y tiras metálicas abrasivas manuales o accionadas por motor. (Laganá et al., 2021)

Sin embargo, la eliminación excesiva de esmalte puede comprometer la morfología y la estructura subyacente del diente, reduciendo su resistencia y exponiéndolo a grietas y fracturas. Además, las superficies rugosas resultantes favorecen la acumulación de placa y la desmineralización. (Serbanoiu et al., 2024) En este contexto, cualquier agente capaz de prevenir la pérdida de minerales y favorecer la remineralización resulta de interés. Actualmente, se investigan diversos agentes remineralizantes tras procedimientos de reducción

interproximal, aunque los resultados son controvertidos y no existe consenso definitivo. Por ello, el presente estudio propone evaluar los efectos del barniz de flúor en la remineralización del esmalte después de la reducción interproximal. (Vicente et al., 2017)

**1.1. Descripción y formulación del problema**

La reducción interproximal del esmalte, también conocida en la literatura como reducción del esmalte, stripping interdental, stripping con rotor de aire, adelgazamiento o reaproximación, abarca el proceso de eliminación selectiva del esmalte de las superficies mesiales o distales de los dientes. (Serbanoiu et al., 2024)

Si bien la reducción interproximal contribuye en la resolución del apiñamiento dental, sigue siendo una técnica invasiva que produce pérdida irreversible de estructuras dentales duras. Existen diferentes informes en la literatura con respecto a la cantidad máxima de reducción de esmalte admisible sin inducir daño permanente a los dientes y al sistema oral. (Danesh et al., 2020)

A pesar de sus beneficios clínicos en ortodoncia, algunos estudios han señalado efectos adversos sobre la superficie del esmalte, lo que ha generado controversia en la literatura. (Silvestrini et al., 2023)

La reducción del espesor del esmalte implica la eliminación de la capa aprismática externa, que es la capa protectora del esmalte con el mayor porcentaje de calcio y fosfato. Esto puede hacer que el esmalte sea sensible a la desmineralización y, por lo tanto, predisponerlo a enfermedades cariosas e hipersensibilidad dental. (Vicente et al., 2021)

La aplicación de un agente remineralizante se vuelve entonces crucial para mejorar la integridad de la superficie del esmalte. Varios productos han sido citados en la literatura por su efecto anticariogénico y remineralizante, incluido el barniz de flúor. (Mohimd et al., 2019)

Sin embargo, muy pocos estudios han evaluado su efecto y eficacia en la mejora de la integridad de las superficies reducidas a medio y largo plazo. Por ello, debemos examinar cómo reaccionan estas superficies proximales con y sin protección con flúor.

El propósito de este estudio fue evaluar la microdureza del esmalte sometido a métodos de reducción interproximal (fresas Komet® 8392, discos abrasivos Super Snap® y tiras abrasivas GC® #300) después de la aplicación de un agente remineralizante (VOCO Profluorid ®Varnish) en dientes bovinos. Por lo cual se formula la siguiente pregunta:

¿Cuál será la microdureza del esmalte sometido a diversos métodos de reducción interproximal después de la aplicación de un agente remineralizante en dientes bovinos?

## 1.2. Antecedentes

### *1.2.1. Antecedentes internacionales*

Vicente et al. (2017) realizaron un estudio en España con el objetivo de evaluar cuantitativa y cualitativamente los cambios producidos en el esmalte posterior a la reducción interproximal y sometido a ciclos de desmineralización, tras la aplicación de un barniz de flúor (VOCO Profluorid ®Varnish) y un barniz de flúor conteniendo fosfato tricálcico modificado con ácido fumárico (Clinpro™ White Varnish). Se utilizaron 69 incisivos permanentes inferiores extraídos por motivos ortodóncicos o periodontales, de los cuales se evaluaron 138 superficies dentales interproximales divididas en seis grupos experimentales. La reducción interproximal se realizó con una fresa cilíndrica de diamante bajo refrigeración por agua. En los resultados se observó que la aplicación de Profluorid después de la reducción del esmalte protegió la superficie dental contra la desmineralización, ya que el porcentaje en peso de calcio fue significativamente mayor en este grupo. Se concluyó que, de los dos barnices evaluados, Profluorid obtuvo mejores resultados y su mayor fluidez facilita su manejo al aplicarlo tras la reducción del esmalte interproximal.

Almansouri et al. (2023) realizaron un estudio en Arabia Saudita con el objetivo de evaluar el efecto del uso de diferentes agentes para proteger las superficies proximales del esmalte contra el ataque ácido después de la reducción interproximal (IPR) mediante radiografía transversal. Se utilizaron 75 superficies proximales sanas de premolares extraídos por razones ortodóncicas, a las que se les realizó IPR con tiras de diamante y posterior pulido con tiras Sof-Lex, reduciendo 300 μm de espesor de esmalte en cada superficie. Las muestras se dividieron en cinco grupos: control sin tratamiento, IPR sola, IPR + flúor(Nupro® fosfato flúor acidulado, Dentsply), IPR + infiltrante Icon (DMG) e IPR + barniz con CPP-ACP (MI varnish™, Gc). En los resultados se encontró que el barniz MI varnish mostró valores significativamente menores de pérdida mineral y profundidad de lesión en comparación con los otros grupos ($p > 0,05$). Se concluyó que el barniz MI varnish aumenta la resistencia del esmalte al ataque ácido y puede ser considerado como agente protector tras la IPR.

Mohimd et al. (2019) realizaron un estudio en Marruecos con el objetivo de evaluar la evolución de las superficies dentales proximales desprovistas de esmalte después de su exposición al ambiente bucal durante 4 meses, con y sin protección con barniz de flúor. Para ello se utilizaron 14 premolares extraídos de 6 pacientes sometidos a tratamiento ortodóncico en el departamento de ortopedia dentofacial del centro de consulta y tratamiento dental de Rabat, quienes consintieron participar en la investigación. Los dientes fueron divididos en cinco grupos: esmalte intacto, esmalte intacto con barniz de flúor y exposición oral, IPR con extracción inmediata, IPR sin barniz con exposición oral e IPR con barniz y exposición oral. El barniz utilizado fue Duraphat® (Colgate). Los resultados mostraron que las superficies sometidas a IPR presentaron irregularidades persistentes tras 4 meses de exposición en la boca, independientemente de la aplicación de flúor. Sin embargo, se concluyó que la aplicación de barniz de flúor en superficies interproximales reducidas contribuye a preservar la integridad del esmalte al favorecer la reposición parcial de minerales perdidos.

Bayram et al. (2017) realizaron un estudio en Turquía con el objetivo de investigar los efectos de la aplicación de fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio amorfo (CPP-ACP) después de la reducción interproximal en la estructura del esmalte *in vivo*. Se trabajó con 15 pacientes a quienes se les extrajeron cuatro primeros premolares como parte de su tratamiento ortodóncico. Los dientes fueron divididos en cinco grupos: sin raspado y extracción inmediata, extracción inmediata tras raspado, raspado con exposición oral durante 3 meses, aplicación de CPP-ACP (Recaldent Tooth Mousse; GC Europe) y aplicación de barniz de flúor (Bifluoride 12; Voco, Alemania). Las superficies proximales fueron tratadas con discos abrasivos Sof-Lex bajo refrigeración. En los resultados se observó que tanto el CPP-ACP como el barniz de flúor aumentaron la microdureza y favorecieron la recuperación parcial del esmalte reducido, mientras que la saliva también contribuyó al proceso remineralizante. Se concluyó que el uso de agentes remineralizantes, junto con la acción de la saliva, constituye una estrategia eficaz para mejorar las propiedades del esmalte afectado por la reducción interproximal.

Larie et al. (2023) realizaron un estudio en Irán con el objetivo de comparar la efectividad del barniz de flúor y de dos productos de flúor a base de calcio en la remineralización del esmalte de dientes primarios. Se utilizaron 36 dientes anteriores primarios, en los que se evaluó la microdureza superficial mediante la prueba de Vickers antes y después de la aplicación de los tratamientos. Los dientes se dividieron aleatoriamente en tres grupos: barniz de flúor al 5% aplicado una vez al día por 10 segundos, pasta dental Clinpro™ 5000 aplicada una vez al día durante 2 minutos y crema Remin Pro (VOCO) aplicada una vez al día durante 3 minutos, en un periodo de 28 días. Los resultados evidenciaron que la microdureza fue mayor en el grupo tratado con Clinpro, seguido por Remin Pro y, en último lugar, por el barniz de flúor. Se concluyó que la aplicación diaria de compuestos con bajo contenido de flúor y calcio puede ser tan eficaz como el uso profesional de barniz o pasta dental de alta concentración de flúor para remineralizar lesiones iniciales en esmalte de dientes primarios.

Serbanoiu et al. (2024) realizaron un estudio en Francia con el objetivo de evaluar la microdureza del esmalte después de la aplicación de distintos métodos de reducción interproximal. Se utilizaron 42 dientes permanentes humanos extraídos, distribuidos en seis grupos: control, fresas de diamante, tiras abrasivas de 90 µm, 60 µm, 40 µm, 15 µm y discos abrasivos. La microdureza fue medida mediante la prueba de Vickers. Los resultados mostraron que la reducción con fresas de diamante y tiras de 90 µm produjo una disminución significativa en la microdureza, mientras que las tiras de 15 µm y los discos abrasivos no mostraron diferencias respecto al control. Se concluyó que los métodos de IPR con abrasivos más agresivos eliminan esmalte de manera eficaz, pero a costa de una pérdida significativa de dureza superficial.

Danesh et al. (2020) realizaron un estudio en Suiza con el objetivo de evaluar y comparar la calidad de la superficie del esmalte tras la reducción interproximal con diferentes sistemas y analizar la relación entre la penetración ácida y la remineralización. Se trabajó con 65 dientes humanos extraídos, divididos en grupos según el sistema de IPR utilizado: manual con New Metal Strips, discos oscilantes, Safe-Tipped Bur Kit y Ortho-Strip. Luego, se aplicaron protocolos de desmineralización de 24 horas o ciclos alternados de desmineralización y remineralización durante 18 días. Los resultados mostraron que todos los sistemas, excepto el de fresas con punta segura Essix, redujeron la rugosidad del esmalte tras el pulido. Se concluyó que, independientemente de la técnica de IPR utilizada, los procedimientos de remineralización son esenciales para minimizar la susceptibilidad a la caries**.**

### *1.2.2. Antecedentes nacionales*

Vargas (2018) desarrolló un estudio in vitro en Trujillo teniendo como objetivo comparar la microdureza superficial del esmalte dental tras la aplicación de los barnices Duraphat® (Colgate) y Clinpro White Varnish. Para ello, se utilizaron 48 bloques de esmalte, distribuidos en tres subgrupos: un grupo control tratado con saliva artificial, un grupo tratado

con Duraphat y otro con Clinpro White Varnish. La microdureza fue evaluada a las 48 horas, 96 horas y 7 días, aplicando la prueba estadística T de Student. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los grupos tratados y el control, destacando un mayor efecto con el uso de Clinpro White Varnish. En conclusión, este barniz demostró incrementar en mayor medida la microdureza superficial del esmalte en comparación con Duraphat.

Gómez (2015) realizó un estudio in vitro en Lima con el objetivo de comparar el efecto en la microdureza del esmalte bovino tratado con Mi Varnish™ (NaF al 5%) y Duraphat® (NaF al 5%). Se utilizaron 30 bloques de esmalte de incisivos bovinos divididos en tres grupos: control con saliva artificial, Duraphat y Mi Varnish. Los especímenes fueron sometidos a un modelo de ciclos de pH para inducir lesiones de mancha blanca y posteriormente tratados con los barnices. La microdureza Vickers se midió en el tiempo basal, a las 48 horas, 7 días y 14 días. Los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos barnices en ninguno de los tiempos evaluados. Se concluyó que tanto Duraphat como Mi Varnish presentan efectos similares en la remineralización del esmalte.

## 1.3. Objetivos

### *1.3.1. Objetivo general*

- Evaluar la microdureza del esmalte sometido a métodos de reducción interproximal (fresas Komet® 8392, discos abrasivos Super Snap® y tiras abrasivas GC® #300) en dientes bovinos y el efecto sobre el esmalte tras la aplicación de un agente remineralizante (VOCO Profluorid® Varnish) in vitro.

### *1.3.2. Objetivos específicos*

- Comparar la microdureza del esmalte antes de ser sometido a reducción interproximal con fresas Komet® de grano fino “mosquito” 8392, discos abrasivos Super Snap® color negro (coarse) de 200 µm y tiras abrasivas GC® #300 (coarse) de 90 µm.

- Comparar la microdureza del esmalte después de ser sometido a reducción interproximal con fresas Komet® de grano fino “mosquito” 8392, discos abrasivos Super Snap® color negro (coarse) de 200 µm y tiras abrasivas GC® #300 (coarse) de 90 µm.

- Comparar la microdureza del esmalte después de ser sometido a remineralización con VOCO Profluorid® Varnish, según el método de reducción interproximal aplicado previamente.

- Comparar la microdureza del esmalte entre los tres momentos (antes y después de la reducción interproximal y luego de la remineralización) dentro de cada método de reducción interproximal, tomando en cuenta el tamaño del efecto.

## 1.4. Justificación

### *1.4.1. Justificación teórica*

La reducción interproximal constituye un procedimiento de uso frecuente en ortodoncia, aunque persisten controversias respecto a sus efectos sobre la integridad del esmalte. Diversos estudios demostraron que la microdureza disminuyó tras la realización de la reducción interproximal; sin embargo, la evidencia sobre la eficacia de agentes remineralizantes posteriores a este procedimiento aún fue limitada. En este sentido, el presente trabajo aportó conocimientos actualizados sobre cómo distintos métodos de reducción interproximal (fresas, discos y tiras) afectaron la microdureza y cómo la aplicación de un barniz fluorado pudo favorecer su recuperación, contribuyendo a llenar vacíos en la literatura científica.

### *1.4.2. Justificación práctica*

Los hallazgos de esta investigación ofrecen al ortodoncista información relevante acerca de cuál método de reducción interproximal preservó en mayor medida la microdureza del esmalte. Además, se destaca la necesidad de aplicar agentes remineralizantes inmediatamente después de la reducción interproximal, como el barniz fluorado VOCO

Profluorid® Varnish, con el fin de mejorar la microdureza del esmalte perdido. Estos resultados orientan la práctica clínica hacia protocolos más seguros, mejorando la toma de decisiones que reduzcan el riesgo de caries y sensibilidad postoperatoria. (Mainente et al., 2024 y Vargas, 2018)

### *1.4.3. Justificación metodológica*

El estudio se desarrolló bajo un diseño experimental in vitro, lo cual permitió controlar rigurosamente las variables y estandarizar condiciones de aplicación, almacenamiento y análisis. Se utilizaron dientes bovinos debido a que presentan características estructurales y composicionales semejantes al esmalte humano, además de su fácil acceso y homogeneidad, lo que redujo la variabilidad de la muestra. Asimismo, se empleó la prueba de microdureza Vickers, reconocida y validada internacionalmente para este tipo de investigaciones, lo que garantizó la objetividad y reproducibilidad de los resultados.

### *1.4.4. Justificación social*

La investigación tuvo relevancia al considerar que la ortodoncia es uno de los tratamientos dentales más demandados en jóvenes y adultos, y la reducción interproximal constituye un procedimiento común dentro de ella. Garantizar la seguridad y protección del esmalte durante este proceso contribuyó directamente al cuidado de la salud bucal de los pacientes. Asimismo, la aplicación de agentes remineralizantes favorecen la prevención de complicaciones, disminuyen el riesgo de caries y permiten mejorar la microdureza del esmalte, impactando de manera positiva en la calidad de vida de la población sometida a tratamientos ortodóncicos. (Mainente et al., 2024 y Vargas, 2018)

## 1.5. Hipótesis

Habrá diferencia significativa en la microdureza del esmalte dental en dientes bovinos sometidos a diferentes métodos de reducción interproximal (fresas Komet® 8392, discos

abrasivos Super Snap® y tiras abrasivas GC® #300) después de la aplicación del agente remineralizante (VOCO Profluorid ®Varnish) en un estudio in vitro.

# II. MARCO TEÓRICO

## 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

### *2.1.1. Esmalte*

**2.1.1.1. Estructura del esmalte.** El esmalte dental es el componente acelular de las piezas dentarias, considerado uno de los más duros y resistentes de nuestro organismo. Esta estructura está compuesta por millones de prismas adamantinos con un complejo altamente mineralizado, desde la conocida unión o conexión amelodentinaria al exterior hallado en contacto con el medio oral. El esmalte, embriológicamente deriva del ectodermo del epitelio bucal, siendo secretado por los ameloblastos, quienes sufren un proceso de maduración hasta su etapa secretora y posterior lisis mediante la apoptosis, por lo que, se puede decir que no hay secreción nueva de esmalte luego de la erupción dentaria. (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2002)

El esmalte se caracteriza por su alta dureza, esto debido a su composición, con un 95% de matriz inorgánica y un 0.36% de componente inorgánico, destacando también su unidad básica funcional conocido como prisma adamantino o del esmalte, constituido por cristales de hidroxiapatita. La hidroxiapatita del esmalte se encuentra distribuida empaquetadas, de mayor tamaño y densidad, siendo susceptibles a los efectos de diferentes ácidos generando un proceso de desmineralización. (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2002)

Luego de la erupción dentaria el esmalte puede sufrir un proceso madurativo secundario, mejorando la resistencia a procesos de desmineralización causados comúnmente por lesiones cariosas. La maduración del esmalte es un proceso dado por el depósito continuo de minerales en los poros hallados en la circunferencia de los prismas del esmalte y los que van dentro de ellos, todo generado en función del medo oral. (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2002)

**2.1.1.2. Composición del esmalte.** Se compone químicamente por una matriz orgánica (1-2%), matriz inorgánica (95%) y agua (3-5%).

***A. Matriz orgánica.*** El compuesto orgánico es el de mayor importancia dado a su naturaleza proteica y de multiagregados polipéptidos. Algunas de las proteínas más importantes halladas en el esmalte son: amelogeninas, enamelinas, ameloblástinas, tuftelina y proteínas séricas, las cuales interactúan e influyen en las distintas fases del esmalte. (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2002)

***B. Matriz inorgánica.*** Constituida principalmente por minerales cálcicos como el fosfato y carbonato o las sales minerales como los sulfatos, carbonatos, y oligoelemnetos como hierro, flúor, potasio, manganeso, cobre, entre otros. (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2002)

En la superficie del esmalte se encuentran dos elementos principales, los cuales son el flúor y carbonatos. La función esencial del flúor es incorporarse a los cristales incrementando la resistencia ácida, por el contrario, una mayor concentración de carbonatos genera una mayor susceptibilidad. (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2002)

Se tiene diversas maneras de obtener flúor para el esmalte. En primer lugar, debido a factores biológicos, como el flúor en agua o alimentos. De forma secundaria, tenemos a la forma clínica, hallada en pastas dentales, geles fluorados, barniz, entre otros. (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2002)

Los iones de flúor tienen el potencial de sustituir a los grupos hidroxilo (HO-1) encontrados en los cristales de hidroxiapatita, transformándolo en cristales de flúorhidroxiapatita, generando una mayor resistencia e insolubilidad a la acción ácida bacteriana y por tal motivo, más resistente ante lesiones de caries dental. (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2002)

***C. Agua.*** En la parte más externa e interna de los cristales se encuentra una capa llamada de iones y compuestos absorbidos. En esta zona, algunos de los iones pueden intercambiarse: por ejemplo, el calcio ($Ca^{2+}$) puede ser reemplazado por sodio ($Na^{+}$), magnesio ($Mg^{2+}$) o incluso por el ion hidronio ($H_3O^{+}$), mientras que el ion hidroxilo ($OH^{-}$) puede ser sustituido por flúor ($F^{-}$), cloro ($Cl^{-}$) u otros. (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2002)

**2.1.1.3. Propiedades físicas.** El esmalte dental tiene estas propiedades.

***A. Dureza.*** Se refiere a la resistencia superficial de una sustancia que sufre cambios y/o deformaciones causadas por la presión. (Ayvar y Vilca, 2023)

***B. Elasticidad.*** Posee agua y sustancias orgánicas. Por lo tanto, se considera un tejido frágil y susceptible a micro y macro fractura debido a una falta de soporte dentinario elástico. (Ayvar y Vilca, 2023)

***C. Color y transparencia.*** Es un traslúcido que puede ser blanco, amarillento o grisáceo, dependiente de las estructuras subyacentes internas, en mayor medida la dentina. (Ayvar y Vilca, 2023)

***D. Permeabilidad.*** Debido a que los marcadores radioactivos y radioisótopos funcionan como una membrana semipermeable, permiten que el agua y los iones se propaguen en el medio bucal. (Ayvar y Vilca, 2023)

***E. Radiopacidad.*** Una aureola blanquecina y áreas afectadas por caries detectables son sus características radiográficas principales. La radiopacidad ha disminuido. (Ayvar y Vilca, 2023)

**2.1.1.4. Amelogénesis.** Es el proceso de formación del componente adamantino, desarrollado histológica y morfológicamente. Los ameloblastos son las células encargadas de formar y mineralizar el esmalte dental. Su función principal es producir la matriz del esmalte y participar en la generación de cristales de hidroxiapatita, que le otorgan dureza y resistencia a esta estructura. (Priyadarshini et al., 2013)

Este proceso se da inicialmente con el desarrollo de la lámina dura en la sexta semana de vida intrauterina, en donde la lámina sufre cambios al plegarse y penetrar en la mesénquima, continuando con las etapas de desarrollo embriológico dentario conocidos como yema, caperuza y campana, los cuales generan la formación de la corona dental. En la etapa de yema o brote, se encuentra una lámina dental como un ligero abultamiento de forma discal. Este ligero contacto entre yema y tejido mesenquimático dan origen a la papila dental. La diferenciación histológica empieza en la etapa de caperuza, ya que, se logra tener el pronunciamiento del órgano dental epitelial, la papila dentaria y saco dental. Posteriormente en la etapa de campana se dan los cambios que establecen los patrones coronarios como el número de cúspides, depresiones y surcos, además de la diferenciación celular tanto de ameloblastos como de odontoblastos. Destacando de esta forma que la papila dental formará la dentina y la pulpa, por otro lado, el saco dental dará origen al cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar propio. (Pindoria et al., 2016)

### *2.1.2. Dureza*

**2.1.2.1. Definición de dureza.** Es la propiedad de resistencia de un cuerpo o materia frente a eventos físicos externos como rayaduras, abrasión y hendiduras, incluyendo las modificaciones flexurales, contra la curvatura permanente y la deformación en el ejercicio de la fuerza. En el ámbito odontológico esta propiedad se usa mucho para la evaluación de piezas dentarias y la resistencia que este ofrece, de la misma manera de los biomateriales usualmente utilizados en la restauración, evaluado mediante pruebas de muescas o indentaciones. (Molaasadolah et al., 2017)

Fredrich Mohs en 1812 detalló de forma inicial una metodología cualitativa en donde menciona que, para determinar la dureza de un material, es necesario que se cumpla lo siguiente, dónde un material duro siempre tiende a rayar un material más blando. (Luo y Kitchen, 2023)

Esta propiedad depende en gran medida de la ductilidad y la resistencia del material, y suele estar relacionada de manera directa con la dureza. Así, un material duro tiende a ser también fuerte; sin embargo, no siempre ocurre lo contrario, ya que un material fuerte no necesariamente presenta una alta dureza. (Anusavice, 1998)

**2.1.2.2. Tipos de dureza.** En odontología se tiene diversas formas para hallar la dureza de un material, los métodos más comunes son las pruebas de: Barcol, Brinell, Rockwell, Shore, Vickers y Knoop. Teniendo en cuenta que las pruebas de Knoop y Vickers son utilizadas para la evaluación de microdureza y las pruebas Brinell y Rockwell como pruebas de macrodureza, por lo que es importante conocer el material a estudiar y el objetivo de nuestro estudio. (Anusavice, 1998)

***A. La prueba de dureza Vickers.*** La prueba se lleva a cabo utilizando un indentador de diamante con forma de pirámide de base cuadrada. En su vértice, los lados opuestos se unen formando un ángulo de 136°, mientras que los bordes alcanzan 148° y las caras 68°. Esta metodología se emplea para evaluar tanto macrodureza como microdureza, aunque en este último caso las cargas aplicadas son mucho menores, generalmente inferiores a 0,2 kgf. (Luo y Kitchen, 2023)

La indentación es de forma cuadrangular, obteniendo el resultado mediante la división de la carga entre el área de indentación, a su vez, se realiza la medición de diagonales y se realiza un promedio de estas. La prueba de Vickers es ideal al evaluar materiales dentales y estructuras dentarias. (Anusavice, 1998)

***B. La prueba de dureza Knoop.*** Este método utiliza un indentador de forma diamantada piramidal, con las aristas longitudinales formando un ángulo de 172,5 grados y las transversales de 130 grados, por lo que, la muesca termina con forma romboidal. (Macchi, 1988)

En la prueba de Knoop, la dureza se calcula dividiendo la carga aplicada entre el área proyectada de la huella. Al retirar el penetrador, la forma alargada del indentador provoca una

leve recuperación elástica, que se nota principalmente en la diagonal más corta de la marca. Por ello, solo este eje menor se ve afectado por la relajación. Una de las ventajas de este método es que los resultados no dependen de la ductilidad del material, lo que permite evaluar con precisión tanto materiales muy duros como otros de gran suavidad. (Anusavice, 1998)

**2.1.2.3. Microdureza.** A diferencia de la dureza convencional, la microdureza se evalúa utilizando escalas más pequeñas. En este caso, pruebas como la de Knoop o la de Vickers aplican cargas inferiores a 9.8 N, lo que genera huellas diminutas con una profundidad que no supera los 19 μm. Gracias a ello, es posible medir la dureza en zonas muy específicas, incluso en materiales delgados o en regiones reducidas de un objeto. (Anusavice, 1998)

Es importante elegir correctamente el método con el que se va a trabajar, ya que estos no son equivalentes entre sí y las indicaciones son dependientes de los objetivos del investigador. (Macchi, 1988)

Esta propiedad está comúnmente asociada con la durabilidad de las obturaciones dentales, además, que es una de las pruebas físicas in vitro de mayor uso para predecir la resistencia al desgaste, sobre todo, de las fuerzas masticatorias. (Strini et al., 2022)

La microdureza también se emplea para la evaluación de grado de conversión de los monómeros a polímeros, esto debido a que, a mayor matriz inorgánica y mayor grado de conversión, se puede encontrar una mayor dureza superficial, lo cual puede ser un indicativo de mejores resultados. (Husain et al., 2022)

La microdureza de las resinas compuestas está determinada por varios factores. Entre los más importantes se encuentran la técnica y la calidad del pulido realizado, la composición química de la matriz orgánica, el tipo y la distribución de las partículas de relleno, así como el envejecimiento que experimentan al estar en contacto con agua u otros medios que pueden alterar sus propiedades. (Jafarpour et al., 2022)

### *2.1.3. Reducción interproximal*

**2.1.3.1. Generalidades.** Conocido también como stripping, es la acción desde el enfoque odontológico- ortodóntico en el que se realiza una reducción de tejido adamantino de una o más piezas dentales, en su sector mesio-distal, con el fin de conseguir espacio, esto debe realizarse de manera controlada, siempre y cuando se requiera y no exista otra opción. Otras maneras de llamar este procedimiento son: Desgaste interproximal, recontorneado interproximal, remodelación interproximal, reducción interproximal, desgaste interdentario o ameloplastia. (Pindoria et al., 2016)

La técnica de stripping interproximal se utiliza con frecuencia en ortodoncia para lograr un mejor alineamiento de las piezas dentarias dentro del arco. Consiste en eliminar una mínima cantidad de esmalte en la zona de contacto entre los dientes, lo que permite ganar espacio y facilitar el "encaje" correcto. Este desgaste controlado del esmalte puede realizarse mediante fresas, limas o discos, según lo requiera el caso clínico. (Meneses y Botero, 2014)

**2.1.3.2. Métodos para la reducción interproximal.** Se consideran los siguientes materiales.

***A. Tiras abrasivas.*** Las tiras abrasivas son instrumentos de superficie diamantada, semejantes a las lijas, que pueden ser bioactivas o monoactivas. Se utilizan manualmente mediante movimientos oscilantes de vaivén, de vestibular a lingual o palatino, preferentemente en un campo seco para evitar la pérdida de efectividad por contacto con la humedad. (Bedoya y Mariaca, 2014)

Las tiras abrasivas metálicas, como las GC New Metal Strips, están recubiertas con partículas de óxido de aluminio mediante un proceso electro-galvanizado, lo que le otorga flexibilidad y resistencia al desgaste. Se presentan en diversas granulometrías (mesh): #200 (~140 µm, extra coarse/coarse), #300 (~90 µm, coarse), #600 (~70 µm, medium) y #1000 (~50 µm, fine). Asimismo, están disponibles en distintos anchos (2,6 mm, 3,3 mm y 4,0 mm) y en

presentaciones de 12 piezas, lo que brinda versatilidad para procedimientos de reducción y acabado interproximal. (GC Corporation, 2019)

***B. Fresas de Diamante.*** Las fresas diamantadas se emplean con piezas de alta velocidad y abundante irrigación, lo que reduce la generación de calor, previene la hiperemia pulpar y facilita la eliminación de detritus. (Lapenaite y Lopatiene, 2014)

Se fabrican en diversas formas y granulometrías, identificadas por códigos de color (negro: extra grueso; verde: grueso; azul: medio; rojo: fino; amarillo: extrafino; blanco: ultrafino). Entre ellas, las fresas tipo "mosquito", como el modelo Komet® 8392 (Komet, Lemgo, Alemania), de grano fino, código rojo, diámetro activo Ø 016 (1,6 mm) y longitud de corte de 5 mm, se utilizan con frecuencia en procedimientos conservadores de reducción interproximal, pues permiten precisión y control en espacios reducidos. Estas fresas están diseñadas para funcionar en un rango de velocidad de 20.000 a 450.000 rpm, garantizando eficacia y seguridad en el corte. (Komet Dental, 2023)

***C. Discos.*** Los discos se emplean en odontología para la reducción interproximal, el contorneado y el acabado de superficies dentarias. Se fabrican en diversos materiales, principalmente carburo de silicio, óxido de aluminio o diamante, siendo estos últimos los de mayor resistencia al desgaste y durabilidad. Su uso requiere precaución, ya que una aplicación inadecuada puede generar superficies rugosas o escalones gingivales que favorezcan la acumulación de placa y el deterioro estético de la superficie dental. (Butrus y Chawshli, 2023)

El rendimiento de los discos también depende del tipo de mandril utilizado. Los mandriles de plástico ofrecen mayor flexibilidad y seguridad, pero solo admiten un número limitado de revoluciones por minuto, por lo que se recomienda emplearlos a bajas velocidades para evitar fracturas. En contraste, los mandriles metálicos permiten trabajar a un rango más amplio de rpm, lo que incrementa su eficiencia en el corte y la conformación, aunque generan mayor rigidez durante el procedimiento. La elección entre mandril plástico o metálico debe

considerar tanto la etapa del procedimiento como la seguridad y el control operatorio. (Shofu Inc., 2014)

Entre los sistemas más utilizados destacan los Super-Snap® (Shofu Inc., Japón), diseñados sin centro metálico para evitar marcas en la superficie dental. Estos discos, altamente flexibles, permiten acceder a zonas interproximales de difícil alcance y se presentan en dos tamaños (12 mm y 8 mm de diámetro). La gama incluye cuatro gradaciones de abrasividad, identificadas por código de color: negro (coarse), violeta (medium), verde (fine) y rojo (superfine). En cuanto a su velocidad de rotación máxima admisible, con mandril metálico alcanzan hasta 15.000 rpm, mientras que con mandril plástico se limitan a un máximo de 2.000 rpm, lo cual debe considerarse para evitar fallas en el disco o daños en la superficie dental. (Shofu Inc., 2014)

**2.1.3.3. Cantidad de reducción interproximal.** En la actualidad, se acepta ampliamente que el 50 % del esmalte proximal es la cantidad máxima que se puede eliminar sin causar riesgos dentales y periodontales. Como lo afirmó por primera vez Sheridan (1985), se puede anticipar una ganancia potencial de 2,5 mm y 6,4 mm de espacio mediante la eliminación de esmalte de cinco contactos anteriores y ocho contactos bucales en un arco respectivamente. Stroud y *et al*. (1998) estimaron que la reducción del esmalte de los premolares y molares mandibulares puede proporcionar 9,8 mm de espacio adicional. Tras la última actualización, se puede eliminar 1 mm medido (0,5 mm por superficie proximal) de los puntos de contacto de la sección bucal, mientras que la eliminación de los incisivos inferiores no debe superar los 0,75 mm en cada punto de contacto debido a las paredes proximales más delgadas. (Livas, 2013)

### *2.1.4. Remineralización*

**2.1.4.1. Concepto de desmineralización.** Los cristales del esmalte dental pueden disolverse cuando entran en contacto con ácidos orgánicos como el láctico, acético o

propiónico. Estos ácidos se forman cuando las bacterias de la placa metabolizan carbohidratos fermentables de la dieta. Una vez producidos, atraviesan la placa bacteriana y llegan hasta la superficie del esmalte, donde disminuyen el pH del entorno. Al bajar el pH, también se reduce la disponibilidad de calcio y fosfato, lo que facilita la desmineralización y, en consecuencia, la pérdida de esmalte. (Ceballos, 2014)

Durante un ataque ácido, los iones de magnesio y carbonato presentes en el esmalte dental se liberan y pasan a contribuir a la capacidad amortiguadora del medio bucal. Esta acción ocurre como respuesta a la disminución del pH ocasionada por la actividad bacteriana y la producción de ácidos, lo que afecta directamente la estabilidad de los cristales de apatita en el diente. (Ceballos, 2014)

Cuando el pH vuelve a sus valores normales o de reposo, el esmalte tiene la oportunidad de repararse. En este proceso, los iones de calcio y fosfato vuelven a integrarse a la estructura dental, favoreciendo la remineralización de los cristales previamente dañados. Este mecanismo natural permite contrarrestar, en cierta medida, los efectos de la desmineralización inicial. Sin embargo, la situación se vuelve irreversible cuando la pérdida de cristales es tan severa que provoca el colapso de la matriz proteica que sostiene la estructura del esmalte. Como consecuencia, se forma una cavidad dental. Por ello, la desmineralización se entiende como la pérdida de minerales de apatita en el esmalte y constituye el primer paso en el proceso de desarrollo de la caries dental. (Ceballos, 2014)

**2.1.4.2. Concepto de remineralización.** La remineralización es el proceso mediante el cual los dientes recuperan los minerales que han perdido, favoreciendo su reparación. Durante este mecanismo, los iones de calcio, fosfato y otros minerales que se han disuelto previamente son reemplazados por los mismos u otros iones similares, los cuales pueden provenir de la saliva, de fuentes externas o incluso de los propios tejidos mineralizados. (Ceballos, 2014)

La remineralización se produce cuando el pH de la cavidad oral se encuentra en niveles neutros. En estas condiciones, los minerales presentes en la saliva y en los fluidos bucales pueden precipitarse y depositarse en las áreas del esmalte que han sufrido desmineralización, favoreciendo así su recuperación. El proceso comienza con la deposición inicial de minerales en la superficie externa de la lesión o en sus zonas más cercanas. Con el paso del tiempo, estos minerales van penetrando hacia el interior del esmalte dañado, llegando hasta las áreas más profundas de la lesión. Inicialmente, el depósito ocurre en formas solubles, pero posteriormente se consolidan en compuestos insolubles que fortalecen la estructura dental. De esta manera, la remineralización puede entenderse como un mecanismo natural de reparación, donde los minerales reemplazan las pérdidas en las regiones parcialmente desmineralizadas del esmalte. Este proceso resulta fundamental en la prevención y control de la progresión de las lesiones de caries. (Ceballos, 2014)

***A. Saliva.*** La saliva desempeña un papel clave en la protección y reparación de los dientes, ya que contiene una solución supersaturada de calcio y fosfato que contribuye activamente al proceso de remineralización de las lesiones cariosas. Este mecanismo no solo refuerza la estructura dental dañada, sino que también ofrece un sistema de defensa natural frente a los ataques acidogénicos, permitiendo al diente resistir en cierta medida la acción desmineralizante. Además, la saliva regula y estabiliza la concentración de iones de calcio y fosfato, evitando que se produzcan depósitos excesivos en la superficie dental. Sin embargo, la cantidad y calidad de saliva pueden verse alteradas por diversos factores, como enfermedades sistémicas que afectan las glándulas salivales, determinados tratamientos médicos o el consumo de ciertos fármacos, así como por condiciones psicológicas como el miedo o la ansiedad. (Ceballos, 2014)

***B. pH crítico.*** La saliva suele mantener un pH cercano a 6.3, aunque este valor puede variar según las condiciones del ambiente bucal. Cuando se consumen hidratos de carbono

fermentables, las bacterias presentes en la placa dental los metabolizan y producen ácidos, lo que provoca una disminución del pH alrededor de los dientes. Este cambio en el equilibrio químico favorece procesos de desmineralización y, con el tiempo, puede incrementar el riesgo de caries. (Ceballos, 2014)

Por lo que, se puede concluir, que el equilibrio de desmineralización y remineralización se da de forma determinada como prevención para las piezas dentarias, teniendo en cuenta que, si el equilibrio formado se rompe, la desmineralización progresará y conducirá a un deterioro de la estructura del diente. (Ceballos, 2014)

**2.1.4.3. Mecanismos de desmineralización y remineralización.** La remineralización del esmalte es un proceso de naturaleza fisicoquímica que involucra varias etapas. Todo inicia cuando la solución bucal se encuentra sobresaturada de iones en relación con el esmalte, lo que favorece la formación de núcleos cristalinos (Moreno y Zahradnik, 1974). En esta fase, los iones comienzan a unirse y a perder moléculas de agua, generando pequeños núcleos sólidos (Simmer y Fincham, 1995). Posteriormente, estos núcleos se agrupan y precipitan en forma de cristales, ocupando las zonas del esmalte que, debido a la desmineralización, presentan mayor superficie de contacto (Cochrane et al., 2010). Finalmente, los cristales recién formados crecen en diferentes direcciones y a distintas velocidades, mediante la incorporación progresiva de iones en sus caras externas (Simmer y Fincham, 1995).

En el esmalte dental, bajo condiciones naturales con presencia de saliva y biopelícula, ocurre de manera constante un intercambio químico de iones. El metabolismo activo de las bacterias de la biopelícula genera ácidos orgánicos, como láctico, acético, propiónico, butírico y succínico, que liberan hidrogeniones ($H^+$) tanto en la biopelícula como en la saliva, reduciendo el pH al aumentar la concentración de protones (Marsh y Nyvad, 2008). Estos $H^+$ se combinan con los iones fosfato ($PO_4^{-3}$) formando compuestos como fosfatos primarios, secundarios y ácido fosfórico, mientras que los iones hidroxilo ($OH^-$) se unen a ellos para

producir agua. Como consecuencia, la disponibilidad de fosfato e hidroxilo libres disminuye bruscamente, creando un ambiente de subsaturación que promueve la salida de más iones del cristal de hidroxiapatita. Este desequilibrio provoca pérdida mineral y desmineralización, que, si se mantiene durante varios días, termina manifestándose como una lesión cariosa visible. (Buzalaf et al., 2011; Lussi et al., 2012)

El calcio ($Ca^{2+}$) liberado tras la pérdida de fosfato e hidroxilo es capturado por proteínas de la placa y la saliva, lo que reduce aún más la disponibilidad de iones necesarios para mantener la integridad de la hidroxiapatita y favorece la desmineralización. Frente a este proceso, la saliva cumple un papel protector al aportar bicarbonato ($HCO_3^-$) y fosfato, que neutralizan el exceso de protones ($H^+$) gracias a su capacidad amortiguadora, evitando así que el pH caiga demasiado. Cuando los protones disminuyen y el pH se eleva, la concentración de fosfato y de hidroxilo en formas aptas para cristalizar aumenta, lo que facilita su depósito en el esmalte y favorece la remineralización. Este mecanismo también explica por qué la presencia adicional de calcio y fosfato en la saliva reduce la velocidad de desmineralización en presencia de biopelícula. (Buzalaf et al., 2011; Lussi et al., 2012)

La estructura de la hidroxiapatita del esmalte no es estática, ya que su microporosidad permite intercambios iónicos con el medio. De esta forma, los fosfatos pueden ser sustituidos por carbonatos, el calcio por sodio y los hidroxilos por fluoruros. Estos reemplazos originan apatitas más complejas con propiedades fisicoquímicas distintas. En particular, cuando los grupos $OH^-$ son reemplazados por iones fluoruro ($F^-$), se forman cristales de flúorhidroxiapatita o fluorapatita, dependiendo del número de sustituciones. Estas variantes cristalinas presentan enlaces más estables entre sus iones, lo que incrementa su resistencia frente a los ácidos y fortalece al esmalte contra los procesos de desmineralización derivados del metabolismo bacteriano. (Buzalaf et al., 2011; Lussi et al., 2012)

Incluso cuando las concentraciones de fluoruro en la saliva son bajas, resultan más elevadas que las presentes en el esmalte, generando un estado de sobresaturación que favorece la incorporación del $F^-$ en los cristales dentales en lugar de los $OH^-$. Este reemplazo aumenta la estabilidad de los iones fosfato ($PO_4^{-3}$) y calcio ($Ca^{2+}$) en la estructura. Durante episodios de desafío cariogénico, esta sobresaturación de fluoruro en los fluidos orales promueve la formación y el mantenimiento de una capa superficial de flúorhidroxiapatita en las lesiones incipientes de caries. Con el tiempo, esta capa superficial se engrosa a expensas de la hidroxiapatita interna, actuando como una barrera protectora que limita la penetración de agentes desmineralizantes en la lesión. (Buzalaf et al., 2011; Lussi et al., 2012)

### *2.1.5. Agentes remineralizantes*

Es un agente que tiene el potencial de volver a mineralizar el tejido dental, promoviendo un proceso de recambio mineral. (Lynch y Smith, 2012)

Uno de los agentes de mayor auge y evidencia son los fluoruros, hallados comúnmente en los diferentes suplementos de higiene (Marinho et al., 2003). Desde la década de 1980 se ha establecido que el principal mecanismo por el cual el fluoruro ejerce control sobre el desarrollo de la caries es a través de su acción tópica, favoreciendo los procesos de remineralización que tienen lugar en la interfaz entre la superficie del diente y los fluidos orales. (Walsh et al., 2010)

**2.1.5.1. Flúor.** En odontología, el fluoruro se reconoce principalmente por su papel como agente remineralizante del esmalte. Al combinarse con distintos compuestos iónicos, favorece la formación de cristales más estables en la estructura dental, lo que fortalece la apatita, reduce los procesos de desmineralización y dificulta la penetración de microorganismos. (Ayvar y Vilca, 2023)

**2.1.5.2. Mecanismo de acción del fluoruro.** El fluoruro es depositado en lugares con presencia de porosidades de tamaño microscópico en la superficie adamantina, comenzando

una liberación continua sobre la placa dental, generando así un efecto regulador de pH de la placa y por ende una futura desmineralización del diente. (Mohammadi et al., 2015)

Cuando los dientes entran en contacto con altas concentraciones de flúor, por ejemplo, a través del uso de pastas dentales, barnices o geles fluorados se forman pequeños depósitos de fluoruro de calcio en la superficie del esmalte. Estos depósitos son recubiertos de manera natural por proteínas y fosfatos de la saliva, lo que los vuelve más estables y menos solubles. Así, funcionan como una reserva: cuando el pH de la boca baja, el flúor se libera y ayuda a reparar el esmalte. En cambio, cuando la exposición es más prolongada, pero en bajas cantidades, como sucede con el agua fluorada, el flúor se integra poco a poco en la estructura del diente, transformando la hidroxiapatita en fluorapatita, que es un mineral mucho más resistente a los ácidos y protege mejor frente a las caries. (Mohammadi et al., 2015)

**2.1.5.3. Barnices fluorados.** Son productos que pueden ser aplicados de forma tópica, en consulta especializada, este es un modelo de prevención específica efectivo, con la diferencia de que, a comparación de los convencionales, los barnices tienen una adherencia más prolongada y evita una acción específica, aprovechando al máximo la liberación de iones flúor. (Butrus y Chawshli, 2023)

**2.1.5.4. Profluorid.** Es un barniz a base de colofonia que contiene un 5 % de fluoruro de sodio (22,600 ppm). Su acción se basa en la interacción del ion fluoruro con el calcio presente en los túbulos dentinarios, lo que favorece la precipitación de fluoruro de calcio y asegura un sellado eficaz de los túbulos. Según reportes de uso clínico, más del 85 % de los pacientes refirieron ausencia de dolor tras la primera aplicación. Además de este sellado inmediato, el barniz forma depósitos de fluoruro de calcio sobre la superficie dental, que actúan como una barrera frente a los ataques ácidos, estimulan la remineralización y, a largo plazo, contribuyen a la formación de fluorapatita. El producto también incorpora xilitol, que no solo mejora el sabor, sino que aporta un efecto cariostático adicional. (Voco GmbH, 2020)

### *2.1.6. Dientes bovinos en investigación*

Los dientes humanos son la primera opción para realizar una investigación in vitro de materiales dentales. No obstante, su uso está limitado por diversas restricciones, principalmente debido a su dificultad en acceso, tanto en su cantidad y calidad, mencionando que muchas de las piezas extraídas provienen de pacientes con lesiones de caries dental lo que compromete su integridad y por ende la calidad de los resultados experimentales. Debido a esto obtener incisivos y, mantener la homogeneidad de la muestra resulta complicado, ya que no es posible controlar con precisión el origen de las piezas dentarias ni la edad de los dientes. (Teruel et al., 2015)

En la actualidad, los tejidos dentarios de origen humano tienen directrices estrictas en relación con la ética en investigación, además que en trabajos in vitro se requiere de un mayor número de muestras, incrementando las limitaciones metodológicas y de costos. (Laurance et al., 2011)

Las características de los dientes humanos son fundamentales cuando se busca reemplazarlos por piezas dentarias de animales en estudios de laboratorio. Cuanto mayor sea la semejanza entre ambos, más relevantes y confiables serán los resultados obtenidos en la investigación. Diversos estudios de anatomía e histoquímica han evidenciado que los dientes de los mamíferos presentan una gran similitud con los humanos, lo que los convierte en una alternativa válida para este tipo de análisis. (Fonseca et al., 2004)

En relación con los incisivos de origen bovino, algunas características resaltantes son en relación con su corona que tienen una forma trapezoidal presenta una longitud aproximada mesiodistal de 14 mm en el tercio incisal, 12 mm en el tercio medio y 10 mm en el tercio cervical. La altura cérvico-incisal alcanza alrededor de 21 mm, mientras que su grosor vestíbulo-lingual llega a 8,5 mm en la zona más ancha. (Romero, 2009)

A medida que los dientes bovinos envejecen, su estructura y funcionalidad se ven alteradas por el desgaste progresivo. A partir de los 5 años, cuando el desarrollo dentario ha finalizado, se inicia un proceso de desgaste conocido como “tabla dentaria”, donde la corona comienza a reducir su altura. Eventualmente, al desaparecer la parte de la corona en contacto con los dientes vecinos, se genera una apariencia de dientes separados. Con el tiempo, el desgaste avanza hasta consumir casi toda la corona, dejando expuestas las raíces, conocidas como estaquillas óseas, que sobresalen debido al retraimiento gingival. Este proceso de desgaste y envejecimiento es un factor clave a considerar en la selección de dientes bovinos para estudios de microdureza, ya que su similitud con los dientes humanos puede variar significativamente en función de la edad del espécimen. (Martínez et al., 2011)

Los dientes de origen bovino vienen siendo la mejor opción para estudios in vitro en odontología debido a las restricciones de trabajo con dientes humanos. (Licata et al., 2020) Estas piezas dentarias se adaptan para estudios de diferentes propiedades como la adhesión, resistencia flexural o fuerzas, debido a presentar gran similitud en su composición química, la variedad de piezas semejantes al humano, la concordancia en la edad y dieta del animal, así como el conocimiento del tiempo de extracción de las piezas dentarias. (Fröhlich et al., 2021)

**2.1.6.1. Esmalte de los dientes bovinos.** Diversos estudios han demostrado que la microdureza del esmalte bovino es comparable a la del esmalte humano. Según Weidenbach et al. (2023) hasta los 24 meses de edad, la dentina bovina mostró valores similares de microdureza, PO4/CO3 y colágeno en comparación con la dentina humana. Además, la microdureza y la relación PO4/CO3 del esmalte y la dentina de los dientes bovinos se modificaron significativamente con el aumento de la edad, especialmente a lo largo de los 24 meses. (Martínez et al., 2011)

# III. MÉTODO

## 3.1. Tipo de investigación

- Cuantitativo, ya que los resultados pueden ser medidos matemáticamente.

- Experimental, debido a que se manipulan las variables in vitro.

- Analítico y comparativo, porque se estudia y compara el efecto del agente remineralizante.

- Prospectivo, ya que los datos del estudio son recolectados mientras se desarrolla el trabajo.

- Longitudinal, dado a que la recolección de datos se ha dado en diferentes momentos.

## 3.2. Ámbito temporal y espacial

El presente estudio se desarrolló en el laboratorio de Operatoria Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal y el análisis de la microdureza se realizó en el laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C., en Lima, durante el año 2025.

## 3.3. Variables

### *3.3.1. Variable independiente*

Método de reducción interproximal utilizado y el agente remineralizante.

### *3.3.2. Variable dependiente*

Microdureza del esmalte de dientes bovinos.

### *3.3.3. Operacionalización de variables*

| Variable | Definición | Indicador | Escala | Valor |
|---|---|---|---|---|
| Microdureza superficial | Capacidad del esmalte para resistir la pérdida de continuidad de su superficie frente a rayaduras o penetración de objetos. | Lectura de microdureza antes de la reducción interproximal, después de la reducción y tras la aplicación del agente remineralizante. | Razón | Kilogramos por milímetro cuadrado ($kgf/mm^2$) |
| Reducción interproximal | Eliminación de una pequeña cantidad de esmalte de las superficies interproximales para generar espacio dental. | Método de reducción interproximal utilizado. | Nominal | -Fresas Komet® 8392<br>-Discos abrasivos Super Snap®<br>-Tiras abrasivas GC® #300 |
| Agente remineralizante | Sustancia con capacidad de promover la remineralización en la superficie del esmalte. | Presencia o ausencia del agente remineralizante | Nominal | -Sin agente remineralizante<br>-Con agente remineralizante |

## 3.4. Población y muestra

### *3.4.1. Población*

La población estuvo constituida por dientes permanentes de origen bovino, extraídos en condiciones controladas y considerados estructuralmente sanos y aptos para estudios in vitro sobre propiedades del esmalte.

### *3.4.2. Muestra*

**3.4.2.1. Muestreo.** Muestreo aleatorio simple.

**3.4.2.2. Unidad de análisis.** Un diente Bovino.

**3.4.2.3. Tamaño de muestra.** El cálculo del tamaño de muestra se realizó con el software G*Power 3.1.9.7, utilizando el procedimiento ANOVA de medidas repetidas, interacción entre factores intra e inter-grupos. El diseño contempló tres grupos independientes (fresas, discos de pulido y tiras abrasivas) y tres mediciones repetidas (antes del desgaste, después del desgaste interproximal y luego de aplicar el agente remineralizante). A partir de los datos obtenidos en un estudio piloto previo con 5 dientes por grupo, se obtuvo un eta cuadrado parcial ($\eta^2_p$) = 0.458 para el contraste cuadrático de la interacción grupo × momento, lo que sugiere un efecto sustancial. Sin embargo, para evitar una sobreestimación de la potencia estadística, se adoptó un tamaño de efecto conservador (f) = 0.25. Asimismo, se calculó una correlación media entre las tres mediciones intra-grupos (r) = 0.35, obtenida a partir de las combinaciones de las tres mediciones en el estudio piloto. Se asumió un valor de esfericidad ($\varepsilon$) = 1.0, un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ y una potencia estadística $1-\beta = 0.80$. A razón de lo anterior, el tamaño de muestra mínimo fue de 45 dientes en total (n = 15 por grupo) (Anexo H).

### *3.4.3. Criterios de selección*

**3.4.3.1. Criterios de inclusión.** Los criterios por tomar en cuenta son.

-Dientes de bovino sanos libres de lesiones cariosas, fracturas o defectos estructurales.

-Dientes de bovino con edad estimada menor a 5 años.

-Dientes de bovino sin ningún tipo de desgaste y con esmalte íntegro.

**3.4.3.2. Criterios de exclusión.** Los criterios por tomar en cuenta son.

-Dientes almacenados en condiciones inadecuadas que puedan alterar su estructura.

-Dientes con hipoplasia, hipomineralización o anomalías estructurales congénitas.

-Dientes que presenten contaminación evidente o difícil eliminación de tejidos blandos.

## 3.5. Instrumentos

- Microdurómetro Vickers (LG, modelo HV-1000, Corea)
- Calibrador SDC Measuring Gauge 5 Set (Swiss Dentacare)
- Cinta matriz metálica Hawe ™ Steel Matrix Bands (Kerr®, 6 mm x 0,03 mm)
- Fresas de diamante Komet® 8392 (fabricación alemana, Ø 016, grano fino, código rojo)
- Discos abrasivos Super Snap® (Shofu, Japón), grano grueso (negro) de 200 µm.
- Tiras abrasivas GC® (Tokio, Japón), grano de 90 µm,
- Agente remineralizante Profluorid Varnish® (VOCO GmbH, Alemania)
- Saliva artificial SALIVAL® (Lusa, Perú)
- Ficha de recolección de datos (Anexo C)

## 3.6. Procedimientos

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Operatoria Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal y en el High Technology Laboratory del ingeniero mecánico Robert Eusebio Teherán, donde se dispone de un microdurómetro Vickers (LG, modelo HV-1000, Corea) para la ejecución de la prueba de microdureza Vickers. Para acceder a dichos ambientes de trabajo, se gestionó una carta de presentación como autorización para el uso de los laboratorios correspondientes.

Para el desarrollo del presente estudio, se utilizaron 90 dientes bovinos anteriores que fueron extraídos de las mandíbulas de vacunos de entre 2 a 5 años. A estos se les realizó una profilaxis para la eliminación de tejidos blandos y el sarro, utilizando escobillas de Robinson con una pieza de mano de baja velocidad (KaVo) que operó a 5,000 revoluciones por minuto. Posteriormente, los dientes fueron enjuagados y almacenados en agua destilada (ALKOFARMA) durante 24 horas.

Tras el almacenamiento, se realizó la primera medición de microdureza del esmalte con el microdurómetro Vickers, aplicando una carga de 200 gramos durante 10 a 15 segundos en tres indentaciones por muestra, cuyos valores fueron registrados en la ficha de recolección de datos.

Para la preparación de los bloques experimentales se confeccionó una base de silicona (Isil Putty Premium®), la cual simuló el movimiento periodontal fisiológico. La silicona se adaptó a la altura del margen gingival, mientras que en la zona radicular se utilizó yeso tipo III (Elite Arti, Zhermack) con el fin de proporcionar mayor estabilidad al montaje (Bayram et al., 2017; Serbanoiu et al., 2024).

En total, se confeccionaron 45 bloques de yeso, cada uno con dos dientes bovinos en contacto. La reducción interproximal se realizó únicamente en uno de los dientes, mientras que el otro sirvió como soporte y punto de referencia durante el procedimiento.

La división de los grupos se realizó con 3 métodos de reducción interproximal, fresas Komet® 8392 de grano fino “mosquito”, discos de pulido Super Snap® color negro (coarse, 200 μm) y tiras abrasivas GC® #300 (coarse, 90 μm), por el mismo operador para garantizar la estandarización y siguiendo las pautas de los fabricantes.

Para evitar el desgaste accidental de la pieza dentaria adyacente, cuando se utilizaron las fresas Komet y los discos de pulido Super Snap® se colocó como barrera protectora una cinta matriz metálica Hawe™ Steel Matrix Bands de la marca Kerr® (6 mm de alto × 0,03 mm

de espesor). Asimismo, tanto las fresas como los discos fueron acoplados a un motor eléctrico MT2 (Woodpecker).

Para la reducción del esmalte con fresas, se usaron fresas mosquito de grano fino Komet® 8392, de fabricación alemana, con código de color rojo, diámetro activo de Ø 016 (1,6 mm) y longitud de corte (L1) de 5 mm, montadas en una pieza de mano de alta velocidad (Woodpecker) que operó a 200.000 revoluciones por minuto durante aproximadamente 20 segundos.

En el caso de los discos de pulido, se emplearon discos Super Snap® (Shofu, Kyoto, Japón), identificados con un código de color negro correspondiente a una abrasividad coarse, con una gradación de 200 μm, utilizados con una pieza de mano de baja velocidad (KaVo) a 15.000 revoluciones por minuto durante aproximadamente 3 minutos.

Para el tratamiento con tiras abrasivas, se utilizaron las de la marca GC® (Tokio, Japón), con una gradación de 90 μm y dimensiones de 135 mm × 6,0 mm, aplicadas manualmente durante 5 minutos.

Para cada muestra se empleó un instrumento de reducción interproximal nuevo, el cual fue reemplazado tras su uso con el fin de mantener su integridad y garantizar la estandarización del procedimiento. Para lograr una reducción uniforme, se efectuó una reducción interproximal de 0,5 mm, medida con el calibrador SDC Measuring Gauge 5 Set de la marca Swiss Dentacare, en la cara mesial del diente.

Al finalizar la reducción interproximal, las muestras fueron limpiadas con solución de agua destilada y posteriormente secadas con el sistema de aspersión de aire de la unidad dental.

Una vez realizada la reducción interproximal se procedió a efectuar la segunda medición de microdureza en dichas superficies, manteniendo las condiciones de carga, tiempo y número de indentaciones de la primera medición.

Luego, se aplicó el barniz remineralizante Profluorid Varnish® (VOCO GmbH, Alemania), a base de colofonia con 5% de fluoruro de sodio (NaF), equivalente a 22,600 ppm de flúor, utilizando un pincel con puntas desechable de la marca 3M ESPE para cada superficie del esmalte. Las muestras se mantuvieron durante 24 horas a temperatura ambiente y, para replicar las condiciones intraorales, se conservaron en saliva artificial SALIVAL® (Lusa, Perú). Transcurrido este tiempo, el barniz fue retirado mediante un cepillado suave con agua destilada (ALKOFARMA); las muestras se secaron con papel absorbente.

Finalmente, se realizó la tercera medición de microdureza superficial del esmalte tras la aplicación del barniz, siguiendo los mismos parámetros de las mediciones previas.

### 3.7. Análisis de datos

La data fue importada por el paquete estadístico SPSS v24.0 a partir de una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2019. Para la estadística descriptiva se usó la media, desviación estándar y el error estándar. Antes del análisis inferencial se verificaron los supuestos paramétricos: normalidad mediante la prueba de Shapiro–Wilk y esfericidad mediante la prueba de Mauchly, ambos cumplidos; la homogeneidad de varianzas entre grupos no se cumplió en las mediciones posteriores a la reducción interproximal y a la remineralización según la prueba de Levene (ver Anexo I). Dado el diseño equilibrado (quince muestras por grupo) y la esfericidad confirmada, el análisis principal se realizó con un enfoque univariante de medidas repetidas basado en medias marginales estimadas y corrección de Bonferroni. Adicionalmente, para comparar los métodos dentro de cada momento se aplicó el Anova unifactorial de Welch. Para los cambios entre momentos dentro de cada método se efectuaron comparaciones por pares sobre las medias marginales estimadas con corrección de Bonferroni. El tamaño del efecto se cuantificó mediante eta parcial al cuadrado ($\eta^2_p$) y nivel de significancia se fijó en $p<0.05$

### 3.8. Consideraciones éticas

El presente estudio contó con la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal (N.°010-01-2025). Asimismo, se destaca la originalidad y objetividad, dado que no existió conflicto de interés, o se involucró a terceros, dado a que no se mantuvo relación alguna con los proveedores de los materiales utilizados.

Las piezas dentarias bovinas empleadas procedieron de animales destinados al consumo humano, respetando las normas de trabajo bioético de trabajo con animales.

El contenido de la presente investigación fue elaborado íntegramente por la autora.

En cuanto a la autoría de la información, se respetaron los derechos correspondientes mediante citas y referencias conforme a las normas de la 7. ° edición del estilo APA.

# IV. RESULTADOS

Antes de la reducción interproximal, no hubo diferencias significativas entre la microdureza del esmalte (VHN) entre grupos, lo que confirma que todos los grupos empezaron con valores comparables.

Tras la reducción interproximal, se evidenció que las fresas mosquito (195.8 ± 59.3 VHN) disminuyeron significativamente la microdureza del esmalte frente a los discos de pulido (248.6 ± 26.2 VHN) ($p = 0.014$); sin embargo, las tiras abrasivas (228.7 ± 37.1 VHN) afectaron de forma similar la microdureza del esmalte frente a las fresas mosquito ($p = 0.184$) y los discos de pulido ($p = 0.228$). Por último, después de aplicar el agente remineralizante se evidenció el grupo sometido a discos de pulido presentó significativamente mayor microdureza que los grupos sometidos a fresas mosquito ($p = 0.020$) y tiras abrasivas ($p = 0.004$), como se muestra en la Tabla 1.

En este estudio se observó que la microdureza del esmalte disminuyó de forma significativa después de la reducción interproximal con los tres métodos ($p < 0.001$). Posteriormente, la aplicación del agente remineralizante produjo una recuperación significativa en todos los métodos ($p \leq 0.003$). Sin embargo, los valores tras la remineralización se mantuvieron por debajo de la medición basal ($p \leq 0.001$). Además, el cambio ocurrido entre momentos dentro de cada método de desgaste explica casi toda la variación de la microdureza del esmalte (89.7% en discos de pulido, 86.7% en fresas mosquito y 83.5% en tiras abrasivas), lo cual se evidencia en la Tabla 2 y Figura 1.

**Tabla 1**

*Microdureza del esmalte según método de desgaste y momento*

| Método de desgaste | n | Microdureza del esmalte (VHN) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Línea base | | IC 95% | | p* | Con reducción interproximal | | IC 95% | | p* | Con agente remineralizante | | IC 95% | | p* |
| | | Media | DE | LI | LS | | Media | DE | LI | LS | | Media | DE | LI | LS | |
| **Fresas mosquito** | 15 | 315.55 | 33.69 | 296.89 | 334.20 | | 195.83 $^{A}$ | 59.29 | 163.00 | 228.67 | | 256.27 $^{A,C}$ | 39.10 | 234.61 | 277.92 | |
| **Discos de pulido** | 15 | 330.55 | 30.13 | 313.87 | 347.24 | 0.416 | 248.57 $^{B}$ | 26.18 | 234.07 | 263.07 | 0.012* | 290.49 $^{B}$ | 22.76 | 277.88 | 303.09 | 0.003* |
| **Tiras abrasivas** | 15 | 319.34 | 32.36 | 301.42 | 337.26 | | 228.74 $^{A,B}$ | 37.14 | 208.17 | 249.31 | | 265.95 $^{C}$ | 12.39 | 259.09 | 272.81 | |

*Nota.* n: tamaño de muestra, DE: Desviación estándar, IC 95%: Intervalo de confianza al 95%, LI: Límite Inferior, LS: Límite Superior. *Basado en el Anova robusto de Welch ($p<0.05$, diferencias significativas). Letras diferentes en la misma columna indicaron diferencias significativas (A, B y C) según el post hoc de Games Howell ($p<0.05$, diferencias significativas).

**Tabla 2**

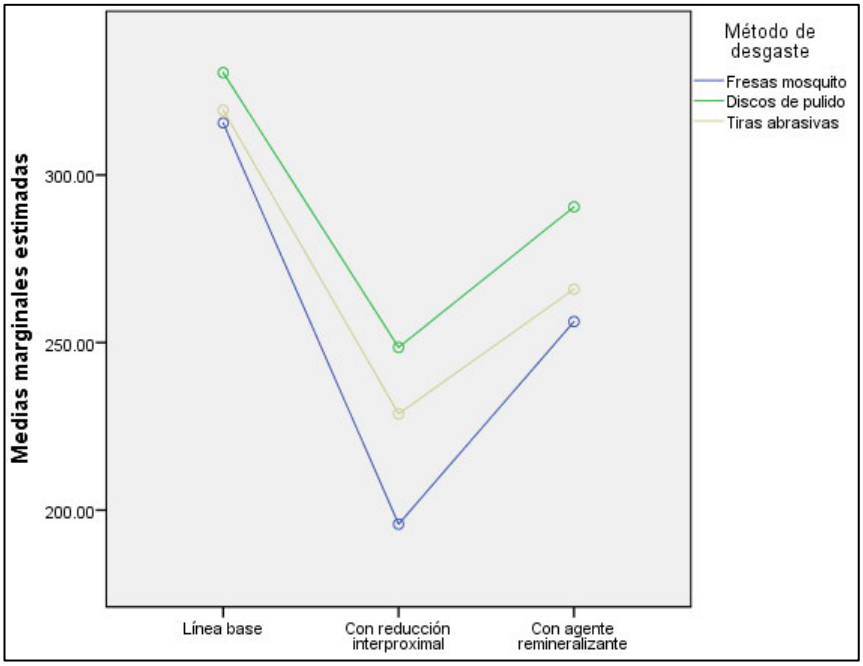
*Comparaciones de microdureza del esmalte entre momentos dentro de cada método de reducción interproximal, basadas en medias marginales estimadas*

| Método de desgaste | Momentos | | (Xi - Xf) | EE | IC 95% | | p* | $\eta^2_p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Xi | Xf | | | LI | LS | | |
| **Fresas mosquito** | Línea base | Con reducción interproximal | 119.71 | 12.58 | 85.53 | 153.90 | 0.000 | |
| | | Con agente remineralizante | 59.28 | 12.88 | 24.28 | 94.28 | 0.001 | 0.867 |
| | Con reducción interproximal | Con agente remineralizante | -60.43 | 11.86 | -92.66 | -28.21 | 0.000 | |
| **Discos de pulido** | Línea base | Con reducción interproximal | 81.98 | 7.43 | 61.79 | 102.17 | 0.000 | |
| | | Con agente remineralizante | 40.07 | 7.52 | 19.64 | 60.50 | 0.000 | 0.898 |
| | Con reducción interproximal | Con agente remineralizante | -41.91 | 8.29 | -64.45 | -19.38 | 0.001 | |
| **Tiras abrasivas** | Línea base | Con reducción interproximal | 90.60 | 11.04 | 60.58 | 120.62 | 0.000 | |
| | | Con agente remineralizante | 53.39 | 8.13 | 31.29 | 75.50 | 0.000 | 0.835 |
| | Con reducción interproximal | Con agente remineralizante | -37.21 | 8.81 | -61.15 | -13.27 | 0.003 | |

*Nota.* ($\dot{X}_i - \dot{X}f$); valores positivos indican mayor microdureza del esmalte en el momento inicial ($\dot{X}_i$) respecto al final ($\dot{X}f$). EE = error estándar; IC95% = intervalo de confianza al 95 %; p* = p ajustada por Bonferroni ($p<0.05$, diferencias significativas).

**Figura 1**

*Cambios de la microdureza del esmalte (VHN) según método de reducción interproximal*



# V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la microdureza del esmalte sometido a diferentes métodos de reducción interproximal (fresas Komet® 8392, discos abrasivos Super Snap® y tiras abrasivas GC® #300), así como determinar el efecto del barniz de flúor Profluorid Varnish® en la variación de dicha microdureza. Los resultados permiten analizar la influencia de las técnicas de reducción interproximal y del agente remineralizante sobre el esmalte, en contraste con lo reportado en la literatura.

Antes de la reducción interproximal, los valores de microdureza del esmalte fueron estadísticamente comparables entre los grupos, lo que confirma la homogeneidad de las muestras. Tras el procedimiento, se evidenció una disminución significativa de la microdureza en los tres métodos evaluados ($p < 0.001$). Los resultados mostraron que las fresas mosquito Komet® 8392 ocasionaron la mayor pérdida de microdureza (195.8 ± 59.3 VHN), seguidas por las tiras abrasivas GC® #300 (228.7 ± 37.1 VHN), mientras que los discos de pulido Super Snap® registraron los valores más altos de microdureza después de la reducción (248.6 ± 26.2 VHN). Este comportamiento confirma que, aunque todos los métodos disminuyen la microdureza del esmalte, la magnitud del efecto depende directamente del tipo de instrumento empleado. La elección de la fresa mosquito, las tiras abrasivas de 90 μm o los discos de pulido de 200 μm impacta directamente en la preservación de la microdureza, lo que resalta la importancia clínica de seleccionar técnicas menos invasivas para preservar al máximo la microdureza del esmalte.

Estos hallazgos son consistentes con lo señalado por Bayram et al. (2017) y Serbanoiu et al. (2024), quienes reportaron que la reducción interproximal disminuye significativamente la microdureza del esmalte, siendo las fresas de alta velocidad y grano fino las que generan mayor afectación frente a los discos o tiras abrasivas. Braga (2012) también observó que los métodos mecanizados, como las fresas rotatorias, producen mayor pérdida de microdureza que

las técnicas manuales. En la misma línea, Gazzani et al. (2024) confirmaron que el desgaste inducido por fresas y sistemas oscilatorios es más agresivo que el provocado por tiras manuales. Aunque algunos estudios, como el de Butrus y Chawshli (2022), reportan que la diferencia entre técnicas no siempre alcanza significancia estadística, la tendencia general coincide con lo encontrado en la presente investigación: las fresas disminuyen en mayor medida la microdureza, mientras que los discos de pulido representan una alternativa más conservadora.

Siguiendo esta perspectiva, Serbanoiu et al. (2024) señalaron que las fresas diamantadas y tiras abrasivas de 60 µm y 90 µm incrementan la afectación del esmalte, mientras que los discos de pulido de 40 µm y tiras de 15 µm, permiten preservar mejor la microdureza del esmalte. Grippaudo (2010) destacó que la acción de la fresa resulta incluso más agresiva que el desgaste manual sobre la superficie del esmalte, siendo necesario recurrir a procedimientos complementarios para reducir los efectos negativos. Nassif (2017) concluyó que el uso de tiras abrasivas constituye una técnica eficaz para remodelar la superficie proximal y preservar su forma, aunque requiere más tiempo en comparación con otros métodos. Estos aportes complementan los hallazgos del presente estudio, donde se confirma que el tipo de instrumento empleado influye directamente en la magnitud de la pérdida de microdureza.

En este punto, es importante destacar que la estandarización de los procedimientos, con reducción uniforme de 0,5 mm, uso de instrumentos nuevos y protección de la pieza dentaria adyacente con cinta matriz metálica, contribuyó a reducir posibles sesgos experimentales. Este control metodológico permite afirmar que las diferencias encontradas responden principalmente al tipo de instrumento y no a variables externas.

Respecto a la etapa de remineralización, la aplicación del barniz de flúor Profluorid Varnish® permitió una recuperación significativa de la microdureza en los tres métodos evaluados ($p \leq 0.003$). Sin embargo, los valores posteriores a la remineralización se mantuvieron por debajo de la línea basal ($p \leq 0.001$), lo que indica que, si bien el barniz

contribuye a restaurar la resistencia del esmalte, no logra devolverla completamente a los niveles iniciales. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Peng et al. (2019), quienes demostraron que la aplicación de barnices fluorados después de la IPR aumenta significativamente la microdureza, incluso más que la infiltración de resina, aunque sin alcanzar los valores preoperatorios.

De manera similar, Nuñez-Ochoa y Albites-Achata (2019) evidenciaron que barnices fluorados como Clinpro™ White Varnish y Duraphat producen un incremento significativo en la microdureza tras procesos de desmineralización artificial, sin diferencias relevantes entre ellos. Estos resultados sugieren que la eficacia de los barnices fluorados es consistente independientemente de la marca, y que el beneficio principal proviene del flúor. En nuestro estudio, Profluorid® mostró una eficacia significativa en la recuperación parcial de la microdureza, en concordancia con lo descrito en la literatura.

Otros trabajos han reforzado la importancia del flúor en la recuperación de la microdureza. Desai et al. (2021) concluyeron en un estudio in vivo que tanto la saliva como los agentes remineralizantes (flúor y xilitol) incrementaron la microdureza en superficies sometidas a IPR, aunque el flúor presentó un efecto más marcado. Radha et al. (2022) también confirmaron que, pese a la existencia de agentes combinados, el flúor sigue siendo el estándar de referencia en la recuperación de la microdureza del esmalte. En conjunto, estas evidencias respaldan los resultados obtenidos en la presente investigación, donde la aplicación de Profluorid® demostró una capacidad significativa para mejorar los valores de microdureza tras la reducción interproximal.

En cuanto a la comparación entre técnicas, después de la aplicación del agente remineralizante, el grupo tratado con discos abrasivos Super Snap® presentó valores de microdureza significativamente superiores frente a los grupos tratados con fresas Komet® 8392 y tiras abrasivas GC® #300. Este hallazgo resulta relevante, ya que indica que los discos,

además de ser menos agresivos en la reducción inicial, favorecen una mejor respuesta al proceso de remineralización. Esto coincide con lo reportado por Serbanoiu et al. (2024), quienes observaron que las diferencias en microdureza post-tratamiento dependen no solo del grano abrasivo, sino también de la técnica y condiciones de uso de cada instrumento.

En síntesis, la evidencia reunida en este estudio, junto con lo reportado en investigaciones previas, refuerza que la reducción interproximal afecta de manera significativa la microdureza del esmalte y que la magnitud de esta pérdida depende directamente del tipo de instrumento utilizado. Asimismo, la aplicación de barnices fluorados, particularmente Profluorid Varnish®, constituye una estrategia eficaz para mejorar los valores de microdureza reducidos por el procedimiento, aunque no logra restablecerlos completamente a sus niveles iniciales. Desde un enfoque clínico, estos hallazgos resaltan la importancia de seleccionar métodos de reducción que minimicen la pérdida de microdureza, como los discos de pulido, y de incluir de manera sistemática el uso de barnices fluorados en las prácticas posteriores a la IPR para optimizar la preservación de la dureza del esmalte y, en consecuencia, contar con abordajes más seguros en el tratamiento ortodóntico.

# VI.CONCLUSIONES

6.1. La microdureza del esmalte disminuyó significativamente tras la reducción interproximal realizada con fresas mosquito, discos de pulido y tiras abrasivas.

6.2. Entre los métodos de reducción, los discos de pulido preservaron mejor la microdureza, seguidos por las tiras abrasivas y, en menor medida, por las fresas mosquito.

6.3. La aplicación de Profluorid Varnish® generó una recuperación parcial de la microdureza, sin alcanzar los valores basales.

6.4. Los hallazgos respaldaron la importancia del uso de agentes remineralizantes posteriores a la reducción interproximal para minimizar la pérdida de integridad del esmalte.

# VII. RECOMENDACIONES

7.1. Se recomienda utilizar preferentemente métodos de reducción interproximal menos agresivos, como los discos de pulido, debido a su mayor preservación de la microdureza del esmalte.

7.2. Se sugiere aplicar agentes remineralizantes, como barnices fluorados, después de realizar la reducción interproximal, con el fin de disminuir la susceptibilidad del esmalte a la desmineralización.

7.3. Se aconseja evaluar nuevas alternativas remineralizantes (CPP-ACP, hidroxiapatita, biomateriales innovadores) para identificar opciones con mayor capacidad de recuperación de la microdureza.

## VIII. REFERENCIAS

Alle, U. (2023). Interproximal reduction facilitating orthodontic teeth extraction. Cureus, 15(7), e41403. https://doi.org/10.7759/cureus.41403

Almansouri, N., Bakry, A., Abbassy, M., Linjawi, A. & Hassan, A (2023). Evaluation of resin infiltration, fluoride and the biomimetic mineralization of CPP-ACP in protecting enamel after orthodontic inter-proximal enamel reduction. Biomimetics (Basel, Switzerland), 8(1), 82. https://doi.org/10.3390/biomimetics8010082

Anusavice, K. (1998). Ciencia de los Materiales Dentales de Phillips. McGraw-Hill Interamericana.

Ayvar, J. & Vilca, D (2023). Eficacia remineralizadora de Recaldent vs. barniz fluorado en lesiones de mancha blanca en esmalte in vitro - Huánuco 2023 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL.

Bayram, M., Kusgoz, A., Yesilyurt, C. & Nur, M (2017). Effects of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate application after interproximal stripping on enamel surface: An in-vivo study. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 151(1), 167-173. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.06.033

Bedoya, D. & Mariaca, P (2014). Aplicaciones y ventajas estéticas de la reducción interproximal de esmalte. Revista Nacional de Odontología, 10(18), 67-73.

Bolis, C., Härtli, G. P. & Lendenmann, U (2014). Fluoride varnishes: Is there a correlation between fluoride release and deposition on enamel? Caries Research, 48(5), 299–305. https://doi.org/10.1159/000356863

Bonetti, G. A., Incerti Parenti, S., Laino, A., Checchi, V. & Zanarini, M (2014). The effect of different stripping techniques on enamel surface: A scanning electron microscopy study. Orthodontics and Craniofacial Research, 17(1), 34–43. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.02.027

Braga, P. (2012). Estudio comparativo in vitro de la eficacia de cinco técnicas mecanizadas de desgaste dentario interproximal: Análisis con microtopografía y microscopía electrónica de barrido [Tesis doctoral, Universidade de Santiago de Compostela]. Portal de Investigación de la Universidad de Oviedo.

Butrus, D. & Chawshli, O (2023). Evaluation of the enamel nano-topography influenced by different techniques of interproximal reduction: An atomic force microscopic study. Journal of Orthodontics, 50(2), 196-204.

Buzalaf, M. A. R., Pessan, J. P., Honório, H. M. & ten Cate, J. M (2011). Mechanisms of action of fluoride for caries control. Monographs in Oral Science, 22, 97–114. https://doi.org/10.1159/000325151

Carbajulca, G. (2009). Efecto in vitro del Duraphat comparado con el flúor protector en la microdureza superficial del esmalte dental [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal].

Casimiro-Iriarte, S. A. & Chiok-Ocaña, L. R (2021). Fluoride release from varnishes exposed to commonly consumed beverages: An in vitro study. Journal of Clinical and Experimental Dentistry, 13(11), e1061–e1067.

Ceballos, A. (2014). Remineralización de lesiones incipientes de caries bajo tres protocolos preventivos en adolescentes de la telesecundaria Héroes de la Independencia [Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de México]. Toluca, México.

Cochrane, N. J., Cai, F., Huq, N. L., Burrow, M. F. & Reynolds, E. C (2010). New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. Journal of Dental Research, 89(11), 1187–1197. https://doi.org/10.1177/0022034510376046

Cochrane, N., Shen, P., Yuan, Y. & Reynolds, E (2014). Ion release from calcium and fluoride-containing dental varnishes. Australian Dental Journal, 59(1), 100-105. https://doi.org/10.1111/adj.12145

Cotrina-Peregrín, M. D., Arrieta-Blanco, P., Aragoneses-Lamas, J. M., Albaladejo Martínez, A., Lobo Galindo, A. B. & Zubizarreta-Macho, Á (2024). Novel technique of interproximal enamel reduction based on computer-aided navigation technique—An in vitro study. Journal of Personalized Medicine, 14(2), 138. https://doi.org/10.3390/jpm14020138

Danesh, G., Podstawa, P., Schwartz, C., Kirschneck, C., Bizhang, M. & Arnold, W (2020). Depth of acid penetration and enamel surface roughness associated with different methods of interproximal enamel reduction. PLoS ONE, 15(3), e0229595. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229595

De Felice, M., Nucci, L., Fiori, A., Flores-Mir, C., Perillo, L. & Grassia, V (2020). Accuracy of interproximal enamel reduction during clear aligner treatment. Progress in Orthodontics, 21(1), 28. https://doi.org/10.1186/s40510-020-00329-1

Desai, H., Yadav, P., Agrawal, S., Patel, K., Oza, M. & Kadivar, M (2021). Effect of application of remineralization agents on microhardness and surface roughness of the enamel surface after interproximal stripping: An in vivo study. Journal of Clinical and Diagnostic Research, 15(6), ZC1–ZC6.

Dias, J., Medeiros, S., Souza, M. & Cordeiro, S (2017). Influence of the extended use of desensitizing toothpastes on dentin bonding, microhardness and roughness. Brazilian Dental Journal, 28(3), 346-353. https://doi.org/10.1590/0103-6440201601292

Elkholy, F., Gerhart, C., Schmidt, F. & Lapatki, B. G (2025). Influence of dental arch width changes on the effective space required to align anterior teeth. Clinical Oral Investigations, 29(1), 295.

Elsayad, I., Sakr, A. & Badr, Y (2009). La combinación de la caseína de fosfato de calcio-fosfopéptido amorfo con fluoruro: Potencial de remineralización sinérgica de esmalte o no artificialmente desmineralizante. Biomedical Optics Express, 14(4), 123-130.

Fonseca, R., Haiter-Neto, F., Fernandes-Neto, A., Barbosa, G. & 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

Fröhlich, T., Lenzi, T., Soares, F. & 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). https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2021.102862

Gazzani, F., Bellisario, D., Fazi, L., Balboni, A., Licoccia, S., Pavoni, C., Cozza, P. & Lione, R (2024). Friction and wear behavior of a mechanical oscillating strip system used for interproximal enamel reduction: A quantitative and qualitative scanning electronic microscope evaluation. Angle Orthodontist, 94(3), 336-345. https://doi.org/10.2319/083023-590.1

GC Corporation (2019). GC New Metal Strips. Finishing & Polishing Instruments. GC Corporation. https://www.gc.dental/america/products/operatory/finishing-and-sealants/gc-new-metal-strips

Gómez, C. (2015). Comparación del efecto in vitro de la microdureza en la superficie del esmalte en bloques de dientes de bovino tratadas con Mi Varnish™ (fluoruro de sodio al 5%) y Duraphat® (fluoruro de sodio al 5%) [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC.

Gómez de Ferraris, M. E. & Campos Muñoz, A (2002). Histología y embriología bucodental (2ª ed.). Madrid, España: Médica Panamericana.

Güleç, P., Arman, A., Atakan, A. & Tunçer, N (2024). Evaluation of the consistency of two interproximal reduction methods in clear aligner therapy: A preliminary study. Turkish

Journal of Orthodontics, 37(1), 1-6. https://doi.org/10.4274/TurkJOrthod.2023.2022.158

Huanambal Tiravanti, V. A., Castañeda Vía, J. A. & Tay Chu Jon, L. Y (2020). Potencial remineralizante de una saliva sintética: Estudio in vitro. Revista Estomatológica Herediana, 30(2), 87–94.

Husain, N., Feilzer, A., Kleverlaan, C., Abou-Ayash, S. & Özcan, M (2022). Efecto del envejecimiento hidrotermal en la microdureza de polímeros convencionales y fabricados aditivamente: estudio comparativo in vitro. The Journal of Prosthetic Dentistry, 128(4), 822.e1-822.e9. https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.08.022

Jafarpour, D., Ferooz, R., Ferooz, M. & Bagheri, R (2022). Propiedades físicas y mecánicas de los compuestos de resina microhíbridos y de nanorrelleno tras el envejecimiento a base de agua. International Journal of Dentistry, 2022, 1–12. https://doi.org/10.1155/2022/7946239

Komet Dental (2023). Torpedo diamond bur 8392 [Catálogo en línea]. Komet Dental. https://www.kometdental.de

Laganá, G., Malara, A., Lione, R., Danesi, C., Meuli, S. & Cozza, P (2021). Enamel interproximal reduction during treatment with clear aligners: Digital planning versus OrthoCAD analysis. BMC Oral Health, 21, 199. https://doi.org/10.1186/s12903-021-01487-2

Lapenaite, E. & Lopatiene, K (2014). Interproximal enamel reduction as a part of orthodontic treatment. Stomatologija, 16(1), 19-24.

Laurance-Young, P., Bozec, L., Gracia, L., Rees, G., Lippert, F., Lynch, R. & Knowles, J (2011). Una revisión de la estructura de los tejidos duros dentales humanos y bovinos y sus propiedades físicas en relación con la investigación del desgaste. Journal of Dentistry, 39(4), 266–272. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.01.008

Larie, S., Salem, K. & Saati, K (2023). An in-vitro comparative study of fluoride varnish and two calcium-containing fluoride products on the remineralization of primary teeth enamel. Frontiers in Dentistry, 20(23). https://doi.org/10.18502/fid.v20i23.13167

Licata, O., Guha, U., Poplawsky, J., Aich, N. & Mazumder, B (2020). Sondeo de la heterogeneidad en la composición del esmalte bovino en diferentes longitudes de escala. Archives of Oral Biology, 112(104682). https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2020.104682

Livas, C., Baumann, T., Flury, S. & Pandis, N (2020). Quantitative evaluation of the progressive wear of powered interproximal reduction systems after repeated use: An in vitro study. Journal of Orofacial Orthopedics, 81(1), 22-29. https://doi.org/10.1007/s00056-019-00200-x

Livas, C., Jongsma, A. C. & Ren, Y (2013). Enamel reduction techniques in orthodontics: A literature review. The Open Dentistry Journal, 7, 146-151. https://doi.org/10.2174/1874210601307010146

Lynch, R. & Smith, S. (2012). Remineralization agents: ¿New and effective or just marketing hype? Advances in Dental Research, 24(2), 63–67. https://doi.org/10.1177/0022034512454295

Luo, Q. & Kitchen, M (2023). Microdureza: revisión de métodos de prueba e influencia de la microestructura y la química de la aleación. Materials, 16(3), 1117. https://doi.org/10.3390/ma16031117

Lussi, A., Hellwig, E. & Klimek, J (2012). Fluorides: Mode of action and recommendations for use. Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin, 122(11), 1030–1042.

Macchi, R. (1988). Materiales Dentales. Fundamentos para su Estudio. Editorial Médica Panamericana.

Mahmoudzadeh, M., Rezaei-Soufi, L., Farhadian, N., Jamalian, S. F., Akbarzadeh, M., Momeni, M. & Basamtabar, M (2021). Effect of $CO_2$ laser and fluoride varnish application on enamel microhardness around orthodontic brackets. Dental Press Journal of Orthodontics, 26(3), e2119133.

Mainente, M., Naves, P., Hernández de Campos, P., Rodrigues, M., Diniz, M., Zaroni, W. & Cardoso, C (2024). Inhibition of progression of incipient caries lesions with different fluoride varnishes. Brazilian Dental Journal, 35(1), 77–84.

Marinho, V. C., Higgins, J. P., Sheiham, A. & Logan, S (2003). Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2003(1), CD002278. https://doi.org/10.1002/14651858.CD002278

Márquez, G. (2014). Desgaste dentario interproximal en ortodoncia [Trabajo de grado]. http://hdl.handle.net/10872/5969

Marsh, P. & Nyvad, B (2008). The oral microflora and biofilms on teeth. En O. Fejerskov y E. Kidd (Eds.), Dental caries: The disease and its clinical management (pp. 163–185). Oxford: Blackwell.

Martínez, R., Fernández, E. N. & Abbiati, N (2011). Factores que influyen en el desgaste dental de los bovinos. Veterinaria Argentina, 28(277). www.produccion-animal.com.ar

Meneses, D. & Botero, P (2014). Aplicaciones y ventajas estéticas de la reducción interproximal de esmalte. Revista Nacional de Odontología, 10(18), 67-73. https://doi.org/10.16925/od.v10i18.723

Mestanza, R. (2020). Efectividad in vitro de cuatro agentes remineralizantes en la microdureza del esmalte [Tesis de pregrado]. Red de Repositorios Latinoamericanos.

Mohammadi, T. M., Hajizamani, A., Hajizamani, H. R. & Abolghasemi, B (2015). Fluoride varnish effect on preventing dental caries in a sample of 3–6 years old children. Journal of International Oral Health, 7(1), 30–35.

Mohimd, H., Kaaouara, Y., Azaroual, F., Zaoui, F., Bahije, L. & Benyahia, H (2019). Enamel protection after stripping procedures: An in vivo study. International Orthodontics, 17(2), 243-248. https://doi.org/10.1016/j.ortho.2019.03.007

Molaasadolah, F., Eskandarion, S., Ehsani, A. & Sanginan, M (2017). Evaluación In Vitro de la Microdureza del Esmalte tras el Blanqueamiento Dental con Peróxido de Hidrógeno. Journal of Clinical and Diagnostic Research, 11(8), ZC64–ZC66. https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/30121.10412

Moreno, E. C. & Zahradnik, R. T (1974). Chemistry of enamel subsurface demineralization in vitro. Journal of Dental Research, 53(2), 226–235. https://doi.org/10.1177/00220345740530020501

Najjaran, H., Safari, F., Valizadeh, S., Keshvad, M. A., Kharazifard, M. J. & Chiniforush, N (2020). Effect of diode laser and fluoride varnish on enamel microhardness: An in vitro study. Journal of Lasers in Medical Sciences, 11(4), 462–467.

Nuñez-Ochoa, K. J. & Albites-Achata, Ú (2019). Potencial de remineralización en premolares expuestas a dos barnices fluorados. Estudio in vitro. Kiru, 16(1), 25–31.

Peng, Y., Qian, Z., Ting, Z., Jie, F., Xiaomei, X. & Li, M (2019). Effect of resin infiltration versus fluoride varnish on improving surface conditions of enamel after interproximal reduction. Orthodontics & Craniofacial Research, 22(2), 129–135.

Pindoria, J., Fleming, P. & Sharma, P (2016). Interproximal enamel reduction in contemporary orthodontics. British Dental Journal, 221(12), 757-763.

Priyadarshini, S., Ramya, R., Ashish, S., Gautham, P., Satyanarayana, R. & Raghu, S (2013). Effect of organic versus inorganic fluoride on enamel microhardness: An in vitro study. Journal of Conservative Dentistry, 16(3), 193-196. https://doi.org/10.4103/0972-0707.111317

Radha, S., Kayalvizhi, G., Adimoulame, S., Prathima, G. S., Muthusamy, K., Ezhumalai, G. & Jagadesaan, N (2022). Comparative evaluation of remineralizing efficacy of fluoride varnish and its combinations on white spot lesions in primary teeth: A randomized clinical trial. Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry, 40(2), 143–149.

Romero, W. (2009). Influencia del grabado ácido previo en la fuerza de adhesión a esmalte de dos sistemas adhesivos de grabado total en piezas dentarias bovinas [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Cybertesis. https://hdl.handle.net/20.500.12672/626

Sadat Hashemikamangar, S., Merati, H., Valizadeh, S. & Saberi, S (2020). Effects of blue and Er:YAG lasers, fluoride varnish, and their combination on microhardness and Ca/P content of demineralized enamel. Lasers in Medical Science, 35(7), 1637–1644.

Santos, E., Yenque, J., Rojas, O. & Rosales, V (2001). Notas científicas acerca del ensayo de dureza. Revista Científica de Ingeniería, 2(4), 73-80.

Serbanoiu, D., Vartolomei, A., Ghiga, D., Moldovan, M., Sarosi, C., Petean, I. & Pacurar, M (2024). A comparative analysis of enamel surface roughness following various interproximal reduction techniques: An examination using scanning electron microscopy and atomic force microscopy. Biomedicines, 12(8), 1629.

Sheridan, J. (1985). Air rotor stripping. Journal of Clinical Orthodontics, 19(1), 43-59.

Shivananda, D. H., Ansar, W., Dinsha, A. R., Sam, G., Bharat, S., Kakti, A. & Baeshen, H. A (2023). Efficacy of various dental varnishes in preventing enamel demineralization around orthodontic brackets: An in vitro study. Journal of Clinical Dentistry, 34(2), 45–51.

Shofu Inc (2014). Super-Snap / Super-Snap X-Treme Disks [Ficha técnica del producto]. Shofu. https://www.shofu.com/en/product/super-snap-singles/

Silvestrini, F., Schiaffino, V., Signore, A., De Angelis, N., Lanteri, V. & Ugolini, A (2023). Evaluation of enamel surfaces after different techniques of interproximal enamel reduction. Journal of Functional Biomaterials, 14(2), 110. https://doi.org/10.3390/jfb14020110

Simmer, J. P. & Fincham, A. G (1995). Molecular mechanisms of dental enamel formation. Critical Reviews in Oral Biology and Medicine, 6(2), 84–108. https://doi.org/10.1177/10454411950060020601

Singh, R. R., Verma, P., Pradhan, D., Bhardwaj, R., & Kour, S (2019). Association between maxillary and mandibular apical base lengths and severity of dental crowding or spacing in Class II malocclusion subjects: An in-vitro study. Journal of Clinical and Experimental Dentistry, 11(1), e49-e54.

Strini, B., Marques, J., Pereira, R., Sobral-Souza, D., Pecorari, V., Liporoni, P. & Aguiar, F (2022). Evaluación comparativa de resinas compuestas Bulk-Fill de viscosidad media y convencional de incremento único bajo una prueba de simulación clínica. Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry, 14, 225–233. https://doi.org/10.2147/CCIDE.S376195

Stroud, J. L., English, J., & Buschang, P. H. (1998). Enamel thickness of the posterior dentition: Its implications for nonextraction treatment. *The Angle Orthodontist, 68*(2), 141–146. https://doi.org/10.1043/0003-3219(1998)068

Teruel, J., Alcolea, A., Hernández, A. & 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

Valizadeh, S., Najjaran, H., Safari, F., Merati, H., Chiniforush, N. & Keshvad, M. A (2020). Effects of lasers and fluoride varnish on microhardness and Ca/P content of demineralized enamel. Journal of Lasers in Medical Sciences, 11(1), 53–60.

Vargas, Y. (2018). Comparación in vitro del efecto de los barnices fluorados Duraphat y Clinpro White Varnish sobre la microdureza superficial del esmalte dental [Tesis de pregrado, Universidad Católica de los Ángeles de Chimbote]. Repositorio Uladech.

Varghese, E., Sansón, R. S., Thomas, A., Sam, J., Hota, S. & Sahoo, N (2019). Effect of dental varnishes on prevention of enamel demineralization adjacent to orthodontic brackets. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences, 11(Suppl 2), S213–S218.

Vicente, A., Ortiz-Ruiz, A., González-Paz, B., Martínez-Beneyto, Y. & Bravo-González, L (2021). Effectiveness of a toothpaste and a serum containing calcium silicate on protecting the enamel after interproximal reduction against demineralization. Scientific Reports, 11(1), 834. https://doi.org/10.1038/s41598-020-80844-7

Vicente, A., Ortiz-Ruiz, A., González-Paz, B., García-López, J. & Bravo-González, L (2017). Efficacy of fluoride varnishes for preventing enamel demineralization after interproximal enamel reduction: Qualitative and quantitative evaluation. PLoS ONE, 12(4), e0176389. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176389

VOCO GmbH (2020). Profluorid Varnish [Folleto informativo]. https://www.voco.dental/es/portaldata/1/resources/products/folders/es/voco-profluorid-varnish_fol_es.pdf

Vongsavan, K., Surarit, R. & Rirattanapong, P (2018). Combined Effect of xylitol and fluoride varnish on surface microhardness of bovine teeth. Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health, 49(2), 282–289.

Vongsavan, K., Surarit, R. & Rirattanapong, P (2018). The effect of fluoride varnish and xylitol-fluoride varnish on enamel demineralization: An in vitro study. Journal of International Dental and Medical Research, 11(2), 399–405.

Walsh, T., Worthington, H. V., Glenny, A. M., Appelbe, P., Marinho, V. C. & Shi, X (2010). Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries in children and adolescents. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2010(1), CD007868. https://doi.org/10.1002/14651858.CD007868

Weidenbach, F., Wermeier, J., Martini, I., Genari, B., Wemer, S. & Mezzomo, F (2023). Analysis of the distribution of microhardness mineral, and organic content of human, bovine, and ovine teeth. Odontología San Marquina, 26(3), e24730. https://doi.org/10.15381/os.v26i3.24730

# IX.ANEXOS

## 9.1. Anexo A

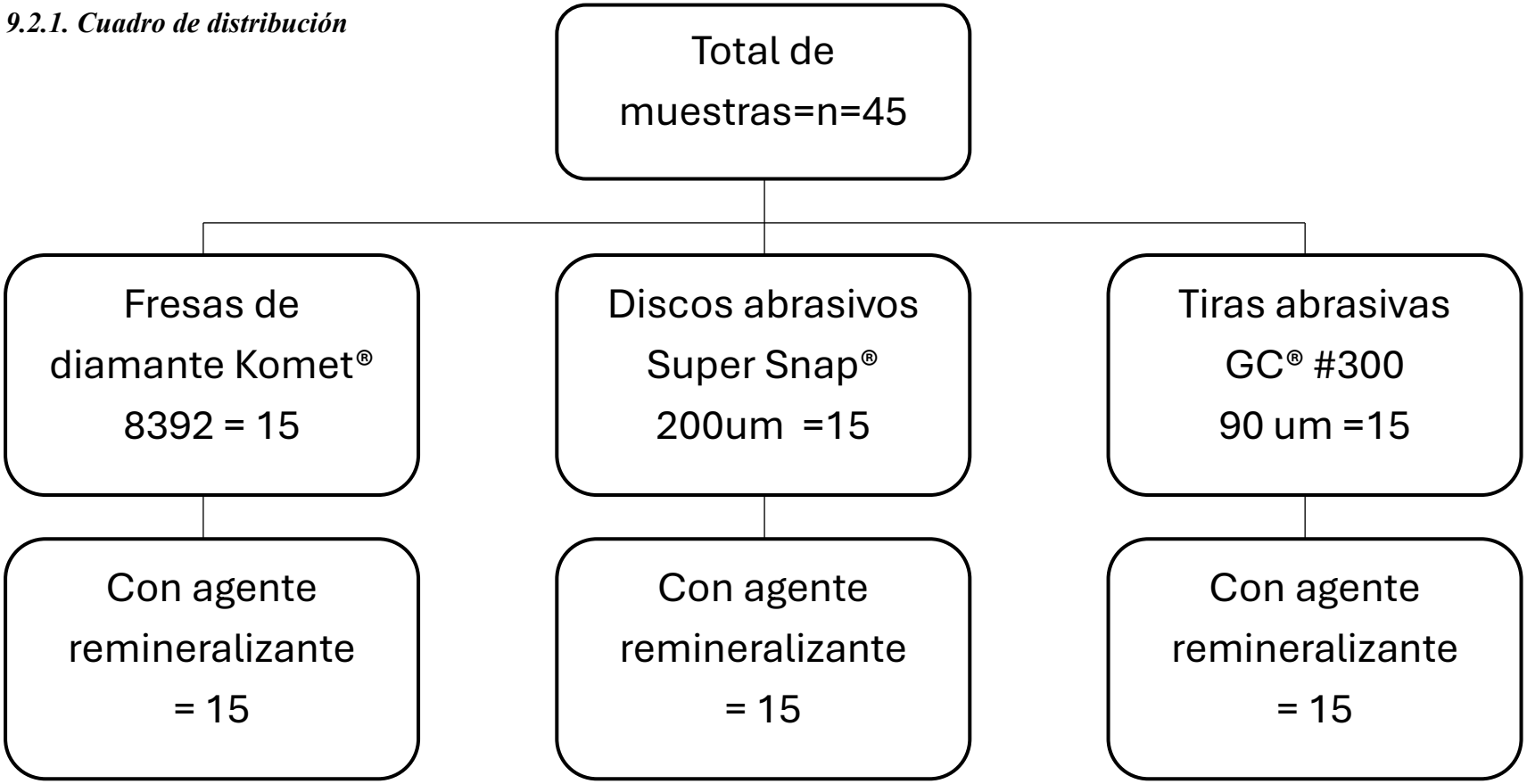
### *9.1.1. Matriz de consistencia*

| Problema | Objetivos | Hipótesis | Metodología |
|---|---|---|---|
| ¿Cuál será la microdureza del esmalte sometido a diversos métodos de reducción interproximal después de la aplicación de un agente remineralizante en dientes bovinos? | Objetivo general: Evaluar la microdureza del esmalte sometido a métodos de reducción interproximal (fresas Komet® 8392, discos abrasivos Super Snap® y tiras abrasivas GC® #300) en dientes bovinos y el efecto sobre el esmalte tras la aplicación de un agente remineralizante (VOCO Profluorid® Varnish) in vitro. | Habrá diferencia significativa en la microdureza del esmalte dental en dientes bovinos sometidos a diferentes métodos de reducción interproximal (fresas, discos y tiras) después de la aplicación del agente remineralizante (VOCO Profluorid® Varnish) in vitro. | Tipo de investigación: Cuantitativo, experimental, analítico, comparativo, prospectivo y longitudinal. Población: Dientes permanentes de origen bovino. Muestra: 45 dientes bovinos (n=15 por grupo). Técnicas: Reducción interproximal con fresas, discos y tiras; aplicación de VOCO |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Objetivos específicos:<br>- Comparar la microdureza del esmalte antes de la reducción interproximal.<br>- Comparar la microdureza después de la reducción interproximal.<br>- Comparar la microdureza después de la remineralización con VOCO Profluorid® Varnish.<br>- Comparar la microdureza entre los tres momentos dentro de cada método de reducción interproximal. | | Profluorid® Varnish.<br>Medición: Prueba de microdureza Vickers antes, después y tras remineralización. |

## 9.2. Anexo B

### *9.2.1. Cuadro de distribución*



## 9.3. Anexo C

### 9.3.1. *Ficha de recolección de datos*

| **Microdureza superficial de esmalte en dientes bovinos** | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espécimen | Grupo 1: G1-Inicial Primera toma de microdureza | | | | Espécimen | Grupo 2: G2-Intermedio Segunda toma de microdureza después de reducción interproximal | | | | Espécimen | Grupo 3: G3-Final Tercera toma de microdureza después de remineralizante | | | |
| | **P. 1 Hv** | **P. 2 Hv** | **P. 3 Hv** | **Promedio** | | **P. 1 Hv** | **P. 2 Hv** | **P. 3 Hv** | **Promedio Hv** | | **P. 1 Hv** | **P. 2 Hv** | **P. 3 Hv** | **Promedio Hv** |
| F1 | | | | | F1 | | | | | F1 | | | | |
| F2 | | | | | F2 | | | | | F2 | | | | |
| F3 | | | | | F3 | | | | | F3 | | | | |
| F4 | | | | | F4 | | | | | F4 | | | | |
| F5 | | | | | F5 | | | | | F5 | | | | |
| D6 | | | | | D6 | | | | | D6 | | | | |
| D7 | | | | | D7 | | | | | D7 | | | | |
| D8 | | | | | D8 | | | | | D8 | | | | |
| D9 | | | | | D9 | | | | | D9 | | | | |
| D10 | | | | | D10 | | | | | D10 | | | | |
| T11 | | | | | T11 | | | | | T11 | | | | |
| T12 | | | | | T12 | | | | | T12 | | | | |
| T13 | | | | | T13 | | | | | T13 | | | | |
| T14 | | | | | T14 | | | | | T14 | | | | |
| T15 | | | | | T15 | | | | | T15 | | | | |

## 9.4. Anexo D

### *9.4.1. Acta de aprobación de proyecto de investigación por el comité de ética*

Universidad Nacional
**Federico Villarreal**

**Facultad de Odontología**

*"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"*

*COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN*

*ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*

*N°010-01-2025*

*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 Garcia Rupaya en calidad de Presidenta, Dr. Daniel Augusto Alvitez Temoche en calidad de miembro y Mg. Nimia Peltroche Adrianzen 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: "EVALUACIÓN DE MICRODUREZA DEL ESMALTE SOMETIDO A METODOS DE REDUCCION INTERPROXIMAL EN DIENTES BOVINOS DESPUES DE APLICACIÓN DE AGENTE REMINERALIZANTE IN VITRO"*

*Investigador:* Bachiller GONZALES MENIS GABRIELA ALEJANDRA

*Código de inscripción:* 010-01-2025

*Proyecto de investigación: versión última de fecha 13 de enero de 2025*

*Luego de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el proyecto presentado por el bachiller Gabriela Gonzáles, 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,27 de enero de 2025*

| | | |
|---|---|---|
| *Mg. Carmen Rosa Garcia Rupaya* | *Mg. Nimia Peltroche Adrianzen* | *Dr. Daniel Alvitez Temoche* |
| *Presidenta* | *Miembro* | *Miembro* |
| *Comité de Ética en Investigación* | *Comité de Ética en Investigación* | *Comité de Ética en Investigación* |

## 9.5. Anexo E

### 9.5.1. *Carta de presentación al Taller-Clínica de Operatoria*

Universidad Nacional **FACULTAD DE**
**Federico Villarreal** **ODONTOLOGIA**
"Año de la recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

DEPARTAMENTO ACADÉMICO

*Pueblo Libre, 25 de abril de 2025.*

*OFICIO Nº 0104-2025-DA-FO-UNFV*

*Magister*
*ELCA ROCIO DEL AGUILA GASTELU*
*RESPONSABLE DEL TALLER – CLINICA DE OPERATORIA*
*Presente. -*

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

***REFERENCIA:*** *1. Carta S/N de la OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO (recibida 22/04/2025)*

*2. Racionalización Académica 2025*

---

*Es grato dirigirme a usted, para saludarla cordialmente y en atención a la racionalización académica 2025, sírvase brindar las facilidades del caso a la Bachiller en Odontología Srta.* ***GABRIELA ALEJANDRA GONZALES MENIS****, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis, Titulado:* ***«EVALUACION DE MICRODUREZA DEL ESMALTE SOMETIDO A METODO DE REDUCCION INTERPROXIMAL EN DIENTES BOVINOS DESPUES DE APLICACIÓN DE AGENTE REMINERALIZANTE 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,*

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

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

*Se adjunta Protocolo de Tesis*
*//Flor Barrera*

*cc GABRIELA ALEJANDRA GONZALES MENIS*
*Folios:36*
*NT: 031535-2025*

## 9.6. Anexo F

### *9.6.1. Carta de presentación al Laboratorio High Technology Laboratory Certificate.*

Universidad Nacional Federico Villarreal

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

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

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 21 de abril de 2025

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

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología Srta. Gabriela Alejandra Gonzales Menis, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«EVALUACIÓN DE MICRODUREZA DEL ESMALTE SOMETIDO A METODOS DE REDUCCION INTERPROXIMAL EN DIENTES BOVINOS DESPUES DE APLICACIÓN DE AGENTE REMINERALIZANTE IN VITRO»**

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

- ✓ *Realizará la medición con el microdurómetro del laboratorio*

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

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DECANO LIMA - PERU

Dr. FRANCO RAÚL MAURICIO VALENTÍN
DECANO

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Mg. JUDITH ELBIA MEDINA Y MENDOZA
JEFE
OFICINA DE GRADOS y GESTIÓN DEL EGRESADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Se adjunta: Plan de Tesis – folios (35)

030-2025
NT: 031535- 2025
JEMM/Luz V.

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.

ROBERT INACK EUSEBIO TEHERAN
JEFE DE LABORATORIO

Calle San Marcos Nº 351 – Pueblo Libre -
Correo electrónico: ogt.fo@unfv.edu.pe

Telef.: 7480888 - 8335

## 9.7. Anexo G

### 9.7.1. *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 **Srta. Gabriela Alejandra Gonzales Menis** llevó a cabo la parte operativa de su trabajo de tesis titulado: **"EVALUACIÓN DE MICRODUREZA DEL ESMALTE SOMETIDO A MÉTODO DE REDUCCIÓN INTERPROXIMAL EN DIENTES BOVINOS DESPUÉS DE APLICACIÓN DE AGENTE REMINERALIZANTE IN VITRO"**, en la Clínica de Operatoria de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Dicho proceso consistió en la confección de muestras a base de dientes bovinos, reducción interproximal, así como la aplicación del agente remineralizante correspondiente. Estas actividades se llevaron a cabo en el período comprendido entre el **11 al 22 de agosto del presente.**

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada, para los fines que estime convenientes.

Lima, 10 de septiembre del 2025

ATTE.

ELCA ROCIO DEL AGUILA GASTELU
RESPONSABLE DEL TALLER
CLÍNICA DE OPERATORIA

## 9.8. Anexo H

### 9.8.1. *Prueba Piloto- Ensayo de Dureza Microvickers en Esmalte de Dientes*

HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 3

| INFORME DE ENSAYO N° | IEO-0134-2025 | Revisión N° 01 | Fecha de emisión: | 21-07-2025 |
|---|---|---|---|---|

**ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN ESMALTE DE DIENTES**

**1. DATOS DEL SOLICITANTE**

| | | |
|---|---|---|
| Nombre de tesis | : | "EVALUACIÓN DE MICRODUREZA DEL ESMALTE SOMETIDO A METODOS DE REDUCCION INTERPROXIMAL EN DIENTES BOVINOS DESPUES DE APLICACIÓN DE AGENTE REMINERALIZANTE IN VITRO" |
| Nombres y Apellidos | : | Gabriela Gonzales Menis |
| D.N.I. | : | 76873042 |
| Dirección | : | |

**2. EQUIPOS UTILIZADOS**

| Instrumento | Marca | Aproximación | Calibración |
|---|---|---|---|
| Microdurómetro Vickers Electrónico | LG - HV-1000 | 1 µm - 40X | CC-061-2024 |

Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

**3. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA**

| | | |
|---|---|---|
| Muestras de esmalte de dientes | Cantidad : Quince (15) muestras<br>Material : Esmalte de dientes de bovino<br>Grupo 1 : G1<br>Grupo 2 : G2<br>Grupo 3 : G3 | 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. |

**Información proporcionada por el solicitante.*

**4. DATOS DE ENSAYO**

| | | |
|---|---|---|
| Fecha de Recepción de muestras | 08 de Julio del 2025 | Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de calidad de la entidad que lo produce. |
| Analista asignado | RET | |
| Condiciones de la muestra | -- | |
| Fecha de Ensayo | 08 de Julio del 2025 al 21 de Julio del 2025 | |
| Lugar de Ensayo | HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.<br>Jr. Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima. | |

**5. CONDICIONES DE ENSAYO**

| | Inicial | Final |
|---|---|---|
| Temperatura | 18.0 °C | 18.0 °C |
| Humedad Relativa | 81.0 %HR | 81.0 %HR |

El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.

**6. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO**

El ensayo se realizó bajo la siguiente Norma:

| NORMA | DESCRIPCIÓN | CAPITULO/NUMERAL |
|---|---|---|
| ASTME384-17 | Método de prueba estándar para la dureza de materiales por microindentación | -- |

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

| INFORME DE ENSAYO N° | IEO-0134-2025 | Revisión N° 01 | Fecha de emisión: | 21-07-2025 |
|---|---|---|---|---|

7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE MICRODUREZA VICKERS

| Grupo 1: G1- Inicial | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Espécimen | Carga de Ensayo g (N) | Punto 1 Hv (Kg/mm2) | Punto 2 Hv (Kg/mm2) | Punto 3 Hv (Kg/mm2) | Promedio Hv (Kg/mm2) |
| 1 | 200 (1.96133) | 379.1 | 380.1 | 376.7 | 378.6 |
| 2 | | 307.9 | 309.9 | 316.1 | 311.3 |
| 3 | | 356.6 | 358.6 | 360.8 | 358.7 |
| 4 | | 286.7 | 287.0 | 281.0 | 284.9 |
| 5 | | 385.9 | 371.9 | 355.4 | 371.1 |
| 6 | | 385.9 | 361.0 | 365.0 | 370.6 |
| 7 | | 335.4 | 335.8 | 385.9 | 352.4 |
| 8 | | 325.6 | 345.6 | 390.1 | 353.8 |
| 9 | | 298.4 | 298.4 | 282.8 | 293.2 |
| 10 | | 307.1 | 312.1 | 292.2 | 303.8 |
| 11 | | 300.6 | 289.9 | 298.4 | 296.3 |
| 12 | | 376.6 | 323.2 | 323.2 | 341.0 |
| 13 | | 340.5 | 339.7 | 343.8 | 341.3 |
| 14 | | 385.9 | 364.0 | 330.4 | 360.1 |
| 15 | | 325.6 | 345.9 | 362.2 | 344.6 |

| Grupo 2: G2 Intermedio | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Espécimen | Carga de Ensayo g (N) | Punto 1 Hv (Kg/mm2) | Punto 2 Hv (Kg/mm2) | Punto 3 Hv (Kg/mm2) | Promedio Hv (Kg/mm2) |
| 1 | 200 (1.96133) | 240.7 | 294.3 | 259.5 | 264.8 |
| 2 | | 245.8 | 226.1 | 239.1 | 237.0 |
| 3 | | 205.3 | 256.8 | 228.7 | 230.3 |
| 4 | | 177.2 | 180.4 | 193.3 | 183.6 |
| 5 | | 185.2 | 187.2 | 196.5 | 189.6 |
| 6 | | 294.3 | 289.7 | 264.0 | 282.7 |
| 7 | | 290.2 | 243.8 | 245.5 | 259.8 |
| 8 | | 240.7 | 256.8 | 240.7 | 246.1 |
| 9 | | 256.8 | 253.0 | 249.3 | 253.0 |
| 10 | | 260.2 | 240.7 | 255.8 | 252.2 |
| 11 | | 237.7 | 254.2 | 254.2 | 248.7 |
| 12 | | 280.1 | 271.4 | 269.6 | 273.7 |
| 13 | | 250.2 | 258.1 | 255.0 | 254.4 |
| 14 | | 294.0 | 291.3 | 298.0 | 294.4 |
| 15 | | 233.1 | 240.9 | 232.8 | 235.6 |

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

| INFORME DE ENSAYO N° | IEO-0134-2025 | Revisión N° 01 | Fecha de emisión: | 21-07-2025 |
|---|---|---|---|---|

| Grupo 3: G3 - Final | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Espécimen | Carga de Ensayo g (N) | Punto 1 Hv (Kg/mm2) | Punto 2 Hv (Kg/mm2) | Punto 3 Hv (Kg/mm2) | Promedio Hv (Kg/mm2) |
| 1 | 200 (1.96133) | 274.0 | 273.8 | 283.3 | 277.0 |
| 2 | | 270.8 | 281.5 | 298.4 | 283.6 |
| 3 | | 251.8 | 264.1 | 290.8 | 268.9 |
| 4 | | 264.3 | 268.5 | 302.7 | 278.5 |
| 5 | | 179.2 | 195.1 | 189.7 | 188.0 |
| 6 | | 263.3 | 262.7 | 288.1 | 271.4 |
| 7 | | 298.4 | 290.3 | 298.4 | 295.7 |
| 8 | | 275.8 | 300.6 | 302.7 | 293.0 |
| 9 | | 260.2 | 271.4 | 271.4 | 267.7 |
| 10 | | 270.9 | 245.0 | 253.8 | 256.6 |
| 11 | | 248.6 | 251.6 | 270.9 | 257.0 |
| 12 | | 240.7 | 268.9 | 247.0 | 252.2 |
| 13 | | 267.3 | 267.3 | 290.2 | 274.9 |
| 14 | | 258.5 | 283.4 | 299.7 | 280.5 |
| 15 | | 253.5 | 289.3 | 271.0 | 271.3 |

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

**ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN**
CIP: 193364
INGENIERO MECÁNICO
Jefe de Laboratorio

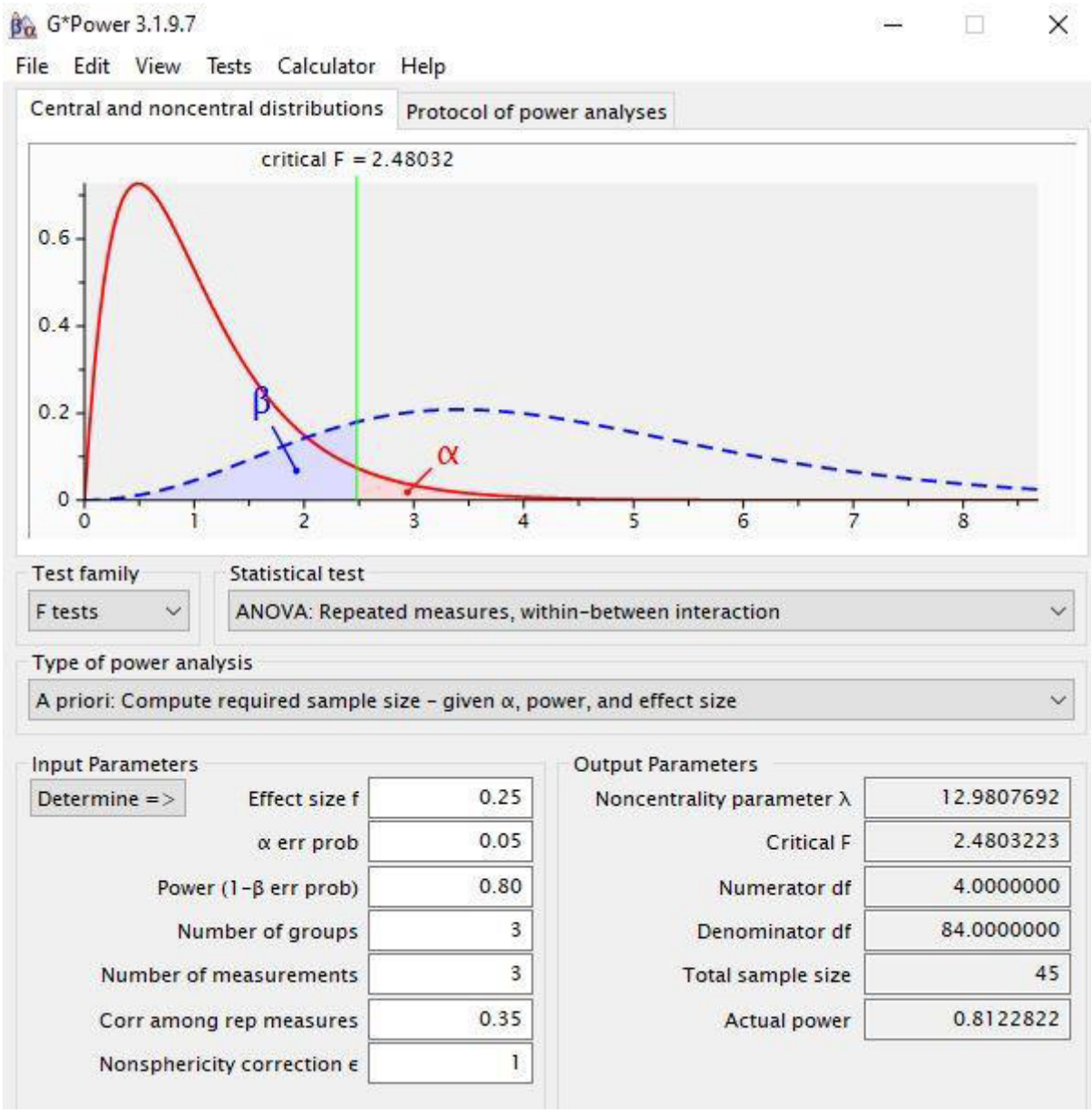
El resultado es solo valido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.

FIN DEL DOCUMENTO

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

## 9.9. Anexo I

### 9.9.1. *Cálculo del número muestral con el programa G*Power*



## 9.10. Anexo J

### *9.10.1. Requisito para aplicación de pruebas paramétricas*

Se verificó la normalidad por celda (Shapiro–Wilk, todos $p>0.05$) y la esfericidad (Mauchly $W=0.989$, $p=0.798$). La homogeneidad de varianzas entre grupos se vulneró en las medidas post-reducción interproximal y post-remineralización (Levene $p<0.01$). Dado el diseño equilibrado (n=15/grupo), se utilizó el enfoque univariante con medias marginales estimadas y ajuste de Bonferroni, considerado robusto ante heterocedasticidad moderada.

**Pruebas de normalidad**

| Grupo | | Shapiro-Wilk | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **Estadístico** | **gl** | **Sig.** |
| Control | Fresas mosquito | 0.928 | 15 | 0.256 |
| | Discos de pulido | 0.961 | 15 | 0.714 |
| | Tiras abrasivas | 0.923 | 15 | 0.212 |
| Con reducción interproximal | Fresas mosquito | 0.940 | 15 | 0.388 |
| | Discos de pulido | 0.938 | 15 | 0.363 |
| | Tiras abrasivas | 0.957 | 15 | 0.646 |
| Con agente remineralizante | Fresas mosquito | 0.955 | 15 | 0.600 |
| | Discos de pulido | 0.922 | 15 | 0.210 |
| | Tiras abrasivas | 0.948 | 15 | 0.494 |

**La prueba de cuadro de la igualdad de matrices de covarianzas[a]**

| | |
|---|---|
| M de Box | 31.454 |
| F | 2.347 |
| df1 | 12 |
| df2 | 8548.615 |
| Sig. | 0.005 |

| Grupo | W de Mauchly | Aprox. Chi-cuadrado | Gl | Sig. | Épsilon[b] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Límite inferior |
| Fresas mosquito | 0.991 | 0.122 | 2 | 0.941 | 0.991 | 1.000 | 0.500 |
| Discos de pulido | 0.979 | 0.272 | 2 | 0.873 | 0.980 | 1.000 | 0.500 |
| Tiras abrasivas | 0.852 | 2.080 | 2 | 0.353 | 0.871 | 0.985 | 0.500 |

| Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error[a] | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | F | df1 | df2 | Sig. |
| Control | 0.065 | 2 | 42 | 0.937 |
| Con reducción interproximal | 7.026 | 2 | 42 | 0.002 |
| Con agente remineralizante | 7.654 | 2 | 42 | 0.001 |

## 9.11. Anexo K

### 9.11.1. *Informe de resultados de ensayo de microdureza*

HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 4

| INFORME DE ENSAYO N° | IEO-0154-2025 | VERSIÓN N° 01 | Fecha de emisión: | 22-08-2025 |
|---|---|---|---|---|

**ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN ESMALTE DE DIENTES**

**1. DATOS DEL SOLICITANTE**

| | | |
|---|---|---|
| Nombre de tesis | : | "EVALUACIÓN DE MICRODUREZA DEL ESMALTE SOMETIDO A METODOS DE REDUCCION INTERPROXIMAL EN DIENTES BOVINOS DESPUES DE APLICACIÓN DE AGENTE REMINERALIZANTE IN VITRO" |
| Nombres y Apellidos | : | Gabriela Gonzales Menis |
| D.N.I. | : | 76873042 |
| Dirección | : | Jirón Echenique 45 B |

**2. EQUIPOS UTILIZADOS**

| Instrumento | Marca | Aproximación | Calibración |
|---|---|---|---|
| Microdurómetro Vickers Electrónico | LG - HV-1000 | 1 µm - 40X | CC-061-2024 |

Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

**3. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA**

| | | |
|---|---|---|
| Muestras de esmalte de dientes | Cantidad : Treinta (30) muestras<br>Material : Esmalte de dientes de bovino<br>Grupo 1 : G1<br>Grupo 2 : G2<br>Grupo 3 : G3<br>**Información proporcionada por el solicitante.* | 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. |

**4. DATOS DE ENSAYO**

| | | |
|---|---|---|
| Fecha de Recepción de muestras | 09 de Agosto del 2025 | Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de calidad de la entidad que lo produce. |
| Analista asignado | RET | |
| Condiciones de la muestra | -- | |
| Fecha de Ensayo | 11 de Agosto del 2025 al 22 de Agosto del 2025 | |
| Lugar de Ensayo | HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.<br>Jr. Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima. | |

**5. CONDICIONES DE ENSAYO**

| | Inicial | Final |
|---|---|---|
| Temperatura | 18.7 °C | 18.7 °C |
| Humedad Relativa | 76.0 %HR | 76.0 %HR |

El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.

**6. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO**

El ensayo se realizó bajo la siguiente Norma:

| NORMA | DESCRIPCIÓN | CAPITULO/NUMERAL |
|---|---|---|
| ASTME384-17 | Método de prueba estándar para la dureza de materiales por microindentación | -- |

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

| INFORME DE ENSAYO Nº | IEO-0154-2025 | VERSIÓN Nº 01 | Fecha de emisión: | 22-08-2025 |
|---|---|---|---|---|

## 7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE MICRODUREZA VICKERS

| Grupo 1: G1- Inicial | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Espécimen | Carga de Ensayo g (N) | Punto 1 Hv (Kg/mm2) | Punto 2 Hv (Kg/mm2) | Punto 3 Hv (Kg/mm2) | Promedio Hv (Kg/mm2) |
| 1 | 200 (1.96133) | 285.8 | 279.6 | 281.4 | 282.3 |
| 2 | | 279.6 | 268.4 | 275.6 | 275.9 |
| 3 | | 299.7 | 315.3 | 312.1 | 309.0 |
| 4 | | 343.0 | 337.0 | 341.2 | 340.4 |
| 5 | | 321.9 | 293.7 | 318.2 | 311.3 |
| 6 | | 296.7 | 317.0 | 307.9 | 307.2 |
| 7 | | 321.9 | 302.7 | 314.5 | 313.0 |
| 8 | | 289.1 | 313.4 | 296.4 | 299.6 |
| 9 | | 296.7 | 343.0 | 327.3 | 322.3 |
| 10 | | 269.1 | 269.1 | 270.6 | 269.6 |
| 11 | | 296.7 | 308.9 | 304.8 | 303.5 |
| 12 | | 366.3 | 350.8 | 351.2 | 356.1 |
| 13 | | 318.7 | 321.0 | 319..2 | 319.9 |
| 14 | | 274.0 | 279.0 | 278.5 | 277.2 |
| 15 | | 350.5 | 321.9 | 356.6 | 343.0 |
| 16 | | 328.7 | 339.4 | 332.2 | 333.4 |
| 17 | | 350.5 | 350.5 | 349.4 | 350.1 |
| 18 | | 308.9 | 317.1 | 310.2 | 312.1 |
| 19 | | 381.4 | 374.5 | 380.7 | 378.9 |
| 20 | | 335.8 | 286.7 | 308.3 | 310.3 |
| 21 | | 281.7 | 280.4 | 280.6 | 280.9 |
| 22 | | 293.7 | 315.3 | 299.9 | 303.0 |
| 23 | | 358.3 | 321.9 | 332.4 | 337.5 |
| 24 | | 350.5 | 339.7 | 341.8 | 344.0 |
| 25 | | 362.2 | 366.3 | 364.6 | 364.4 |
| 26 | | 308.9 | 343.0 | 328.1 | 326.7 |
| 27 | | 284.3 | 289.7 | 306.4 | 293.5 |
| 28 | | 259.1 | 279.6 | 261.6 | 266.8 |
| 29 | | 264.0 | 270.4 | 268.5 | 267.6 |
| 30 | | 288.0 | 358.3 | 321.0 | 322.4 |

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

| INFORME DE ENSAYO N° | IEO-0154-2025 | VERSIÓN N° 01 | Fecha de emisión: | 22-08-2025 |
|---|---|---|---|---|

| Grupo 2: G2 Intermedio | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Espécimen | Carga de Ensayo g (N) | Punto 1 Hv (Kg/mm2) | Punto 2 Hv (Kg/mm2) | Punto 3 Hv (Kg/mm2) | Promedio Hv (Kg/mm2) |
| 1 | 200 (1.96133) | 110.2 | 142.5 | 105.9 | 119.5 |
| 2 | | 63.9 | 88.7 | 98.1 | 83.6 |
| 3 | | 258.5 | 253.5 | 256.9 | 256.3 |
| 4 | | 243.8 | 231.8 | 230.1 | 235.2 |
| 5 | | 266.1 | 268.0 | 288.5 | 274.2 |
| 6 | | 109.3 | 154.1 | 164.2 | 142.5 |
| 7 | | 240.7 | 258.5 | 249.5 | 249.6 |
| 8 | | 125.1 | 130.1 | 130.1 | 128.4 |
| 9 | | 195.1 | 180.3 | 164.6 | 180.0 |
| 10 | | 160.4 | 168.9 | 159.5 | 162.9 |
| 11 | | 240.7 | 210.2 | 220.1 | 223.7 |
| 12 | | 247.0 | 251.8 | 247.0 | 248.6 |
| 13 | | 200.5 | 217.9 | 210.6 | 209.7 |
| 14 | | 250.0 | 248.4 | 259.3 | 252.6 |
| 15 | | 286.1 | 280.3 | 280.3 | 282.2 |
| 16 | | 263.7 | 284.2 | 274.5 | 274.1 |
| 17 | | 214.0 | 231.8 | 231.8 | 225.9 |
| 18 | | 223.3 | 229.7 | 221.6 | 224.9 |
| 19 | | 286.1 | 290.4 | 284.3 | 286.9 |
| 20 | | 231.8 | 187.2 | 199.5 | 206.2 |
| 21 | | 160.9 | 190.9 | 194.1 | 182.0 |
| 22 | | 177.2 | 199.5 | 185.0 | 187.2 |
| 23 | | 205.3 | 220.9 | 210.9 | 212.4 |
| 24 | | 247.0 | 253.5 | 240.3 | 246.9 |
| 25 | | 177.2 | 179.1 | 170.6 | 175.6 |
| 26 | | 189.4 | 162.6 | 164.9 | 172.3 |
| 27 | | 237.7 | 240.7 | 231.5 | 236.6 |
| 28 | | 231.8 | 215.3 | 219.5 | 222.2 |
| 29 | | 215.3 | 233.9 | 226.1 | 225.1 |
| 30 | | 278.4 | 256.8 | 256.8 | 264.0 |

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

| INFORME DE ENSAYO N° | IEO-0154-2025 | VERSIÓN N° 01 | Fecha de emisión: | 22-08-2025 |
|---|---|---|---|---|

| Grupo 3: G3 - Final | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Espécimen | Carga de Ensayo g (N) | Punto 1 Hv (Kg/mm2) | Punto 2 Hv (Kg/mm2) | Punto 3 Hv (Kg/mm2) | Promedio Hv (Kg/mm2) |
| 1 | 200 (1.96133) | 228.3 | 243.0 | 238.1 | 236.5 |
| 2 | | 220.5 | 249.5 | 239.5 | 236.5 |
| 3 | | 269.5 | 273.1 | 271.8 | 271.5 |
| 4 | | 269.1 | 287.4 | 267.5 | 274.7 |
| 5 | | 321.9 | 330.9 | 330.9 | 327.9 |
| 6 | | 186.8 | 193.1 | 190.1 | 190.0 |
| 7 | | 259.3 | 269.7 | 248.6 | 259.2 |
| 8 | | 216.7 | 213.1 | 216.7 | 215.5 |
| 9 | | 328.7 | 256.7 | 315.9 | 300.4 |
| 10 | | 281.0 | 200.8 | 225.5 | 235.8 |
| 11 | | 249.7 | 229.5 | 259.6 | 246.3 |
| 12 | | 318.6 | 311.1 | 299.8 | 309.8 |
| 13 | | 315.3 | 321.9 | 315.3 | 317.5 |
| 14 | | 321.9 | 296.9 | 288.0 | 302.3 |
| 15 | | 311.3 | 323.9 | 319.3 | 318.2 |
| 16 | | 290.5 | 289.0 | 299.3 | 292.9 |
| 17 | | 296.7 | 310.4 | 305.1 | 304.1 |
| 18 | | 254.3 | 274.3 | 284.9 | 271.2 |
| 19 | | 315.3 | 321.8 | 310.3 | 315.8 |
| 20 | | 325.8 | 269.1 | 289.4 | 294.8 |
| 21 | | 238.5 | 245.3 | 236.5 | 240.1 |
| 22 | | 254.3 | 259.1 | 258.6 | 257.3 |
| 23 | | 249.7 | 302.7 | 247.4 | 266.6 |
| 24 | | 270.8 | 274.3 | 256.5 | 267.2 |
| 25 | | 282.4 | 260.9 | 276.1 | 273.1 |
| 26 | | 258.0 | 233.1 | 278.6 | 256.6 |
| 27 | | 260.6 | 250.4 | 254.5 | 255.2 |
| 28 | | 286.8 | 262.7 | 273.0 | 274.2 |
| 29 | | 288.3 | 270.5 | 279.8 | 279.5 |
| 30 | | 269.7 | 279.1 | 301.7 | 283.5 |

HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

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

HTL
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.

## 9.12. Anexo L

### 9.12.1. *Ficha Técnica Fresas*

## Detalles del producto

| | |
|---|---|
| Nombre del producto: | 8392.FG.016 unidad de embalaje 5 |
| Solicitud: | Reducción interproximal (IPR) |
| Tamaño: | 016 |
| Tamaño Ø: | 016 1/10 mm |
| L1 en mm: | 5,0 milímetros |
| Velocidad máxima: | 450.000 |
| Unidad de embalaje: | 5 |

## 9.13. Anexo M

### 9.13.1. *Ficha Técnica Discos*

es

LEER CUIDADOSAMENTE ANTES DE USAR

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Super-Snap es un sistema de discos desechables de 4 pasos, fácil de usar y coordinado por colores, con una parte central sin metal, que ha sido diseñado para el contorneado, acabado y pulido de todo tipo de resinas estéticas directas (de microrrelleno, microhíbridas, nano y nanohíbridas). Hay disponibles mandriles de metal y de plástico diseñados para Super-Snap.

## INDICACIONES DE USO

Contorneado, acabado y pulido de todo tipo de resinas estéticas directas

## PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS

1. No use mandriles de metal dañados, defectuosos o desgastados, por ejemplo, con corrosión o con la superficie degradada por el uso repetido.
2. Use mascarilla y gafas protectoras cuando utilice piezas de mano.
3. Evite el contacto con los tejidos blandos para evitar lesiones durante su uso.
4. Los discos Super-Snap y los mandriles de plástico están diseñados para un solo uso. Después de usarlos, deseche los discos Super-Snap y el mandril de plástico de acuerdo con el protocolo de eliminación de residuos de su clínica.
5. No use este producto para otros fines distintos de los especificados en las presentes instrucciones de uso.
6. El producto está destinado para uso exclusivo por profesionales de la odontología.

## INSTRUCCIONES DE USO

1. Seleccione el abrasivo adecuado para cada caso, Super-Snap negro o Super-Snap violeta, para eliminar el exceso de material de restauración y conferir la forma deseada a la pieza dental. Cuando utilice los discos Super-Snap, monte bien el disco en su mandril Super-Snap.
2. Inserte el mango completamente en la cabeza de la pieza de mano (micromotor), según las instrucciones del fabricante. Compruebe que funciona perfectamente antes de usarlo en el paciente.
3. Aplique una presión uniforme y constante para el acabado y una presión ligera para el pulido. El movimiento de los discos en una sola dirección evita la formación de arañazos secundarios y de un escalón visible en la unión entre la restauración y el diente.
   - Para obtener unos resultados óptimos, siga la secuencia recomendada de acabado y pulido con los discos codificados por colores. Reducir o saltarse los pasos recomendados puede comprometer la calidad del pulido final obtenido.
   - Durante el procedimiento, use aspiración o el eyector de saliva para eliminar la humedad y los restos. Use mascarilla y gafas protectoras mientras usa el producto.
   - Evite exceder la velocidad máxima admisible.

| Nombre del producto | Velocidad de rotación máxima admisible | Pulverizador de agua |
|---|---|---|
| Discos Super-Snap con mandril de metal | 15.000 $min^{-1}$ | No |
| Discos Super-Snap con mandril de plástico | 5.000 $min^{-1}$ | No |

4. Limpie los restos que queden en la superficie de la restauración después de cada paso de acabado o pulido.
5. Después de usar el mandril de metal, elimine inmediatamente cualquier contaminación. Después desinféctelo y esterilícelo. Deseche los discos Super-Snap y el mandril de plástico después de cada uso.

## CONSERVACIÓN Y ESTERILIZACIÓN

Los discos y mandriles Super-Snap deben almacenarse alejados de la luz solar directa, la humedad y los productos químicos o vapores corrosivos. Esterilice los mandriles de metal Super-Snap antes de usarlos.
Para reutilizarlos después del uso, elimine inmediatamente cualquier contaminación en una lavadora desinfectadora y, a continuación, esterilícelos.

(Autoclave)

| Nombre del producto | Tipo de ciclo | Temperatura | Tiempo de exposición | Tiempo de secado |
|---|---|---|---|---|
| Mandril de metal Super-Snap | Prevacío 3 veces | 134 °C | 3'00'' | 10'00'' |

## 9.14. Anexo N

### 9.14.1. *Ficha Técnica Tiras*

Antes de usar, lea detenidamente las instrucciones de uso. ES

# NEW METAL STRIPS

TIRAS DE ACABADO PARA ESPACIOS INTERPROXIMALES

Sólo para uso de profesionales de la odontología en las indicaciones recomendadas.

**INDICACIONES RECOMENDADAS**
1. Para el acabado de superficies interproximales de obturaciones.
2. Separación entre dientes.
3. Preparación de dientes pilares.

**INSTRUCCIONES DE USO**
a) Seleccione el espesor adecuado.
b) Inserte entre los dientes.
c) Tire hacia atrás y adelante aplicando una ligera presión.

**Notas**
1. NEW METAL STRIPS tienen bordes afilados. Utilice guantes para proteger las manos y tenga cuidado de no lesionar los tejidos orales del paciente, la cara… etc.
2. Pueden reutilizarse. Limpie en un aparato de ultrasonido o esterilizar en un autoclave o de forma química.

**TIPOS**
1. # 200 malla (roja); # 300 malla (azul); # 600 malla (verde); # 1000 malla (amarilla).
2. Ancho - A (2.6 mm); B (3.3 mm); C (4.0 mm)
   Largo - 133 mm.
3. Espesor - # 200 (140 µm); # 300 (90 µm); # 600 (70 µm); # 1000 (50 µm).

**PRESENTACION**
1. Todas las mallas iguales – Caja de 12 tiras (4 unidades de 3 anchos distintos: A, B y C)
2. Todas las mallas iguales – Caja de 12 tiras (12 unidades – todas del mismo ancho)
3. Surtido – Caja de 12 tiras (1 unidad de cada ancho y de cada malla)

Última revisión : 04/2009

## 9.15. Anexo Ñ

### 9.15.1. Ficha técnica VOCO Profluorid Varnish

VOCO

USA/E

# VOCO Profluorid® Varnish

**Leer esmeradamente las instrucciones antes del uso**

CE 0482

**VOCO Profluorid Varnish** es una laca dental que contiene fluoruros para la aplicación superficial a esmalte y dentina. **VOCO Profluorid Varnish** se adhiere a superficies mojadas y es tolerante a humedad y saliva.
**VOCO Profluorid Varnish** es una suspensión de colofonia con sabor artificial endulzada con xilitol en solución de etanol.
1 ml de **VOCO Profluorid Varnish** contiene 50 mg de fluoruro de sodio equivalente a 22.6 mg de ión de flúor.

**Indicaciones:**
**VOCO Profluorid Varnish** está indicado para
- el tratamiento de dientes hipersensibles
- el sellado de túbulos dentinales para preparaciones de cavidad o en superficies radiculares sensibles
- protector de cavidad debajo restauraciones de amalgama

**Contraindicaciones:**
**VOCO Profluorid Varnish** está contraindicado para pacientes con gingivitis ulcerante o estomatitis o alergias conocidas en cuanto a colofonia. **VOCO Profluorid Varnish** no es para el tratamiento sistemático.

**Métodos de uso:**

**Dosificación recomendada:**
- **Tratamiento en pacientes con dientes de leche**
  Usar aprox. 0.25 ml de **VOCO Profluorid Varnish**
- **Tratamiento de pacientes con dentición mixta o dentadura fija**
  Usar aprox. 0.40 ml de **VOCO Profluorid Varnish**

**VOCO Profluorid Varnish** se aplica como una película fina en el tejido dental duro. Películas gruesas se desprenden más fácil y no mejoran la terapéutica. Por experiencia, la cantidad requerida está entre 0.25 ml y 0.40 ml para un set completo de dientes.

**Aplicación:**
1. Límpiese bien el sarro de las áreas a tratar.
2. Para mejores resultados, elimínese la humedad/saliva excesiva del área a tratar.
3. Utilícese un aplicador de cepillo o pellets de espuma para aplicar uniformemente **VOCO Profluorid Varnish**, cubriendo con una película fina la superficie completa a tratar.
4. Permítase que se moje el área (o bien con enjuage suave o flujo de saliva natural) para asegurar un fraguado de **VOCO Profluorid Varnish**.
5. Instrúyase al paciente de evitar comida dura, alcohol, cepillado o seda dental durante las próximas 4 horas después de la aplicación.

**Información/medidas precautorias:**
Inflamación edematosa ha sido reportada en pocas ocasiones especialmente siguiente a la aplicación en superficies extensas. Una ingestión directa debe ser evitada. Disnea en conexión con niños asmáticos ha sido reportada - en casos extremadamente raros - para preparaciones similares. Pacientes que tienen sistemas digestivos sensibles pueden experimentar náuseas, normalmente después de un tratamiento extenso. En caso de reacciones adversas, eliminar la laca con un cepillo de dientes blando y seda dental, luego lavar con agua caliente.
No realizar tratamiento con otros preparados de fluoruros en el día de la aplicación. Suspender el tratamiento con comprimidos de fluoruro por unos días después del tratamiento. No tragar.
**VOCO Profluorid Varnish** tiene, correspondientemente a su modo de aplicación una consistencia pegajosa. Los residuos de material en la rosca de tornillo pueden causar una pegadura de la tapa. Limpiar eventualmente las impurezas con un paño que contenga etanol.

**Conservación:**
Consérvese a temperaturas entre 39°F - 73°F (4°C - 23°C). No usar después de la fecha de caducidad.

**Presentación:**

| | |
|---|---|
| tubo 10ml (melon) | REF 1267 |
| tubo 10ml (caramel) | REF 2232 |
| tubo 10ml (cherry) | REF 2233 |
| tubo 10ml (mint) | REF 2234 |
| 50 *SingleDose* 0.25ml (melon), acessorios | REF 1268 |
| 48 *SingleDose* 0.40ml (mixed), acessorios | REF 2225 |
| 50 *SingleDose* 0.40ml (melon), acessorios | REF 1269 |
| 50 *SingleDose* 0.40ml (caramel), acessorios | REF 2226 |
| 50 *SingleDose* 0.40ml (cherry), acessorios | REF 2227 |
| 50 *SingleDose* 0.40ml (mint), acessorios | REF 2228 |
| 200 *SingleDose* 0.40ml (melon), acessorios | REF 1271 |
| 200 *SingleDose* 0.40ml (caramel), acessorios | REF 2229 |
| 200 *SingleDose* 0.40ml (cherry), acessorios | REF 2230 |
| 200 *SingleDose* 0.40ml (mint), acessorios | REF 2231 |

Este material se desarrolló exclusivamente para el uso del odontólogo. El proceso debe ser como está indicado en la información de uso. VOCO reconoce su responsibilidad de reemplazar los productos si se muestran que están defectos. VOCO no acepta la responsabilidad de cualquier perjuicio o pérdida que descienden del uso o de la incapacidad de usar los productos descritos. Antes de usarlo, es la responsabilidad del utilizador de determinar lo adecuado del producto para su uso intentado. El utilizador supone todo el riesgo y la responsabilidad en conexión con eso. Descripciones y datos no constituyen ninguna garantía y no son aglumerantes.

***Atención: La legislación américana rejistre este dispositivo para venderlo o al pedido del dentista.***

Ninguna persona está autorizada de proveer ninguna información que desvía de las informaciones provéidas en esta información de uso.
Para preguntas o comentarios, por favor, llámen al 1-888-658-2584.

**Mántengase fuera del alcance de los niños.**
**Solamente para el uso odontólogo.**

Fabricado por:

**VOCO GmbH**
**Anton-Flettner-Str. 1-3**
**27472 Cuxhaven**
**Germany**

**Phone +49 (4721) 719-0**
**Fax +49 (4721) 719-140**
**e-mail: marketing@voco.com**
**www.voco.com**

VC 60 001267 US 0212 99 © by VOCO

## 9.16. Anexo O

### 9.16.1. Ficha técnica Salival

**COMPOSICIÓN:**

Cloruro de sodio 0.084 g

Cloruro de potasio 0,120 g

Cloruro de calcio dihidratado 0,015 g

Cloruro de magnesio hexahidratado 0,005 g

Carboximetilcelulosa sódica. 0,375 g

Propilenglicol 4,000 g

Metil parabeno 0,100 g

Propil parabeno 0,010 g

Agua purificada c.s.p. 100,00 mL

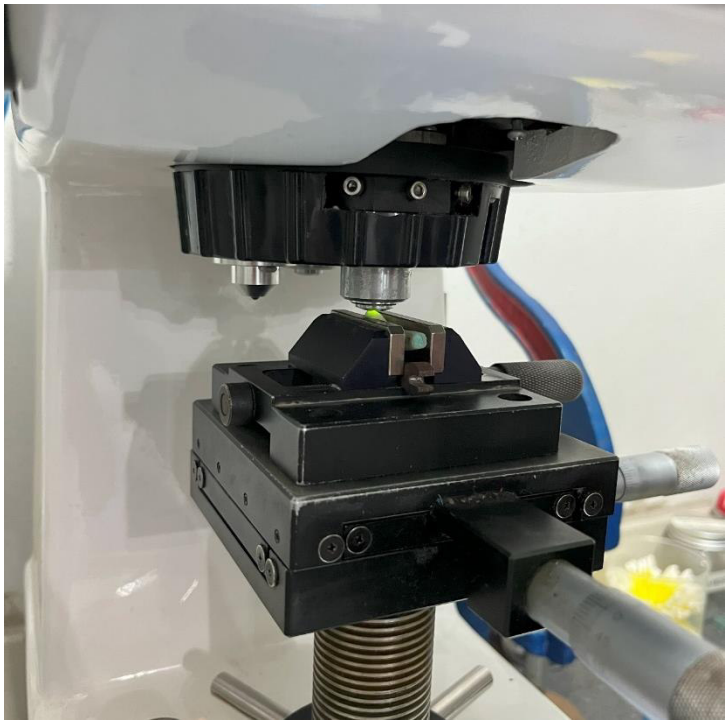
## 9.17. Anexo P

### 9.17.1. Procedimientos

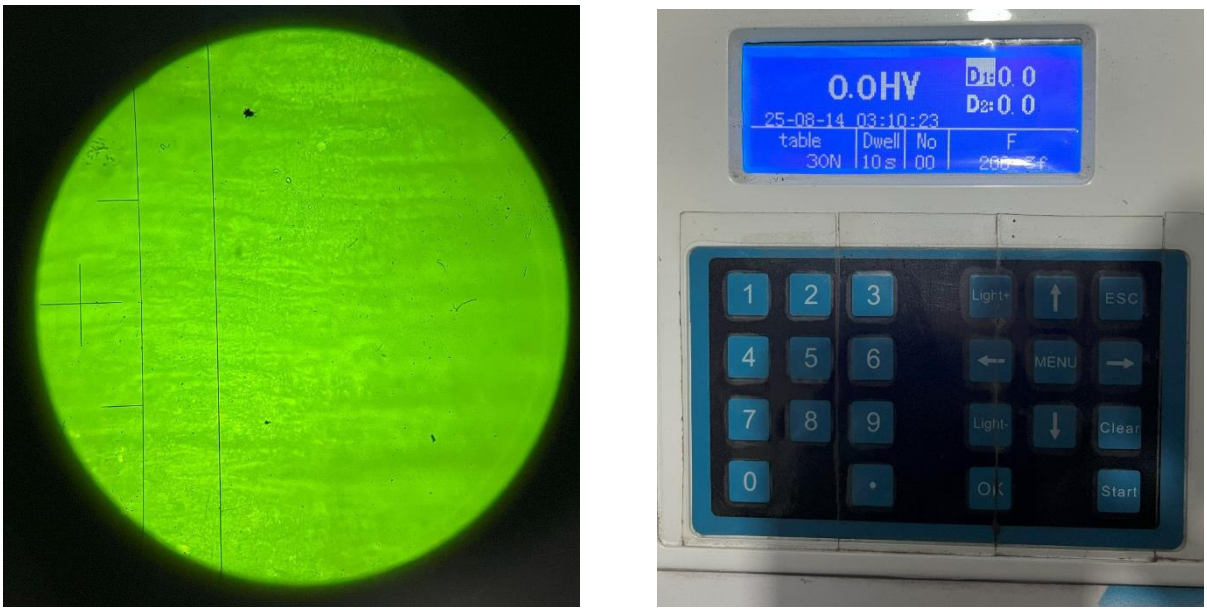
Dientes bovinos.

Extracción de dientes bovinos.

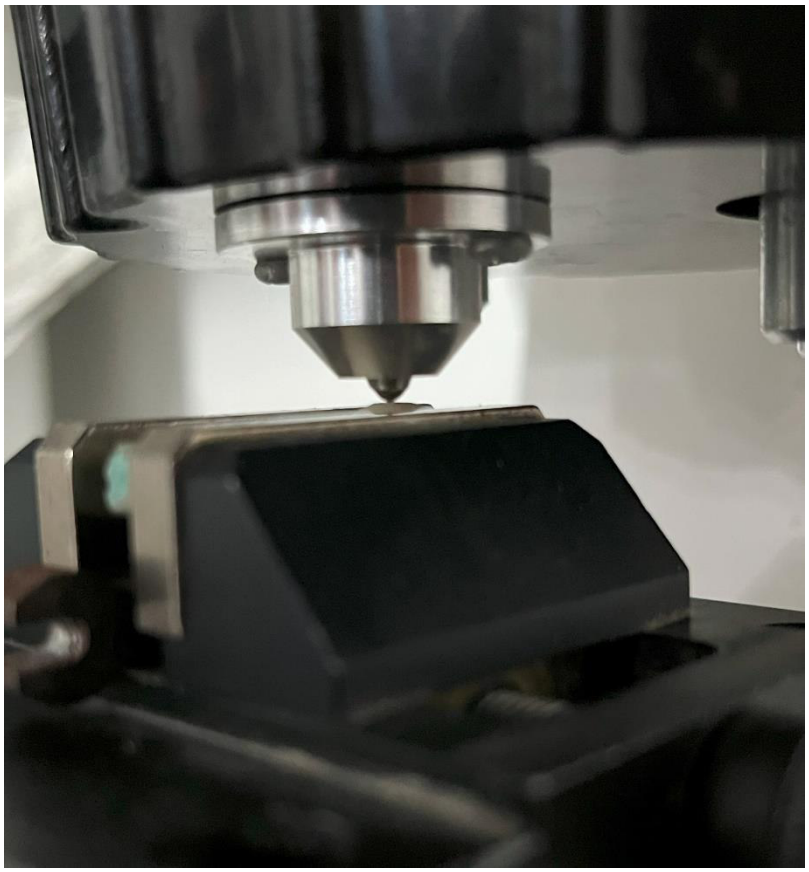
Dientes bovinos extraídos y limpios tras la profilaxis inicial.



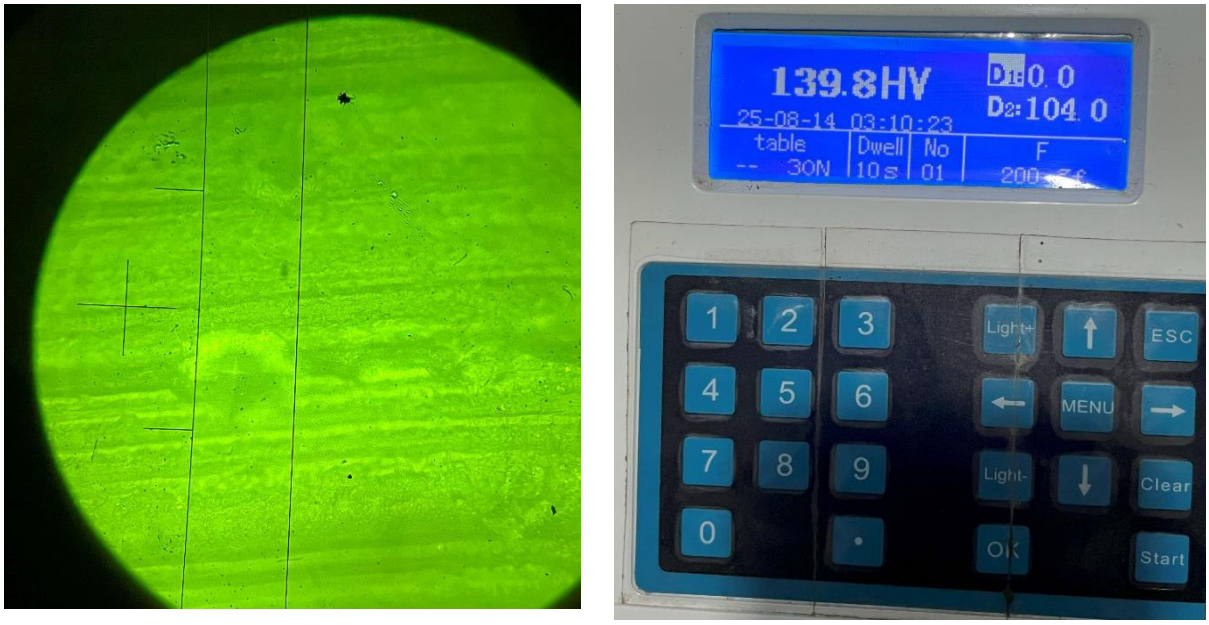
Medición de microdureza del esmalte con el microdurómetro Vickers antes de la reducción interproximal.




Preparación de la muestra en el microdurómetro Vickers antes de realizar la indentación.



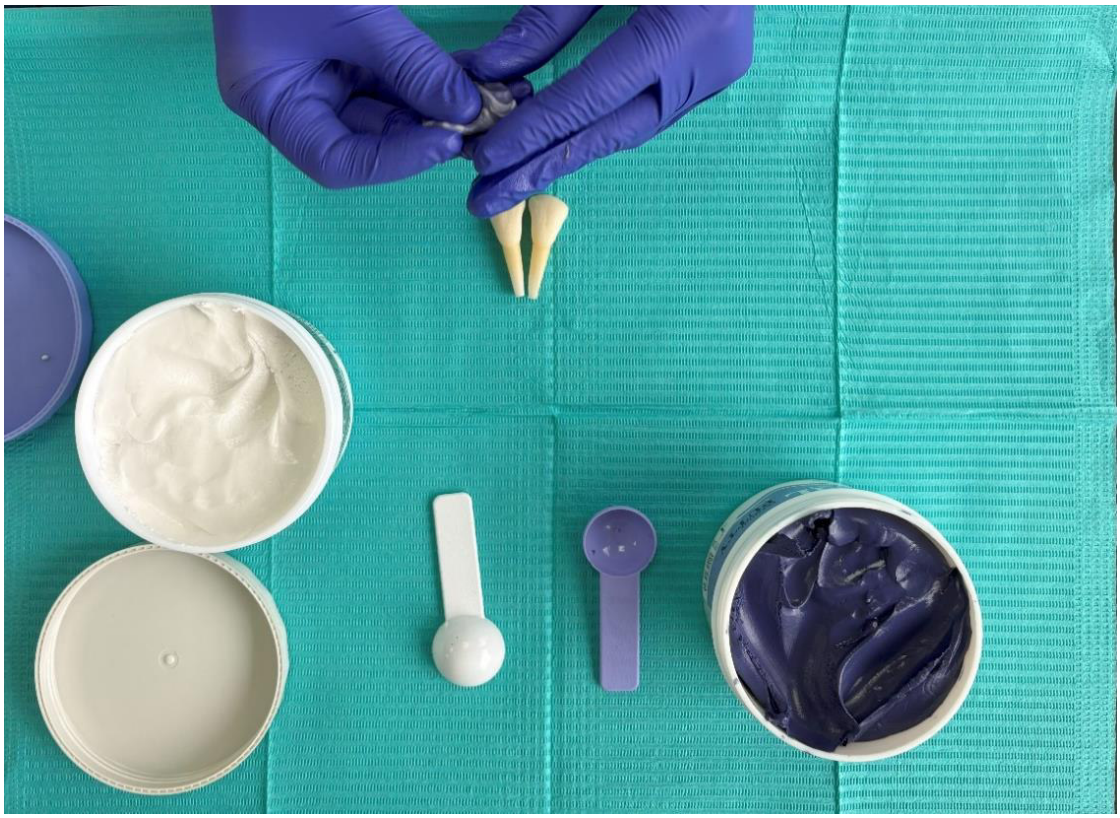
Acercamiento del indentador del microdurómetro Vickers a la superficie del esmalte antes de aplicar la carga.



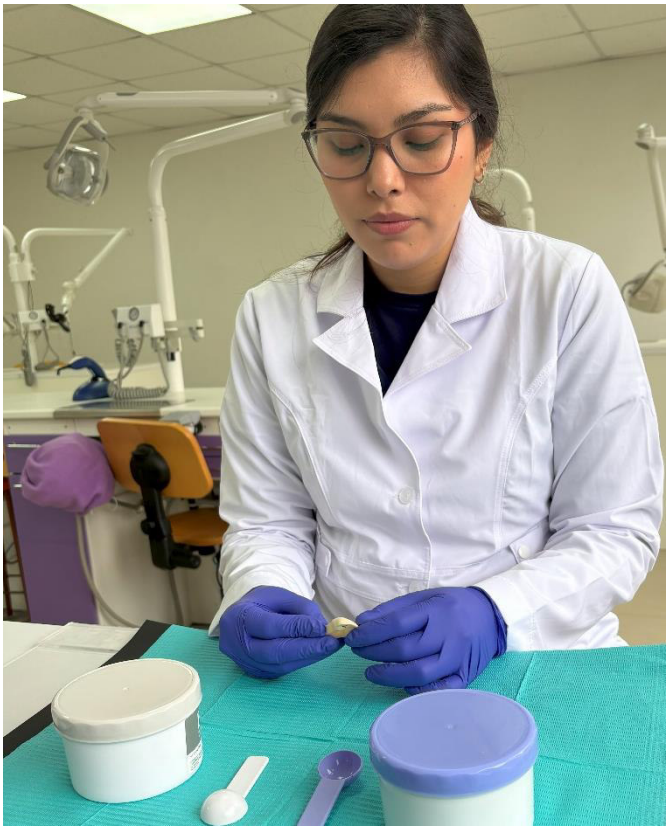

Indentación del esmalte realizada con el microdurómetro Vickers tras aplicar la carga de 200 g.

Observación de la Indentación del esmalte en el microdurómetro Vickers tras la aplicación de la carga.

Silicona Isil Putty Premium® (Spident, Corea del Sur) utilizada para el montaje.

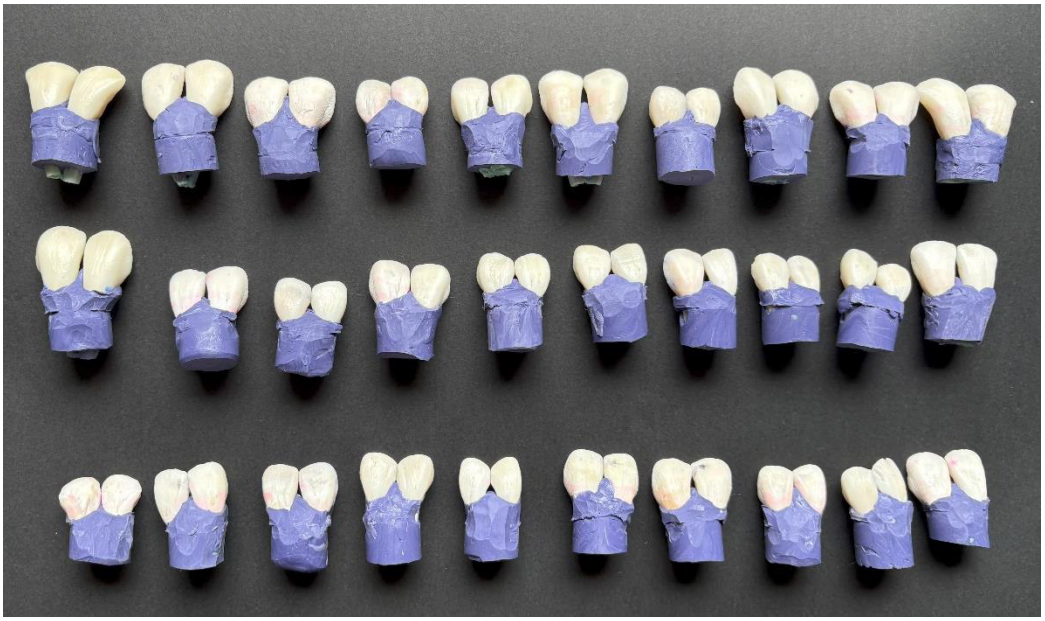


Preparación de la silicona para el montaje de las muestras.



Montaje de dientes bovinos en bloques de yeso con silicona.

Preparación de la silicona en jeringas para confeccionar los bloques de yeso.



Dientes bovinos posicionados en silicona Isil Putty Premium® (Spident, Corea del Sur) para el montaje.

Dientes bovinos montados en bloques de yeso con silicona.

Fresas Komet® de grano fino utilizadas para la reducción interproximal del esmalte, junto con la matriz metálica Hawe™ que protege el diente adyacente durante el procedimiento.

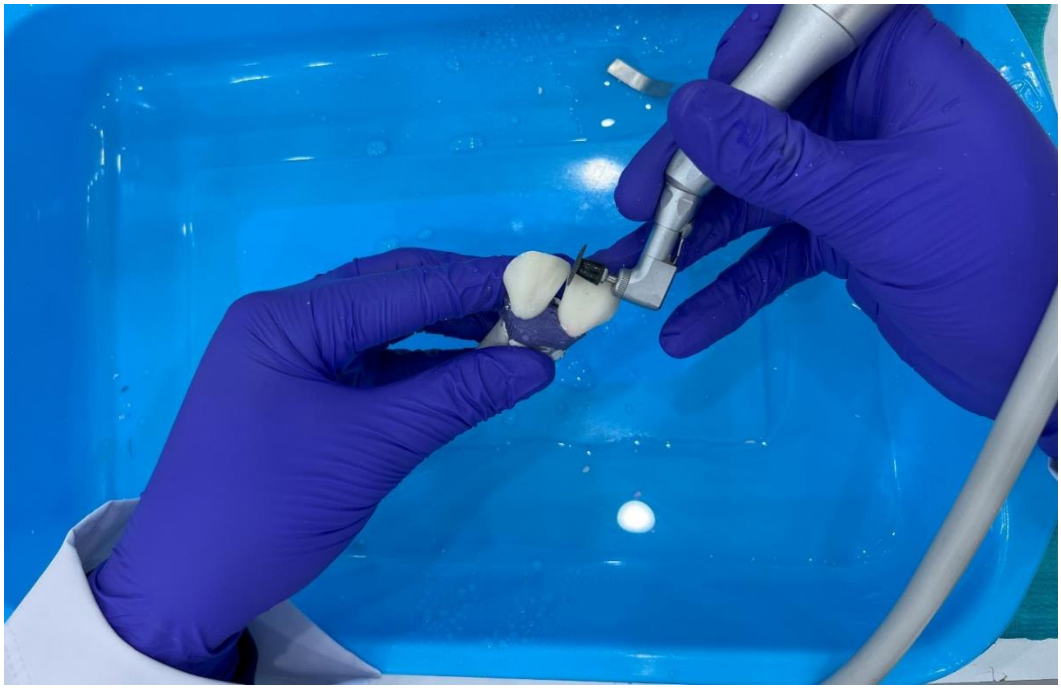
Motor de alta velocidad utilizado para la reducción interproximal con fresas Komet® (200,000 rpm).

Reducción interproximal del esmalte realizada con fresa Komet® de grano fino, utilizando matriz metálica protectora.

Discos abrasivos Super Snap® (coarse, 200 µm) utilizados para la reducción interproximal del esmalte.

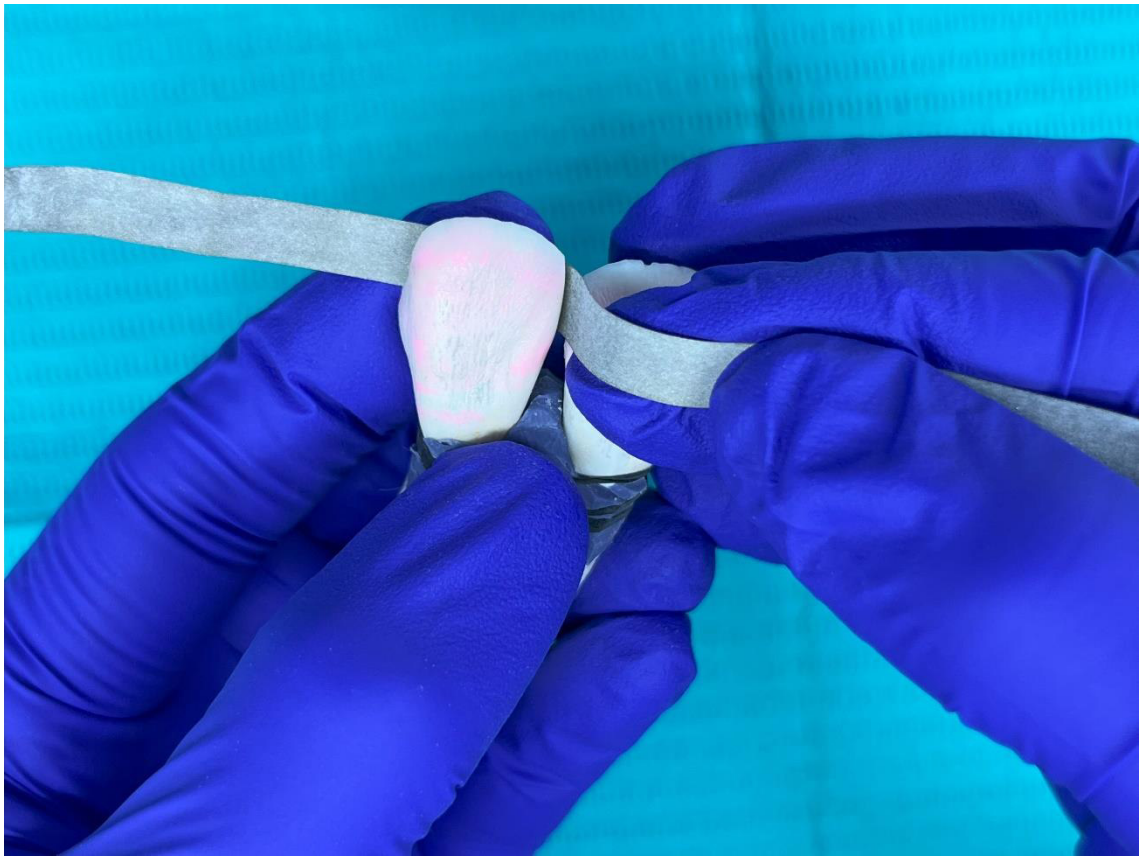
Motor de baja velocidad utilizado para la reducción interproximal con discos Super Snap®

(15,000 rpm).



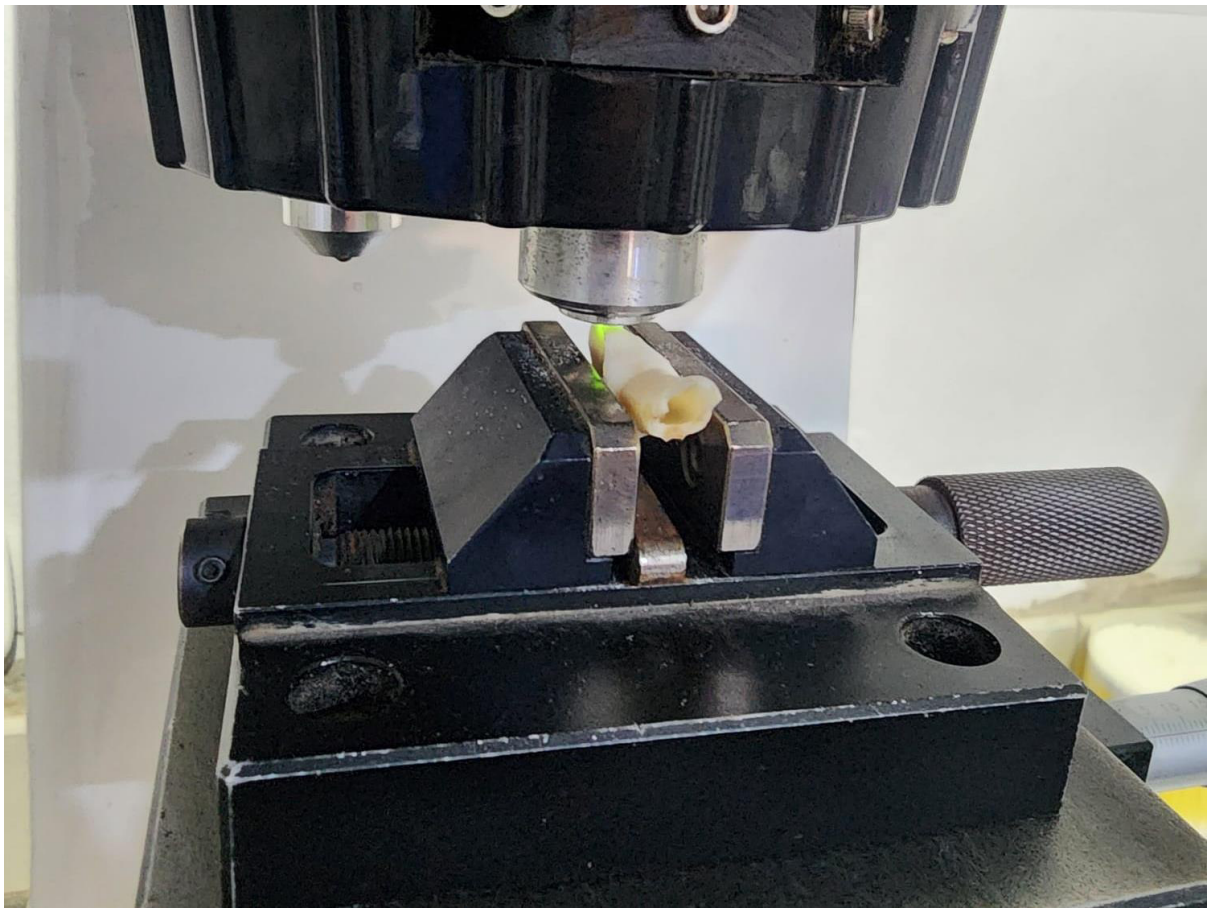
Reducción interproximal del esmalte realizada con discos abrasivos Super Snap® .

Tiras abrasivas GC® #300 (coarse, 90 µm) utilizadas para la reducción interproximal del esmalte.

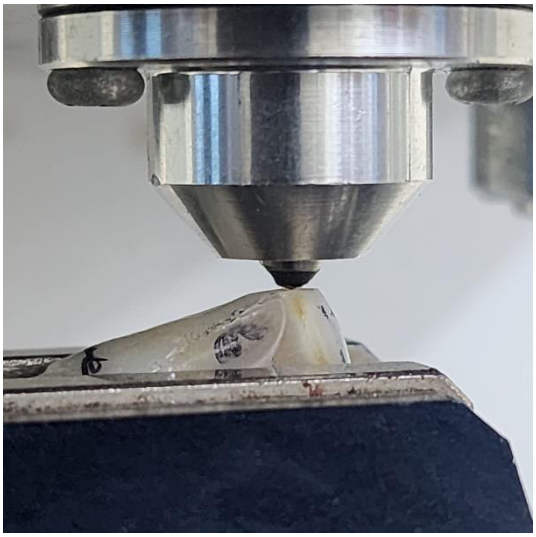


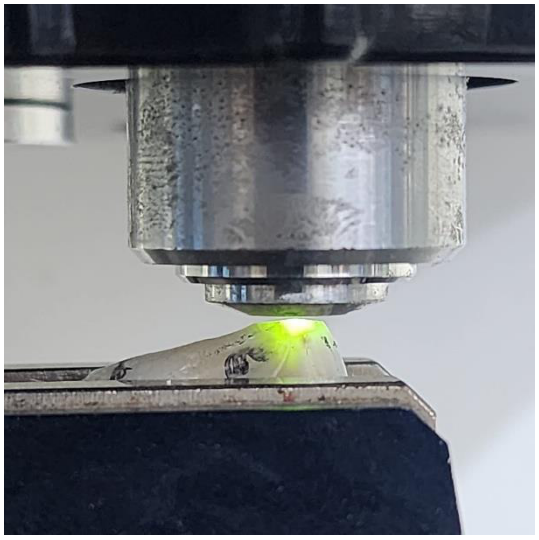
Reducción interproximal del esmalte realizada manualmente con tiras abrasivas GC® #300.

Calibrador SDC Measuring Gauge 5 Set utilizado para verificar la reducción interproximal de 0,5 mm.



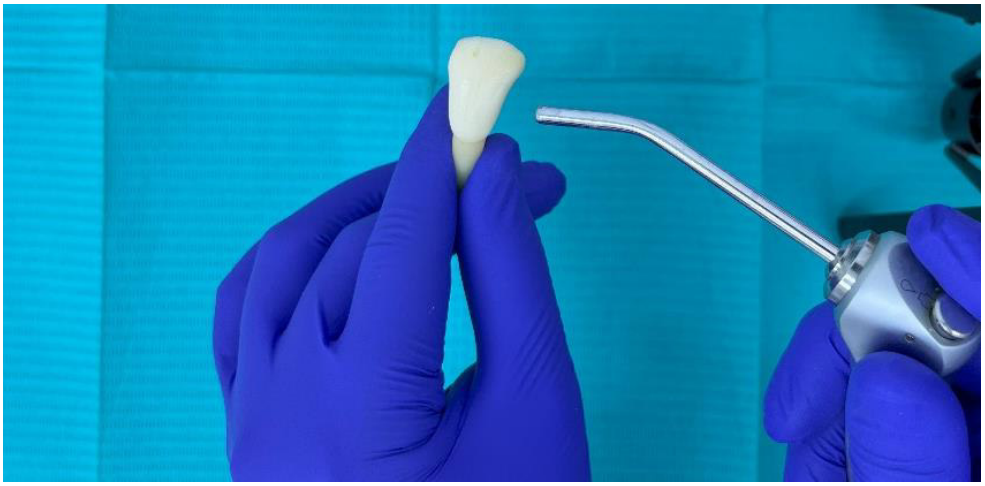
Microdurómetro con la muestra dental posicionada para la segunda toma de microdureza.





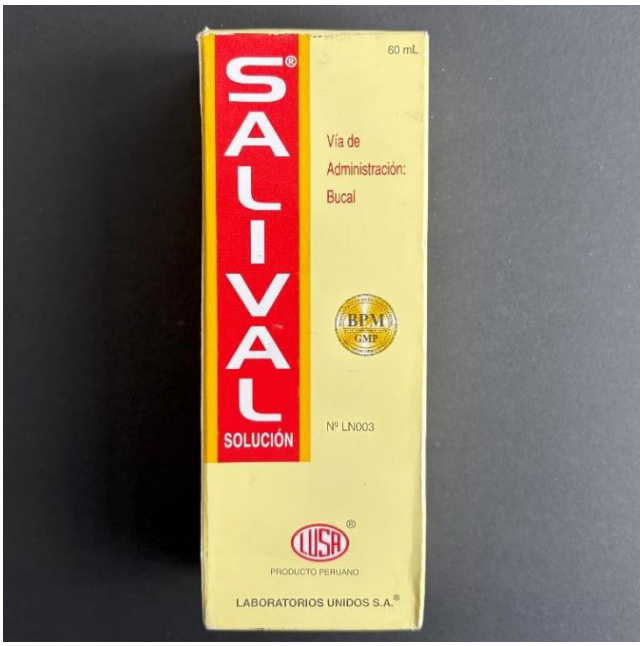
Detalle del microdurómetro correctamente alineado y enfocado para realizar la indentación.

Barniz remineralizante Profluorid Varnish® utilizado para la remineralización del esmalte.

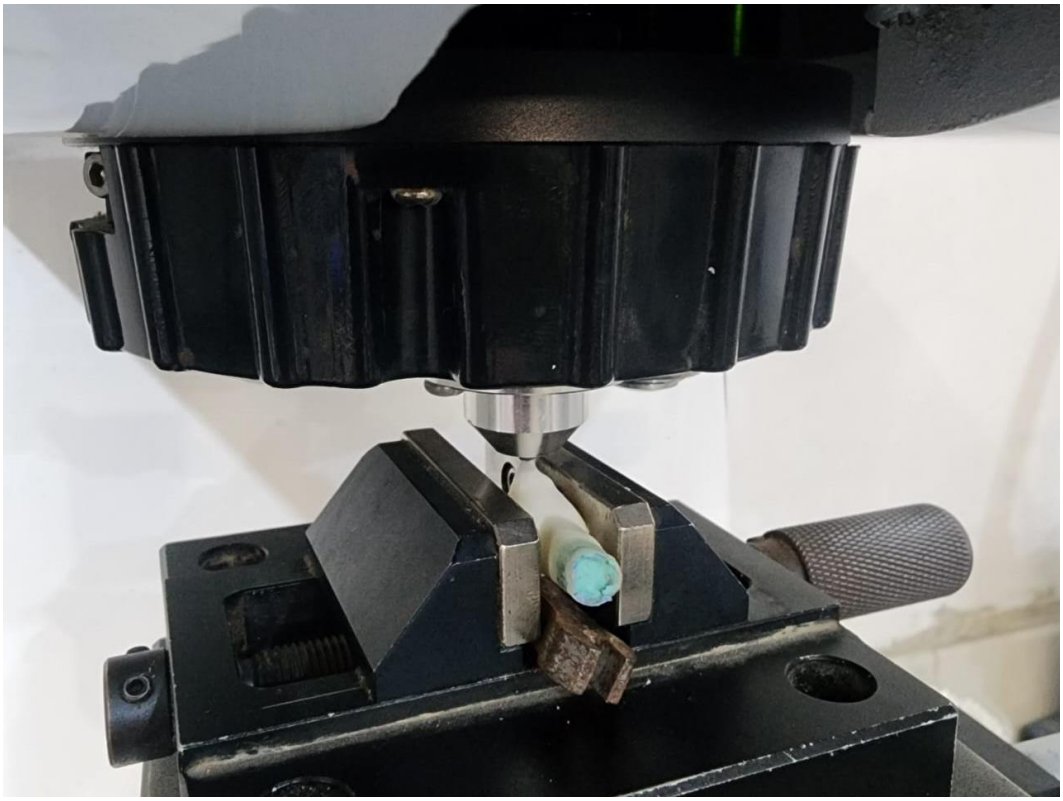


Secado de la superficie del esmalte con aspersión de aire antes de la aplicación del barniz remineralizante

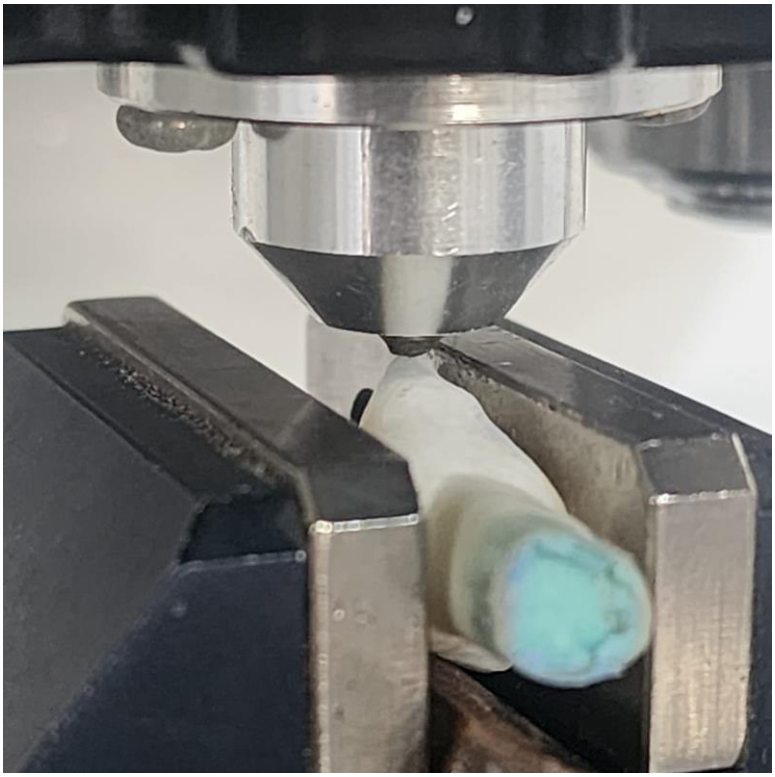
Aplicación del barniz remineralizante Profluorid Varnish® sobre la superficie del esmalte con un pincel.




Saliva artificial SALIVAL® utilizada para conservar las muestras después de la aplicación del barniz remineralizante, simulando condiciones intraorales.



Microdurómetro correctamente alineado y enfocado para la tercera medición de microdureza.



Detalle del momento exacto de la indentación durante la tercera medición de microdureza.