



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EFFECTO DE AGENTES CLAREADORES A BASE DE PERÓXIDO DE CARBAMIDA
AL 16% Y CARBONO ACTIVO, SOBRE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DEL
ESMALTE EN DIENTES BOVINOS

Línea de investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autor:

Zamudio Santiago, Jorge Luis

Asesor:

Cayo Rojas, César Félix
(ORCID: 0000-0002-5560-7841)

Jurado:

Alvitez Temoche, Daniel Augusto
García Rupaya, Carmen Rosa
Chacón Gonzáles, Doris Maura

Lima - Perú

2022

Referencia:

Zamudio, J. (2022). *Efecto de agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 16% y carbono activo, sobre la rugosidad superficial del esmalte en dientes bovinos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/6239>



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EFFECTO DE AGENTES CLAREADORES A BASE DE
PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 16% Y CARBONO ACTIVO,
SOBRE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DEL ESMALTE EN
DIENTES BOVINOS**

Línea de Investigación:
Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autor

Zamudio Santiago, Jorge Luis

Asesor

Cayo Rojas, César Félix

(ORCID: 0000-0002-5560-7841)

Jurado

Alvitez Temoche, Daniel Augusto

García Rupaya, Carmen Rosa

Chacón Gonzáles, Doris Maura

Lima – Perú

2022

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los docentes de esta casa de estudios que me brindaron su conocimiento y su apoyo para seguir adelante día a día, y en especial a mi asesor de tesis por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, y haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi familia en especial a mi esposa e hijas que me acompañan en este largo camino porque ellas siempre están a mi lado brindándome su apoyo incondicional y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

ÍNDICE

RESUMEN	vi
ABSTRACT.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción y formulación del problema.....	2
1.2 Antecedentes	3
1.3 Objetivos	6
- Objetivo general	6
- Objetivos específicos	6
1.4 Justificación	6
1.5 Hipótesis.....	7
II. MARCO TEÓRICO	8
2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación	8
III. MÉTODO	12
3.1 Tipo de investigación	12
3.2 Ámbito temporal y espacial	12
3.3 Variables	12
3.4 Población y muestra	13
3.5 Instrumentos.....	14
3.6 Procedimientos.....	14
3.7 Análisis de datos	19
3.8 Consideraciones éticas	19
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27

VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES	34
VIII. REFERENCIAS	35
IX. ANEXOS	29

RESUMEN

El actual estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 16% y carbono activo, sobre la rugosidad superficial del esmalte en dientes bovinos. Método: este estudio fue experimental, prospectivo y longitudinal; estuvo conformado por seis grupos A: Salival artificial, B: pasta dental convencional (Colgate Máxima Protección), C: pasta dental con carbono activo (Oral-B 3D White Mineral Clear), D: peróxido de carbamida al 16% (Whiteness Perfect 16%), E: peróxido de carbamida al 16% más una pasta dental convencional (Whiteness Perfect 16% + Colgate Máxima Protección) y F: peróxido de carbamida al 16% más pasta dental con carbono activo (Whiteness Perfect 16% + Oral-B 3D White Mineral Clear). Se evaluó la rugosidad superficial con un rugosímetro digital antes y después del procedimiento según el grupo experimental. Resultados: La variación de la rugosidad superficial fue mayor en los grupos de pasta dental con carbono activo (0.200 [IC]: 0.105;0.296 μm) y peróxido de carbamida al 16% más pasta dental con carbono activo (0.201 [IC]: 0.092;0.309 μm). Además, los dientes bovinos tratados con pasta dental convencional ($p = 0.041$), pasta dental con carbono activo ($p = 0.001$) y peróxido de carbamida 16% más pasta dental con carbono activo ($p = 0.002$), aumentaron significativamente sus valores de rugosidad superficial. Conclusión: La pasta dental con carbono activo y el peróxido de carbamida 16% más pasta dental con carbono activo, aumentan la rugosidad superficial del esmalte en dientes bovinos.

Palabras clave: clareamiento dental, pasta dental, peróxido de carbamida.

ABSTRACT

The current study aimed to evaluate the effect of bleaching agents based on 16% carbamide peroxide and activated carbon, on the surface roughness of the enamel in bovine teeth. Method: this study was experimental, prospective and longitudinal; was made up of six groups A: artificial salivary, B: conventional toothpaste (Colgate Maximum Protection), C: toothpaste with activated carbon (Oral-B 3D White Mineral Clear), D: 16% carbamide peroxide (Whiteness Perfect 16 %), E: 16% carbamide peroxide plus a conventional toothpaste (Whiteness Perfect 16% + Colgate Maximum Protection) and F: 16% carbamide peroxide plus activated carbon toothpaste (Whiteness Perfect 16% + Oral-B transparent white mineral 3D). Surface roughness was evaluated with a digital roughness meter before and after the procedure according to the experimental group. Results: The variation of surface roughness was greater in the groups of activated carbon dentifrice (0.200 [CI]: 0.105;0.296 μm) and 16% carbamide peroxide plus activated carbon dentifrice (0.201 [CI]: 0.092). ;0.309 μm). In addition, bovine teeth treated with conventional dentifrice ($p = 0.041$), activated carbon dentifrice ($p = 0.001$), and 16% carbamide peroxide plus activated carbon dentifrice ($p = 0.002$), significantly increased their roughness values. superficial. Conclusion: Activated carbon dentifrice and 16% carbamide peroxide plus activated carbon dentifrice increase the surface roughness of enamel in bovine teeth.

Keywords: tooth Bleaching, Carbamide Peroxide, Toothpastes.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la belleza dental establece patrones estéticos en el campo de la odontología, el clareamiento dental es un procedimiento estético no invasivo y conservador en confrontación con otros tratamientos que realizan desgastes de estructuras dentarias, esta técnica implica el uso de diferentes sustancias que actúan sobre el diente con la finalidad de cambiar la tonalidad de los dientes hacia colores más claros, este método dependerá especialmente de la etiología e intensidad de la alteración de color, durante la evaluación el odontólogo pueda reconocer la etiología de la alteración del tono de color. De este modo podríamos saber cómo devolver el equilibrio estético utilizando técnicas con la mínima pérdida de estructura dental y a la vez cumpliendo la función de clareamiento, el blanqueamiento es un método que se ha destacado por presentar una terapéutica menos invasiva para lograr cambios significativos rápidos y eficientes (Rodríguez-Martínez et al. 2019; Epple et al., 2019; Alkahtani et al., 2020; Benahmed et al., 2022).

Hay agentes clareadores como el peróxido de hidrogeno que su concentración varía entre 3 al 38 % y el peróxido de carbamida, en concentraciones de 10 al 37%, solo está indicado con supervisión odontológica y para el blanqueamiento de manera casera se recomienda utilizar el peróxido de hidrógeno de 3 a 9% y el peróxido de carbamida de 10 a 22% (Trentino, 2011).

El Peróxido de hidrógeno es un agente transparente capaz de penetrar el esmalte y la dentina debido a su peso molecular, tiene la capacidad de oxidar una extensa gama de compuestos orgánicos e inorgánicos, producir decoloración y por consecuente clareamiento del sustrato. Entre sus efectos adversos más resaltantes es que puede producir quemaduras al contacto con tejidos blandos y generar sensibilidad post operatoria (Fernandes et al., 2020; Yamada, 2013; Ramírez-Vargas et al., 2021; Alkahtani et al., 2020; Benahmed et al., 2022).

Estos efectos colaterales también podrían dañar la superficie dental produciendo alteraciones de la rugosidad superficial del esmalte, sin embargo, aún no se ha podido demostrar en qué medida afecta la estructura dentaria (Farinango, 2014).

1.1 Descripción y formulación del problema

Recientemente, las pastas dentales blanqueadoras que contienen carbón se han convertido en productos de higiene bucal populares, con el objetivo de mejorar la eliminación de manchas extrínsecas y el blanqueamiento dental. Las pastas dentales que contienen carbón funcionan de manera similar a las pastas dentales normales (Brooks et al., 2017).

El carbón activado es una forma nanocrystalina de carbono (C) con una gran superficie específica y una alta porosidad en el rango nanométrico. El carbón activado se usa comúnmente como adsorbente en varias aplicaciones (Vaz et al., 2019).

Debido a esta capacidad, el carbón vegetal puede absorber las manchas extrínsecas de los dientes en sus poros y luego cepillarse para cambiar el color de los dientes. Sin embargo, no existe evidencia científica suficiente para esta acción y, como resultado, se ha asumido que el carbón vegetal no cambia el color de los dientes más que por una acción abrasiva similar a la de las pastas dentales regulares. Esta es la razón por la que algunos autores recomiendan este tipo de pastas dentales solo para el mantenimiento del color al retrasar la recurrencia de las manchas superficiales en las superficies de los dientes después del tratamiento de blanqueamiento dental (Dionysopoulos et al., 2020).

Además, se ha postulado que la alta capacidad de absorción del carbón activado puede reducir la disponibilidad de iones de flúor en la fórmula de la pasta de dientes, lo que lleva a una capacidad limitada para remineralizar los tejidos del diente y, como consecuencia, a una menor resistencia a la caries y al desgaste dental (Tembhurkar y Dongre, 2006).

Actualmente, existen en el mercado una variedad de agentes clareadores como el peróxido de hidrógeno, peróxido de carbamida, perborato de sodio y de manera ambulatoria el

carbón activo, dicho carbón viene en presentaciones polvo y líquido. Por consiguiente, es de suma importancia conocer y evaluar los efectos de los agentes clareadores sobre el esmalte, conduciendo así al operador a elegir el tratamiento más adecuado e inocuo, ya que además de obtener el efecto clareador, es necesario garantizar la preservación y la integridad de los tejidos duros dentales (Basson et al., 2013; Alkahtani et al., 2020).

En vista de lo expuesto, se justifica evaluar el efecto del peróxido de carbamida al 16% y carbón activo sobre la rugosidad superficial del esmalte, haciendo necesario responder el siguiente cuestionamiento de la investigación:

¿Cuál es el efecto de agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 16% y carbón activo, sobre la rugosidad superficial del esmalte en dientes bovinos?

1.2 Antecedentes

De Andrade et al. (2021) realizó un estudio con el objetivo de evaluar el color, la rugosidad superficial y la microdureza del esmalte dental humano sometido a cepillado con dentífricos blanqueadores. Las muestras de esmalte (4 x 4 x 2 mm) se oscurecieron con clorhexidina al 0,2% y té negro, y se dividieron aleatoriamente en siete grupos (n= 15) para ciclos de cepillado solo con agua; control; dentífrico convencional (Colgate Máxima Protección Anticaries); dentífrico que contiene peróxido de hidrógeno al 2% (Colgate Luminous White Advanced); dentífrico que contiene tripolifosfato de sodio (Sensodyne True White); dentífrico que contiene carbón activado (Black is White); y dentífrico que contiene covarina azul (Close Up White Now). Las muestras fueron sometidas a 1.000 y 30.000 ciclos de cepillado. Los valores de color, la rugosidad de la superficie y la microdureza (Knoop) se registraron en cuatro momentos: línea base, después de la tinción, después de 1000 y después de 30 000 ciclos de cepillado. Se obtuvo como resultados que los dentífricos blanqueadores provocaron cambios de color significativamente mayores que los obtenidos con los dentífricos convencionales y el control. El dentífrico convencional y los dentífricos que contienen

covarina azul, carbón activado o peróxido de hidrógeno promovieron un aumento estadísticamente significativo en la rugosidad superficial de las muestras después del último ciclo de cepillado. El dentífrico de tripolifosfato de sodio provocó una reducción progresiva de la rugosidad. La microdureza aumentó estadísticamente después de 30.000 ciclos para la pasta de dientes convencional, la covarina azul y el peróxido de hidrógeno. Se concluyó que los dentífricos blanqueadores aclararon las muestras, que evidenciaron mayor luminosidad y reducción de los tonos rojizos y amarillos. Además, no tuvieron efectos nocivos sobre la microdureza y provocaron cambios aceptables en la rugosidad de la superficie.

Koc Vural et al. (2021) realizaron un estudio con el objetivo de comparar los efectos de diferentes dentífricos blanqueadores a base de carbón vegetal sobre el color, la rugosidad de la superficie y la microdureza del esmalte humano. Cuarenta y ocho especímenes obtenidos de dientes incisivos superiores permanentes humanos se dividieron aleatoriamente en 4 grupos (n = 12): Grupo-1: Colgate Total 12(CT); Grupo-2:Body Kingdom(BK); Grupo-3:Black is White(BW), Grupo-4:Colgate optic white(COW). Después de un ciclo de oscurecimiento de 4 días (2 min de clorhexidina y 60 min de té negro por día), se realizó un cepillado de 12 semanas (dos veces al día durante 1 min). El color de las muestras se midió usando un espectrofotómetro. Se utilizó un perfilómetro de contacto para medir la rugosidad de la superficie (Ra) y el durómetro Vicker para los cambios en la microdureza (VHN). Una muestra representativa de cada grupo fue visualizada por SEM. Se obtuvo como resultados que después de 12 semanas de cepillado, no se encontraron diferencias entre los grupos en cuanto al cambio de color ($p=0,989$). Se encontró un aumento sustancial en la rugosidad de la superficie en todos los grupos, excepto en BW ($p<0.05$). Se encontró un aumento en la microdureza con CT ($p = 0,013$), mientras que no se encontraron cambios con BK, BW y COW ($p> 0,05$). Solo se observaron algunos rasguños en las superficies de esmalte mediante evaluaciones SEM. Se llegó a la conclusión de que el cepillado de doce semanas con pastas dentales blanqueadoras a

base de carbón y una pasta dental regular fluorada presentó efectos similares en el color del esmalte. La rugosidad de la superficie aumentó (excepto BW) mientras que la microdureza no se vio afectada (excepto CT) con pastas dentales blanqueadoras a base de carbón.

Palandi (2020) evaluó los efectos del polvo de carbón activado (COAL) combinado con pastas dentales regulares (RT) o blanqueadoras (WT) sobre el color y la superficie del esmalte en comparación con el peróxido de carbamida (CP). Los bloques dentales (n = 10 / grupo) se dividieron aleatoriamente en COAL, COAL / RT, COAL / WT, CP, CP / RT, CP / WT, RT, WT y CONT (sin tratamiento). Los tratamientos de blanqueamiento y cepillado de dientes lavados fueron seguidos por colorimétrico, ensayos de rugosidad superficial y topografía del esmalte. Se obtuvo como resultados que el carbón aumentó rugosidad superficial (P < .001) y topografía de esmalte. CP elevó rugosidad superficial y cambió la topografía del esmalte en menor medida que el COAL. En conclusión, el polvo de carbón activado aumentó la rugosidad superficial del esmalte cuando se combinó con pastas dentales, y la topografía se vio afectada negativamente por el COAL. Además, COAL no pudo mejorar el cambio de color de RT y WT, ni alcanzar la efectividad de CP.

Alencar (2017) este estudio evaluó in vitro el efecto de 10% de cloruro de estroncio y 5% de nitrato de potasio con fluoruro en esmalte bovino, a través de colorimetría triestímulo, microdureza Knoop (KHN) y rugosidad después del blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 35% (HP). Las muestras se dividieron en tres grupos (n = 15), el grupo control recibió tratamiento de blanqueamiento con 35% de HP; otro grupo recibió blanqueamiento con 35% de HP seguida de la aplicación de nitrato de potasio al 5% con fluoruro de sodio al 2%; y el último grupo recibió blanqueamiento con 35% de HP seguida de la aplicación de cloruro de estroncio al 10% sobre el esmalte. A continuación, cinco especímenes de cada grupo experimental se sometieron a pruebas de KHN y de colorimetría triestímulo, y 10 especímenes se sometieron a pruebas de rugosidad superficial. El resultado fue en la comparación

intergrupala, KHN final difirió estadísticamente ($p < 0.05$). La media SR final de los grupos experimentales difirió estadísticamente del grupo control ($p < 0.05$). Además, los grupos no difirieron en la variación de color ($p > 0.05$). En conclusión 10% de cloruro de estroncio y 5% de nitrato de potasio combinado con un 2% de fluoruro minimizaron los cambios morfológicos en el esmalte, sin interferir con la efectividad del proceso de blanqueo.

1.3 Objetivos

- *Objetivo general*

- Evaluar el efecto de agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 16% y carbono activo, sobre la rugosidad superficial del esmalte en dientes bovinos.

- *Objetivos específicos*

- Describir los valores de diferencias de la rugosidad superficial (μm) antes y después de aplicar el agente clareadores y controles, al esmalte dental bovino.

- Comparar las variaciones de la rugosidad superficial (μm) entre grupos, antes y después de aplicar los agentes clareadores y controles, al esmalte dental bovino.

- Comparar de forma múltiple la variación de la rugosidad superficial (μm), antes y después de aplicar los agentes clareadores y controles, al esmalte dental bovino.

- Comparar la variación intragrupo de la rugosidad superficial (μm) al aplicar los agentes clareadores y controles, al esmalte dental bovino.

1.4 Justificación

Teórica

El presente estudio otorgará conocimientos a los profesionales de la salud bucal sobre el efecto de los agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 16% y carbón activado sobre la rugosidad superficial del esmalte dental.

Práctico

Para poder utilizar un agente clareador con óptimos resultados, es necesario conocer el mecanismo de acción de dichos productos, y al mismo tiempo ser capaz de discernir sobre que gel clareador es más eficaz y eficiente en los tratamientos que además de cumplir el objetivo produzca menor efecto sobre la rugosidad del esmalte dental.

1.5 Hipótesis

Existirían variaciones significativas al evaluar el efecto de los agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 16% y carbono activo, sobre la rugosidad superficial del esmalte en dientes bovinos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1 *Histología dentaria*

Básicamente el diente está formado por cuatro tejidos: Esmalte, dentina cemento y pulpa dentaria, los tres primeros en mención son denominados tejidos duros, el único tejido blando está representado por la pulpa (Figun y Garino, 2002).

2.1.1.1. Esmalte dental. El esmalte dental tejido superficial que recubre la corona del diente acelular de origen ectodérmico, presenta una superficie lisa y brillante debido a su alta translucidez, la dentina es percibida fácilmente conformando una coloración blanco amarillento (Frías, 2016).

Composición química del esmalte dental. El esmalte presenta una superficie de 0,1 a 0,2 mm formada químicamente por una matriz orgánica (1,8%), matriz inorgánica (95%) y agua (3, 2%). Ante dicha representación se deduce que ante cualquier desgaste o alteración de la superficie del esmalte este se vuelve más vulnerable y propenso al ataque bacteriano. Su grado de calcificación se realiza mediante la permeabilidad del esmalte con la saliva (Barrancos, 2015; Figun y Garino, 2002).

Estructura del esmalte dental. Su unidad estructural son los prismas compuesta por cristales de hidroxiapatita, al grupo de prismas se les denomina esmalte prismático estos representan el mayor porcentaje de la matriz extracelular (Nicolás, 2010).

2.1.1.2 Etiología de las alteraciones cromáticas dentarias. Existen dos tipos de alteraciones cromáticas: extrínsecas e intrínsecas, dichas alteraciones cromáticas pueden afectar negativamente la apariencia de la sonrisa, perjudicando a un diente o conjunto de dientes. Las alteraciones de origen extrínsecas son las más comunes siendo en su mayoría el resultado de pigmentaciones superficiales del diente ocasionadas generalmente por el consumo excesivo de sustancias con un alto contenido de colorantes, café, té, tabaco etc y los factores

intrínsecos como la dentinogénesis imperfecta, la fluorosis (congénitas) las manchas por tetraciclinas y por flúor (pre eruptivas adquiridas) traumatismos y por tetraciclina (pos eruptivas adquiridas) (Narciso et al, 1994 ; Benedetti, 2016 ;Narciso, Monteiro, Amaral y Clovis, 1994).

2.1.1.3 Clareamiento dental. El clareamiento dental es una opción de tratamiento estético conservador y eficiente en comparación con otros tratamientos que involucran el desgaste de los tejidos dentarios llámese carillas o coronas de porcelana (Benedetti, 2016).

Breve reseña del clareamiento dental. El aclaramiento dental no vital se inició en 1848 con el uso de cloruro de cal y en 1864 Truman introdujo la técnica más eficaz para el aclaramiento de dientes con pulpa no vital, un método que utilizaba cloro en una solución de hidrociorato de calcio y ácido acético. El nombre comercial es solución de Labarraque, la cual era una solución acuosa de hipoclorito de sodio (Woodnut de 1861; M'Quillen, 1868).

A finales del siglo XIX otros agentes aclaradores también se usaron con éxito en los dientes con pulpa no vital, incluyendo cianuro de potasio, ácido oxálico, ácido sulfuroso, cloruro de aluminio, hipofosfato de sodio, pirozono, dióxido de hidrógeno (agua oxigenada o perhidrol), y peróxido de sodio. Estas sustancias se consideran ya sea como oxidantes directos o indirectos que interactúan sobre la porción orgánica del diente, a excepción del ácido sulfuroso, que era un agente reductor.

Posteriormente, se supo que los oxidantes directos más efectivos fueron pirozono, superoxol, y dióxido de sodio, mientras que el oxidante indirecto de elección era un derivado de cloro. El aclaramiento de dientes con pulpa vital ya se realizaba en 1868, por medio de ácido oxálico o pirozono y más tarde con peróxido de hidrógeno. En 1911 el uso de peróxido de hidrógeno concentrado y sometido a calentamiento, por medio de un instrumento o una fuente de luz, fue considerado como un método aceptable en las clínicas dentales. Por otro lado, a fines de 1960 una técnica de blanqueamiento en casa se estableció con éxito cuando Bill

Klusmier, un ortodoncista, instruyó a sus pacientes sobre el uso de un producto «*over-the-counter*» (OTC), el cual era un antiséptico bucal, Gly-Oxide (Marion Merrell Dow, Kansas City, MO, EUA), que contenía 10% de peróxido de carbamida, era colocado a través de una cubeta individualizada ajustada por la noche. El Dr. Klusmier encontró que este tratamiento no sólo mejoró la salud gingival, sino que también aclaraba los dientes. Los sistemas para aclaramiento «*over-the-counter*» (OTC) aparecieron por primera vez en los Estados Unidos en la década de 1990 y contienen concentraciones bajas de peróxido de hidrógeno o peróxido de carbamida, y se venden directamente a los consumidores para uso doméstico. Por último, la actual técnica de blanqueamiento en el consultorio suele utilizar diferentes concentraciones de peróxido de hidrógeno, entre el 3 y el 40% con o sin luz y en presencia de aislamiento gingival. (CESSA, SOLIS, 2018).

2.1.2 Agentes clareadores

En la actualidad existen múltiples agentes clareadores, los más representativos son el pH peróxido de hidrogeno, (H_2O_2), peróxido de carbamida, ($CH_6N_2O_3$), perborato de sodio ($Na_2 [B_2 (O_2)_2(OH)_4]$), estos dos últimos suelen suceder al primero. Los agentes clareadores pueden ser divididos en dos categorías diferentes: aquellos que son usados en el consultorio y otro que son auto- administrados por el propio paciente bajo la supervisión del cirujano dentista (Benedetti, 2016; Narciso et al., 1994).

Peróxido de hidrógeno (H_2O_2). Es un líquido incoloro con un sabor amargo altamente soluble en agua y cáustico, capaz de producir quemaduras o irritación al entrar en contacto con tejidos blandos, cumple la función de óxido – reducción de compuestos orgánicos e inorgánicos, causando decoloración y por ende el clareamiento del sustrato. Presenta concentraciones del 1.5 al 9%, indicadas para dientes vitales con la técnica de clareamiento en el hogar, y en concentraciones del 35 al 38%, para dientes vitales y no vitales en la técnica de consultorio es considerado el agente clareador más efectivo (Benedetti, 2016; Yamada, 2013).

Mecanismo de acción del peróxido de hidrógeno (H₂O₂). Su acción mecánica todavía no está descrita adecuadamente, aunque suele ser un proceso de oxidación donde la remoción de los pigmentos se debe a la liberación de oxígeno, tiene la facilidad de penetrar el esmalte y la dentina debido a su escaso peso molecular (Narciso et al., 1994).

Mecanismo de acción carbón activo. Carbón activado actúa en una gran superficie, un material que posee una estructura altamente porosa por tanto tiene la capacidad de adsorber pigmentos, cromóforos y manchas responsables del cambio de color de los dientes (Torraco, 2018)

Seguridad y efectos adversos de los agentes clareadores

Sensibilidad dental. La sensibilidad dental por lo general es un efecto post clareamiento en dientes vitales, cuyo mecanismo no ha sido completamente establecido. Muchos autores describen que la penetración del H₂O₂ a través del esmalte y la dentina, también puede ser perjudicial para la pulpa. Otros estudios afirman, que no se han reportado daños sobre la pulpa después del clareamiento en tratamiento in vivo (Loyola, 2013).

Irritación de la mucosa oral. Las elevadas concentraciones de H₂O₂ resultan ser cáusticas para los tejidos blandos, por ello para evitar cierto tipo de accidentes se recomienda usar barreras de protección. En comparación con la técnica casera con cubetas, se ha reportado que entre un 25 y 40% de pacientes presentan irritación gingival debido al mal uso del agente clareador por el paciente (Loyola, 2013).

III. MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

Este estudio fue experimental, prospectivo y longitudinal.

3.2 Ámbito temporal y espacial

El estudio se realizó en el Laboratorio Especializado en Ensayos Mecánicos de Materiales High Technology Laboratory Certificate durante el año 2021.

3.3 Variables

3.3.1 Variable independiente

Peróxido de carbamida al 16 % y carbono activo

3.3.2 Variable dependiente

Rugosidad superficial

Operacionalización de las variables

Variables	Definición	Indicador	Escala	Valores
	operacional			
Dependiente	variaciones	Valores	Razón	
Rugosidad superficial del esmalte dental bovino	de aspereza causadas por el mecanismo de acción de los agentes aclarantes	obtenidos de la aplicación del rugosímetro	/continua	0-x μm

Independiente	Agentes	De acuerdo	Nominal /	1. Saliva artificial
Agentes	clareadores	a la	politémica	2. Pasta dental convencional
clareadores	capaces de	composició		(Colgate Máxima
	eliminar	n de los		Protección)
	sustratos	agentes		3. Pasta dental con carbono
	alojados en	clareadores		activo (Oral-B 3D White
	el esmalte y			Mineral Clear)
	la dentina			4. Peróxido de carbamida al
				16 % (Whiteness Perfect
				16%)
				5. Peróxido de Carbamida al
				16% + pasta dental
				convencional (Whiteness
				Perfect 16% + Colgate
				Máxima Protección)
				6. Peróxido de Carbamida al
				16 % más pasta dental
				con carbono activo
				(Whiteness Perfect 16%
				+ Oral-B 3D White
				Mineral Clear)

3.4 Población y muestra

La población está compuesta por dientes incisivos bovinos.

El tamaño total de la muestra ($n=60$) se calculó en base a los datos obtenidos en un estudio piloto previo con cinco muestras por grupo, donde se aplicó la fórmula de análisis de varianza en el software estadístico G*Power versión 3.1.9.7 considerando un nivel de significancia (α) = 0.05 y un poder estadístico ($1-\beta$) = 0,80, con un tamaño del efecto de 0.559, con 6 grupos y 2 medidas pareadas.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Incisivos de bovino sanos libres de lesiones cariosas.
- Incisivos de bovino sin ningún tipo de desgaste
- Incisivos de bovino entre 3 y 4 años de edad.

Criterios de exclusión

- Incisivos de bovino con lesiones cariosas
- Incisivos de bovino con fisuras
- Incisivos de bovino con alteraciones de la estructura del esmalte

3.5 Instrumentos

Para el presente estudio se utilizó un Rugosímetro Digital Huatec – SRT 6200, un vernier digital de 200 mm marca Mitutoyo.

3.6 Procedimientos

Se solicitaron los permisos correspondientes mediante una carta de presentación de la universidad hacia las instituciones involucradas (Anexo C).

3.6.1 Recolección y manejo de las muestras

Para este estudio se seleccionó dientes incisivos inferiores de bovinos originarios de un frigorífico encargado de la producción de una variedad de carnes, previo a la extracción se

evaluaron que los dientes no tengan fisuras, hipoplasias u otras características que puedan afectar sus propiedades físicas (Anexo D).

Se extrajo las piezas dentarias con fórceps y luego se realizó la limpieza con ultrasonido. Después estas fueron almacenadas en envases estériles con saliva artificial (Anexo D).

3.6.2 Preparación de las muestras

Los dientes bovinos extraídos en el último mes previo al experimento se mantuvieron sumergidas en saliva artificial con recambio cada 5 días, las raíces se cortaron con una sierra de diamante refrigerada (KG Sorensen, Ind. Com. Ltda.; Barueri, SP, Brazil) con una turbina de baja velocidad (Isomet 1000®, Buehler, Illinois, USA), a 2 mm por debajo de la unión amelo-cementaria. Luego se realizaron los cortes en la región central de la corona para obtener un bloque de esmalte con 7 mm de largo x 4 mm de ancho x 3 mm de espesor por cada pieza dentaria. Luego se procedió a pulir con papeles de carburo de silicio No. 400, 600 y 1200 (Carborundum/3M do Brasil Ltda., Sumaré, SP, Brazil) bajo un flujo constante de agua. Además, se realizó una limpieza en lavadora ultrasónica (Codyson®, Codyson Electrical Co. Ltd., Shenzhen, China) con agua destilada por 10 minutos. Se almacenó en una solución de timol al 0.1% (Farmacia Universal, Lima, Perú) a 4° C y por último fueron distribuidos aleatoriamente en seis grupos.

3.6.3 Grupos de estudio

Las piezas dentarias que conformaron de 60 bloques de esmalte se clasificaron de forma aleatoria simple sin reposición de acuerdo a los 6 grupos de tratamientos (Anexo G).

- Grupo de control

Grupo A: fue constituido por 10 fragmentos de esmalte de diente bovino, sumergidos en saliva artificial (Salival Solución Oral)

- **Grupos experimentales**

Grupo B: fue constituido por 10 fragmentos de esmalte de diente bovino, a los cuales se les aplicó una pasta dental convencional (Colgate Máxima Protección).

Grupo C: fue constituido por 10 fragmentos de esmalte de diente bovino, a los cuales se les aplicó una pasta dental con carbono activo (Oral-B 3D White Mineral Clear).

Grupo D: fue constituido por 10 fragmentos de esmalte de diente bovino, a los cuales se les aplicó peróxido de carbamida al 16% (Whiteness Perfect 16%).

Grupo E: fue constituido por 10 fragmentos de esmalte de diente bovino, a los cuales se les aplicó peróxido de carbamida al 16% más una pasta dental convencional (Whiteness Perfect 16% + Colgate Máxima Protección).

Grupo F: fue constituido por 10 fragmentos de esmalte de diente bovino, a los cuales se les aplicó peróxido de carbamida al 16% más pasta dental con carbono activo (Whiteness Perfect 16% + Oral-B 3D White Mineral Clear).

3.6.4 Del procedimiento con las sustancias experimentales

Grupo A. Las 10 muestras permanecieron sumergidas en saliva artificial (Salival Solución Oral) durante dos semanas (14 días), la saliva artificial fue renovada cada 2 días.

Grupo B. Con la superficie del esmalte hacia arriba se colocó la pasta dental Colgate Máxima Protección con un aplicador (Cavibrush®, FGM Dental Products, Joenvile, SC, Brazil) sobre la superficie del esmalte de las piezas dentarias y ayudado con una cepilladora mecánica (Equipo de ciclaje, HTL Certificate, Lima, Perú) se realizaron 420 ciclos de cepillado (840 pasadas) que simuló 14 días de cepillado con una frecuencia de 5 Hz y bajo una carga de 200g o 1.9 N. Las muestras se cepillaron con un cepillo de nailon suave (Colgate Twister, Colgate-Palmolive, São Paulo, SP, Brazil). Después de los ciclos de cepillado, las muestras se lavaron con agua corriente, se secaron con toallas de papel y se almacenaron en saliva artificial.

Grupo C. Con la superficie del esmalte hacia arriba se colocó la pasta dental Oral-B 3D White Mineral Clear carbono activo con un aplicador (Cavibrush®, FGM Dental Products, Joenvile, SC, Brazil) sobre la superficie del esmalte de las piezas dentarias y ayudado con una cepilladora mecánica (Equipo de ciclaje, HTL Certificate, Lima, Perú) se realizaron 420 ciclos de cepillado (840 pasadas) que simuló a 14 días de cepillado con una frecuencia de 5 Hz y bajo una carga de 200g o 1.9 N. Las muestras se cepillaron con un cepillo de nailon suave (Colgate Twister, Colgate-Palmolive, São Paulo, SP, Brazil). Después de los ciclos de cepillado, las muestras se lavaron con agua corriente, se secaron con toallas de papel y se almacenaron en saliva artificial.

Grupo D. Se colocó peróxido de carbamida al 16 % sobre la superficie del esmalte de las piezas dentarias, ayudado de un aplicador (Cavibrush®, FGM Dental Products, Joenvile, SC, Brazil). Se realizó el aclaramiento durante 14 días (4 horas diarias). Se aplicó una cantidad de 0.01 de gel sobre la superficie del esmalte de las muestras. El gel se retiró de la superficie con agua purificada al final de cada sesión. Luego las muestras eran almacenadas en saliva artificial entre los intervalos de aclaramiento a 37° C y esta se renovó cada 2 días.

Grupo E. Se colocó peróxido de carbamida al 16 % sobre la superficie del esmalte de las piezas dentarias, ayudado de un aplicador (Cavibrush®, FGM Dental Products, Joenvile, SC, Brazil). Se realizó el aclaramiento durante 14 días (4 horas diarias). Se aplicó una cantidad de 0.01 de gel sobre la superficie del esmalte de las muestras. El gel se retiró de la superficie con agua purificada al final de cada sesión. Luego las muestras fueron almacenadas en saliva artificial entre los intervalos de aclaramiento a 37° C y esta se renovó cada 2 días. Después, con la superficie del esmalte hacia arriba se colocó la pasta dental Colgate Máxima Protección con un aplicador (Cavibrush®, FGM Dental Products, Joenvile, SC, Brazil) sobre la superficie del esmalte de las piezas dentarias y ayudado con una cepilladora mecánica (Equipo de ciclaje, HTL Certificate, Lima, Perú) se realizaron 420 ciclos de cepillado (840 pasadas) que simuló a

14 días de cepillado con una frecuencia de 5 Hz y bajo una carga de 200g o 1.9 N. Las muestras se cepillaron con un cepillo de nailon suave (Colgate Twister, Colgate-Palmolive, São Paulo, SP, Brazil). Después de los ciclos de cepillado, las muestras se lavaron con agua corriente, se secaron con toallas de papel y se almacenaron en saliva artificial.

Grupo F. Se colocó peróxido de carbamida al 16 % sobre la superficie del esmalte de las piezas dentarias, ayudado de un aplicador (Cavibrush®, FGM Dental Products, Joenvile, SC, Brazil). Se realizó el aclaramiento durante 14 días (4 horas diarias). Se aplicó una cantidad de 0.01 de gel sobre la superficie del esmalte de las muestras. El gel se retiró de la superficie con agua purificada al final de cada sesión. Luego las muestras eran almacenadas en saliva artificial entre los intervalos de aclaramiento a 37° C y esta se renovó cada 2 días. con la superficie del esmalte hacia arriba se colocó la pasta dental Oral-B 3D White Mineral Clear carbono activo con un aplicador (Cavibrush®, FGM Dental Products, Joenvile, SC, Brazil) sobre la superficie del esmalte de las piezas dentarias y ayudado con una cepilladora mecánica (Equipo de ciclaje, HTL Certificate, Lima, Perú) se realizaron 420 ciclos de cepillado (840 pasadas) que simuló a 14 días de cepillado con una frecuencia de 5 Hz y bajo una carga de 200g o 1.9 N. Las muestras se cepillaron con un cepillo de nailon suave (Colgate Twister, Colgate-Palmolive, São Paulo, SP, Brazil). Después de los ciclos de cepillado, las muestras se lavaron con agua corriente, se secaron con toallas de papel y se almacenaron en saliva artificial.

3.6.5 Evaluación de la superficie del esmalte dental en el rugosímetro

Una vez distribuidos las 60 probetas de esmalte bovino, se realizó la medición de la rugosidad superficial antes de llevarse a cabo el procedimiento de pulido. Luego de ello, la muestra fue almacenada durante 24 horas a 37°C. Al día siguiente, se inició el tratamiento asignado a cada grupo durante 14 días. Al finalizar los tratamientos, se volvió a medir la rugosidad superficial. En cada bloque de esmalte bovino se realizaron las mediciones con el

rugosímetro (Huatec SRT-6200®, Haidian, Beijing, China), que cual cuenta con una pantalla led, un palpador de punta de diamante y un patrón de referencia para la medición de la rugosidad. Los parámetros fueron un calibrado de corte de 0.25 mm, una velocidad de 0.2 mm; se realizó tres mediciones por cada muestra girando la muestra 45° y se obtuvo un valor promedio para cada muestra, obteniéndose los valores correspondientes de cada muestra, dichos datos fueron registrados en las fichas de recolección (Anexo B).

3.7 Análisis de datos

Los datos recabados fueron anotados en una ficha de Microsoft Excel 2019® y posteriormente para el análisis estadístico fueron importados por el programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences* Inc. IBM, NY, USA) versión 24.0. Para el análisis descriptivo se empleó medidas de tendencia central y dispersión, como la media y la desviación estándar. Para el análisis inferencial, se evaluó si los datos presentaban distribución normal, para ello se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk y para evaluar la homogeneidad de varianzas se aplicó la prueba de homocedasticidad de Levene y para analizar la aleatoriedad de las unidades muestrales se realizó el test de Wald – Wolfowitz a partir de la media. Al verificar que se cumplieron estos tres supuestos estadísticos, se decidió utilizar la prueba paramétrica t de Student para muestras relacionadas, y además la prueba de ANOVA de un factor intergrupos. En todas las comparaciones se consideró un nivel de significancia $p < 0.05$.

Los resultados se presentaron en tablas y figuras.

3.8 Consideraciones éticas

En este estudio, se respetó los códigos de ética de la UNFV. Esto fue indicado en una declaración jurada mencionando que el presente trabajo no se encuentra bajo la influencia de los productos utilizados. Además, se respetó a la autoría de la información utilizada para el desarrollo de este trabajo de investigación, el cual fue abordado a través de referencias bibliográficas.

IV. RESULTADOS

Este estudio fue realizado en esmalte dental bovino, en los cuales se observó los cambios de la rugosidad superficial causado por agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 16% y carbono activo.

Tabla 1

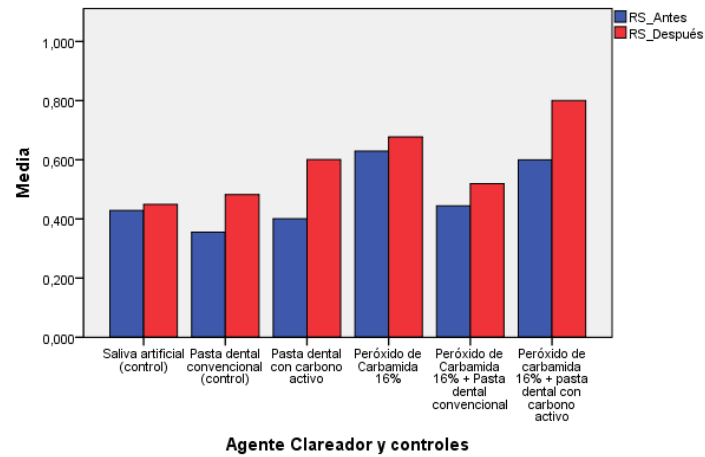
Valores descriptivos de las diferencias de la rugosidad superficial (μm) antes y después de aplicar el agente clareador y controles, al esmalte dental bovino.

Agente clareador y controles	n	$(\bar{X}_f - \bar{X}_i)$	DE	EE	IC 95%		Mín	Máx
					LI	LS		
Saliva artificial (control)	10	0,020	0,031	0,010	- 0,002	0,043	- 0,013	0,088
Pasta dental convencional (control)	10	0,127	0,169	0,053	0,006	0,248	- 0,181	0,448
Pasta dental con carbón activo	10	0,200	0,134	0,042	0,105	0,296	0,009	0,430
Peróxido de Carbamida al 16%	10	0,048	0,108	0,034	- 0,030	0,125	- 0,149	0,204
Peróxido de Carbamida al 16% más pasta dental convencional	10	0,075	0,127	0,040	- 0,016	0,166	- 0,184	0,300
Peróxido de Carbamida al 16% más pasta dental con carbono activo	10	0,201	0,151	0,048	0,092	0,309	0,041	0,555

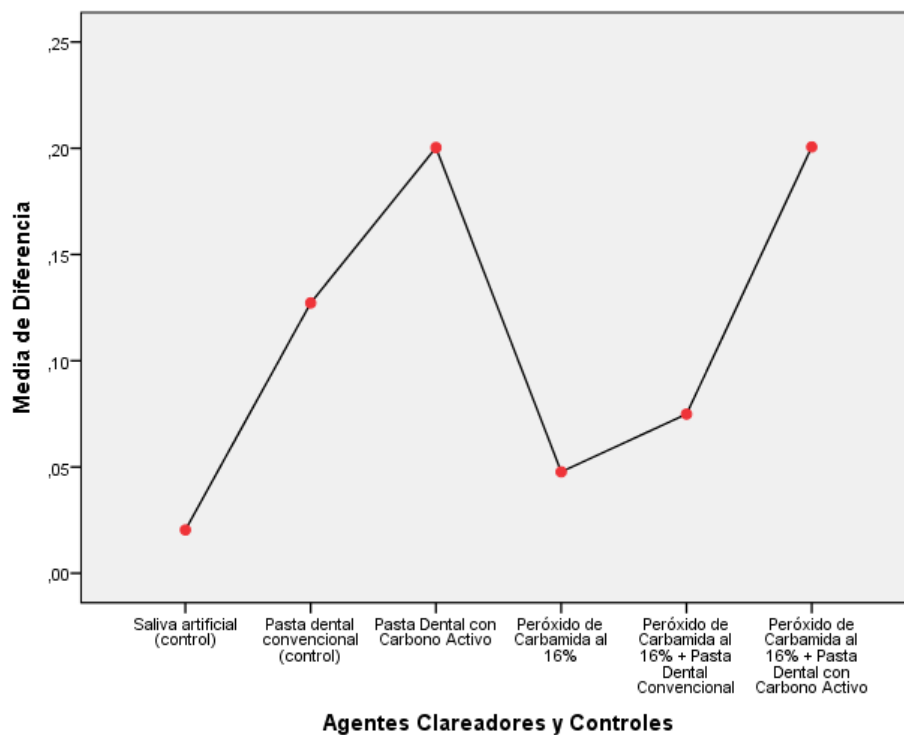
n: tamaño de muestra; $(\bar{X}_f - \bar{X}_i)$: Diferencia de medias de la rugosidad superficial en μm ; (\bar{X}_f) : Después; (\bar{X}_i) : Antes; DE: Desviación Estándar; EE: Error Estándar; IC: Intervalo de confianza al 95%, LI: Límite Inferior, LS: Límite Superior.

Figura 1

Promedio de la rugosidad superficial antes y después de aplicar el agente clareador y controles

**Figura 2**

Distribución del promedio de las diferencias según el agente clareador y controles, aplicados al esmalte dental bovino.



Nota. La variación de la rugosidad superficial del esmalte dental bovino, antes y después de aplicar los agentes clareadores y los controles, fue mayor en los grupos de pasta dental con carbono activo (0.200 [IC]: 0.105;0.296 μm) y peróxido de carbamida al 16% más pasta dental con carbono activo (0.201 [IC]: 0.092;0.309 μm). Sin embargo, el agente clareador que presentó la menor variación de rugosidad superficial fue el peróxido de carbamida 16% (0.048 [IC]: -0.030;0.125 μm). (**Tabla 1 y Figura 1**). Por otro lado, la aplicación de solo la aplicación de pasta dental convencional mostró mayor promedio de variación de la rugosidad superficial respecto al peróxido de carbamida 16% y el peróxido de carbamida 16% más pasta dental convencional. (**Figura 2**).

Tabla 2

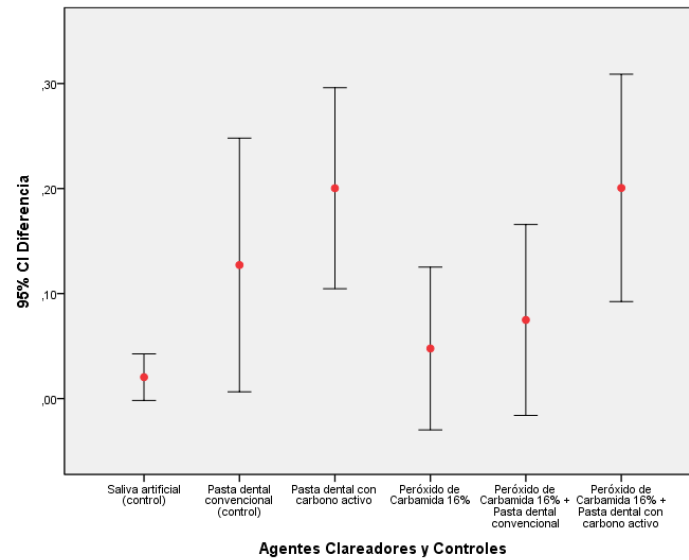
Comparación de las variaciones de la rugosidad superficial (μm) entre grupos, antes y después de aplicar los agentes clareadores y controles, al esmalte dental bovino.

Agente clareador y controles	n	$(\bar{X}_f - \bar{X}_i)$	DS	F	p-valor
Saliva artificial (control)	10	0,020	0,031		
Pasta dental convencional (control)	10	0,127	0,169		
Pasta dental con carbón activo	10	0,200	0,134		
Peróxido de Carbamida al 16%	10	0,048	0,108	3,641	0,007*
Peróxido de Carbamida al 16% + pasta dental convencional	10	0,075	0,127		
Peróxido de Carbamida al 16% + pasta dental con carbono activo	10	0,201	0,151		

*n: muestra; DE: Desviación estándar; F: Prueba de ANOVA; *p-valor < 0,05: diferencias significativas.*

Figura 3

Comparación de las variaciones de la rugosidad superficial (μm) entre grupos, antes y después de aplicar los agentes clareadores y controles, al esmalte dental bovino.



Nota. Al comparar las variaciones de la rugosidad superficial del esmalte dental bovino entre los agentes clareadores y controles, se pudo observar diferencias significativas ($p = 0.007$) en al menos dos de todos los grupos. **(Tabla 2 y Gráfico 3).**

Tabla 3

Comparaciones múltiples de la variación de la rugosidad superficial (μm), antes y después de aplicar los agentes clareadores y controles, al esmalte dental bovino.

	Agentes clareadores y controles	p-valor
Pasta dental convencional (control)	Saliva artificial	0,433
	Pasta dental con carbón activo	0,796
	Peróxido de Carbamida 16%	0,733
	Peróxido de Carbamida 16% + Pasta dental convencional	0,941
	Peróxido de Carbamida 16% + Pasta dental con carbono activo	0,793
Pasta dental con carbón activo	Saliva artificial (Control)	0,031*
	Pasta dental convencional	0,796
	Peróxido de Carbamida 16%	0,099
	Peróxido de Carbamida 16% + Pasta dental convencional	0,258
	Peróxido de Carbamida 16% + Pasta Dental con carbón activo	1,000
Peróxido de Carbamida 16%	Saliva artificial (Control)	0,997
	Pasta Dental Convencional	0,733
	Pasta Dental con carbón activo	0,099
	Peróxido de Carbamida 16% + Pasta dental convencional	0,997
	Peróxido de Carbamida 16% + Pasta Dental con carbón activo	0,098
Peróxido de Carbamida 16% + Pasta dental convencional	Saliva artificial (Control)	0,931
	Pasta dental convencional	0,941
	Pasta dental con carbón activo	0,258
	Peróxido de Carbamida 16%	0,997
	Peróxido de Carbamida 16% + Pasta dental con carbón activo	0,256
Peróxido de Carbamida 16% + Pasta dental con carbón activo	Saliva artificial (Control)	0,030*
	Pasta dental convencional	0,793
	Pasta dental con carbón activo	1,000
	Peróxido de Carbamida 16%	0,098
	Peróxido de Carbamida 16% + Pasta dental convencional	0,256

*Diferencias significativas ($p < 0.05$), basado en la prueba post hoc de Tukey.

Nota. Al realizar las comparaciones múltiples de las variaciones de la rugosidad superficial, antes y después de aplicar los agentes clareadores y controles al esmalte dental bovino, solo se pudo observar diferencias significativas entre la aplicación de saliva artificial (control) y la

pasta dental con carbono activo ($p = 0.031$) y el peróxido de carbamida 16% más pasta dental convencional ($p = 0.030$). (**Tabla 3**).

Tabla 4

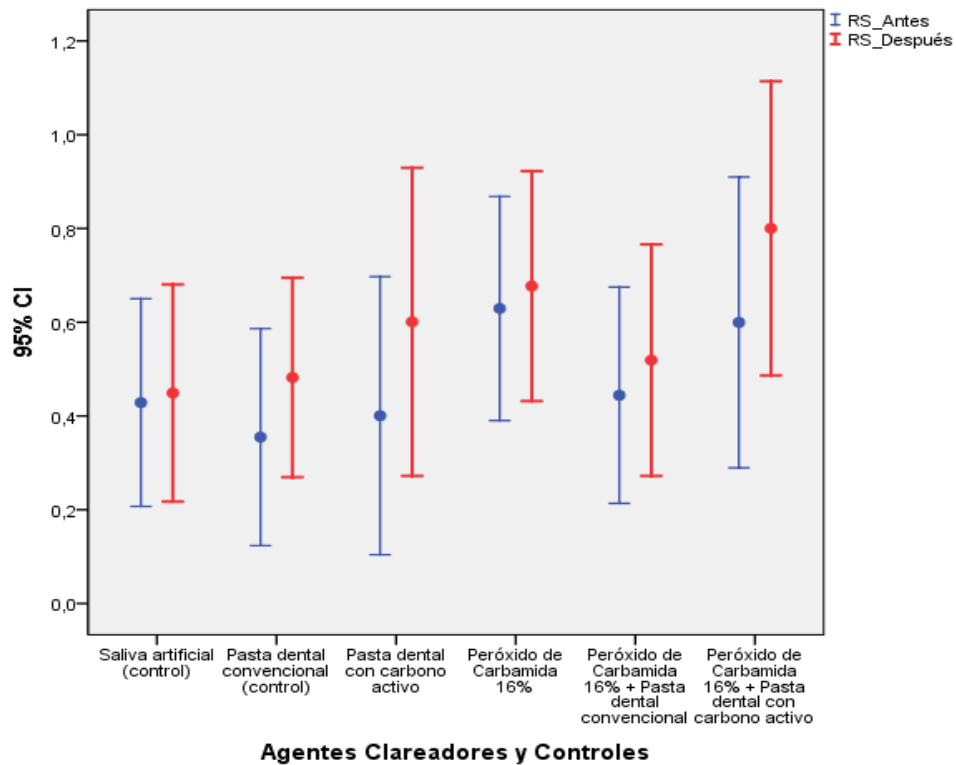
Comparación de la variación intragrupo de la rugosidad superficial (μm) al aplicar los agentes clareadores y controles, al esmalte dental bovino.

Agente clareador y controles	n	$(\bar{X}_f - \bar{X}_i)$	DE	t	P-valor
Saliva artificial (control)	10	0,020	0,031	2,084	0,067
Pasta dental convencional (control)	10	0,127	0,169	2,383	0,041*
Pasta dental con carbón activo	10	0,200	0,134	4,734	0,001*
Peróxido de Carbamida 16%	10	0,048	0,108	1,392	0,197
Peróxido de Carbamida 16% + pasta dental convencional	10	0,075	0,127	1,864	0,095
Peróxido de Carbamida 16% + pasta dental con carbono activo	10	0,201	0,151	4,191	0,002*

*n: tamaño de muestra; $(\bar{X}_f - \bar{X}_i)$: Diferencia de medias de la rugosidad superficial en μm ; (\bar{X}_f) : Después; (\bar{X}_i) : Antes; DE: Desviación Estándar; t: Prueba T de Student para muestras relacionadas; *Diferencias significativas ($p < 0,05$).*

Figura 4.

Comparación de rugosidad superficial promedio con intervalos de confianza al 95%, antes y después de aplicar los agentes clareadores y controles, en el esmalte dental bovino.



Nota. Al analizar la variación individual entre los grupos, antes y después de la aplicación de los agentes clareadores y sus controles, se pudo observar que los dientes bovinos tratados con pasta dental convencional ($p = 0.041$), pasta dental con carbono activo ($p = 0.001$) y peróxido de carbamida 16% más pasta dental con carbono activo ($p = 0.002$), aumentaron significativamente sus valores de rugosidad superficial. (Tabla 4 y Gráfico 4).

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este estudio los efectos de los agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 16% y carbón activado fueron probados en términos de rugosidad en la superficie del esmalte en dientes bovinos. Se pudo observar un aumento significativo de la rugosidad superficial del esmalte utilizando pasta dental con carbón activado y también peróxido de carbamida (PC) al 16% en combinación con pasta dental con carbón activado, razón por la cual se rechazó la hipótesis nula.

Para la selección de un agente clareador dos aspectos importantes deben tenerse en cuenta; la eficacia del clareamiento y el riesgo de los efectos secundarios como rugosidades en la superficie del sustrato esmalte, sensibilidad dental, irritación gingival entre otros. La presencia de rugosidad superficial significativo no se ha demostrado en el proceso de clareamiento con PC al 10%, ni incluso con peróxido de hidrógeno al 35% (De Geus et al., 2018; Lopes et al., 2002; White et al., 2002; Sulieman et al., 2004). Sin embargo, otros estudios han demostrado cambios morfológicos de la superficie del esmalte después del clareamiento con PC 10%, con aumento de la rugosidad superficial y un decrecimiento de la microdureza de la superficie con cambios adversos en el módulo elástico del esmalte, fragmentación aleatoria de la matriz orgánica proteica del esmalte, hendiduras profundas y un aumento en la corrosividad de la superficie después del clareamiento. Además, se sabe que dientes con mayor rugosidad en su superficie pueden ser más susceptible al clareamiento dependiendo de la concentración y el tiempo de aplicación (Farawati et al., 2019; Cvikl et al., 2016; Elfallah et al., 2015).

Aunque existe un concepto general de que el blanqueamiento dental en casa es más efectivo y produce menos sensibilidad dental que el blanqueamiento en el consultorio, De Geus et al. (2016) en su estudio no pudo confirmar esto, debido a la alta variabilidad de protocolos en ambas técnicas de clareamiento en casa y de consultorio. Las diferencias de los resultados

de estos estudios pueden ser atribuidos a los diferentes métodos empleados respecto al tiempo de exposición, el medio de almacenamiento, el pH de la solución y la composición de los agentes blanqueadores. Los agentes clareadores ácidos pueden disminuir la microdureza del esmalte resultando en la alteración de la morfología superficial. Sin embargo, el potencial remineralizante de la saliva puede contrarrestar los efectos que los productos clareadores tienen sobre el esmalte y la dentina (Palandi et al., 2020; Lopes et al., 2002; Farawati et al., 2019; De Freitas et al., 2002).

La técnica de clareamiento dental en casa ofrecen ventajas como su fácil aplicación, reducción del tiempo en sillón dental, bajo costo, alta tasa de éxito y seguridad de los materiales utilizados. El PC como agente de clareamiento en casa se descompone en peróxido de hidrógeno y úrea.¹³ Existen sistemas de clareamiento de PC cuyas concentraciones están entre 10% y 20%. Independiente de la concentración, estos geles de clareamiento son recomendados por periodos de 2 a 8 horas diarias durante la noche (Luque-Martinez et al., 2016; Goyal et al., 2021). Para De Geus et al. (2018), Matis et al. (2000) y Leonard et al. (2002) en sus estudios reportaron que la eficacia del clareamiento casero con PC al 10% produjo similar efecto de clareamiento respecto a los agentes de PC a mayores concentraciones, además de un menor riesgo a efectos secundarios e intensidad de sensibilidad dental.

El interés de muchos pacientes por alternativas de clareamiento dental a bajo costo, fácil aplicación y sin supervisión profesional hace crear interés y atención por el uso de pastas dentales clareadoras que contengan ingredientes orgánicos como es el caso del carbón activado (De Geus et al., 2018; De Andrade et al., 2021; Pala et al., 2017).

Estos productos se pueden encontrar en forma de polvo para ser utilizados con aplicación directa al cepillo de dientes, para ser mezclado con pastas dentales convencionales

y/o clareadoras o en pastas dentales con carbón activado en su composición (Palandi et al., 2020; Ghajari et al., 2021).

Para los fabricantes de pastas dentales con carbón activado sus propiedades terapéuticas como el poder de clareamiento con baja abrasividad dental, remineralización, acción de desintoxicación, antifúngica, antibacteriana o antiséptica fueron algunos de los beneficios de dicha pasta dental que recibió el respaldo del profesional odontólogo para su uso comercial. Sin embargo, también se ha cuestionado los beneficios de los productos que contienen carbón activado para el cepillado dental, por los posibles riesgos de desgaste de la superficie dentaria (De Andrade et al., 2021; Franco et al., 2020; Singh et al., 2016; Ruiz et al., 2021; Juurlink, 2016).

En el presente estudio se reportó que la rugosidad superficial del esmalte dental fue mayor en los grupos de pasta dental con carbón activado (Oral-B 3D White Mineral Clear) y en el grupo sometido a PC al 16% más pasta dental con carbón activado (Oral-B 3D White Mineral Clear + Whiteness Perfect 16%), coincidiendo con los estudios realizados por Franco et al. (2020), Palandi et al. (2020), De Andrade et al. (2021) y Pertiwi et al. (2019), quienes reportaron que el carbón activado en pastas dentales aumentaron la rugosidad superficial del esmalte, favoreciendo la instalación de placa bacteriana, siendo capaz además de absorber y retener pigmentos, cromóforos, provocando cambios en color de los dientes. Además, la gran mayoría de las pastas dentales que contienen carbón activado pueden presentar alrededor del 8% de flúor en su composición. Sin embargo, la presencia del carbón activado inactiva o minimiza la acción del flúor produciendo el desgaste dental por medio de porosidades pronunciadas y depresiones visibles en el esmalte (Palandi et al., 2020; Ruiz et al., 2021).

En el estudio de Franco et al. (2020), no hubo diferencia significativa en la rugosidad superficial del esmalte en los tres grupos evaluados con pasta dental convencional, carbón a

base de polvo y PC al 10%, a diferencia de nuestro estudio en donde la diferencia fue significativa, esto se puede deber a que el carbón utilizado por Franco et al. (2020), fue en presentación de polvo y no en pasta dental, además en la metodología utilizaron 36 ciclos de cepillado por minuto, con una intensidad de 0.6 Hz y una carga de 4.5 N. Por otro lado, Palandi et al. (2020) en su investigación coincidieron con el presente estudio, encontrando altos valores de rugosidad en el esmalte en los grupos que se sometieron a pastas dentales clareadoras con carbón activado y grupos que utilizaron agentes clareadores en combinación otras pasta dentales clareadoras, argumentando que el efecto clareador del carbón sobre la superficie se basa en la abrasión producto de los movimientos de cepillado y que el mecanismo de acción del PC puede ser responsable de las alteraciones de la rugosidad (Kwon y Wertz, 2015).

Además, Palandi et al. (2020), utilizaron una metodología muy similar al presente estudio en lo que respecta a ciclos de cepillado siendo 412 durante 14 días con una frecuencia de 5 Hz y bajo una carga de 200 g; finalmente la concentración del agente clareador de PC fue al 16%, de la empresa FGM de fabricación brasilera. La combinación de PC con el cepillado a base de agentes clareadores pueden comprometer el esmalte por lo que las pastas dentales convencionales en combinación con PC podrían ser la mejor opción para efectos aclarantes y daño no considerable para el esmalte. Para Singh et al. (2016), grandes alteraciones en la rugosidad del esmalte fueron representados microscópicamente como depresiones irregulares y atribuyendo esto a la composición el carbón activado, ya que contiene arcilla de caolín lo que en combinación con el cepillado podría generar alta abrasividad.

Las pastas dentales convencionales empleadas en el presente estudio tuvieron partículas de carbonato de calcio menos abrasivas en comparación a las pastas dentales clareadoras y a aquellas que contienen carbón activado, ya que estas últimas presentan componentes adicionales como sílice hidratado y dióxido de titanio o caolín, respectivamente. Por ello, producen una abrasividad moderada o severa, por lo que explicaría los efectos de cambios

significativos el usar pastas dentales con carbón activado o combinados con agentes clareadores a base de PC (Melo et al., 2014).

Para Koc Vural et al. (2021), en su estudio *in vitro* en dientes humanos encontró que la rugosidad de la superficie del esmalte aumentó con el uso de las pastas dentales a base de carbón activado a excepción de la pasta Black is White. En un artículo de revisión sobre las pastas dentales que contienen carbón, se informó que solo el 28% de las pastas dentales a base de carbón activado tienen baja abrasividad, por lo que esto respondería por que la pasta dental Black is White demostró poco cambio en la rugosidad del esmalte y es porque tiene un ingrediente "poco abrasivo" en comparación las otras pastas dentales con carbón activado como Oral-B 3D White Mineral Clean empleada en el presente estudio. Melo et al. (2014), reportaron que no hubo diferencias significativas en la rugosidad del esmalte producido en pastas dentales clareadoras a base de sílice hidratada; pudiéndose explicar estos hallazgos en la heterogeneidad metodológica aplicada en su investigación o debido a la ausencia del carbón activado en todas las pastas dentales empleadas.

La razón de que en el diseño de este estudio se haya aplicado solo 420 ciclos de cepillado, fue porque en algunos estudios se ha informado que los ciclos de cepillado más largos disminuyen el volumen de la superficie del esmalte (Palandi et al., 2020; Franco et al., 2020; Koc Vural et al., 2021; Silva et al., 2018; Hilgenberg et al., 2011).

Para autores como Silva et al. (2018), y Vieira et al. (2018), en sus estudios con dientes de bovino la formación de surcos y asperezas en la superficie del esmalte fueron aumentando significativa y progresivamente durante ocho semanas de evaluación debido a un efecto acumulativo del cepillado de los dientes y también por la abrasividad de las pastas dentales fuertemente influenciadas por las características de las partículas abrasivas incluidas en sus formulaciones, es decir, dureza, tamaño, forma y distribución de estas partículas

(Dionysopoulos et al., 2020; Ruiz et al., 2021; Greenwall et al., 2019; Aydin et al., 2021; Shaikh et al., 2021; Özkan et al., 2013).

La importancia de esta investigación radica en dar a conocer los efectos de los agentes clareadores que contienen carbón activado o en combinación con pastas dentales clareadoras, sobre el esmalte. Además, surge la necesidad de realizar más investigaciones que permitan a los odontólogos tomar una opción de tratamiento adecuada e inocuo, para lograr no solo un efecto clareador estético a largo plazo, sino que garantice la preservación e integridad de los sustratos dentales. En el presente estudio la metodología rigurosa empleada basada en antecedentes científicos en lo que respecta a tamaño muestral, uso de dientes bovinos, protocolo estricto de preparación de las muestras, productos empleados según antecedentes, número de ciclajes, intensidad y carga por cada cepillado, instrumento de evaluación empleado, medidas de la evaluación de la rugosidad previo y posterior a la aplicación del agente clareador entre otros, permitió disminuir sesgos y fortalecer el diseño de esta investigación. Sin embargo, se debe reconocer dentro de las limitaciones de este estudio, que los datos obtenidos en la presente investigación se deben tomar con cautela, debido a que al ser un estudio *in vitro* no es posible extrapolarla al campo clínico. Sin embargo, esto sienta las bases para realizar futuros ensayos clínicos aleatorizados con protocolos bien diseñados, para evaluar los efectos reales del carbón activado en combinación con agentes clareadores a base de peróxido de carbamida en diferentes concentraciones, sobre la superficie adamantina. Además, se recomienda evaluar la longevidad y estabilidad del clareamiento, la morfología superficial del esmalte u otras propiedades mecánicas.

VI. CONCLUSIONES

- La pasta dental con carbono activo y su combinación con peróxido de carbamida al 16 % mostraron la variación más alta de rugosidad superficial del esmalte en dientes bovinos.
- Se encontró que la variación de rugosidad superficial fue significativa entre la saliva artificial (control) y la pasta dental con carbono activo, así como también con el peróxido de carbamida 16%.
- La pasta dental convencional, la pasta dental con carbono activo y el peróxido de carbamida 16% más pasta dental con carbono activo, aumentaron significativamente sus valores de rugosidad superficial del esmalte en dientes bovinos.

VII. RECOMENDACIONES

- Continuar con este tipo de estudios para aumentar la evidencia sobre los nuevos agentes aclaradores.
- Analizar el cambio de color que puedan producir los distintos agentes aclaradores.
- Analizar la pérdida de volumen de la superficie del esmalte por el uso de los distintos agentes aclaradores.
- Realizar investigaciones de los efectos de los agentes aclaradores sobre la superficie de materiales restauradores.

VIII. REFERENCIAS

- Alencar, C. M., Pedrinha, V. F., Araújo, J., Esteves, R. A., Silva da Silveira, A. D. y Silva, C. M. (2017). Effect of 10% Strontium Chloride and 5% Potassium Nitrate with Fluoride on Bleached Bovine Enamel. *The open dentistry journal*, 11, 476–484. <https://doi.org/10.2174/1874210601711010476>
- Alkahtani, R., Stone, S., German, M. y Waterhouse, P. (2020). A review on dental whitening. *Dentistry Journal*, 100, 103423. doi: 10.1016/j.jdent.2020.103423.
- Aydin, N., Karaoglanoglu, S. y Oktay, E. (2021). Investigation the effects of whitening toothpastes on color change of resin-based CAD/CAM blocks. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33, 884-890. <https://doi.org/10.1111/jerd.12627>
- Barrancos, J. (2015). *Operatoria dental avances clínicos, restauraciones y estética*. Panamericana.
- Basson, R. A., Grobler, S. R., Kotze, T. J. y Osman, Y. (2013). Guidelines for the selection of tooth whitening products amongst those available on the market. *The South African Dental Journal*, 68(3),122–9.
- Benahmed, A. G., Gasmi, A., Menzel, A., Hrynovets, I., Chirumbolo, S., Shanaida, M., Lysiuk, R., Shanaida, Y., Dadar, M. y Bjørklund G. (2022). A review on natural teeth whitening. *Journal of Oral Biosciences*, 64(1), 49-58. doi: 10.1016/j.job.2021.12.002.
- Benedetti, L. (2016). *Eficacia del peróxido de carbamida frente al peróxido de hidrogeno al 35% en el clareamiento dental huánuco 2015*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/94/Benedetti_Castillo_Luc%C3%ADa_Tesis_t%C3%ADtulo_2016%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Brooks, J. K., Bashirelahi, N. y Reynolds, M. A. (2017). Charcoal and charcoal-based dentifrices: A literature review. *Journal of the American Dental Association*, 148(9), 661–670. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2017.05.001>
- Cvikl, B., Lussi, A., Moritz, A. y Flury, S. (2016). Enamel Surface Changes After Exposure to Bleaching Gels Containing Carbamide Peroxide or Hydrogen Peroxide. *Operative dentistry*, 41(1), E39–E47. <https://doi.org/10.2341/15-010-L>
- De Andrade, I., Silva, B. M., Turssi, C. P., do Amaral, F., Basting, R. T., de Souza, E. M. y França, F. (2021). Effect of whitening dentifrices on color, surface roughness and microhardness of dental enamel in vitro. *American journal of dentistry*, 34(6), 300–306.
- De Freitas, P. M., Basting, R. T., Rodrigues, J. A. y Serra, M. C. (2002). Effects of two 10% peroxide carbamide bleaching agents on dentin microhardness at different time intervals. *Quintessence International*, 33, 370-5.
- De Geus, J. L., Wambier, L. M., Kossatz, S., Loguercio, A. D. y Reis, A. At-home vs In-office Bleaching: A Systematic Review and Meta-analysis. *Operative Dentistry*, 41(4), 341-356. doi:10.2341/15-287-LIT
- Dionysopoulos, D., Papageorgiou, S., Malletzidou, L., Gerasimidou, O. y Tolidis, K. (2020). Effect of novel charcoal-containing whitening toothpaste and mouthwash on color change and surface morphology of enamel. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 23(6), 624–631. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_570_20
- Elfallah, H. M., Bertassoni, L. E., Charadram, N., Rathsam, C. y Swain, M. V. (2015). Effect of tooth bleaching agents on protein content and mechanical properties of dental enamel. *Acta Biomaterialia*, 20, 120-128. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2015.03.035>

- Epple, M., Meyer, F. y Enax, J. (2019). A Critical Review of Modern Concepts for Teeth Whitening. *Dentistry Journal*, 7(3), 79. doi: 10.3390/dj7030079.
- Farawati, F. A. L., Hsu, S. M., O'Neill, E., Neal, D., Clark, A. y Esquivel-Upshaw, J. (2019). Effect of carbamide peroxide bleaching on enamel characteristics and susceptibility to further discoloration. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 121(2), 340-346. doi:10.1016/j.prosdent.2018.03.006
- Farinango, E. (2014). *Estudio comparativo de la sustancia remineralizante modificada con fosfopeptidos de caseina-fosfatos de calcio amorfos en llenados con defectos en el esmalte*. [Tesis pre grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6135/1/FARINANGOmanuel.pdf>
- Fatima, N. (2016). In-Vitro Comparative Study of In-office and Home Bleaching Agents on Surface Micro-morphology of Enamel. *Journal of the College of Physicians and Surgeons--Pakistan: JCPSP*, 26(1), 9–12.
- Fernandes, R. A., Strazzi-Sahyon, H. B., Suzuki, T. Y. U., Briso, A. L. F. y Dos Santos, P. H. (2020). Effect of dental bleaching on the microhardness and surface roughness of sealed composite resins. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 45,e12. <https://doi.org/10.5395/rde.2020.45.e12>
- Figun, M. y Garino, R. (2002). *Anatomía odontologica funcional y aplicada*. El Ateneo.
- Franco, M. C., Uehara, J., Meroni, B. M., Zuttion, G. S. y Cenci, M. S. (2020). The Effect of a Charcoal-based Powder for Enamel Dental Bleaching. *Operative Dentistry*, 45(6), 618-623. doi:10.2341/19-122-L
- Frías, S. (2016). *Efecto del blanqueamiento dental en la rugosidad del esmalte: Anàlisis comparativo in vitro entre peròxido de hidrògeno y peroxido de carbamida*. [Tesis de

pregrado, Universidad Central del Ecuador].

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5674/1/T-UCE-0015-237.pdf>

Ghajari, M. F., Shamsaei, M., Basandeh, K. y Galouyak, M. S. (2021). Abrasiveness and whitening effect of charcoal-containing whitening toothpastes in permanent teeth. *Dental Research Journal*, 18, 51.

Goyal, K., Saha, S. G., Bhardwaj, A., Saha, M. K., Bhapkar, K. y Paradkar, S. (2021). A comparative evaluation of the effect of three different concentrations of in-office bleaching agents on microhardness and surface roughness of enamel - An in vitro study. *Dental Research Journal*, 18, 49.

Greenwall, L. H., Greenwall-Cohen, J. y Wilson, N. H. F. (2019). Charcoal-containing dentifrices. *Brazilian Oral Research*, 226, 697-700. <https://doi.org/10.1038/s41415-019-0232-8>

Hilgenberg, S. P., Pinto, S. C., Farago, P. V., Santos, F. A. y Wambier, D. S. (2011). Physical-chemical characteristics of whitening toothpaste and evaluation of its effects on enamel roughness. *Brazilian Oral Research*, 25(4), 288-294. doi:10.1590/s1806-83242011005000012

Juurlink, D.N. (2016). Activated charcoal for acute overdose: a reappraisal. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 81(3), 482-487. <https://doi.org/10.1111/bcp.12793>

Koc, U., Bagdatli, Z., Yilmaz, A. E., Yalçın, F., Altundaşar, E. y Gurgan, S. (2021). Effects of charcoal-based whitening toothpastes on human enamel in terms of color, surface roughness, and microhardness: an in vitro study. *Clinical oral investigations*, 25(10), 5977–5985. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-03903-x>

- Kwon, S. R. y Wertz, P. W. (2015). Review of the Mechanism of Tooth Whitening. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 27(5), 240–257. <https://doi.org/10.1111/jerd.12152>
- Leonard, R. H., Garland, G. E., Eagle, J. C. y Caplan, D. J.(2002). Safety issues when using a 16% carbamide peroxide whitening solution. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 14(6), 358-367. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2002.tb00178.x>
- Lopes, G. C., Bonissoni, L., Baratieri, L. N., Vieira, L. C. C. y Monteiro, S. (2002). Effect of bleaching agents on the hardness and morphology of enamel. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 14(1), 24-30. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2002.tb00144.x>
- Loyola , N. (2013). *Estudio comparativo in vitro de dos agentes blanqueadores de distinta concentración sobre la micromorfología del esmalte bovino*. [Tesis de pre grado , Universidad de Chile]. http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117464/Loyola_N.pdf?sequence=1
- Luque-Martinez, I., Reis, A., Schroeder, M., Muñoz, M. A., Loguercio, A. D., Masterson, D. y Maia, L. C. (2016). Comparison of efficacy of tray-delivered carbamide and hydrogen peroxide for at-home bleaching: a systematic review and meta-analysis. *Clinical oral investigations*, 20(7), 1419–1433. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1863-7>
- Matis, B. A., Mousa, H. N., Cochran, M. A. y Eckert, G. J. (2000). Clinical evaluation of bleaching agents of different concentrations. *Quintessence International*, 31(5) 303-310.
- Melo, C. F., Manfroi, F. B. y Spohr, A. M. (2014). Microhardness and roughness of enamel bleached with 10% carbamide peroxide and brushed with different toothpastes: an in situ study. *Journal of International Oral Health*, 6(4),18- 24.

- Narciso, L., Monteiro, S., Amaral, M. y Clovis, L. (1994). *Clareamiento Dental*. Santos.
- Nascimento, W. C., Gomes, Y., Alexandrino, L. D., Costi, H. T., Silva, J. O. y Silva, C. M. (2014). Influence of fluoride concentration and pH Value of 35% hydrogen peroxide on the hardness, roughness and morphology of bovine enamel. *The journal of contemporary dental practice*, 15(4), 392–398. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1550>
- Nicolás, A. (2010). *Estudio in vitro del efecto de diferentes métodos de acondicionamiento del esmalte en el recementado de brackets*. [Tesis doctoral, Universidad de Murcia]. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/10756/NicolasSilventeAnaIsabel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Özkan, P., Kansu, G., Özak, S.T., Kurtulmuş-Yılmaz, S. y Kansu, P. (2013). Effect of bleaching agents and whitening dentifrices on the surface roughness of human teeth enamel. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(3), 488-497. doi:10.3109/00016357.2012.696691
- Pala, K., Tekçe, N., Tuncer, S., Demirci, M., Öznurhan, F. y Serim, M. (2017). Flexural strength and microhardness of anterior composites after accelerated aging. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(3), 424–30. <https://doi.org/10.4317/jced.53463>.
- Palandi, S. S., Kury, M., Picolo, M. Z. D, Coelho, C. S. S. y Cavalli, V. (2020). Effects of activated charcoal powder combined with toothpastes on enamel color change and surface properties. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 32(8), 783–790. <https://doi.org/10.1111/jerd.12646>

- Pertiwi, U. I., Eriwati, Y. K. y Irawan, B. (2017). Surface changes of enamel after brushing with charcoal toothpaste. *Journal of Physics*, 884, 1-10. doi :10.1088/1742-6596/884/1/012002
- Polydorou, O., Scheitza, S., Spraul, M., Vach, K. y Hellwig, E. (2018). The effect of long-term use of tooth bleaching products on the human enamel surface. *Odontology*, 106(1), 64–72. <https://doi.org/10.1007/s10266-017-0308-3>
- Ramírez-Vargas, G. G., Medina y Mendoza, J. E., Aliaga-Mariñas, A. S., Ladera-Castañeda, M.I., Cervantes-Ganoza, L. A. y Cayo-Rojas, C. F. (2021). Effect of polishing on the surface microhardness of nanohybrid composite resins subjected to 35% hydrogen peroxide: An in vitro study. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 11(2), 216-21. https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_9_21
- Rodríguez-Martínez, J., Valiente, M. y Sánchez-Martín, M. J. (2019). Tooth whitening: From the established treatments to novel approaches to prevent side effects. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(5), 431-440. doi: 10.1111/jerd.12519.
- Ruiz, M. A., Miola, L., Hori, G. M. R. y Catelan, A. (2021). Whitening effect of brushing with activated charcoal-based products on enamel: integrative review. *Research, Society and Development*, 10(15), e259101522809. DOI:<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i15.22809>
- Sasaki, R. T., Catelan, A., Bertoldo, E., Venâncio, P. C., Groppo, F. C., Ambrosano, G. M., Marchi, G. M., Lima, D. A. y Aguiar, F. H. (2015). Effect of 7.5% hydrogen peroxide containing remineralizing agents on hardness, color change, roughness and micromorphology of human enamel. *American journal of dentistry*, 28(5), 261–267.

- Shaikh, M., Sung, H. y Lopez, T. (2021). Effect of charcoal dentifrices on tooth whitening and enamel surface roughness. *The American Journal of Dentistry*, 34(6), 295-299.
- Silva, E. M. D., Maia, J. N., Mitraud, C. G., Russo, J. D., Poskus, L. T. y Guimaraes, J. G. A. (2018). Can whitening toothpastes maintain the optical stability of enamel over time?. *Journal of Applied Oral Science*, 26,1-9. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2016-0460>
- Singh, R. P., Sharma, S., Logani, A., Shah, N. y Singh, S. (2016). Comparative evaluation of tooth substance loss and its correlation with the abrasivity and chemical composition of different dentifrices. *Indian Journal of Dental Research*, 27(6), 630-636. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.199601>
- Sulieman, M., Addy, M., Macdonald, E. y Rees, J. S. (2004). A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine. *Journal of Dentistry*, 32, 581-90. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.06.003>
- Tembhurkar, A. R. y Dongre, S. (2006). Studies on fluoride removal using adsorption process. *Journal of environmental science & engineering*, 48(3), 151–156.
- Tuesta , N. (2016). *Prevalencia de tratamientos de conductos radiculares en piezas dentarias permanentes en la clínica estomatológica uss. periodo 2013 I al 2015 I*. [Tesis pre grado, Universidad Señor de Sipan]. <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/139/TEISIS%20TUESTA%20MONTEZA.pdf;jsessionid=3F45C334FF24526F622DF2D9CF5808F7?sequence=1>
- Vaz, V., Jubilato, D. P., Oliveira, M., Bortolatto, J. F., Floros, M. C., Dantas, A. y Oliveira Junior, O. B. (2019). Whitening toothpaste containing activated charcoal, blue covarine, hydrogen peroxide or microbeads: which one is the most effective?. *Journal*

of applied oral science: revista FOB, 27, e20180051. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0051>

Vieira-Junior, W. F., Lima, D., Tabchoury, C., Ambrosano, G., Aguiar, F. y Lovadino, J. R. (2016). Effect of toothpaste application prior to dental bleaching on whitening effectiveness and enamel properties. *Operative Dentistry*, 41(1),E29-38. <https://doi.org/10.2341/15-042-L>

White, D. J., Kozak, K. M., Zoladz, J. R., Duschner, H. y Götz, H. (2002). Peroxide interactions with hard tissues: effects on surface hardness and surface/subsurface ultrastructural properties. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 23,42-50.

Yamada, T. (2013). *Evaluación objetiva de la efectividad del blanqueamiento dental en casa con peróxido de carbamida al 10% en pacientes fumadores V/S no fumadores*. [Tesis de pre grado, Universidad de Chile]. [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117572/Yamada_T.pdf?sequence=](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117572/Yamada_T.pdf?sequence=1)

IX. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

TITULO: Efecto de agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 16% y carbono activo, sobre la rugosidad superficial del esmalte en dientes bovinos

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	INSTRUMENTO	DISEÑO	ANÁLISIS ESTADÍSTICO
<p>Problema general: ¿Cuál es el efecto de agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 16% y carbono activo, sobre la rugosidad superficial del esmalte en dientes bovinos?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar el efecto de agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 16% y carbono activo, sobre la rugosidad superficial del esmalte en dientes bovinos.</p>	<p>Hipótesis General: Existirían variaciones significativas al evaluar el efecto de los agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 16% y carbono activo, sobre la rugosidad superficial del esmalte en dientes bovinos.</p>	<p>Variable dependiente Rugosidad superficial del tejido dentario bovino.</p> <p>Variable independiente Agentes clareadores</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Rugosímetro Digital Huatec – SRT 6200. - Vernier digital de 200 mm marca Mitutoyo. 	<p>Tipo de estudio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimental - Prospectivo - Longitudinal 	<p>El análisis estadístico se dividió en dos fases:</p> <p>Descriptivo: Para la descripción de la variable rugosidad superficial del tejido dentario.</p> <p>Inferencial: Para la prueba de hipótesis se utilizará la prueba paramétrica de normalidad de Shapiro-Wilk.</p> <p>Prueba de homogeneidad de varianza de Levene. Las pruebas realizadas tienen un nivel de confianza del 95%, con un margen de error de 5% ($p < 0.05$)</p>

Anexo B

Ficha de recolección de datos

GRUPO	Nº	Rugosidad Inicial (R₀)	Rugosidad final (R₁)
GRUPO A: CONTROL SIN TRATAMIENTOS	01		
	02		
	03		
	04		
	05		
	06		
	07		
	08		
	09		
	10		
GRUPO B: COLGATE MÁXIMA PROTECCIÓN	01		
	02		
	03		
	04		
	05		
	06		
	07		
	08		
	09		
	10		
GRUPO C: ORAL-B 3D WHITE MINERAL CLEAR	01		
	02		
	03		
	04		
	05		
	06		
	07		
	08		
	09		
	10		
GRUPO D: WHITENESS Perfect 16%	01		
	02		
	03		

	04		
	05		
	06		
	07		
	08		
	09		
	10		
GRUPO E: WHITENESS Perfect 16% + COLGATE MÁXIMA PROTECCIÓN	01		
	02		
	03		
	04		
	05		
	06		
	07		
	08		
	09		
	10		
GRUPO F: WHITENESS Perfect 16% + ORAL B 3D WHITE MINERAL CLEAR	01		
	02		
	03		
	04		
	05		
	06		
	07		
	08		
	09		
	10		

Anexo C

Cartas de presentación



Universidad Nacional
Federico Villarreal

**FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA**

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 17 de enero de 2022

Médico Veterinario
GUSTAVO MURGA ARAPA
FRILISAC - FRIGORÍFICOS INDUSTRIALES LIMA SAC.
Presente .-

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle al Bachiller Jorge Luis Zamudio Santiago, quien se encuentra realizando su trabajo de tesis titulada:

**«EFECTO DE AGENTES CLAREADORES A BASE DE PERÓXIDO DE
CARBAMINA AL 16% Y CARBONO ACTIVO, SOBRE LA RUGOSIDAD
SUPERFICIAL DEL ESMALTE EN DIENTES BOVINOS»**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso al Sr. Zamudio para la recopilación de datos que le permitirá desarrollar su trabajo de investigación.

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

Atentamente

DR. FRANCO RAUL MAURICIO VALENTIN
DECANO

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO
JEFE (a)

Se adjunta: Protocolo de Tesis

002-2022
NT: 002608 - 2022

CRHP/Luz V.

Gustavo Augusto Murga Arapa
CMVP: N° 11107
Comal Frigorífico Yerbateros S.A.C.

*Encargado del Sneo Santiago
Producción Animal*

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 del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 17 de enero de 2022

**Ingeniero Mecánico
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN
LABORATORIO HTL CERTIFICATE
Presente .-**

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle al Bachiller Jorge Luis Zamudio Santiago, quien se encuentra realizando su trabajo de tesis titulada:

**«EFECTO DE AGENTES CLAREADORES A BASE DE PERÓXIDO DE
CARBAMINA AL 16% Y CARBONO ACTIVO, SOBRE LA RUGOSIDAD
SUPERFICIAL DEL ESMALTE EN DIENTES BOVINOS»**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso al Sr. Zamudio para la recopilación de datos que le permitirá desarrollar su trabajo de investigación.

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

Atentamente

**DR. FRANCO RAUL MAURICIO VALENTIN
DECANO**

**OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO
JEFE (e)**

Se adjunta: Protocolo de Tesis

001-2022
NT: 002607 - 2022

CRHP/Luz V.



**ROBERT NICK
EUSEBIO TEHERAN
Ingeniero Mecánico
CIP N° 193364**

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 del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 17 de enero de 2022

**C.D.
LUIS MUÑOZ QUISPE**
IPRESS – SERVICIOS ODONTOLÓGICOS MUÑOZ SAC.
Presente .-

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle al Bachiller Jorge Luis Zamudio Santiago, quien se encuentra realizando su trabajo de tesis titulada:

**«EFECTO DE AGENTES CLAREADORES A BASE DE PERÓXIDO DE
CARBAMINA AL 16% Y CARBONO ACTIVO, SOBRE LA RUGOSIDAD
SUPERFICIAL DEL ESMALTE EN DIENTES BOVINOS»**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso al Sr. Zamudio para la recopilación de datos que le permitirá desarrollar su trabajo de investigación.

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

Atentamente

DR. FRANCO RAUL MAURICIO VALENTIN
DECANO

ROSA HUAMANI PARRA
JEFE (a)
OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Se adjunta: Protocolo de Tesis

003-2022
NT: 002610 - 2022

CRHP/Luz.V.

LUIS MUÑOZ QUISPE
Cirujano Dentista
C.O.P. 24100

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

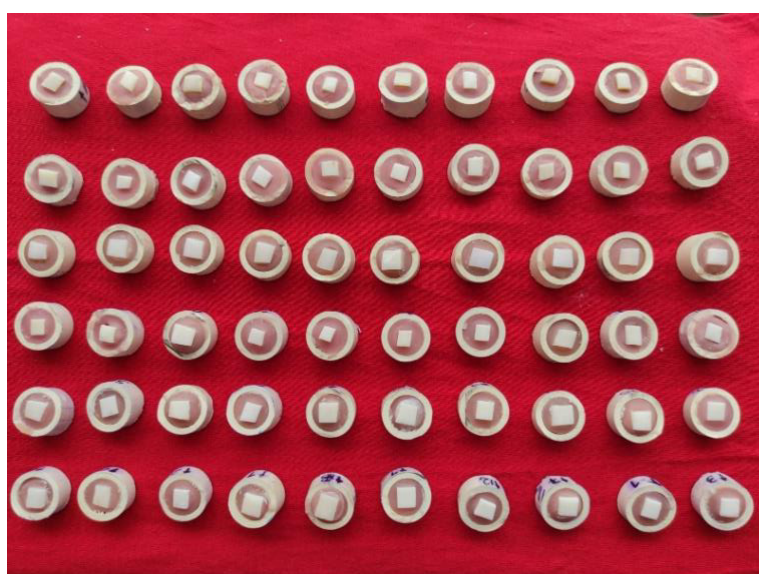
Telef.: 7480888 - 8335

Anexo D. Procedimiento

1. Piezas dentarias bovinas recién extraídas



2. Confección de muestras



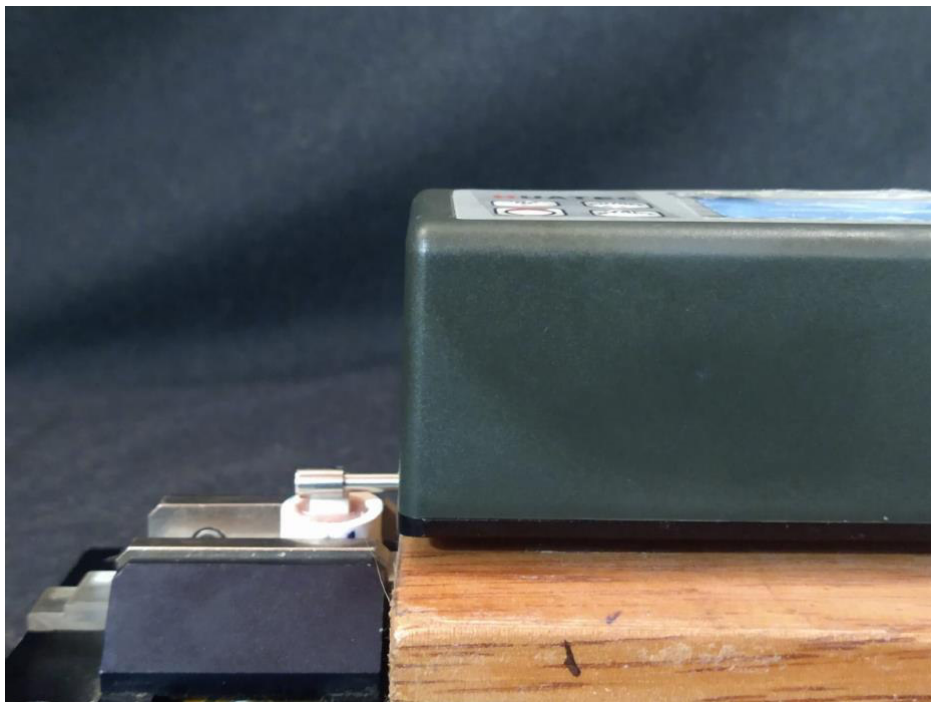
3. Agentes clareadores y controles



4. División de las muestras en grupos



5. Medición de la rugosidad inicial



6. Equipo para ciclos de cepillado



7. Medición de la rugosidad final



Anexo E. Certificado de Laboratorio



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°	IE-113-2021	EDICION N° 2	Página 1 de 14
ENSAYOS DE RUGOSIDAD EN ESMALTE DE DIENTES ODONTOLÓGICOS			
1. TESIS	"EFECTO DE AGENTES CLAREADORES A BASE DE PERÓXIDO DE CARBAMINA AL 16% Y CARBONO ACTIVO, SOBRE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DEL ESMALTE EN DIENTE BOVINOS"		
2. DATOS DEL SOLICITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	Jorge Luis Zamudio Santiago		
DNI	41911119		
DIRECCIÓN	Asoc las palmeras mz A lote 11 sector 5 villa Jesús		
DISTRITO	Villa el salvador		
3. EQUIPOS UTILIZADOS			
INSTRUMENTO	Rugosímetro Digital		
MARCA	Huatec – SRT 6200		
APROXIMACIÓN	0.001 µm		
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm		
MARCA	Mitutoyo		
APROXIMACIÓN	0.01mm		
INSTRUMENTO	Equipo de Ciclaje		
MARCA	HTL-Certificate YX3000 - 28007G		
APROXIMACIÓN	1 ciclo		
4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	08	Octubre	2021
LUGAR DE ENSAYO	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.		
CANTIDAD	6 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Muestras de resinas odontológicas		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Saliva Artificial	
	Grupo 2	Colgate	
	Grupo 3	Oral B – 3d White Mineral Clean	
	Grupo 4	Whiteness Perfect	
	Grupo 5	Colgate - Whiteness Perfect	
	Grupo 6	Oral B – 3d White Mineral Clean - Whiteness Perfect	
5. REPORTE DE RESULTADOS			
FECHA DE EMISION DE INFORME	24	Octubre	2021

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. Los Jardines 2da Etapa San Juan de Lurigancho
Telf.: +51(01) 4065 215 - 997 123 584 Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm
E-mail.: Robert.etmec@gmail.com

Anexo F. Tablas

Agente Clareador	Test de Normalidad: Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Saliva artificial	0,893	10	0,185
Colgate Máxima Protección	0,950	10	0,670
Oral B 3D White Mineral Clear	0,955	10	0,724
Whiteness Perfect 16%	0,962	10	0,810
Diferencia Whiteness Perfect 16% + Colgate Máxima Protección	0,946	10	0,621
Diferencia Whiteness Perfect 16% + Oral B 3D White Mineral Clear	0,866	10	0,089

Prueba de homogeneidad de varianzas

Diferencia			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,614	5	54	0,172

Prueba de rachas		
Agente Clareador		Diferencia
Saliva artificial	Valor de prueba ^a	0,0204
	Z	-0,211
	Sig. asintótica (bilateral)	0,833
Colgate Máxima Protección	Valor de prueba ^a	0,1272
	Z	-1,677
	Sig. asintótica (bilateral)	0,094
Oral B 3D White Mineral Clear	Valor de prueba ^a	0,2003
	Z	-0,913
	Sig. asintótica (bilateral)	0,361
Whiteness Perfect 16%	Valor de prueba ^a	0,0477
	Z	0,492
	Sig. asintótica (bilateral)	0,623
Whiteness Perfect 16% + Colgate Máxima Protección	Valor de prueba ^a	0,0749
	Z	-0,335
	Sig. asintótica (bilateral)	0,737
Whiteness Perfect 16% + Oral B 3D White Mineral Clear	Valor de prueba ^a	0,2006
	Z	0,492
	Sig. asintótica (bilateral)	0,623
a. Media		

ANEXO G. Distribución aleatoria de los grupos, según el tamaño de muestra