



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EFFECTO DE LOS AGENTES FLUORADOS SOBRE LA MICRODUREZA DEL
ESMALTE DENTARIO EROSIONADO EN BOVINOS, 2023**

Línea de investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora:

Castillon Munive, Samantha Paola

Asesora:

Quispe Tasayco, Lucia Marisela
(ORCID: 0000-0002-0594-5834)

Jurado:

Alvitez Temoche, Daniel Augusto

Gomez Cortez, Pedro Luis

Perez Suasnabar, Hugo Joel

Lima - Perú

2024



EFFECTO DE LOS AGENTES FLUORADOS SOBRE LA MICRODUREZA DEL ESMALTE DENTARIO EROSIONADO EN BOVINOS, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%	9%	1%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	ddsisem.edomex.gob.mx Fuente de Internet	1%
3	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
4	www.aulavirtualusmp.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	<1%
6	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repository Fuente de Internet	<1%
8	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EFFECTO DE LOS AGENTES FLUORADOS SOBRE LA MICRODUREZA DEL
ESMALTE DENTARIO EROSIONADO EN BOVINOS, 2023**

Línea de Investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora:

Castillon Munive, Samantha Paola

Asesora:

Quispe Tasayco, Lucia Marisela

ORCID: 0000-0002-0594-5834

Jurado:

Alvitez Temoche, Daniel Augusto

Gomez Cortez, Pedro Luis

Perez Suasnabar, Hugo Joel

Lima – Perú

2024

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante a pesar de los obstáculos y ser resiliente en la vida. A mi asesora Mg. Lucia Quispe por guiarme en el proceso de mi investigación. Al C.D. Marcos Cueva por su conocimiento se pudo elaborar un gel experimental. Al M.Sc Ing Manuel Cruz Torres (FGMM-UNI) por apoyarme en la ejecución de mi investigación. A mis amistades, en especial a Jenniffer Arias L. por su apoyo constante.

DEDICATORIA

La presente investigación es dedicada a mis padres Edu R. Castellón Prieto y Judith P. Munive García, quienes son incondicionales para mí en cada paso de mi vida. A mi pareja Diego R. Huamanchahua De La Cruz quién me ayuda a ser mejor persona y profesional. Y a mis abuelitos Griselda Garcia De la Cruz y Pedro C. Munive Yarupaytan que desde el cielo siempre iluminan mi camino.

ÍNDICE

Indice de tablas.....	vi
Indice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	1
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4. Justificación.....	8
1.5. Hipótesis.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	10
III. METODO.....	18
3.1. Tipo de investigación.....	18
3.2. Ámbito temporal y espacial.....	18
3.3. Variables.....	18
3.4. Población y muestra.....	20
3.5. Instrumentos.....	21
3.6. Procedimientos.....	22
3.7. Análisis de datos.....	26
3.8. Consideraciones éticas.....	26
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES.....	49
VIII. REFERENCIAS.....	50

IX. ANEXOS..... 59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Microdureza del esmalte inicial de los bloques de dientes de bovinos.....	28
Tabla 2. Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el flúor gel acidulado 1,23% en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días.....	29
Tabla 3. Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el flúor gel neutro 2% en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días.....	30
Tabla 4. Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el Barniz fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO® en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días.....	31
Tabla 5. Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días.....	32
Tabla 6. Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el gel placebo de Hidroxietilcelulosa en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días.....	33
Tabla 7. Comparar el efecto de los agentes fluorados sobre la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos.....	35

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Microdureza del esmalte inicial de los bloques de dientes de bovino..... 29
- Figura 2.** Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el flúor gel acidulado 1,23% en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días..... 30
- Figura 3.** Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el flúor gel neutro 2% en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días..... 31
- Figura 4.** Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el Barniz fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO® en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días.. 32
- Figura 5.** Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días..... 33
- Figura 6.** Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el gel placebo de Hidroxietilcelulosa en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días..... 34

RESUMEN

Objetivo: El propósito del estudio experimental in vitro fue comparar el efecto de cuatro agentes fluorados sobre la microdureza del esmalte dentario erosionado en bovinos. **Método:** Se obtuvo 45 muestras de bovinos que cumplían los criterios de selección, y se organizaron en cinco grupos: el grupo A fue tratado con el gel acidulado 1,23%; el grupo B con gel neutro 2%; el grupo C con el Barniz fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO®; el grupo D con Gel de fluoruro de sodio más cloruro de estaño (F+Sn+HEC); y el grupo E con Gel placebo - Hidroxietilcelulosa. Después, las piezas dentarias fueron procesados en tres fases: la primera fase consistió en la preparación del bloque; la segunda fase fue la erosión inicial y aplicación de agentes fluorados; posteriormente, se inició con el ciclo erosivo – remineralización, y; entre las fases se evaluó la microdureza. Se procedió a realizar el análisis estadístico a través de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y la prueba de Pos Hoc de Bonferroni, con un nivel de significancia al 0.05. **Resultados:** Se halló, que el gel experimental a los 21 días obtuvo $375,40 \text{ kg/mm}^2 \pm 29,80$; seguido del barniz con un $319,18 \text{ kg/mm}^2 \pm 22,07$; y el flúor gel neutro finalizó con $309 \text{ kg/mm}^2 \pm 21,10$. se encontró diferencias entre los grupos luego de la fase de erosión – remineralización ($p < 0,001$) a los 7, 14 y 21 días. **Conclusión:** Se concluyó que el flúor gel experimental durante el periodo de 21 días obtuvo la mayor microdureza entre los agentes fluorados.

Palabras clave: erosión dental, esmalte, agentes fluorados, microdureza.

ABSTRACT

Objective: The purpose of the in vitro experimental study was to compare the effect of four fluoride agents on the microhardness of eroded dental enamel in cattle. **Method:** Forty-five samples were obtained from cattle that met the selection criteria and were organized into five groups: group A was treated with 1.23% acidified gel; group B with 2% neutral gel; group C with 3M® CLINPRO® 5% sodium fluoride varnish; group D with sodium fluoride gel plus stannous chloride (F+Sn+HEC); and group E with placebo gel - hydroxyethylcellulose. Afterwards, the teeth were processed in three phases: the first phase consisted of preparing the block; the second phase was the initial erosion and application of fluoride agents; subsequently, the erosion-remineralization cycle was initiated; and between the phases, the microhardness was evaluated. Then, the statistical analysis was performed by means of the Kruskal Wallis nonparametric test and the Bonferroni Pos Hoc test, with a significance level of 0.05. **Results:** It was found that the experimental gel at 21 days obtained 375.40 kg/mm² ±29.80; followed by the varnish with 319.18 kg/mm² ±22.07; and the neutral fluoride gel finished with 309 kg/mm² ±21.10. differences were found between the groups after the erosion-remineralization phase (p<0.001) at 7, 14 and 21 days. **Conclusion:** It was concluded that the experimental fluoride gel during the 21-day period obtained the highest microhardness among the fluoride agents.

Keywords: dental erosion, enamel, fluoride agents, microhardness.

I. INTRODUCCIÓN

La primera estructura en proteger la vitalidad del diente, es el esmalte; la cual, al ser el tejido más duro y mineralizado del cuerpo humano, está constantemente expuesto a múltiples elementos que desgastan su superficie, como los ácidos dietéticos y ambientales, que pueden comprometer su integridad y microdureza; por lo que puede generar múltiples afecciones dentales como la erosión dental (Algarni et al., 2021).

La erosión dental es definida como la pérdida gradual de tejido duro del diente mediante procesos químicos no bacterianos. Esta problemática se ha ido conociendo a través de los diferentes estudios de prevalencia en población peruana (Hayakawa et al., 2019), comparaciones de diferentes bebidas comercializadas frecuentemente, y que arroja una asociación al desarrollo de erosión dental en la población peruana (Fernández, 2021).

1.1. Descripción y formulación del problema

Los estudios de erosión dental en el Perú han involucrado el análisis de prevalencia en población infantil y adulta; ya que el consumo alto de bebidas gasificadas y/o alcohólicas, y las comidas ácidas como el ceviche, incrementan el riesgo de esta lesión (Hayakawa et al., 2019).

Al asociarse a factores como una inadecuada higiene bucal, un alto consumo de azúcares, no realizar visitas preventivas al odontólogo, padecer de alguna enfermedad sistémica, exposición ocupacional, o estar pasando por el proceso biológico, como la gestación, en donde las náuseas o reflujo gastroesofágico puede ser muy recurrente. Estos factores pueden alterar la estructura química del esmalte, provocando la erosión de las piezas dentarias, y aumentar el riesgo de la caries dental (Hayakawa et al., 2019; Wiegand y Attin, 2008).

Esta lesión por desgaste pertenece al grupo etiológico de pérdida de tejido mineralizado de tipo no infeccioso, que incluye la abrasión, abfracción, atricción y erosión dental. La investigación solo abordó la erosión dental, que se produce por una pérdida del componente

inorgánico causada por factores intrínsecos o extrínsecos al individuo, en donde el ácido es el elemento común para el inicio del desequilibrio de la mineralización dentaria (Baltuano et al., 2016).

Su prevalencia en la población adulta es de 96.4% y en la población infantil es de 9.31%; por lo que es importante proponer estrategias preventivas y/o tratamientos mínimamente invasivos para evitar su gravedad, o tratamientos bucodentales más invasivos y complejos (Baltuano et al., 2016; Silva et al., 2018).

El componente principal es el flúor, el cual tiene diferentes uniones químicas, dando como resultado componentes químicos como el fluoruro sódico (NAF) o el fluoruro cálcico (CAF_2); los cuales han demostrado resultados favorables al proteger las piezas dentarias frente a la erosión dental (Prado et al., 2022).

Sin embargo, se está elaborando pastas dentales con fluoruros metálicos polivalentes las cuales muestran mayor estabilidad y densidad; teniendo un efecto positivo en la extensión dentaria del esmalte, ya que amplifican la absorción de los iones fluoruro, y, por ende, da mayor resistencia; como es el caso del fluoruro de estaño (Prado et al., 2022; Pereira et al., 2022).

Algunas empresas de productos de higiene bucal han formulado nuevas pastas dentrificas, como: *Vitis Anticaries* (DENTAID technology haprepair®); *Rapid Action* (Sensodyne®); *Encías Detox Sensitive* (Oral-B); las cuales tienen diferentes componentes activos (DENTAID, s. f.; Oral-B, s. f.; Sensodyne, s. f.).

Por ejemplo, *Vitis Anticaries* presenta como componente principal al monofluorofosfato sódico, xylitol, hidroxiapatita activa. Por su parte, *Rapid Action* tiene fluoruro de estaño al 0,454 % peso/peso (p/p), fluoruro sódico al 0,0721 % p/p con 1450 ppm de flúor; y *Encías Detox Sensitive* contiene fluoruro de estaño. (DENTAID, s. f.; Oral-B, s. f.; Sensodyne, s. f.).

Dentro de este contexto, esta nueva tendencia en las pastas dentales ha llevado a la búsqueda de modificar los agentes fluorados de uso clínico, específicamente incluir a los fluoruros metálicos polivalentes en la formulación para un mejor efecto terapéutico; por lo que se encuentran en fase experimental (Pereira et al., 2022). En el mercado peruano, los más usados son el flúor gel acidulado (fluoruro de sodio al 1,23%); neutro (fluoruro de sodio al 2%) y el Barniz fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO® (3M, s. f.; MAQUIRA, s. f.).

Asimismo; el Flúor gel acidulado 1,23% (MAQUIRA) contiene fluoruro de sodio al 1,23%; ácido fosfórico 37%; agua, sílice, sacarina sódica, fosfato tricálcico. El Flúor gel neutro 2% (MAQUIRA) presenta Fluoruro de sodio al 2%; agua, glicerina, sílice hidratada, xilitol y saborizantes con un pH cercano a 7. Por otro lado, el Barniz de 3M® CLINPRO® contiene fluoruro de sodio al 5%; resina vinílica, agua, glicol de propileno, y saborizantes (3M, s. f.; MAQUIRA, s. f.).

En la literatura científica se está evaluando el Gel de fluoruro de sodio combinado con cloruro de estaño, que se considera un gel experimental, el cual tiene como formulación: 7500 ppm fluoruro (F-) ;15000 ppm estaño (Sn²⁺), Hidroxietilcelulosa (Pereira et al., 2022).

Con base en estos avances, se está elaborando formulaciones con estaño para utilizarlo como componente principal, con el fin de aumentar la efectividad de los agentes fluorados de uso clínico y aprovechar estos beneficios en el tratamiento preventivo de la erosión dental, así como para reducir su impacto una vez que la lesión es diagnosticada. Por lo tanto, la pregunta que se surge es la siguiente:

¿Existen diferencias del efecto de los cuatro agentes fluorados sobre la microdureza del esmalte erosionado de bloques de dientes de bovinos, 2023?

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes Internacionales

Oliveira et al. (2019) evaluaron la microdureza in vitro de la superficie del esmalte mediante la aplicación de diferentes protocolos de aplicación de flúor. Utilizaron el gel flúor acidulado al 1,23%, el gel neutro al 2%, espuma de flúor acidulado al 1,23%, barniz de flúor al 5% y una solución remineralizante para el grupo control. Para cada grupo de fluoruro, se elaboró cinco muestras de esmalte bovino, sumando 25 fragmentos. Además, para la comparación cada grupo realizó un proceso de inducción de caries artificial – tratamiento con flúor. La medición de la microdureza superficial fue ejecutado con el método Knoop en cinco momentos: la primera inmediatamente después de la preparación de las muestras, el segundo después de la inducción de la caries, el tercero a los 7 días de tratamiento, el cuarto a los 14 días, y el quinto una semana después de 28 días de tratamiento. El análisis fue realizado con ecuaciones de estimación, prueba de Bonferroni y el análisis de varianza tipo ANOVA. Se halló diferencia de la microdureza a lo largo del tiempo ($p < 0,001$), siendo el grupo barniz el que mejor resultado obtuvo después de una semana de finalizar el tratamiento. Concluyendo que todos los agentes fluorados aumentan la microdureza pero el barniz fluoruro tiene mayor estabilidad en el tiempo.

Pereira et al. (2022) realizaron un estudio experimental utilizando muestras de esmalte de bovino y usaron cuatro geles: un gel comercial y tres flúor experimentales (1. Gel de fluoruro de sodio (F+HMC) / 2. Gel de fluoruro de sodio más cloruro de estaño (F+Sn+HMC) / 3. Gel placebo (HMC)), y el comercial (Gel fluorado de fosfato acidulado-APF). Estas muestras de esmalte de bovino se distribuyeron de manera aleatoria y se agruparon según el gel utilizado, incluyendo un grupo control. Durante los métodos de hidratación, y de erosión-remineralización, las muestras fueron medidas a través del perfilómetro óptico que permitió medir la pérdida de superficie del esmalte y la dentina a los 5, 10 y 20 días. Por lo cual, el

análisis estadístico fue individual por cada sustrato de esmalte y dentina; para ello los datos fueron analizados a través de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, y luego con ANOVA. Se observó una pérdida continua de la superficie dentaria, con diferencias significativas ($p < 0.001$); concluyendo que el mejor que controlaba la erosión dental por más de 20 días fue el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño.

Paucar (2022) determinó el grado de restauración de esmalte con caries incipientes en molares temporales después de la aplicación de Barniz Fluorado y Fluoruro Diamino de Plata mediante la medición de la microdureza a través de la escala de Vickers. Llevó a cabo un estudio experimental in vitro que involucró la recolección de molares temporales. Se realizó 35 bloques de esmalte, que se distribuyeron al azar en tres grupos: el Flúor Barniz, el Fluoruro Diamino de Plata y el grupo control negativo. Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para comparar los grupos, con la prueba de Tukey y la prueba t de Student para muestras pareadas, con un nivel de significancia del 5%. Halló que los tres grupos mostraron diferencias significativas ($p = 0,004$) en los procesos de remineralización. El Flúor Barniz logró una mayor restauración del esmalte en comparación con el Fluoruro Diamino de Plata ($p = 0,025$) y el grupo de control ($p = 0,008$). Concluyó que ambos grupos experimentales lograron la remineralización de las lesiones incipientes en el esmalte dental, pero el Flúor Barniz demostró una mayor eficacia en este proceso en comparación con el Fluoruro Diamino de Plata.

Bhat et al. (2022) analizaron la desmineralización y la remineralización mediante la microdureza superficial del esmalte comparando el potencial del fosfopéptido de casina amorfo fosfato cálcico (CPP-ACP), el fluoruro más CPP-ACP, y el fosfato tricálcico (Clinpro). Se empleó el método de Vickers en las muestras de esmalte de premolares extraídas por motivo ortodóntico, las mediciones se realizaron en tres momentos: después de obtener las muestras, después de la fase de desmineralización y después de la fase de remineralización. Los resultados fueron presentados utilizando la fórmula de recuperación de microdureza (%). Con

lo cual, se halló que después de la desmineralización disminuyó la microdureza superficial, mientras después de la remineralización aumentó, siendo el grupo CPP-ACP más fluoruro el más elevado con 240,78. Concluyendo que los agentes remineralizantes si tienen efecto en la restauración de la microdureza, sobre todo al emplear el CPP-ACP y el fosfato tricálcico.

1.2.2. Antecedentes Nacionales

Gómez (2015) realizó una evaluación del efecto de la microdureza de la superficie del esmalte a través del método de vickers en dientes bovinos tratado con dos tipos de fluoruro de sodio al 5%. Se comparó a dos marcas, Varnish y Duraphat más un grupo control. Cada grupo fue sometido al desafío cardiogénico por 7 días para crear la mancha blanca, y luego de ello realizar las mediciones, y posterior a la aplicación de los barnices se registró las mediciones a las 48 horas, 7 y 14 días. Se procedió a determinar la distribución de los datos con la prueba de Shapiro-Wilk, y para la comparación de los tres grupos se utilizó la prueba de ANOVA, Kruskal Wallis y U de Mann Whitney. Los resultados mostraron que después de la desmineralización la microdureza disminuyó en todos los grupos y después de la aplicación de los barnices la microdureza aumentó. Siendo así, que el autor concluyó que no existe diferencia significativa entre los barnices utilizados.

Núñez y Albites (2017) plantearon evaluar el potencial de remineralización de dos barnices en muestras de esmalte de premolares extraídas con motivo clínico. Se utilizó el fluoruro de sodio al 5% y el fluoruro de sodio al 5% más fosfato tricálcico. Con cada uno se formó un grupo, además del grupo control que no recibió ningún tipo de agente. El potencial de remineralización fue evaluado a través de la microdureza de Vickers, realizado en tres momentos: una vez obtenidas las muestras, después de la desmineralización y después de la remineralización. Mencionaron que las comparaciones fueron significativas en los tres grupos después de la remineralización ($p < 0,001$), pero no se halló diferencia al comparar ambos

barnices ($p>0.549$). Concluyendo, que ambos barnices tienen un buen efecto ante lesiones desmineralizantes.

Vargas (2018) comparó en un estudio in vitro el efecto de los barnices fluorados sobre la microdureza superficial del esmalte dental. Para ello, se conformó 48 bloques de esmalte dental humano de premolares superiores extraído por motivo ortodóntico que presentaron una microdureza inicial entre 300-350 kg/mm² con el método de Vickers. Luego, se dividió en tres grupos de acuerdo a la marca del barniz: Duraphat, Clinpro White Varnish, y el grupo control. Cada grupo, fue analizado a las 48 horas, 96 horas y 7 días, lo cual fue expuesto en tablas con la media y la desviación estándar; y para las comparaciones se aplicó la prueba de Tukey y la T-Student. Según ello, el grupo Duraphat obtuvo una microdureza inicial de 321.63 kg/mm² aumentando a los 7 días con 380.41 kg/mm². El grupo Clinpro, la microdureza superficial inicial fue de 323.61 kg/mm² y a los 7 días fue 420.38 kg/mm². Concluyendo que, si existe diferencia de la microdureza superficial del esmalte después de la aplicación de los barnices, siendo el barniz Clinpro White Varnish superior en valores durante el lapso de una semana.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de los cuatro agentes fluorados sobre la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos, 2023.

1.3.2. Objetivos Específicos

Determinar la microdureza del esmalte inicial de los bloques de dientes de bovinos, 2023.

Determinar la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el flúor gel acidulado 1,23% en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días, 2023.

Determinar la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el flúor gel neutro 2% en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días, 2023.

Determinar la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el Barniz fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO® en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días, 2023.

Determinar la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días, 2023.

Determinar la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el gel placebo de Hidroxietilcelulosa en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días, 2023.

Comparar la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovino tratados con cuatro agentes fluorados en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días, 2023.

1.4. Justificación

La importancia del proyecto de investigación está constituida por tres pilares principales: teórico, práctico y social.

Desde el ámbito teórico, este proyecto de investigación adquiere relevancia debido a la existencia de numerosos estudios relacionados con el cálculo de casos de erosión dental y la efectividad de las pastas dentales; sin embargo, los estudios de agente fluorados que contienen fluoruros metálicos polivalentes como el gel de fluoruro de sodio más cloruro de estaño, se encuentran aún en fase experimental y no están disponibles en el mercado latinoamericano. Por lo tanto, las investigaciones realizadas hasta el 2023 están proponiendo formulaciones para su uso clínico, por sus propiedades de protección y absorción, sobre la superficie del esmalte y la dentina. Además, que el campo odontológico está buscando tratamientos menos invasivos para la erosión dental, siendo así que este método sería ideal para esta modalidad y disminuir los costos de tratamiento más complejos, como la rehabilitación. Por otra parte, el tipo de investigación que se plantea en esta ocasión es experimental, y proveerá información valiosa

sobre la viabilidad del uso del flúor gel con cloruro de estaño in vitro, con la perspectiva de su aplicación en la práctica clínica odontológica en el futuro.

Luego, en el ámbito práctico, su relevancia radica en que su uso clínico del flúor gel con cloruro de estaño puede ser aplicado de manera preventiva en casos clínicos de erosión dental y evitar desgaste más severos. Adicionalmente; el método de aplicación sería sencillo para el operador (odontólogo), por lo que facilitaría su adopción y masificación.

En el ámbito social, el acceso a tratamientos preventivos tanto para el operador como para el paciente son mucho más económicos de implementar como de realizarlo, respectivamente; por lo que, el nuevo producto podría reducir costos mayores asociados a tratamientos más invasivos, como prótesis fijas o rehabilitaciones complejas, mejorando el bienestar bucodental de la población.

1.5. Hipótesis

Existen diferencias en el efecto de los cuatro agentes fluorados sobre la microdureza superficial del esmalte dentario de bovinos, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Erosión dental*

La erosión dental se puede definir como la disminución del tejido dental mineralizado debido a la exposición a ácidos que no son producidos por las bacterias alojadas en la cavidad oral. Esta condición es causada por diversos factores químicos, biológicos y conductuales; y su origen y desarrollo son complejos; siendo así que la interacción positiva o negativa entre ellas, jugará un rol preventivo o progresivo para el desarrollo de la enfermedad (Kufiyah et al., 2021; Né et al., 2022).

2.1.2. *Factores Etiológicos*

2.1.2.1. Químicos. La erosión dental ha sido objeto de numerosas investigaciones centradas principalmente en la ingesta desproporcionada de bebidas y alimentos ácidos. Los parámetros químicos como el pH, la capacidad tampón, la acidez titulable, la viscosidad y las concentraciones de calcio, fosfato y flúor, desempeñan un papel importante en la disolución del esmalte y la desmineralización de los tejidos duros dentales. Las revisiones sistemáticas más recientes indican que el consumo frecuente de bebidas carbonatadas refrescantes es el principal factor dietético relacionado con la erosión dental. Además, la vitamina C, los zumos de frutas naturales y los aperitivos ácidos o dulces también se han asociado significativamente con una mayor erosión dental, mientras que, un mayor consumo de leche y yogurt se considera un factor protector (Saads y Lussi, 2020).

2.1.2.2. Biológicos. La pérdida o desgaste de la superficie dentaria es una afección que aumenta con el tiempo y que resulta inevitable. Por lo cual, puede haber un cambio en la morfología dentaria debido al contacto constante de los ácidos. Siendo así, que la edad es un factor para el desarrollo de esta patología, un estudio in vitro con premolares humanos en laboratorio analizó el impacto de la edad respecto a la susceptibilidad de la erosión dental; y

concluyeron, que el aumento de la edad determina mayor susceptibilidad sobre las superficies del esmalte y la dentina (Algarni et al., 2021; Bartlett y O'Toole, 2019; Donovan et al., 2021).

2.1.2.3. Conductuales. Los hábitos dietéticos, cuando se acompañan de alguna alteración, como son los trastornos alimenticios, afectan el pH de la cavidad oral debido al contacto de los ácidos digestivos con las piezas dentarias. Esta situación es común en casos de reflujo intestinal, adicción a bebidas alcohólicas, drogas; o de los desórdenes alimenticios como la bulimia o la anorexia. Estos trastornos están asociados con la percepción psicológica del individuo y el concepto de la estética ideal impuesta por la sociedad (Giraudeau et al., 2021; Ccalli et al., 2021).

Asimismo, también encontramos otra clasificación de los factores involucrados en la desmineralización de las piezas dentarias por sustancias químicas, se divide en factores intrínsecos y extrínsecos (Kufiyah et al., 2021; Ccalli et al., 2021).

Los factores intrínsecos son: Saliva: un pH por debajo del 5.5 constante no permite la remineralización de las piezas dentarias; Bacterias: Aunque no participan directamente en la erosión dental, contribuyen en la susceptibilidad y el desarrollo de otras lesiones como la caries dental; Reflujo ácido: Pacientes que presentan esta afectación crónica tienen mayor incidencia en presentar erosión dental. Algunas pacientes gestantes también podrían padecer de este desgaste químico (Kufiyah et al., 2021; Ccalli et al., 2021).

Respecto a los factores extrínsecos son: Dieta, una alimentación rica en ácidos como bebidas carbonatadas y/o alcohólicas, refrescos cítricos, medicamentos (jarabes con antihistamínicos) o suplementos vitamínicos (Vitamina. C). Exposición ocupacional, asociado a vapores ácidos como fábricas de galvanización, o los deportistas profesionales en natación o los catadores de vinos. La Higiene bucal, una inadecuada higiene asociado con la falta de controles preventivos odontológicos aumenta el riesgo de desarrollo de erosión dental u otras lesiones (Kufiyah et al., 2021; Ccalli et al., 2021).

2.1.3. Características clínicas de la erosión dental

La sintomatología producida por los ácidos sobre las piezas dentarias puede ser sintomáticas o asintomáticas, y está relacionado de acuerdo al desarrollo de la dolencia, si es rápida o lenta; respectivamente. Es decir, que la presencia de sintomatología indica una progresión rápida de la erosión dentaria, en donde se observa una hipersensibilidad dentaria y ausencia de tinción de los detectores de caries. No obstante, gran parte de los casos no presentan síntomas, en donde la progresión es lenta, por lo que la dentina reparadora tiene la facultad de obliterar los túbulos dentinarios. En casos severos, esta falta de sensibilidad ocasiona desgastes erosivos graves, en donde el tratamiento se vuelve más invasivo y menos conservador (Donovan et al., 2021).

Además, de la sensibilidad dental y el desgaste, se puede encontrar la alteración cromática, o la pérdida de la anatomía dentaria. Esta última es descrita de la siguiente manera (Donovan et al., 2021; Ccalli et al., 2021).

2.1.3.1. Desgaste de erosión dental inicial. Pérdida de la textura del esmalte, con un aspecto sedoso y brillante, o también como “efecto de arcilla batida”; aplanamiento de la superficie oclusal y ahuecamiento de las cúspides.

2.1.3.2. Desgaste de erosión dental tardía. Las restauraciones comienzan a sobresalir, por el desgaste erosivo crónico; en las superficies lisas, las áreas convexas se aplanan; y se comienza a observar un pseudo-chaflán en los márgenes de la zona erosionada.

2.1.4. Agentes fluorados de uso clínico para el tratamiento de la erosión dental

La evolución de los materiales dentales favorece a desarrollar técnicas o procedimientos que faciliten la preservación máxima de los tejidos dentarios. Asimismo, se han desarrollado productos como el gel flúor (acidulado/neutro) o el barniz fluoruro para aplicar en etapas preventivas o iniciales de las lesiones erosivas, tanto en dientes primarios como permanente (Boitelle, 2019; Murakami et al., 2009).

La clasificación de los fluoruros puede ser organizada por su concentración de flúor, método de aplicación, o por la vía de administración. Para este tópico, utilizaremos la clasificación según la vía de administración.

2.1.4.1. Vía Sistémica. Hace referencia al fluoruro que es consumido por vía oral y se absorbe a través del sistema gastrointestinal; luego de ello es transportado por el torrente sanguíneo para alojarse en los huesos y dientes; y participar en el fortalecimiento de estas estructuras. También se debe tener presente la dosificación del flúor, ya que un exceso de este elemento puede producir fluorosis dental y/o ósea, como efectos secundarios de la administración o consumo excesivo de flúor. Entre las presentaciones de fluoruros tenemos: suplementos vitamínicos; el agua fluorada; sal fluorada; alimentos o bebidas que estén fortificadas con flúor (Gil y Bidlack, 2020; König, 2002).

2.1.4.2. Vía Tópica. Esta categoría incluye a los fluoruros que son aplicados directamente sobre la superficie dentaria a través de pastas dentífricas, colutorios, geles y/o barnices fluorados, que son recomendados o administrados por el mismo odontólogo.

La aplicación tópica de fluoruros como tratamiento preventivo y/o reparador en la consulta odontológica está desarrollando nuevos materiales con mayor eficacia. Los materiales convencionales o de composición flúor monovalente (un solo átomo de flúor) se han utilizado para prevenir o disminuir el riesgo de caries, o reforzar la estructura del esmalte ante desgastes como la erosión. Los más usados son los geles compuestos por el fluoruro de amina o el fluoruro de sodio (CaF_2); lo cuales inducen en la formación de una capa protectora en el tejido dental duro. Esta composición es utilizada en productos como: dentífricos o pastas dentales, enjuagues bucales, o tabletas masticables (Magalhães et al., 2011).

Pero, el otro grupo con mayor cantidad de átomos de flúor dentro de su composición, son los fluoruros polivalentes que son utilizados también para la protección bucodentaria. Entre las composiciones químicas más utilizadas son: fluoruro de estaño y tetrafluoruro de titanio.

Estas presentaciones forman precipitados superficiales ricos en metales favoreciendo la estabilidad de los átomos de flúor para formar la capa protectora en la superficie del esmalte dental, por lo que tiene un mayor efecto protector anticaries y evita la desmineralización. En el mercado, las compañías dedicadas al cuidado de la salud bucal están introduciendo los fluoruros polivalentes en los dentríficos o el gel flúor o el barniz de uso clínico (Magalhães et al., 2011; Pereira et al., 2022).

Los estudios realizados describen que la superficie del esmalte tiene mayor recepción de los enlaces de flúor, tanto del monovalente y del polivalente, mientras que la dentina al poseer mayor cantidad de matriz orgánica a comparación del esmalte, la eficacia de los agentes fluorados puede disminuir (Pereira et al., 2022).

La aplicación de fluoruros en altas concentraciones y/o frecuentes puede ser una práctica efectiva para prevenir la erosión dental, ya que el flúor ayuda a fortalecer los dientes frente a los daños causados por los ácidos. Los productos fluoruros que contienen estaño podrían ser la opción más adecuada para prevenir la erosión dental de manera efectiva. Sin embargo, es necesario realizar nuevos estudios clínicos o in situ bien diseñados para comprender mejor las diferencias entre los distintos agentes y formulaciones de flúor en cuanto a su rendimiento (Levine, 2019).

2.1.5. *Microdureza del esmalte dentario*

Numerosas investigaciones in vitro, in situ e in vivo han demostrado el potencial erosivo de los ácidos presente en alimentos y bebidas (ácidos cítrico, málico, fosfórico y otros.); y su efecto reblandecedor (desmineralización) sobre las estructuras duras de las piezas dentarias. Además, varios estudios señalan que el potencial erosivo de las bebidas ácidas no sólo depende de su pH, sino también en gran medida de sus características quelantes del calcio y de su capacidad amortiguadora, para absorber eficazmente el calcio liberado. En

consecuencia, a mayor pH de la bebida más tardara la saliva en neutralizar el ácido (Correa y Mattos, 2011).

El esmalte dental se considera la estructura más resistente y duro del cuerpo humano. En su composición, el 94% está compuesto por hidroxiapatita; un fosfato cálcico; mientras que el 4% restante está compuesto por material orgánico. Su constitución estructural presenta un prisma hexagonal de hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) con un eje helicoidal a lo largo del eje hidroxilo (Durso et al., 2017; Reyes, 2001).

Por consiguiente, esta composición química y estructural del esmalte, le confiere las siguientes propiedades físicas como: dureza; fragilidad; translucidez; bajo coeficiente de expansión térmica y el bajo índice de refracción (Rivera et al., 2012).

Por motivo de la investigación, se centrará en la descripción de la dureza del esmalte. Esta propiedad hace referencia a la resistencia ante la deformación permanente o a la penetración, y es conferida por la alta composición inorgánica, siendo así que puede cumplir las funciones biomecánicas (resistencia, ductilidad, maleabilidad y resistencia a la abrasión y el corte) (Chávez et al., 2017). Además, sostiene que esta resistencia al desgaste (como la abrasión) es por la disposición de los prismas del esmalte, evitando la fractura de la misma (Durso et al., 2017).

El concepto de la dureza dentaria está orientado a la capacidad de soportar un amplio rango de cargas, que según la literatura reporta es de hasta 1000 N en un área crítica de contacto entre 0.45 y 2.5 mm² sin presentar falla; lo cual equivale a 101.97 kilogramos-fuerza (kgf) o a una fuerza de 224.81 libras-fuerza (lbf), aproximadamente (Rivera et al., 2012; Chávez et al., 2017). Además, los valores de dureza ante un esmalte intacto están entre 300 y 350 kg/mm²; por lo que las investigaciones han aplicado diferentes métodos para determinar su resistencia (Correa y Mattos, 2011).

La microdureza superficial del esmalte se ha estudiado a través de la durometría, y fue utilizado por primera vez por Featherstone en el año 1981 (Bhat et al., 2022), comparando los cambios durante la desmineralización y la remineralización. Siendo así, que se han utilizado dos métodos según la literatura revisada: el método de Dureza de Vickers y el de Knoop. Estos métodos tienen el objetivo de determinar la resistencia de un material a la deformación permanente mediante la penetración de otro material más duro (Bhat et al., 2022; Oliveira et al., 2019; Struers, s. f.).

En el método de dureza Vickers, consiste en medir la longitud de la indentación, la cual sugerirá la pérdida o ganancia de mineral; es decir, un aumento de la longitud de la indentación sugiere que el tejido ha perdido mineral y, por otro lado, la disminución de la longitud indica una ganancia de mineral. Para calcular la dureza Vickers, se mide la longitud de las diagonales de la indentación y se calcula la media. El valor medio se utiliza con la carga para determinar el valor de la microdureza (Bhat et al., 2022).

El método de Knoop tiene un manejo similar, pero la diferencia es que este método mide materiales muy delgados o frágiles. Además de presentar otras diferencias respecto al instrumento de penetración y la carga ejercida (Struers, s. f.).

Por otro lado, la microdureza tiene protocolos estandarizados e internacionalizados, por ejemplo, la norma de la Organización Internacional de Normalización (ISO, por su sigla en inglés) 6507; también, está la normativa de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM, por su sigla en inglés) E384. Ambas normativas son reconocidas a nivel mundial, y difieren en el ámbito de aplicación (Struers, s. f.).

La ISO está más orientada en mejorar las prácticas de gestión a nivel de industrias, en cambio, la ASTM se enfoca en desarrollar estándares técnicos en materiales, productos, sistemas y servicios; por lo cual, la normativa ASTM es más específica. Aunque, la ISO tiene

la participación de más países, mientras que la ASTM se encuentra más limitada en ese aspecto (ISO, 2010; ASTM, 2016).

Siendo así, que la normativa ASTM E385 apropiada para la medición de los bloques de esmalte, la cual estandariza el método de microindentación para Vickers en materiales pequeños y con superficie fina. El protocolo establece que el rango de la carga va 1 a 1000 gramos de fuerza, con una angulación de 136 grados; una vez sometido a la impresión se calculará el número de dureza de Vickers (ASTM, 2005).

III. METODO

3.1. Tipo de investigación

Experimental aleatorizado in vitro, la cual se caracterizó por ser tipo prospectivo, longitudinal, comparativo y experimental.

3.2. *Ámbito temporal y espacial*

3.2.1. *Ámbito temporal*

El estudio abarcó un periodo que comprendió desde el 03 de septiembre al 01 de octubre del año 2023 para ejecutar el proyecto de tesis aprobado.

3.2.2. *Ámbito espacial*

Se llevó a cabo en la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica de la Universidad Nacional Ingeniería (UNI), donde se solicitaron los permisos para utilizar el equipo de medición de dureza del modelo Microdurometro HVS-1000A, y emplear el método de Vickers para medir la microdureza del esmalte.

Para obtener las formulaciones del Gel experimental (7500 ppm F⁻ ;15000 ppm Sn²⁺, 1.5% HMC, pH=4.5) y el gel placebo (Hidroxietilcelulosa) se procedió a elaborar con la asistencia de la Empresa Da Silva MMC SAC con RUC 20525026087, representada por el C.D. Eduardo Cueva Cueto con código del colegio odontológico COP 8611.

3.3. Variables

3.3.1. *Variable dependiente*

Microdureza, se definió como la resistencia del tejido dental antes y después de los ciclos erosivos y de remineralización, con los cuatro agentes fluorados aplicados.

3.3.2. *Variable independiente*

Agentes fluorados, son los diferentes productos empleados para el tratamiento de la erosión dental, y al manipularla se podrá observar cómo los diferentes productos de fluoruros afectan la microdureza del tejido dentario, en este caso en muestras de esmalte de bovino.

3.3.1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	VALOR
AGENTES FLUORADOS	Es un producto odontológico de uso clínico para la remineralización de las piezas dentarias.	Gel placebo	Hidroxietilcelulosa.	Nominal	0
		Fluoruros en el mercado	Flúor gel acidulado 1,23%	Nominal	1
			Flúor gel neutro 2%		2
			Barniz fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO®		3
		Gel fluorado experimental	Gel de fluoruro de sodio más cloruro de estaño (F+Sn+HEC)		4
MICRODUREZA	Es la capacidad del fluoruro para revertir o disminuir la pérdida del tejido dentario (esmalte), y, por ende, mejorar la microdureza de la superficie del esmalte erosionado.	Resistencia	Método de Dureza Vickers	Razón	Unidad de kilogramos por milímetro cuadrado (kg/mm ²)

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población de estudio consistió en 15 piezas dentarias obtenidas de bovinos aproximadamente 2 años de edad, adquiridas en un matadero de la ciudad de Lima.

3.4.2. Muestra

Las 15 piezas seleccionadas se dividieron en 45 muestras siguiendo los protocolos utilizados en estudios previos que involucraban dientes bovinos. (Prado et al., 2022; Fernández, 2021; Cevallos y Gonzáles, 2019; Pereira et al., 2022).

Estas muestras se agruparon de la siguiente manera:

Grupo A. Presentó 10 muestras que cumplieron los criterios de selección, tratados con Flúor gel acidulado 1,23%, que fue identificado con color naranja.

Grupo B. Presentó 10 muestras que cumplieron los criterios de selección, tratados con Flúor gel neutro 2%, que fue identificado con color amarillo.

Grupo C. Presentó 10 muestras que cumplieron los criterios de selección, tratados con Barniz fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO®, que fue identificado con color rojo.

Grupo D. Presentó 10 muestras que cumplieron los criterios de selección, tratados con Gel de fluoruro de sodio más cloruro de estaño (F+Sn+HEC), que fue identificado con color rosado.

Grupo E. Presentó 05 muestras que cumplieron los criterios de selección, tratados con Gel placebo - Hidroxietilcelulosa, que fue identificado con color azul.

A. Criterios de inclusión. Se aplicaron los siguientes

- Piezas dentarias del sector anterior (incisivos inferiores) de bovinos jóvenes.
- Piezas dentarias sin ningún tipo de alteración morfológica a nivel de esmalte y

dentina.

B. Criterios de exclusión. Fueron los siguientes

- Piezas dentarias con fracturas a nivel coronario.
- Piezas dentarias en mal estado.

3.5. Instrumentos

3.5.1. Dientes bovinos

15 piezas dentarias (incisivos inferiores) de un matadero.

3.5.2. Agentes fluorados

Los tres agentes fluorados de uso clínico se obtuvieron de una tienda comercial de productos odontológicos, que fueron el Flúor gel acidulado 1,23%; Flúor gel neutro 2%; y el Barniz fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO®. El gel placebo y el experimental, se envió a una a la empresa inversiones Da Silva MCC SAC para su preparación, con la siguiente formulación química, descrita en la literatura: gel placebo de Hidroxietilcelulosa, y gel experimental fue de 7500 ppm F⁻; 15000 ppm Sn²⁺, 1.5% HEC, pH=4.5 (Pereira et al., 2022).

3.5.3. Equipo de protección personal

Gorro descartable, mascarilla descartable, y guantes.

3.5.4. Materiales para desinfección y preparación de los dientes bovinos

Curetas periodontales; solución de ácido acético al 5%; instrumento rotatorio de baja y alta velocidad; escobillas profilácticas; polvo de pómez; agua, vasos dappen; agua destilada; discos de diamante de doble hoja activa (KG Sorengen, Brasil); tubos de PVC con las dimensiones de 15 mm de diámetro y 10 mm de altura; acrílico autocurado marca Vitacryl; platina de vidrio; discos de pulido en diferentes granulaciones.

3.5.5. Materiales para el ciclo erosivo

Ácido cítrico al 1% y agua destilada desionizada.

3.5.6. Evaluación de la microdureza

Con una máquina Microdurometro HVS-1000A para el método de Dureza de Vickers.

3.5.7. Ficha de registro

Los datos fueron registrados por el jefe de laboratorio en el informe técnico de microdureza de muestras dentales (Anexo B), en el cual se registró:

3.5.7.1. Grupo. Se describió si pertenece al grupo A, B, C, D y E; de acuerdo a la clasificación realizada anteriormente.

3.5.7.2. Muestra. Se asignó un código de acuerdo al grupo que pertenezca. Por ejemplo: A1, A2, A3..., así sucesivamente.

3.5.7.3. Microdureza inicial. Se colocó los valores de la indentación inicial que se realizó antes de comenzar el proceso erosivo

3.5.7.4. Promedio inicial. Se registró el valor promedio de dos valores anotados en la sección de microdureza inicial.

3.5.7.5. Microdureza final. Es similar al procedimiento anterior, solo que se realizó en tres momentos diferentes, a los 7 días, 14 días y 21 días; en cada uno se obtuvo dos valores que al promediar se resultaron tres promedios finales.

3.6. Procedimientos

- Primero, se realizó la solicitud administrativa ante la Universidad Nacional Federico Villareal en la Facultad de Odontología para la aceptación del proyecto de investigación, y la designación del docente para la asesoría y supervisión de la investigación (Anexo C).

- Segundo, se gestionó el permiso para ejecutar el proyecto de investigación en el laboratorio de la UNI, en la Facultad de Ingeniería de Geológica, Minera y Metalúrgica a cargo del M. Sc. Ing. Manuel Natividad Cruz Torres, Jefe del Laboratorio N° 9, quien realizó las 45 mediciones en las muestras de esmalte de bovinos para microdureza, y finalmente elaboró un informe técnico.

- Paralelamente, se procedió a solicitar la elaboración de los geles placebo y experimental a la empresa Da Silva MMC SAC, que al finalizar con la entrega de las formulas solicitadas para el estudio, entregaron una constancia (Anexo D).
- Luego de ello, se procedió a la ejecución del proyecto (Anexo F), que consta de tres fases, y entre cada una se realizó la medición de la microdureza.

3.6.1. Fase de preparación de muestras

Las muestras se prepararon siguiendo los antecedentes literarios revisados para esta investigación:

La población fue de 15 incisivos inferiores de bovinos de 2 años de edad aproximadamente obtenidos en el matadero, que cumplían los criterios de selección. Una vez obtenidos, pasaron por un proceso de desinfección con la solución de ácido acético al 5% que se mantuvo en un rango de 5 minutos como mínimo hasta un mes sin cambios estructurales en las piezas dentarias (Guerrero y Abarca, 2019; Aguirre et al., 2018). Luego, de obtener la totalidad de las piezas dentarias de bovinos, se almacenaron en un depósito completamente sellado que contenía una solución de agua destilada a temperatura ambiente; hasta iniciar con los cortes de las piezas dentarias en el laboratorio (Fernández, 2021).

Después, se realizaron cortes transversales para la separación corono-radicular con un disco diamantado acoplado al micromotor junto a un sistema de irrigación (agua destilada). Las raíces dentarias fueron eliminadas y las coronas se colocaron en sus respectivos envases rotulados previamente con las agrupaciones descritas en este proyecto. La solución de agua destilada se cambió en cada envase.

Además, las coronas fueron limpiadas con las curetas periodontales, y se realizó una profilaxis con el agua destilada y piedra pómez, junto con las escobillas y la pieza de mano de baja velocidad. Al finalizar esta sección, se lavaron y almacenaron en sus envases respectivos.

Por último, se realizaron cortes para obtener los fragmentos de esmalte (con un tamaño aproximado de 4mm x 5mm x 2mm, en sentido mesio – distal y vestíbulo – lingual. Se colocaron en tubos de PVC de 15mm de diámetro y 10 mm de altura; en donde se relleno con acrílico de autocurado, y se utilizó una platina de vidrio como nivelador de la pieza de esmalte fragmentada. (Prado et al., 2022) Finalmente, se realizó un pre-pulido de la superficie del esmalte con lijas de agua fina 150-180 de grano, y muy fina 240-400 de grano; y el pulido final se realizó con discos de pulido Soflex (3M ESPE) con granos progresivamente más finos, con el fin de obtener una superficie plana. Para ello, se usó el instrumento rotatorio de baja velocidad durante intervalos de tiempo que variaron de 30 segundos a 1 minuto (Rodríguez et al., 2017). La importancia de este proceso radica en que debe haber un paralelismo entre la superficie plana de la muestra y la base del microdurómetro, evitando así las distorsiones de las indentaciones al medir la microdureza superficial del esmalte.

3.6.1.1. Inicio de la evaluación de microdureza. La evaluación de microdureza superficial se utilizó el método de Vickers, para medir la resistencia de la muestra de esmalte a la deformación plástica luego de la penetración del indentador (Mas, 2002; Acuña et al., 2021). En esta sección, se evaluó la microdureza inicial después de preparar las muestras de esmalte de bovinos, es decir, una vez que se obtuvieron todos los cortes de esmalte adaptados a los tubos de PVC. Mediante el microdurometro se aplicó una carga de 100 gramos por un tiempo de 15 segundos, y se registró la medida de la microdureza en kg/mm² (Mas, 2002).

3.6.2. Fase de erosión inicial y aplicación de agentes fluorados

Antes de iniciar con este proceso, las muestras obtenidas fueron hidratadas con saliva artificial por media hora (Prado et al., 2022); y luego, se retiraron del recipiente para secarlas con papel absorbente. Para simular la superficie erosionada inicial de las muestras de esmalte, se utilizó el ácido cítrico al 1% (pH 2.3) (Pereira et al., 2022), ya que es el componente más

común en las bebidas ácidas. Se sumergieron por un tiempo de 10 minutos. Luego, se lavaron con agua destilada durante 10 segundos y se dejó reposar en la saliva artificial por media hora.

Posteriormente, se aplicaron los agentes fluorados según las cinco agrupaciones:

Grupo A. Flúor gel acidulado 1,23%.

Grupo B. Flúor gel neutro 2%.

Grupo C. Barniz fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO®.

Grupo D. Gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño (F+Sn+HEC).

Grupo E. Gel placebo - Hidroxietilcelulosa.

Con ayuda de una jeringa de tuberculina se aplicaron los cuatro agentes fluorados y el gel placebo para cada uno, sobre la superficie del esmalte de la muestra y se dejó actuar por un tiempo de 60 segundos.

Finalmente, concluido el tiempo se procedió a eliminar el exceso de los agentes con rollos de algodón y agua destilada. Las muestras se sumergieron en saliva artificial por 30 minutos.

3.6.3 Fase del ciclo erosivo - remineralización

Antes de iniciar este ciclo, se esperó un tiempo de 30 minutos después de la fase anterior; siendo así, se realizó el ciclo erosivo – remineralización; la cual consistió en una inmersión de 5 minutos en la solución de ácido cítrico al 0.3%; e inmediatamente pasó a una exposición por 60 minutos en saliva artificial. Este procedimiento se realizó cuatro veces al día por 20 días. Durante el resto del día y de la noche se dejó a temperatura de ambiente sumergidos en saliva artificial, la cual fue renovada cada día.

3.6.3.1. Final de la evaluación de la microdureza. Esta sección se consideró como la microdureza final, ya que se programó tres mediciones durante la tercera fase, es decir, en el ciclo de erosión – remineralización; de manera que, al séptimo, decimocuarto, y vigesimoprimer día de ciclado se volvieron a medir. Una vez finalizado, la recolección de datos

se procedió a reunir la información en un programa de Excel para la creación de la base de datos y dar inicio al análisis estadístico.

3.7. Análisis de datos

La información fue ingresada en un programa de Excel con la última versión disponible, para luego trasladar la información al programa SPSS. Para el análisis univariado se procedió a obtener la media \bar{X} y desviación estándar representado en tablas para cada objetivo de análisis estadístico descriptivo, además se empleó el gráfico de caja y bigotes para visualizar la dispersión de los diferentes grupos de datos e identificar valores atípicos.

Luego de ello, en la estadística inferencial, se procedió a emplear la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para analizar la distribución de los datos. Posteriormente, se compararon las mediciones obtenidas de la microdureza mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, dado que se estaban comparando más de tres grupos independientes con el propósito de observar las diferencias significativas. Después, se aplicó la prueba Pos Hoc de Bonferroni que tiene el fin de realizar comparaciones múltiples para determinar cuáles grupos son significativamente diferentes entre sí; utilizando un nivel de confianza al 95% y nivel de significancia menor a 0.05. (Fernández, 2021; Mas, 2002; Pereira et al., 2022)

3.8. Consideraciones éticas

El presente proyecto de investigación fue evaluado por el comité de ética de la UNFV, garantizando así la integridad de la investigación. No se declaran conflictos de intereses para la autora de este trabajo.

Además, la autora es investigadora en la Universidad Nacional Federico Villareal y no tiene intereses financieros o comerciales en ninguna empresa relacionada con el tema del trabajo. Se confirma que la autora ha proporcionado toda la información necesaria sobre cualquier posible conflicto de intereses y que no hay conflictos de intereses que puedan influir en la objetividad del trabajo. El trabajo ha sido revisado por pares y cualquier conflicto de

intereses que se descubra durante el proceso de revisión será tratado de manera adecuada y transparente.

IV. RESULTADOS

El estudio experimental fue realizado en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería de Geológica, Minera y Metalúrgica de la UNI, donde se realizó las mediciones de microdureza de los 45 bloques de esmalte bovino que fueron dividido en cuatro grupos de 10 bloques cada uno según el agente fluoruro (Flúor gel acidulado 1,23%, Flúor gel neutro 2%, Barniz fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO®, Gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño); y se contempló un grupo control con el Gel placebo – Hidroxietilcelulosa para la comparación. Según ello, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 1

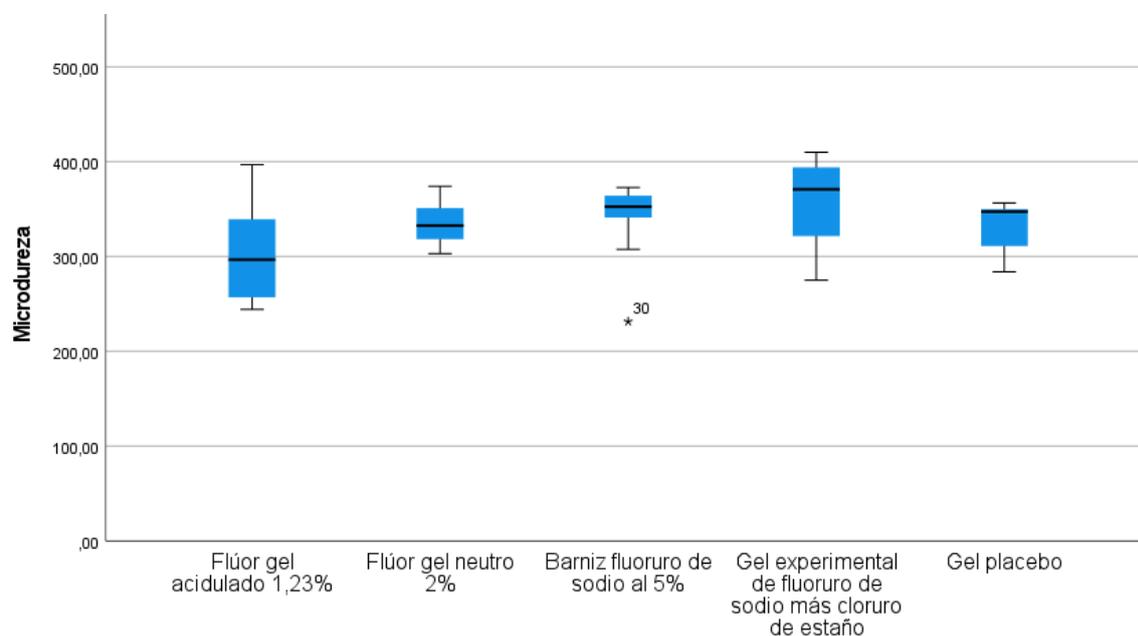
Microdureza del esmalte inicial de los bloques de dientes de bovinos

	Microdureza inicial	
	X	D.E.
Flúor gel acidulado 1,23%	305,06	50,40
Flúor gel neutro 2%	335,76	24,50
Barniz fluoruro de sodio al 5%	338,38	41,67
Agentes fluorados Gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño	354,39	48,26
Gel placebo	329,72	31,21

Nota. Se observa que los grupos de agentes fluorados en la fase inicial la mayor microdureza perteneció al grupo del gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño ($354,39 \pm 48,26$), seguido del grupo barniz fluoruro de sodio al 5% ($338,38 \pm 41,67$) y en tercer lugar el flúor neutro al 2% ($335,76 \pm 24,50$).

Figura 1

Microdureza del esmalte inicial de los bloques de dientes de bovino



Nota. Se elaboró una representación de los datos de la Tabla 1 empleando el diagrama de caja y bigotes.

Tabla 2

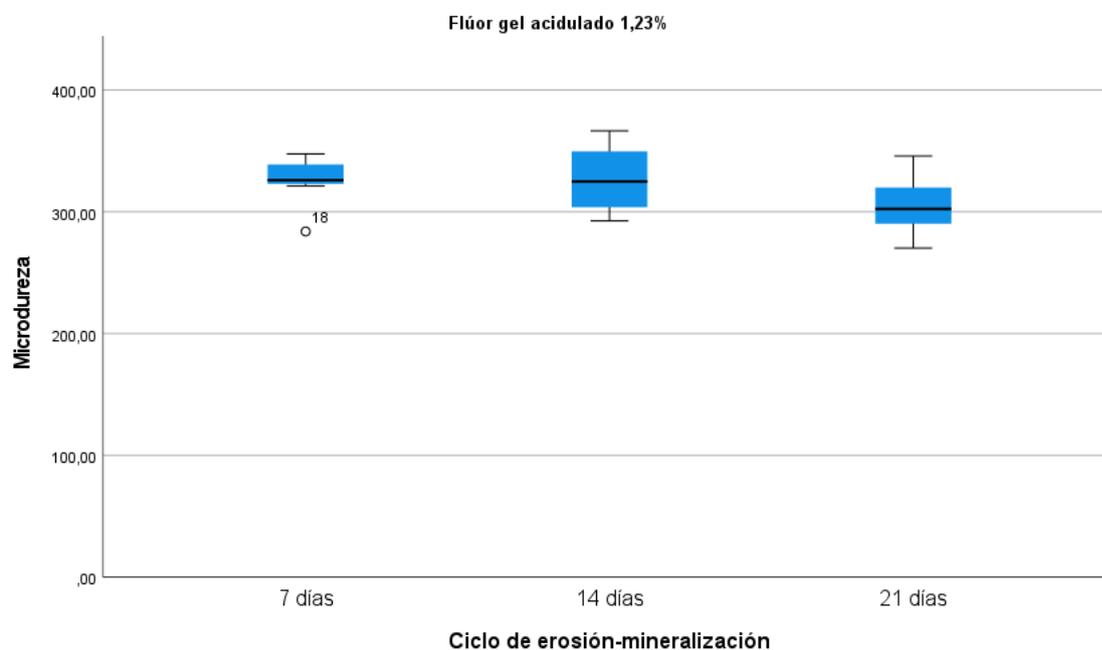
Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el flúor gel acidulado 1,23% en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días

		Microdureza	
		X	D.E.
Ciclo de erosión-remineralización	7 días	326,83	17,91
	14 días	326,82	24,59
	21 días	305,48	25,54

Nota. Se observa que en el grupo expuesto a flúor gel acidulado 1,23% la mayor microdureza se encontró a los 7 días ($326,83 \pm 17,91$); en segundo lugar, a los 14 días ($326,82 \pm 24,59$); y la menor microdureza a los 21 días ($305,48 \pm 25,54$).

Figura 2

Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el flúor gel acidulado 1,23% en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días



Nota. Se elaboró una representación de los datos de la Tabla 2 empleando el diagrama de caja y bigotes.

Tabla 3

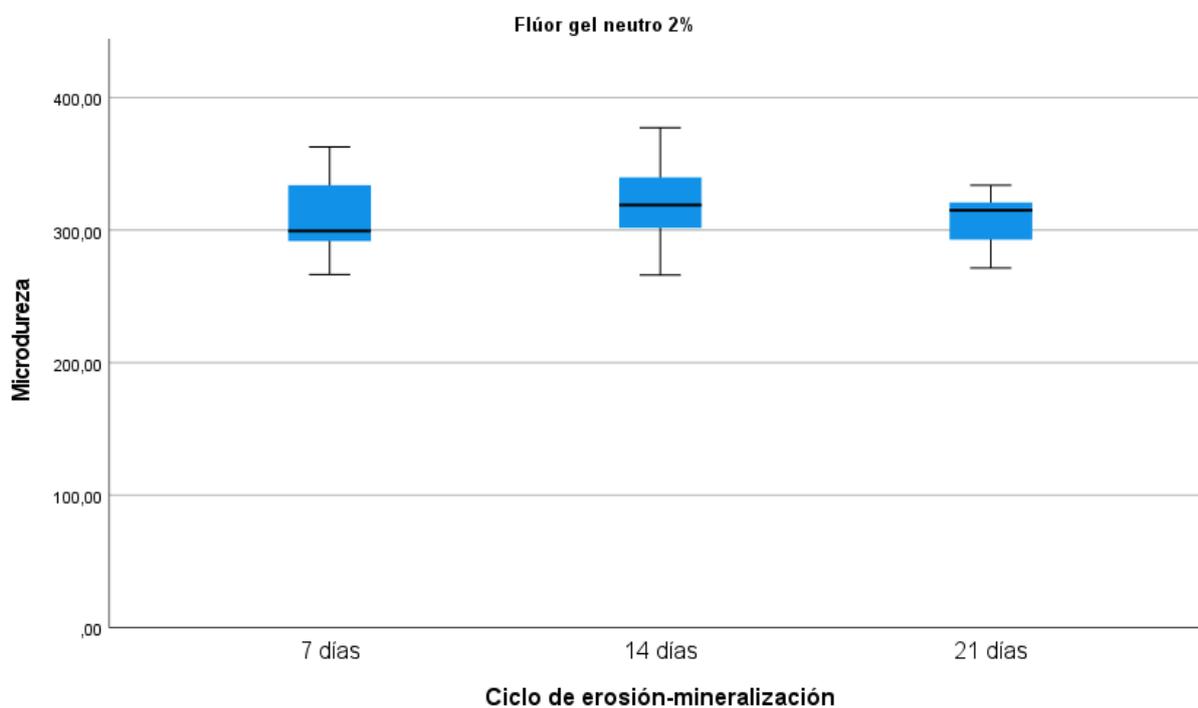
Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el flúor gel neutro 2% en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días

	Microdureza		
	X	D.E.	
	7 días	309,47	29,12
Ciclo de erosión-reminerización	14 días	321,16	30,91
	21 días	309,00	21,10

Nota. Se observa que en el grupo expuesto a flúor gel neutro 2% la mayor microdureza encontró a los 14 días ($321,16 \pm 30,91$); en segundo lugar, a los 7 días ($309,47 \pm 29,12$); y la menor microdureza a los 21 días ($309,00 \pm 21,10$).

Figura 3

Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el flúor gel neutro 2% en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días



Nota. Se elaboró una representación de los datos de la Tabla 3 empleando el diagrama de caja y bigotes.

Tabla 4

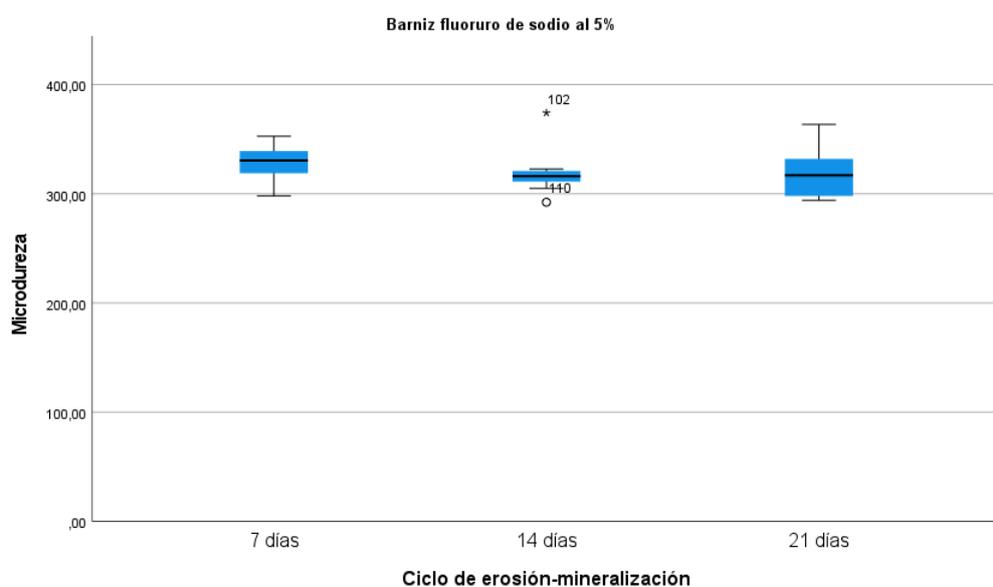
Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el Barniz fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO® en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días

		Microdureza	
		X	D.E.
Ciclo de erosión-remineralización	7 días	329,15	15,63
	14 días	318,95	21,31
	21 días	319,18	22,07

Nota. Se observa que en el grupo expuesto a barniz fluoruro de sodio al 5% la mayor microdureza encontró a los 7 días ($329,15 \pm 15,63$); en segundo lugar, a los 21 días ($319,18 \pm 22,07$); y la menor microdureza a los 14 días ($318,95 \pm 21,31$).

Figura 4

Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el Barniz fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO® en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días



Nota. Se elaboró una representación de los datos de la Tabla 4 empleando el diagrama de caja y bigotes.

Tabla 5

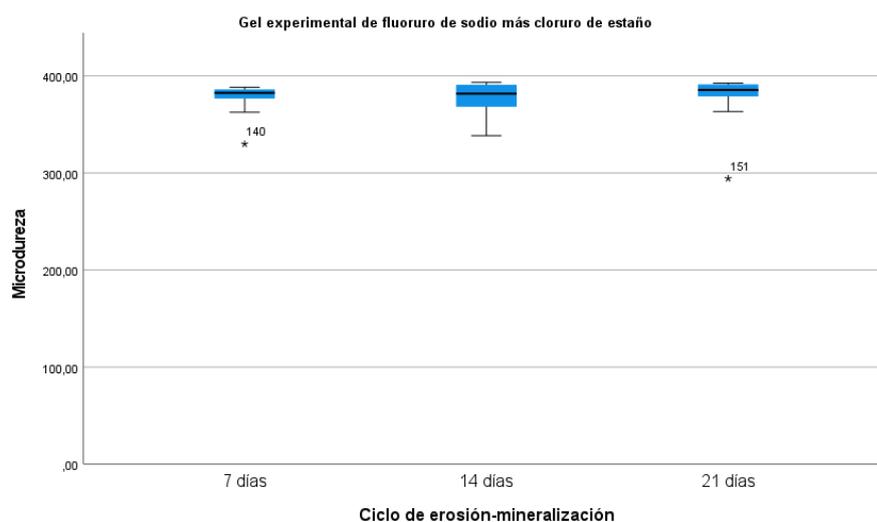
Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días

	Microdureza		
	X	D.E.	
	7 días	376,06	17,80
Ciclo de erosión-remineralización	14 días	374,98	20,42
	21 días	375,40	29,80

Nota. Se observa que en el grupo expuesto a gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño la mayor microdureza encontró a los 7 días ($376,06 \pm 17,80$), en segundo lugar, a los 21 días ($375,40 \pm 29,80$); y la menor microdureza a los 14 días ($374,98 \pm 20,42$).

Figura 5

Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días



Nota. Se elaboró una representación de los datos de la Tabla 5 empleando el diagrama de caja y bigotes.

Tabla 6

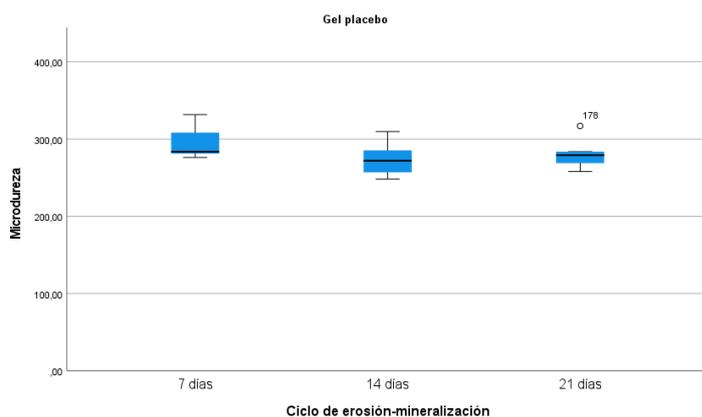
Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el gel placebo de Hidroxietilcelulosa en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días

		Microdureza	
		X	D.E.
Ciclo de erosión-reminerización	7 días	296,28	23,36
	14 días	274,54	24,28
	21 días	281,38	22,32

Nota. Se observa que en el grupo expuesto a gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño la mayor microdureza encontró a los 7 días ($296,28 \pm 23,36$); en segundo lugar, a los 21 días ($281,38 \pm 22,32$); y la menor microdureza a los 14 días ($274,54 \pm 24,28$).

Figura 6

Microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el gel placebo de Hidroxietilcelulosa en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días



Nota. Se elaboró una representación de los datos de la Tabla 6 empleando el diagrama de caja y bigotes.

Tabla 7

Comparar el efecto de los agentes fluorados sobre la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos

Microdureza	Media	Desviación estándar	Valor p*	Flúor gel neutro 2%**	Barniz fluoruro de sodio al 5%**	Gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño**	Gel placebo**
Control							
Flúor gel acidulado 1,23%	305,06	50,40	0,147				
Flúor gel neutro 2%	335,76	24,50					
Barniz fluoruro de sodio al 5%	338,38	41,67					
Gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño	354,39	48,26					
Gel placebo	329,72	31,21					

-

	Microdureza	Media	Desviación estándar	Valor p*	Flúor gel neutro 2%**	Barniz fluoruro de sodio al 5%**	Gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño**	Gel placebo**
7 días	Flúor gel acidulado 1,23%	326,83	17,91	<0,001	1,000	1,000	0,031	0,823
	Flúor gel neutro 2%	309,47	29,12			1,000	0,001	1,000
	Barniz fluoruro de sodio al 5%	329,15	15,63				0,050	0,625
	Gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño	376,06	17,80					<0,001
	Gel placebo	296,28	23,36					

-

	Microdureza	Media	Desviación estándar	Valor p*	Flúor gel neutro 2%**	Barniz fluoruro de sodio al 5%**	Gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño**	Gel placebo**
14 días	Flúor gel acidulado 1,23%	326,82	24,59	<0,001	1,000	1,000	0,058	0,162
	Flúor gel neutro 2%	321,16	30,91			1,000	0,019	0,334
	Barniz fluoruro de sodio al 5%	318,95	21,31				1,000	0,516
	Gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño	374,98	20,42					<0,001
	Gel placebo	274,54	24,28					

-

	Microdureza	Media	Desviación estándar	Valor p*	Flúor gel neutro 2%**	Barniz fluoruro de sodio al 5%**	Gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño**	Gel placebo**
21 días	Flúor gel acidulado 1,23%	305,48	25,54	<0,001	1,000	1,000	0,007	0,173
	Flúor gel neutro 2%	309,00	21,10			1,000	0,023	0,981
	Barniz fluoruro de sodio al 5%	319,18	22,07				0,123	0,358
	Gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño	375,40	29,80					<0,001
	Gel placebo	281,38	22,32					

Nota. Se aplicaron las siguientes pruebas *Prueba Kruskal Wallis, y ** Prueba pos hoc de Bonferroni para el análisis inferencial. En los hallazgos, se observa que a los 7 días se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el flúor gel acidulado al 1,23% y el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño ($p = 0,031$); entre el flúor gel neutro al 2% y el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño ($p = 0,001$); entre el gel placebo y el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño ($p < 0,001$). Siendo el grupo expuesto al gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño el que presentó mayor microdureza a los 7 días. A los 14 días, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el flúor gel neutro al 2% y el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño ($p = 0,019$), entre el gel placebo y el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño ($p < 0,001$). Siendo el grupo expuesto al gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño el que presentó mayor microdureza a los 14 días. A los 21 días, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el flúor gel acidulado al 1,23% y el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño ($p = 0,007$), entre el flúor gel neutro al 2% y el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño ($p = 0,023$), entre el gel placebo y el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño ($p < 0,001$). Siendo el grupo expuesto al gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño el que presentó mayor microdureza a los 21 días.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente proyecto de investigación realizó la comparación de cuatro agentes fluorados sobre la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos, realizado en determinados momentos, a los 7, 14 y 21 días. Hallándose que el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño fue el más estable a lo largo de ese periodo. Durante la microdureza inicial se observó una media de $354,39 \text{ kg/mm}^2 (\pm 48,26)$, y en el transcurso del periodo la microdureza del esmalte bovino se mantuvo similar (7 días $376,06 \pm 17,80$; 14 días $374,98 \pm 20,42$; 21 días $375,40 \pm 29,80$); y al comparar con los otros grupos se encontró un nivel de significancia menor a 0,001; por lo que el gel experimental permitió aumentar la microdureza en comparación de los otros agentes fluorados.

Según el primer objetivo específico, se halló que el valor de la media en la microdureza inicial mínimo fue alrededor de $305,06 \text{ kg/mm}^2 (\pm 50,40)$ en el grupo flúor gel acidulado 1,23% y el valor máximo fue de $354,39 \text{ kg/mm}^2 (\pm 48,26)$ en el grupo del gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño. Estas mediciones se realizaron antes de iniciar el ciclo de erosión-remineralización con el método de Vickers. La comparación con otros estudios es limitada en tiempo y tema de investigación, pero en relación a esta primera fase de la evaluación de la microdureza superficial inicial de muestras de esmalte de bovinos se encontraron resultados similares empleando también el método de Vickers. Correa y Mattos (2011) obtuvieron una microdureza inicial de una media de $368,7 \text{ kg/mm}^2$; Salazar (2015) halló $322,38 \pm 4,23 \text{ kg/mm}^2$; y Cotrina (2021) mencionó que la microdureza inicial en el grupo de esmaltes de bovino de Red Bull la media fue de 303.66 ± 28.73 y el grupo Volt fue 309.86 ± 41.91 .

En estudios de microdureza inicial en piezas dentarias humanas, Lemos et al. (2015) obtuvo un resultado de $342,8 \text{ kg/mm}^2$ en premolares sanas morfológicamente de personas extraídas por motivo ortodóntico o periodontal; y Vargas (2018) mostró que la media de

microdureza inicial fue de $321,63 \text{ kg/mm}^2 (\pm 9.88)$ en su grupo de Duraphat, y $323.61 (\pm 10.56)$ en el grupo de Clinpro White Varnish, ambos barnices de fluoruro de sodio al 5%. Con lo cual, se infiere que los resultados obtenidos y lo reportado en la literatura respecto a la microdureza inicial de las muestras dentales en esmalte de bovinos son similares, y si comparamos con las muestras de piezas dentarias humanas también se encuentra una similitud en los valores obtenidos con el método de Vickers.

Por otro lado, las investigaciones han mencionado que la dureza del esmalte ha sido evaluada tanto en animales como humanos, y que para uso experimental la sustitución por piezas dentarias de bovinos ha sido la más avalada, ya que, presentan anatomía e histoquímica semejante al del ser humano; aunque, la extrapolación de los datos pueda ser cuestionable por un tema confiabilidad (Acevedo et al., 2021).

En el segundo objetivo específico, se observó que la microdureza de las muestras del grupo flúor gel acidulado 1,23% durante el ciclo de erosión-remineralización entre los siete y catorce días el valor de la media se mantuvo entre $326,83 \text{ kg/mm}^2$ y $326,82 \text{ kg/mm}^2$, respectivamente. Pero para los 21 días, el valor de la media en microdureza disminuyó a $305,48 \text{ kg/mm}^2$. Este hecho sugiere la disminución del efecto de remineralización del flúor gel acidulado 1,23% a largo plazo.

La revisión de la literatura respecto al efecto del flúor gel acidulado al 1,23% en la microdureza del esmalte dentario es muy escasa o nula, sin embargo, es el gel más usado por su costo accesible y de fácil aplicación en el ámbito clínico (Viera et al., 2022). Su principal propósito de aplicación es prevenir o combatir las lesiones cariosas, y en el Perú, este producto fluorado fue considerado en los programas nacionales de salud bucal a partir del año 1995 (Vallejo y Tineo, 2015).

También, se debe considerar otro hecho resaltante sobre el uso de flúor gel acidulado al 1,23%, un estudio realizado por Acevedo et al. (2022) mencionaron que tres marcas que

comercializan el flúor acidulado 1,23% en Lima Metropolitana, que incluye el flúor de Maquira que se utilizó en el estudio, no alcanzaron la concentración de flúor descrita por el fabricante. De esta manera, se puede especular que los resultados de microdureza en el grupo de gel acidulado hayan ido disminuyendo después de las dos primeras semanas de aplicación, con lo cual su efecto no sea el más apropiado para la protección del esmalte.

Para el tercer objetivo específico, el grupo de gel neutro 2% en el efecto de la microdureza durante el ciclo de erosión-remineralización el valor de la media fue más alto a los 14 días de 321.16 kg/mm² y a los 21 días se redujo el valor a 309 kg/mm². El gel neutro tiene una utilidad en los programas de salud bucal en el Perú que se reporta desde 1964 con el objetivo de mejorar las propiedades físico-químicas del esmalte (Vallejos y Tineo, 2015; Viera et al., 2022). Pero, su información es limitada.

Los estudios relacionados al tema de microdureza en dientes bovinos han empleado el método de la perfilométria óptica que consiste en hallar o detectar las características de la superficie; como en el caso de João et al. (2017) y Pereira et al. (2022), los cuales tuvieron resultados similares con respecto al efecto antierosivo del flúor neutro, el cual fue no significativo, es decir, que el flúor gel neutro puede no ser una alternativa adecuada para prevenir la erosión del esmalte.

Siendo así, que no se puede realizar una comparación de los datos, pero se puede presumir que el flúor gel neutro al 2% ante lesiones de erosión dental no podría mantener o reducir los efectos de los ácidos consumidos sobre la superficie del esmalte; ocasionado a largo plazo la sensibilidad dentaria, alteración del color, pérdida en forma y tamaño de la pieza dentaria, mayor riesgo de caries dental, alteración de la función masticatoria o de fonación; hasta la fractura de la pieza dentaria (Donovan et al, 2021).

El cuarto objetivo específico, se empleó el barniz fluoruro de sodio al 5% de la marca 3M® CLINPRO®, obteniéndose un valor de la media a los siete días de 329,15 kg/mm², y que

al transcurrir los días disminuyó a 318,95 y 319,18 en la medición de los 14 y 21 días, respectivamente. La ventaja de los barnices con fluoruro de sodio al 5% es la adherencia sobre la superficie dentaria con un proceso de liberación lento de flúor (0,5 ml/hora) sin que el contacto con la saliva altere su efectividad; con lo cual su uso se ha popularizado en la atención odontológica, y, por ende, se incluyó en el presente estudio (Viera et al., 2022).

Respecto a la microdureza en muestras de esmalte después de la aplicación de barniz de fluoruro de sodio, se encontraron diferentes metodologías: Gómez (2015) evaluaron la microdureza en premolares de personas comparando dos productos en 48 horas, 7 y 14 días, en donde el grupo Varnish™ y Duraphat® no obtuvieron diferencias estadísticamente significativas. Nuñez y Albites (2017) también emplearon premolares humanos que al comparar Duraphat® con Clinpro™ White Varnish respecto a la microdureza no se obtuvo diferencias significativas; pero sí mostraron diferencia con el grupo control ($p < 0.001$); además los valores de la media de Vickers fueron en Duraphat® de 282.11 (± 8.10) mientras que el grupo Clinpro™ obtuvo una media de 285.41 (± 5.95); más las autoras de este estudio no especifican el tiempo que realizaron las mediciones.

Paucar (2022) mencionó que realizó muestras de esmalte de molares extraídas de personas y aplicó el flúor barniz de fluoruro de sodio al 5%, obteniendo una media inicial de 298,10 kg/mm², luego de la desmineralización fue de 190 kg/mm², y luego de la remineralización la media fue de 370,30 kg/mm², según el método de Vickers.

Con ello se puede observar una discrepancia en los resultados mencionados relacionado al tipo de metodología aplicada, pero los hallazgos muestran que el flúor barniz mejora en cierta medida la microdureza del esmalte. También se debe considerar que al ser estudios in vitro no se produce las mismas condiciones que en la cavidad bucal.

Según el quinto objetivo, el grupo de gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño obtuvo los valores más altos durante el ciclo de erosión-remineralización, con valores

de la media a los 7 días de 376,06, a los 14 días 374,98 y a los 21 días 375,40. El gel experimental propuesto para esta investigación fue del estudio de Pereira et al. (2022), el estudio mencionó que el gel experimental fue capaz de controlar la progresión de la erosión dental, y para ello emplearon el perfilómetro óptico, por lo que dificulta la comparación de resultados.

Respecto a otros estudios en base al fluoruro de sodio más cloruro de estaño de aplicación clínica aún es muy limitada y con metodologías diferentes; siendo así que se encontraron reportes como Yu et al. (2010) que mencionaron que la solución de fluoruro de sodio con cloruro estañoso reduce la erosión en esmalte en un periodo de seis minutos ante un flujo de ácido constante. Luego, João et al. (2017) también reportaron que el fluoruro de sodio más cloruro de estaño era la mejor opción para el tratamiento de erosión dental, con el método del perfilómetro.

Estos hallazgos en la literatura demuestran el potencial terapéutico que ofrece el fluoruro de sodio más cloruro de estaño ante los casos de erosión dental, siendo importante realizar más estudios para comprender su mecanismo de acción, y que efectos positivos o negativos ocasionaría en el uso clínico odontológico.

Objetivo específico sexto, en donde se aplicó un gel placebo sin flúor a las muestras y paso por el ciclo de erosión sin remineralización, en el cual se observó que disminuyó la microdureza en comparación a la microdureza inicial ($329,72 \pm 31,21$); por lo que su valor de la media máximo a los 7 días fue de 296,28 y el valor mínimo a los 14 días fue de 274,54; además a los 21 días el valor de la microdureza aumentó a 281,38 ($\pm 22,32$). Su importancia radica en dar la posibilidad de comparar el efecto de cada grupo de agente fluoruro, y también por el uso de la saliva artificial.

Con los valores obtenidos y en base a la bibliografía, se puede mencionar que la saliva juega un rol importante en la remineralización de la pieza dentaria, ya que no solo tiene la

capacidad tampón para neutralizar el pH bajo, si no que en su composición presenta flúor, calcio y fosfato; por lo que también interviene en la remineralización del esmalte (Farooq y Bugshan, 2020). De manera que, el resultado obtenido a los 21 días demuestra el papel que interpreta la saliva en el ciclo de erosión-remineralización del esmalte.

Asimismo, los grupos controles de otros estudios mencionaron que observaron una disminución gradual, como el estudio de Gómez (2015) mencionó que la microdureza media inicial fue de 52,03 kg/mm² a las 48 horas fue de 60.95, a los 7 días de 65,53 y a los 14 días de 61,04. Mientras, Nuñez y Albites (2017) describió que la medida inicial de microdureza fue de 227,58 kg/mm² ($\pm 9,02$) y después del proceso erosión-remineralización con saliva artificial fue de 75,62 y 149,1733 kg/mm². Luego, Bhat et al. (2022) refirió que comenzó con una microdureza inicial de su grupo control de 257,74 ± 42.61 kg/mm² y disminuyó hasta el 152,70 ± 31.87 .

Con ello, se infiere que durante el proceso de erosión y remineralización sin flúor, la solución que se emplea para el almacenamiento de las muestras influye en la recuperación de minerales en la superficie del esmalte, como es la saliva artificial. Aunque, el efecto de remineralización es baja en comparación con el efecto de los agentes fluorados, así que en casos de erosión dental será importante el acompañamiento de algún agente fluoruro para la protección de las piezas dentarias.

Finalmente, al responder el objetivo general se observó que el grupo de muestras aplicadas con el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño obtuvieron mayor microdureza a lo largo de los 21 días del ciclo de erosión y remineralización.

Las investigaciones en relación al análisis comparativo realizado en el presente estudio son limitadas, siendo la metodología el principal aspecto. Empero, el estudio de Oliveira et al. (2019) mencionaron que al comparar gel flúor acidulado al 1,23%, gel flúor neutro 2%, espuma de fluoruro de sodio, barniz de fluoruro de sodio al 5% y un grupo control, empleando el

método de microdureza Knoop a los 7 y 14 días de tratamiento; y luego a los 28 días para control; donde hallaron que si hubo diferencias significativas a lo largo del tiempo ($p < 0,001$). Pero, el grupo barniz de fluoruro fue la que obtuvo una recuperación de minerales, con una topografía más uniforme, según la microscopia electrónica.

Desde otra perspectiva tenemos a Pereira et al. (2022); que al comparar los grupos de geles (gel hidrocimetilcelulosa, grupo control sin gel, gel experimental fluoruro de sodio más cloruro de estaño, gel flúor acidulado 1,23%) en muestras de esmalte de bovino a través del perfilómetro óptico, siendo así que los investigadores hallaron que a los 20 días no encontraron diferencias significativas, y solo el gel experimental fluoruro de sodio más cloruro de estaño redujo la progresión de la erosión en este sustrato en todos los períodos evaluados.

A través de estos dos estudios cercanos al experimento in vitro realizado, se infiere que el gel experimental fluoruro de sodio más cloruro de estaño es un producto que podría ser un recurso accesible para el tratamiento de pacientes con desgastes de erosión dental, y como segunda opción el barniz de fluoruro de sodio al 5%.

VI. CONCLUSIONES

6.1 En este estudio, se llevaron a cabo una serie de evaluaciones para comparar el efecto de cuatro agentes fluorados diferentes sobre la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos, lo cual demostró que el grupo gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño obtuvo mayor microdureza a lo largo de los 21 días.

6.2 La microdureza del esmalte dental en su estado inicial en los bloques de dientes de bovinos, antes del ciclo de erosión-remineralización, proporcionó una base importante para comparar los efectos de los cuatro agentes fluorados, que coincidió con los valores registrados con la literatura, tanto en muestras de esmalte bovino como de humanos, con valor de la media mayor de 300 kg/mm^2 utilizando el método de Vickers.

6.3 La aplicación de flúor gel acidulado al 1,23% en los diferentes intervalos de tiempo se halló un valor máximo de la media en la microdureza del esmalte erosionado a los 7 días de $326,83 \pm 17,91 \text{ kg/mm}^2$, y una disminución posterior, que podría ser por una insuficiente concentración del producto comercial.

6.4 El grupo de flúor gel neutro al 2% mostró efectos en la microdureza del esmalte erosionado a los 14 días $321,16 \pm 30,91 \text{ kg/mm}^2$, con una reducción en el transcurrir de los días. Por lo que, su acción en pacientes con erosión dental podría ser limitada.

6.5 El uso del barniz de fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO® mantuvo estable la microdureza del esmalte erosionado. Por lo que, se podría considerar como la mejor opción del mercado para la prevención y tratamiento de la erosión dental en esmalte.

6.6 El gel experimental, que contenía fluoruro de sodio y cloruro de estaño, mostró resultados significativos en la microdureza del esmalte erosionado durante el período de estudio. De manera que, se espera que se realicen más producciones científicas para evidenciar las propiedades y efectos sobre la pieza dentaria y la cavidad oral.

6.7 La inclusión de un grupo de gel placebo de Hidroxietilcelulosa permitió comparar los efectos de los agentes fluorados con un control sin fluoruro; además de demostrar que la saliva también juega un rol importante en el proceso de remineralización.

VII. RECOMENDACIONES

7.1 Se recomienda al área de investigación y afines a ello promover la creación de espacios y recursos para la investigación experimental, brindando apoyo a los estudiantes interesados en llevar a cabo proyectos en laboratorios y entorno controlados. Esto no solo enriquece la formación académica de los estudiantes, sino que también fortalece la reputación de la institución como centro de excelencia en investigación.

7.2 Se propone los futuros investigadores que deseen desarrollar un estudio similar, considerar el uso de piezas dentarias de humanos para realizar una mejor extrapolación de los datos y disminuir aún más el sesgo en el estudio.

7.3 Se sugiere también, extender el tiempo de estudio para observar los niveles de microdureza a largo plazo y determinar cuánto tiempo mantiene su efecto protector sobre la superficie del esmalte.

7.4 Se aconseja a la comunidad odontológica seguir estudiando el uso del fluoruro de sodio más estaño para comprender sus propiedades y su mecanismo de acción sobre la superficie dentaria.

VIII. REFERENCIAS

- Acevedo, F., Garcia, A. y Tello, G. (2022). *Evaluación de las concentraciones de fluoruros en geles de uso profesional del mercado peruano*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Repositorio Institucional UPCH. https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/13038/Evaluacion_AcevedoMatta_Fabiola.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Acevedo, E., Peláez, A. y Christiani, J. (2021). El esmalte dental bovino como modelo experimental para la investigación en odontología. Una revisión de la literatura. *Rev Asoc Odontol Argent*, 109(2), 137-143. [https://raoa.aoa.org.ar/revistas/revista_fulltext?t=330&d=El esmalte dental bovino como modelo experimental para la investigaci%C3%B3n en odontolog%C3%ADa. Una revisi%C3%B3n de la literatura&volumen=109&numero=2](https://raoa.aoa.org.ar/revistas/revista_fulltext?t=330&d=El+esmalte+dental+bovino+como+modelo+experimental+para+la+investigaci%C3%B3n+en+odontolog%C3%ADa.+Una+revisi%C3%B3n+de+la+literatura&volumen=109&numero=2)
- Acuña, S., Yileng T. y Delgado, L. (2021). Modelos in situ para evaluar potencial erosivo de bebidas. In situ models to evaluate erosive potential of beverages. *Int. J. Odontostomat*, 15(3), 788-794. <https://www.scielo.cl/pdf/ijodontos/v15n3/0718-381X-ijodontos-15-03-788.pdf>
- Aguirre, J., Daza, K., Fiesco, M. y Sánchez, M. (2018). *Evaluación de medios de desinfección y conservación de muestras dentales usadas para fines de investigación*. [Tesis de pregrado, Universidad El Bosque]. Repositorio Institucional UEB. <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/2195>
- Algarni, A., Lippert, F., Ungar, P., Platt, J., González, C., Eckert, G. y Hara, A. (2021). Tooth age impact on dental erosion susceptibility and treatment efficacy. *Caries Research*, 55(6), 585-593. <https://doi.org/10.1159/000519972>
- ASTM. (2005). *ASTM E385-05a: Standard test method for microindentation hardness of materials* [Archivo PDF]. <https://webstore.ansi.org/standards/astm/astme38405>

- ASTM Internacional. (2016). *¿Qué es ASTM Internacional? ASTM América Latina* [Archivo PDF]. https://la.astm.org/wp-content/uploads/2020/03/what_is_astm_SP_feb16.pdf
- Baltuano, K., Flores, K., Farfán, M. y Casas, L. (2016). Prevalencia de erosión dental en niños de 6 a 12 años de edad utilizando el índice Basic Erosive Wear Examination (BEWE). *Revista de Odontopediatría Latinoamericana*, 6(1), 17-27. <https://doi.org/10.47990/alop.v6i1.81>
- Bartlett, D. y O'Toole, S. (2019). Tooth wear and aging. *Australian Dental Journal*, 64 (Suppl 1), S59-S62. <https://doi.org/10.1111/adj.12681>
- Bhat, D., Awchat, K., Singh, P., Jha, M., Arora, K. y Mitra, M. (2022). Evaluation of remineralizing potential of CPP-ACP, CPP-ACP + F and β TCP + F and their effect on microhardness of enamel using vickers microhardness test: an in vitro study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 15(Suppl 2), S221-S225. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2161>
- Boitelle, P. (2019). Contemporary management of minimal invasive aesthetic treatment of dentition affected by erosion. Case report. *BMC Oral Health*, 19(1),123. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0807-4>
- Ccalli, Y., Castro, G. y Escalante, W. (2021). Erosión dental: una breve revisión. *Revista Odontológica Basadrina*, 5(1), 67-73. <https://doi.org/10.33326/26644649.2021.5.1.1089>
- Cevallos, F. y Gonzáles, N. (2019). *Reparación de esmalte erosionado por medio de la aplicación de tres agentes fluorados evaluados mediante perfilómetro en premolares extraídos. In-vitro*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio de UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/19457/1/T-UCE-0015-ODO-208.pdf>

- Chávez, B., Almeida y Queiroz, R. (2017). Evaluación De La Dureza Del Esmalte En Dientes Deciduos. *Revista KIRU*, 34(1), 19-27. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/1798>
- Correa, E. y Mattos, M. (2011). Microdureza superficial del esmalte dentario ante el efecto erosivo de tres bebidas gasificadas no alcohólicas. Estudio in vitro. *Revista KIRU*, 8(2), 88-96. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/1821>
- Cotrina, J. (2021). *Efecto de dos bebidas energizantes sobre la microdureza superficial del esmalte bovino*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio Institucional USMP. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/9852>
- DENTAID (s. f.). *Vitis Anticaries*. <https://www.vitis.es/productos-vitis/pastas-dentifricas/vitis-anticaries/>
- Donovan, T., Nguyen, C., Abd, I. e Irusa, K. (2021). Contemporary diagnosis and management of dental erosion. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(1), 78-87. <https://doi.org/10.1111/jerd.12706>
- Durso, G., Tanevitch, A., Abal, A., Llompарт, G., Perez, P. y Felipe, P. (2017). Estudio de la microestructura del esmalte dental humano en relación con la microdureza. *Revistas Ciencias Morfológica*, 19(2), 1-9. <https://revistas.unlp.edu.ar/Morfol/article/view/3824/4823>
- Farooq, I. y Bugshan, A. (2020). The role of salivary contents and modern technologies in the remineralization of dental enamel: a narrative review. *F1000Research*, 9, 171. <https://doi.org/10.12688/f1000research.22499.3>
- Fernández, R. (2021). *Evaluación in vitro de la rugosidad de esmalte y dentina en dientes bovinos expuestos a bebidas isotónicas*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional UPC.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/593359/original.pdf?sequence=1>

- 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 VarnishTM (Fluoruro de Sodio al 5%) y Duraphat® (Fluoruro de Sodio al 5%)*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional UPC. <https://upc.aws.openrepository.com/bitstream/handle/10757/621205/original.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Gil, A. y Bidlack, F. (2020). Tooth Enamel and its Dynamic Protein Matrix. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(12), 4458. <https://doi.org/10.3390/ijms21124458>
- Giraudeau, N., Camman, P., Pourreyron, L., Inquimbert, C. y Lefebvre, P. (2021). The contribution of teledentistry in detecting tooth erosion in patients with eating disorders. *Digital Health*, 7, 20552076211019250. <https://doi.org/10.1177/20552076211019250>
- Guerrero, D. y Abarca, A. (2019). *Efectividad del ácido acético al 5% y clorhexidina al 0,12% como desinfectantes de cepillos dentales usados*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Institucional UNACH. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5802/1/UNACH-EC-FCS-ODT-2019-0038.pdf>
- Hayakawa, L., Gallo, A. y Casas, L. (2019). Prevalencia de erosión dental en estudiantes de 12 a 16 años utilizando Basic Erosive Wear Examination (BEWE) en una institución educativa pública peruana. *Revista de Odontopediatría Latinoamericana*, 9(1), 7-18. <https://backup.revistaodontopediatria.org/ediciones/2019/1/art-2/>
- Organización Internacional de Normalización. (2010). *Organismos Nacionales de Normalización en países en desarrollo* [Archivo PDF]. https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/fast_forward-es.pdf

- João, S., Bezerra, S., De Freitas, P., De Lima, N., Aranha, A., Hara, A. y Scaramucci, T. (2017). In situ evaluation of fluoride-, stannous- and polyphosphate-containing solutions against enamel erosion. *Journal of dentistry*, 63, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.05.014>
- König, K. (2002). New recommendations concerning the fluoride content of toddler toothpaste -consequences for systemic application of fluoride. *Gesundheitswesen*, 64(1), 33-38. <https://doi.org/10.1055/s-2002-19510>
- Kufiyah, A., Bagasi, A., Nawlalili, S., Bazaid, D., Marghalani, A. y Fathi, A. (2021). Effect of Zamzam Water on Microhardness of Primary Tooth Enamel After Erosion Induced by Claritin Syrup: An In-vitro Study. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 11(2), 173-178. https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_420_20
- Lemos, A., Tanevitch, A. y Bilmes, P. (2015). Estudio de la desmineralización del esmalte dental mediante ensayos de microdureza. *Revista Facultad de Ingeniería de UNLP*, 588-90. <https://1library.co/document/4yrwrgvz-estudio-desmineralizacion-esmalte-dental-mediante-ensayos-microdureza.html>
- Levine, R. (2019). What concentration of fluoride toothpaste should dental teams be recommending? *Evidence-Based Dentistry*, 20(3), 74-75. <https://doi.org/10.1038/s41432-019-0040-7>
- Magalhães, A., Wiegand, A., Rios, D., Buzalaf, M. y Lussi, A. (2011). Fluoride in dental erosion. *Monographs in Oral Science*, 22, 158-170. <https://doi.org/10.1159/000325167>
- MAQUIRA. (s. f.). *Flúor gel maquira*. <https://maquira.com.br/es/produto/fluor-gel-maquira/>
- Mas, A. (2002). *Efecto erosivo valorado a través de la microdureza superficial del esmalte dentario, producido por tres bebidas industrializadas de alto consumo en la ciudad de Lima. Estudio in vitro*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San

Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM.

https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/salud/Mas_L_A/t_completo.pdf

Murakami, C., Bönecker, M., Corrêa, M., Mendes, F. y Rodrigues, C. (2009). Effect of fluoride varnish and gel on dental erosion in primary and permanent teeth. *Archives of Oral Biology*, 54(11), 997-1001. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2009.08.003>

Nuñez, K. y Albites, U. (2017). Potencial de remineralización en premolares expuestas a dos barnices fluorados. Estudio in vitro. *Rev. Cient. Odontol*, 5(1), 640-50. <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/odontologica/article/download/343/405/>

Né, Y., Souza, D., Frazão, D., Alvarenga, M., Aragão, W., Fagundes, N., De Souza, R. y Lima, R. (2022). Treatment for dental erosion: a systematic review of in vitro studies. *PeerJ*, 10, e13864. <https://doi.org/10.7717/peerj.13864>

Oliveira, M., Oliveira, P., Oliveira, L., Horliana, A., César, P., Moura, S. y Bussadori, S. (2019). Microhardness of bovine enamel after different fluoride application protocols. *Dental Materials Journal*, 38(1), 61-67. <https://doi.org/10.4012/dmj.2017-399>

Oral-B. (s. f.). *Encías detox sensitive care pasta dental 75ml*. <https://www.oralb.com.mx/es-mx/productos/Oral-B-Encías-Detox-Pasta-Dental-75ml>

Paucar, G. (2022). *Remineralización del esmalte dental con flúor barniz y fluoruro diamino de plata. Estudio in vitro*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador].

Repositorio Institucional UCE.

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/26425/1/FOD-CPO-PAUCAR%20GABRIELA.pdf>

Pereira, L., Bezerra, S., Viana, Í., Lima, L., Borges, A. y Scaramucci, T. (2022). Development of a sodium fluoride and stannous chloride-containing gel for treatment of dental erosion. *Brazilian Dental Journal*, 33(4), 54-61. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202204808>

- Pirca, K. (2018). *Comparación in vitro del efecto remineralizante de las pastas dentales con Fosfopéptido de caseína - Fosfato de calcio amorfo y Fluoruro de sodio sobre la erosión del esmalte dental*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada San Juan Bautista]. Repositorio Institucional UPSJB. <http://repositorio.upsjb.edu.pe/handle/upsjb/2141>
- Prado, A., Bendezu, N. y Valverde, N. (2022). *Efecto de cuatro formulaciones de dentífricos fluorados sobre la rugosidad superficial del esmalte erosionado*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Repositorio Institucional UPCH. <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/12087>
- Reyes, J. (2001). Estudio del esmalte dental humano por microscopia electrónica y técnicas afines. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 21(2), 81-85. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0255-69522001000200015&lng=es&tlng=es
- Rivera, C., Ossa, A. y Arola, D. (2012). Fragilidad y comportamiento mecánico del esmalte dental. *Revista Ingeniería Biomédica*, 6 (12), 1-7. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S190997622012000200002&script=sci_abstract&tlng=es
- Rodríguez, D., Bonilla, P. y Tello, G. (2017). Efecto de barnices fluorados sobre el esmalte erosionado a través de microscopia de fuerza atómica: Estudio in vitro. *Revista Odontología Universidad Central del Ecuador*, 19(1), 55-74. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/odontologia/article/view/1101>
- Saads, T. y Lussi, A. (2020). Chapter 9: Acidic Beverages and Foods Associated with Dental Erosion and Erosive Tooth Wear. *Monographs in Oral Science*, 28, 91-98. <https://doi.org/10.1159/000455376>
- Salazar, I. (2015). *Evaluación in vitro de la microdureza de esmalte y dentina de dientes de bovino expuestos a tres bebidas isotónicas*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de

Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional UPC.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/592874/original.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sensodyne. (s. f.). *Sensodyne rapid action*. <https://www.sensodyne.com/es-es/productos/pasta-dientes-rapid-action.html>

Silva, L., Sosa, G. y Vargas, C. (2018). *Desgaste dental erosivo y su asociación con los hábitos dietéticos en pacientes mayores de 18 años de edad de las ciudades de Piura y Lima, Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Repositorio Institucional UPCH.

https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/3605/Desgaste_SilvaMauriola_Lucia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Struers. (s. f.). *Ensayos de dureza*. <https://www.struers.com/es-ES/Knowledge/Hardness-testing#>

3M. (s. f.). *3M® Clinpro white varnish*. https://www.3m.com.pe/3M/es_PE/p/d/v000178527/

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 Los Ángeles Chimbote]. Repositorio Institucional ULADECH.

https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/5026/MICRODUREZA_SUPERFICIAL_ESMALTE_DENTAL_VARGAS_VALERIO_YESSENIA_THAIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vallejos, R. y Tineo, P. (2015). Administración de fluoruros en salud pública en el Perú: Debilidades y obstáculos. *Revista Estomatológica Herediana*, 25(1), 79-84. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-43552015000100010

- Viera, K., Mora, M. y Reinoso, M. (2022). El flúor y sus beneficios como agente esencial para prevenir las caries. *Revista KIRU*, 19 (4), 156-162.
<https://doi.org/10.24265/kiru.2022.v19n4.02>
- Villanueva, M. (2018). *Erosión dental en consumidores de cebiche, Huanchaco 2017*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional UNITRU.
<https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10677>
- Wiegand, A. y Attin, T. (2008). Erosiones dentales: medidas preventivas y terapéuticas recomendadas para pacientes de riesgo. *Quintessence*, 21(1), 8-16.
<https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-9-articulo-erosiones-dentales-medidas-preventivas-terapeuticas-13151680>
- Yu, H., Wegehaupt, F., Zaruba, M., Becker, K., Roos, M., Attin, T. y Wiegand, A. (2010). Erosion-inhibiting potential of a stannous chloride-containing fluoride solution under acid flow conditions in vitro. *Archives of Oral Biology*, 55(9), 702-705.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2010.06.006>

IX. ANEXOS

Anexo A: Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Operacionalización de variables			Materiales y métodos
			Variables	Valor	Indicador	
¿Existen diferencias del efecto de los cuatro agentes fluoruros sobre la microdureza del esmalte erosionado de bloques de	Objetivo general Evaluar el efecto de los cuatro agentes fluorados sobre la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos, 2023.	Existen diferencias en el efecto de los cuatro agentes fluoruros sobre la microdureza superficial del esmalte	Independiente: Microdureza	Método de Dureza Vickers	Unidad de kilogramos por milímetro cuadrado (kg/mm ²).	Tipo de estudio: Experimental in vitro Prospectivo Longitudinal Comparativo

<p>dientes de bovinos, 2023?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>-Determinar la microdureza del esmalte inicial de los bloques de dientes de bovinos, 2023</p> <p>-Determinar la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el flúor gel acidulado 1,23% en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días, 2023.</p> <p>-Determinar la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados</p>	<p>dentario de bovinos, 2023.</p>	<p>Dependiente:</p> <p>Agentes fluorurados</p>	<p>Gel placebo:</p> <p>Hidroxipropilmetilcelulosa 1.5% (HPMC)</p> <p>Fluoruros en el Mercado:</p> <p>Flúor gel acidulado 1,23%</p> <p>Flúor gel neutro 2%</p> <p>Barniz fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO®</p> <p>Gel fluorado experimental</p> <p>Gel de fluoruro de sodio más cloruro de estaño (F+Sn+HMC)</p>	<p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>	<p>Muestra:</p> <p>45 bloques de esmalte de dientes bovinos.</p> <p>Criterios de inclusión:</p> <p>- Piezas dentarias del sector anterior (incisivos inferiores) de bovinos jóvenes.</p>
----------------------------------	---	-----------------------------------	---	---	---	--

	<p>con el flúor gel neutro 2% en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días, 2023.</p> <p>-Determinar la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el Barniz fluoruro de sodio al 5% 3M® CLINPRO® en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días, 2023.</p> <p>-Determinar la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados</p>				<p>- Piezas dentarias sin ningún tipo de alteración morfológica a nivel de esmalte y dentina.</p> <p>Criterios de exclusión:</p> <p>-Piezas dentarias con fracturas a nivel coronario.</p>
--	--	--	--	--	---

	<p>con el gel experimental de fluoruro de sodio más cloruro de estaño en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días, 2023.</p> <p>-Determinar la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de bovinos tratados con el gel placebo de Hidroxipropilmetilcelulosa 1.5% en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días, 2023.</p> <p>-Comparar la microdureza del esmalte erosionado en bloques de dientes de</p>				<p>-Piezas dentarias en mal estado.</p>
--	--	--	--	--	---

	bovino tratados con cuatro agentes fluoruros en el tiempo 7 días, 14 días y 21 días, 2023.					
--	--	--	--	--	--	--

Anexo B: Recolección de datos**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

AV. TUPAC AMARU Nº 210 RIMAC TELEF.: 481-1070 ANEXO 314 TELEFAX: 382-0146

INFORME TÉCNICO**MICRODUREZA DE MUESTRAS DENTALES**

PIEZA : 45 MUESTRAS DENTALES

SOLICITANTE : Bach. SAMANTHA PAOLA CASTILLÓN MUNIVE

REQUERIMIENTO : DETERMINAR MICRODUREZA DE MUESTRAS.

TRABAJOS ANALITICOS:

- INSPECCIÓN VISUAL
- ENSAYOS DE MICRODUREZA

EQUIPOS UTILIZADOS :

- MICRODUROMETRO HVS-1000A
- PAPELES ABRASIVOS PARA DESBASTE Y PULIDO "BUEHLER"

NORMAS TÉCNICAS :

- ASTM E 384 "ENSAYO DE DUREZA VICKERS"

MANUALES TÉCNICOS:

- ASM METALS HANDBOOK V 9 "METALLOGRAPHY AND MICROSTRUCTURE"

FECHA DE ANÁLISIS : DEL 03-09-2023 AL 01-10-2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA
 AV. TUPAC AMARU N° 210 RIMAC TELEF.: 481-1070 ANEXO 314 TELEFAX: 382-0146

Tablas N° 4 Microdureza del esmalte dentario sumergidos en saliva artificial y ciclo erosion-reminerizacion en 21 días.

Nº	MUESTRA D	MICRODUREZA 1	MICRODUREZA 2	MICRODUREZA PROMEDIO
1	D1	288.6	299.9	294.3
2	D2	389.9	393.6	391.8
3	D3	399.3	379.5	389.4
4	D4	396.9	329.9	363.4
5	D5	382.8	378.9	380.9
6	D6	389.2	395.9	392.6
7	D7	398.9	383.8	391.4
8	D8	376.8	395.9	386.4
9	D9	379.9	389.9	384.9
10	D10	388.9	368.8	378.9

Nº	MUESTRA E	MICRODUREZA 1	MICRODUREZA 2	MICRODUREZA PROMEDIO
1	E1	289.8	277.8	283.8
2	E2	258.8	257	257.9
3	E3	337.5	296.7	317.1
4	E4	268.7	289.6	279.2
5	E5	282.4	255.3	268.9

Lima, 04 de octubre de 2023



M.Sc. Ing. Manuel Natividad Cruz Torres
 Jefe del Laboratorio N° 9
 CIP: 70038

Anexo C: Carta de presentación



Universidad Nacional
Federico Villarreal

**FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA**

“Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo”

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 12 de julio de 2023

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

ATENCIÓN: LABORATORIO DE HISTOLOGÍA
Presente.-

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología Srta. Samantha Paola Castillon Munive, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«EFECTO DE GELES FLUORADOS SOBRE LA MICRODUREZA DEL
ESMALTE DENTARIO EROSIONADO EN BOVINOS, 2023»**

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

- ✓ *Elaboración de muestras de fragmentos de dientes bovinos; disección coronorradicular, profilaxia respectiva, refrigerados con agua destilada, para luego ser colocados en envase de pvc relleno de acrílico autocurado y pulido posterior.*

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



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

Se adjunta: Plan de Tesis
Folios (40)
samantahaolacastillonmunive@gmail.com

024-2023
NT: 047885 - 2023

AAMM/Luz V.

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

Telef.: 7480888 - 8335



Universidad Nacional
Federico Villarreal

**FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA**

“Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo”

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 3 de agosto de 2023

Dr. Ing.
SANTIAGO G. VALVERDE ESPINOZA
DECANO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA y METALÚRGICA
UNIVERSIDAD NACIONAL INGENIERÍA
Presente.-

ASUNTO: *Autorización de uso de equipos para desarrollo de tesis*

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología Srta. Samantha Paola Castillon Munive, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«EFECTO DE GELES FLUORADOS SOBRE LA MICRODUREZA DEL
ESMALTE DENTARIO EROSIONADO EN BOVINOS, 2023»**

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

- ✓ *Uso del microdurometro en cuatro tiempos, etapa de remineralización y erosión de los especímenes durante el periodo de 20 días.*
- ✓ *La bachiller aportará los insumos y materiales requeridos para el uso del equipo.*

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,



Se adjunta: Plan de Tesis
Folios (40)

025-2023
NT: 050574 - 2023

AAMM/Luz V.

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

Telef.: 7480888 - 8335

Anexo D: Certificación del gel experimental

BOTICA
INVERSIONES
Da SilvaMCC

CONSTANCIA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTO MAGISTRAL

Por intermedio de la presenta se deja constancia que la empresa inversiones Da Silva MCC SAC con número de RUC: 20525026087 y debidamente representada por su gerente general Doctor Marcos Eduardo Cueva Cueto COP 8611. Ha realizado la elaboración de 3 tipos de geles a pedido de la Bachiller Samantha Paola Castillon Munive para ser utilizado en el proyecto de Investigación que lleva por título "EFECTO DE GELES FLUORADOS SOBRE LA MICRODUREZA DEL ESMALTE DENTARIO EROSIONADO EN BOVINOS" a realizarse en la "UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL". Para la elaboración de los mencionados productos se utilizaron los siguientes insumos.

- Cloruro de Estaño
- Fluoruro de sodio
- Hidroxietilcelulosa
- Agua purificada

Se elaboraron 3 tipos de geles

TIPO 1: Gel placebo (no contiene ningún excipiente)

Tipo 2: Gel que contiene Cloruro de estaño 15000 ppm y Fluoruro de sodio 7500 ppm

Tipo 3: Gel que contiene solo fluoruro de sodio 7500 ppm.

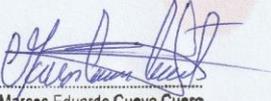
Para la preparación de los geles, se siguieron rigurosamente las indicaciones establecidas en artículo De la Revista Odontológica Brasileira 33 (4): 54-61 año 2022 "Desarrollo de un gel que contiene Fluoruro de sodio y cloruro de estaño para el tratamiento de la erosión dental".

Las soluciones se gelificaron añadiéndole el espesante en las cantidades indicadas, mediante fórmula magistral, elaborada en farmacia de la empresa.

El Cloruro de estaño grado reactivo utilizado para formular el gel fue de la marca J.A. Elmer debidamente registrado y distribuido en Perú por la empresa Elmer Jo Anaya SAC. Jr El Níquel 277 Los Olivos RUC 20101353461 de la cual adjuntamos la factura para adquisición.

La farmacia en la cual se elaboró el gel tiene la debida autorización sanitaria especificada en el INFORME 5533-2016 DFCUS – DEMID – DISA II L.S/ MINSA.

Se expide el presente documento para los fines del interesado a los 4 días del mes de Julio del año 2023.


Marcos Eduardo Cueva Cueto
REPRESENTANTE LEGAL
DNI: N° 09308989

MARCOS EDUARDO CUEVA CUETO COP 8611
GERENTE GENERAL

Teléfono 511-6809493 Cel 999621516 email: mcueva8699@hotmail.com

Anexo E: Constancia de las muestras obtenidas



Universidad Nacional
Federico Villarreal



"Año de la unidad, la Paz y el Desarrollo"

CONSTANCIA DE EJECUCIÓN

Por medio del presente documento se da constancia que la bachiller en Odontología SAMANTHA PAOLA CASTILLON MUNIVE, realizo la parte experimental de su trabajo de tesis titulado: "EFECTO DE LOS AGENTES FLUORADOS SOBRE LA MICRODUREZA DEL ESMALTE DENTARIO EROSIONADO EN BOVINOS 2023", en el laboratorio de Histología y Embriología- UNFV, supervisado por la docente responsable, Mg. Quispe Tasayco Lucia Marisela

Donde se realizó la preparación de espécimen en cinco grupos; cortes transversales irrigado con agua destilada en cada procedimiento, profilaxis, fragmentos de espécimen colocados en PVC relleno con acrílico autocurado y posterior pulido.

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

Lima, 29 de agosto del 2023

ATTE.

Mg.CD. Quispe Tasayco Lucia Marisela
Responsable del laboratorio de Histología y Embriología

Anexo F: Evidencia fotográfica

1. Se elaboró las muestras magistrales



2. Preparación de todos los materiales para las muestras



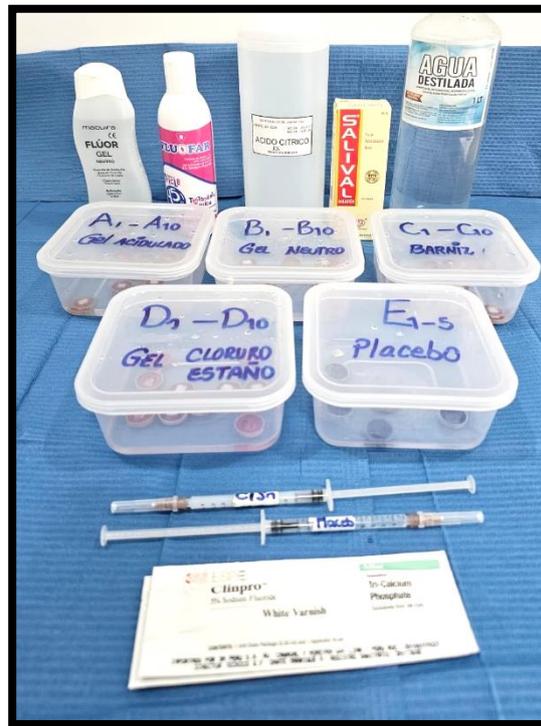
3. Sé realizó una limpieza profunda con piedra pomez, curetas de destartaje, cortes coronorradicular con profusa irrigación.



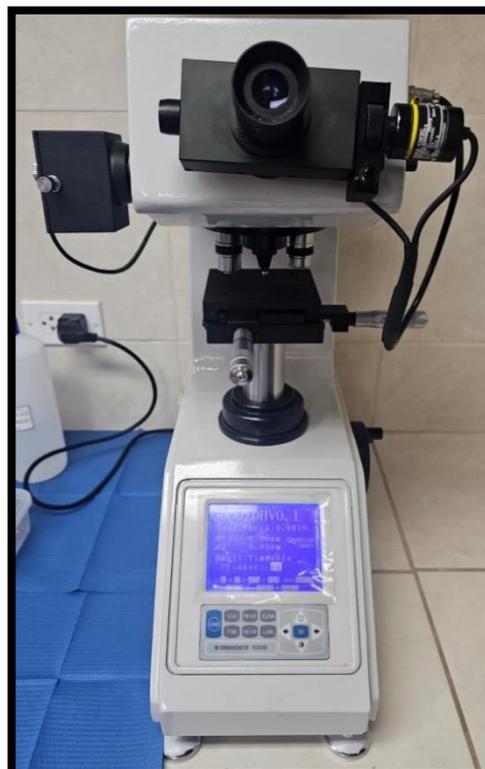
4. Cortes con dimensiones 4x5x2mm preparados para la colocacion en un pvc relleno con acrilico autocurado



5. Preparación de las muestras para la ejecución de la investigación.



6. Instrumento micro durómetro de Vickers HVS – 1000A.



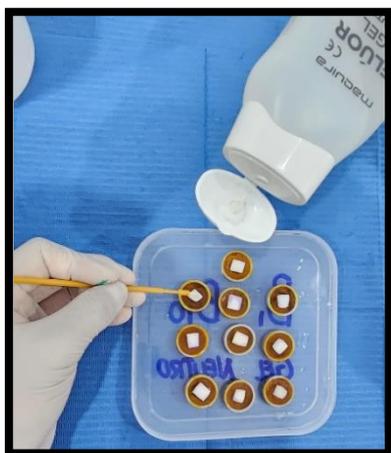
7. Hidratadas por 30 min. con saliva artificial, lavadas y secadas se procede a la medición de control.



8. Ácido Cítrico 1% por 10 min., luego lavadas con agua destilada y sumergidos nuevamente con saliva artificial 30 min.



9. Aplicación de los agentes fluorados luego nuevamente lo sumergimos en saliva artificial.



10. Durante los 21 días se hizo el ciclo erosivo-remineralización (proceso de cambio de saliva artificial, agua destilada y ácido cítrico 0.3%)

