

NOMBRE DEL TRABAJO

**EFFECTO DEL PERÓXIDO DE CARBAMIDA  
A DIFERENTES CONCENTRACIONES SO  
BRE LA MICRODUREZA DEL ESMALTE B  
OVIN**

AUTOR

**JUAN RAUL CASMA BECERRA**

RECUENTO DE PALABRAS

**10186 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**55501 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**62 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.0MB**

FECHA DE ENTREGA

**Nov 20, 2023 5:18 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Nov 20, 2023 5:20 PM GMT-5**

● **19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



**Paola del Rosario Colán- Guzmán**  
**ORCID: 0000-0002-4432-6884**



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**EFFECTO DEL PERÓXIDO DE CARBAMIDA A DIFERENTES  
CONCENTRACIONES SOBRE LA MICRODUREZA DEL ESMALTE  
BOVINO**

**PARA OPTAR**

**EL TITULO DE ESPECIALISTA EN:**

**REHABILITACION ORAL**

**PRESENTADO POR:**

**JUAN RAUL CASMA BECERRA**

**ASESORA:**

**MG.ESP. PAOLA COLAN GUZMAN**

**LIMA, PERÚ**

**2023**

## **2 DEDICATORIA:**

A dios, por haber estado a mi lado en todo momento, por haberme permitido llegar hasta este punto, y darme salud para lograr mis objetivos. A mis padres por su confianza y apoyo en todo momento, por su constante amor y consejo. A mi familia, mis sobrinos y abuela por sus consejos, orientación y por su apoyo incondicional.

### **AGRADECIMIENTOS:**

A dios por su amor y a mi familia por su apoyo constante. A mi asesora Dra. Paola Colan Guzman, por su tiempo, paciencia,<sup>2</sup> y apoyo para la realización del presente trabajo de investigación. Al Dr. Miguel Angel Picasso Pozo y Dr. German Chavez Zelada por su tiempo y constante apoyo<sup>32</sup> en el trabajo de investigación. Al Dr. Rafael Morales Vadillo por su orientación y apoyo en el aspecto estadístico del estudio.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	07
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	11
1.1 Antecedentes de la Investigación	11
1.2 Bases Teóricas	14
1.3 Definición de Términos Básicos	18
<b>CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	20
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	23
3.1 Diseño Metodológico	23
3.2 Diseño Muestral	23
3.3 Técnicas de Recolección de Datos	24
3.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información	26
3.5 Aspectos Éticos	26
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>	27
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>	33
<b>CONCLUSIONES</b>	37
<b>RECOMENDACIONES</b>	38
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	39
<b>ANEXOS</b>	45

## RESUMEN

**Objetivo:** Comparar el efecto de peróxido de carbamida al 35 % y 15 % sobre la microdureza del esmalte bovino.

**Metodología de la Investigación:** Se emplearon 60 muestras de esmalte bovino, divididas en dos grupos según el agente asignado: peróxido de carbamida (*Opalescence PF, Ultradent*), al 35 % y 15 %. Seguidamente se aplicó el agente clareador sobre las muestras, según las indicaciones del fabricante. La microdureza superficial del esmalte fue evaluada mediante el análisis de Vickers, antes y después de aplicarse el agente clareador. La relación entre variables se evaluó mediante la prueba t de Student.

**Resultados:** El estudio no encontró diferencias significativas en la microdureza del esmalte entre los grupos tratados con peróxido de carbamida al 15 % y 35 %, antes y después de la aplicación del agente clareador (P:0,160 y P:0,584 respectivamente). Sin embargo, al considerar las concentraciones por separado se encontró que ambos provocaron una disminución de la microdureza del esmalte (P:0,000 en ambos casos).

**Conclusión:** Ambos agentes clareadores provocaron una disminución de la microdureza superficial del esmalte, el efecto fue similar para ambas concentraciones.

**Palabras clave:** Peróxido de Carbamida, dureza, agente clareador, esmalte dental (Fuente: DeCS BIREME).

## ABSTRACT

**Objective.** To compare the effect of 35% and 15% carbamide peroxide on the microhardness of bovine enamel.

**Material and methods.** 60 samples of bovine enamel were used, divided into two groups according to the assigned agent: carbamide peroxide (Opalescence PF, Ultradent), at 35 % and 15 %. Next, the bleaching agent was applied to the samples, according to the manufacturer's instructions. The surface microhardness of enamel was evaluated by Vickers microhardness test, before and after application of the bleaching agent. The relationship between variables was evaluated using Student's t-test.

**Results.** The study found no significant differences in the microhardness between the groups treated with 15% and 35% carbamide peroxide, both at the beginning and after the application of the bleaching agent (P:0,160 and P:0,584 respectively). However, when considering the concentrations separately, both bleaching agents caused a decrease in the microhardness of the enamel (P:0,000 in both cases).

**Conclusions.** Both bleaching agents caused a decrease in the superficial microhardness of the enamel, the effect was similar for both concentrations.

**Key words:** Carbamide peroxide, hardness, bleaching agent, dental enamel (Source: MesSH NLM).

## INTRODUCCIÓN

Una dentición con tonalidad clara ha sido socialmente considerada como un signo de salud, limpieza, belleza y juventud, motivo por el cual la odontología ha creado opciones terapéuticas las cuales permiten eliminar tinciones dentales que, por motivos estéticos, pueden afectar la calidad de vida e incluso originar problemas psicológicos en algunos pacientes.<sup>1,2</sup>

El color de los dientes puede verse alterado por factores extrínsecos como la dieta (p.ej. consumo excesivo de tabaco, café) , uso de enjuagues bucales (p.ej. clorhexidina), procedimientos odontológicos previos (p.ej. restauraciones de amalgama); o factores intrínsecos como el consumo de fármacos (p.ej. tetraciclina) o trastornos sistémicos.<sup>3</sup>

El profesional dispone de diversas técnicas para solucionar las discromías dentarias. Una de las más empleadas son las restauraciones adhesivas, que permiten mejorar la estética del paciente pero que suelen requerir el desgaste de tejido dentario sano.

Ante esta situación surgió la alternativa de aplicar una solución química sobre la superficie dental con el propósito de clarearla. El peróxido de carbamida es uno de los principales agentes usados para este fin. Su técnica de aplicación es conservadora, económica y de resultados predecibles, lo que ha permitido que se convierta en una alternativa de tratamiento ampliamente difundida.

El peróxido de carbamida ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O} \cdot \text{H}_2\text{O}_2$ ) es una combinación de úrea y peróxido de hidrógeno, siendo este último el agente activo del compuesto. Al descomponerse desprende el peróxido de hidrógeno, que a su vez se descompone en oxígeno reactivo y agua.<sup>4,5</sup> El peróxido de hidrógeno actúa como hidrogenador y oxidante, mientras que la úrea (carbamida) actúa como *buffer*, haciendo más lenta la liberación del oxígeno y prolongando el efecto. Las soluciones de peróxido de carbamida al 10 %, 15 % y 20 % contienen aproximadamente 3,5 %, 5,4 % y 7 % de peróxido de hidrógeno respectivamente.<sup>3</sup>

Se piensa que el principal mecanismo del clareamiento dental es la oxidación. Los agentes oxidantes presentan un electrón desemparejado en su órbita externa y, por tanto, una fuerte tendencia a interactuar con otros electrones.<sup>6</sup> En la mayoría de



casos las pigmentaciones dentarias extrínsecas se originan a partir de depósitos cromógenos, constituidos por moléculas orgánicas formadas por cadenas conjugadas de enlaces simples o dobles.<sup>7</sup>

En el proceso de clareamiento, el peróxido de carbamida se descompone en peróxido de hidrógeno y úrea. La úrea, a su vez, se descompone en CO<sub>2</sub> y amoníaco, mientras que el peróxido de hidrógeno — debido a su bajo peso molecular — penetra la superficie dentaria y se descompone en agua y oxígeno. En el proceso se liberan radicales perhidroxilos — inestables y altamente oxidantes, los cuales rompen las uniones de los radicales cromóforos que producen las pigmentaciones, transformándolos en moléculas pequeñas que son expulsadas al exterior por difusión (remoción física de la mancha).<sup>3,4,6-12</sup> La úrea también favorece el efecto del agente, pues contribuye a elevar el pH a 9 aproximadamente.<sup>3</sup>

El agente clareador actúa sobre la superficie del esmalte, por lo que también es importante tener en cuenta sus propiedades histológicas. El esmalte dental es un tejido de origen ectodérmico, transparente, y su tonalidad se debe al color de la dentina subyacente. Es el tejido más duro del cuerpo humano, y está diseñado para resistir las fuerzas de la masticación, variaciones de temperatura, agentes químicos y daños externos.<sup>13,14</sup>

La dureza se define como la resistencia de un material a ser penetrado, partido, rayado o a sufrir deformaciones permanentes.<sup>15,16</sup> El esmalte posee una dureza estimada entre 200 a 500 Knoop, y un valor de 8 en la escala de Mohs.<sup>17</sup> Esta propiedad se debe al alto contenido de su componente inorgánico, así como a la distribución y tamaño de los cristales de hidroxiapatita.<sup>18</sup>

Esta propiedad se debe al alto contenido de su componente inorgánico, así como a la distribución y tamaño de los cristales de hidroxiapatita.<sup>18</sup> La dureza se define como la resistencia de un material a ser penetrado, partido, rayado o a sufrir deformaciones permanentes.<sup>15,16</sup>

Existen diversos métodos para medir la dureza de un material, como los análisis de Vickers (DPD), Brinell (NDB), Knoop (NDK), Rockwell (NDR) y Shore A (Dureza Shore A).<sup>15,16,19</sup> El principal criterio para elegir el método es la estructura y dureza del material que se va a evaluar. En la mayoría de casos se emplea un objeto

penetrador (indentador), generalmente de forma esférica, cónica o piramidal, el cuales presionado con determinada fuerza sobre el cuerpo cuya dureza se desea evaluar. De este modo, <sup>1</sup> la microdureza superficial del esmalte se define como la resistencia que ofrece a la penetración del agente indentador. Este valor se determina en función <sup>2</sup> de la carga aplicada y del tamaño de la huella que deja sobre la superficie del cuerpo (indentación). <sup>11</sup> Cuanto mayor sea el valor de ese número ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ), mayor será la resistencia de ese material a la penetración.<sup>20</sup>

Para el presente estudio se empleó el análisis de microdureza de Vickers, también conocido como <sup>13</sup> Vickers Hardness Number (VHN), Vickers Pyramidal Number (VPN) o Diamond Pyramidal Number (DPN). El análisis de Vickers tiene un amplio rango de cargas, lo que le permite medir la dureza de diversos tipos de materiales sin dañar su estructura, incluyendo los de pequeño espesor.<sup>20-23</sup>

En el medio bucal, el esmalte experimenta procesos continuos de desmineralización y remineralización por el contacto con sustancias de distinto pH procedentes de la saliva. Las sustancias ácidas pueden disminuir su contenido mineral, mientras que agentes como el fluoruro de sodio contribuyen a su remineralización. Los agentes clareadores - como el <sup>10</sup> peróxido de hidrógeno o de carbamida - pueden disminuir la microdureza del esmalte alterando el pH o por medio de la oxidación de su superficie.<sup>6,8,24-26</sup> El efecto también se ha asociado a subproductos como la úrea, que <sup>10</sup> puede desnaturalizar las proteínas presentes en la porción orgánica de la estructura dental, y que tiene el potencial de penetrar la superficie del esmalte llegando incluso a la porción interprismática. Este efecto podría contribuir a aumentar la permeabilidad del esmalte y originar alteraciones microestructurales.<sup>25</sup>

Además de la microdureza, la aplicación de agentes clareadores también ha sido asociada a un aumento en la porosidad, rugosidad y erosión superficial del esmalte y dentina.<sup>6,25-28</sup> También se ha asociado a sensibilidad dentaria, gingivitis, irritación gástrica o de garganta.<sup>9,26</sup>

El uso de agentes clareadores y su papel en la rehabilitación constituye en la actualidad un tema de controversia, debido a efectos secundarios como la <sup>3</sup> disminución de la microdureza del esmalte y al aumento en la porosidad, rugosidad

y erosión superficial de esta estructura.<sup>6,8,24</sup> A esta situación contribuye la falta de evidencia objetiva que permita definir su eficacia clínica.

Conocer el efecto de distintas concentraciones de peróxido de carbamida sobre la microdureza superficial del esmalte permitirá al profesional seleccionar la alternativa de tratamiento que permita lograr el mejor efecto estético con la mayor preservación de los tejidos dentarios. Asimismo, los resultados del estudio servirán de base a posteriores investigaciones en este campo.

El estudio plantea el siguiente objetivo general:

Evaluar el efecto del peróxido de carbamida a dos diferentes concentraciones, sobre la microdureza del esmalte bovino.

También plantea los siguientes objetivos específicos:

- 1.- Determinar la microdureza del esmalte bovino antes de la aplicación del peróxido de carbamida al 35 % y 15 %.
- 2.- Determinar la microdureza del esmalte bovino después de la aplicación de peróxido de carbamida al 35 % y 15 %.
- 3.- Comparar la microdureza del esmalte bovino en los grupos tratados con peróxido de carbamida al 35 % y 15 %, antes y después de su aplicación.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes de la Investigación

**MUSHASHE AM, et al. (2018)**, evaluaron la eficacia de distintos protocolos de clareamiento, y su efecto sobre la microdureza del esmalte. El estudio se realizó en Brasil, y fue de tipo experimental *in vitro*, longitudinal y prospectivo. Con esta finalidad se prepararon 60 muestras de esmalte bovino, los cuales fueron divididos en 6 grupos según el protocolo asignado. Los agentes empleados fueron: peróxido de hidrógeno al 35% (*HP Maxx*), peróxido de hidrógeno al 35% + Ca (*HP Blue*), y peróxido de carbamida al 10% (*Whiteness Perfect*). Los modos de aplicación fueron: 3 aplicaciones de 15 minutos, 1 aplicación de 45 minutos, 1 aplicación de 1 hora con 30 minutos, o 1 aplicación de 3 horas con 30 minutos. El color se evaluó mediante espectrofotometría digital, antes y después del proceso de clareamiento. La microdureza del esmalte se evaluó mediante el análisis de Vickers. El estudio encontró que, en cuanto a la alteración del color, los grupos a los que se aplicó un protocolo similar al de un clareamiento en consultorio no presentaron diferencias significativas; sin embargo, los grupos a los que se aplicó un protocolo similar al de un clareamiento domiciliario sí presentaron diferencias. Se encontró que todas las formas de clareamiento originaron una reducción en la microdureza del esmalte, siendo mayor en aquellos grupos a los que se aplicó el protocolo de clareamiento similar al domiciliario (3 horas con 30 minutos). El estudio concluye que las menores concentraciones del agente aplicadas por períodos más largos producen un mayor nivel de clareamiento, pero con una mayor pérdida de la microdureza superficial del esmalte<sup>8</sup>.

**JUREMA ALB, et al. (2018)**, evaluaron el efecto de diversos agentes clareadores en asociación o no con peróxido de carbamida al 10%, sobre el color y la microdureza del esmalte. El estudio se realizó en Brasil, y fue de tipo experimental *in vitro*, longitudinal y prospectivo. La muestra estuvo conformada por 210 muestras de esmalte bovino, las cuales fueron divididas en dos grupos según el protocolo asignado. La mitad de las muestras se sometieron a ciclos diarios de tinción (5

minutos),<sup>38</sup> clareamiento con peróxido de carbamida al 10% (8 horas) en asociación con productos de venta libre, y almacenamiento en saliva artificial por 24 horas, durante 2 semanas; la otra mitad se sometió a ciclos diarios de tinción, clareamientos con productos de venta libre, y almacenamiento en saliva artificial durante 12 semanas. Las muestras se dividieron en 14 grupos según el producto clareador de venta libre asignado: peróxido de carbamida y agua desionizada; peróxido de carbamida y enjuague bucal clareador (*Listerine*); peróxido de carbamida y cepillado mecánico; peróxido de carbamida y dentífrico convencional (*Colgate*), peróxido de carbamida con dentífrico clareador (*ColgateW*, *OralB* o *CloseUpW*). El color se evaluó mediante espectrofotometría, mientras que la microdureza del esmalte se evaluó mediante el análisis de Knoop. El estudio encontró que el mayor nivel de clareamiento se dio con los grupos tratados con peróxido de carbamida y *CloseUpW*. También se observó que, después del clareamiento, los dientes tratados con *Colgate* presentaron un aumento significativo en la microdureza. El estudio concluye que la asociación del peróxido de carbamida al 10% con agentes clareadores de venta libre no incrementó significativamente el efecto clareador ni afectó la microdureza del esmalte. Los agentes de venta libre que contienen peróxido de hidrógeno y abrasivos tuvieron un efecto similar entre sí, pero no fueron tan efectivos como los grupos que contenían peróxido de carbamida y el subgrupo que se cepilló solo con dentífrico con covarina<sup>5</sup>.

**ORTÍZ M, et al. (2016)**,<sup>28</sup> evaluaron el efecto de agentes clareadores sobre el color y la remineralización del esmalte. El estudio se realizó en México, y fue de tipo experimental *in vitro*, longitudinal, prospectivo. La muestra estuvo conformada por 10 dientes humanos divididos en dos grupos según el protocolo asignado:<sup>17</sup> peróxido de carbamida al 15% (*Opalescence*) + saliva artificial, y peróxido de carbamida al 15% (*Opalescence*) + fluoruro de sodio (*Flor-Opal*).<sup>1</sup> La microdureza del esmalte se evaluó mediante el análisis de Vickers, mientras que el efecto sobre la morfología del esmalte se determinó mediante microscopía electrónica de barrido. El estudio encontró que la aplicación del peróxido de carbamida al 15% originó una disminución leve (no significativa)<sup>4</sup> de la microdureza del esmalte, la cual aumentó progresivamente con la aplicación de los agentes remineralizantes, y luego volvió a disminuir una semana después de su aplicación. El valor de la microdureza del esmalte en el grupo que recibió el agente remineralizante fue mayor que la

observada en el grupo almacenado en saliva artificial. El estudio concluye que con la aplicación del agente remineralizante se obtienen mayores valores de microdureza del esmalte del proceso de clareamiento, en comparación con el almacenamiento en saliva artificial<sup>1</sup>.

**CVIKL B, et al. (2016)**, evaluaron el efecto del peróxido de carbamida y del peróxido de hidrógeno sobre la superficie del esmalte. El estudio se realizó en Suiza, y fue de tipo experimental *in vitro*, longitudinal, prospectivo. La muestra estuvo conformada por 96 dientes humanos, a los cuales se les aplicó uno de los siguientes protocolos: 1) Peróxido de carbamida al 10% (*Opalescence*), 10 aplicaciones por 8 horas, 2) Peróxido de carbamida al 10% (*Home Whitening*), 10 aplicaciones por 4 horas, 3) Peróxido de carbamida al 45% (*Opalescence Quick*), 10 aplicaciones por 30 minutos, 4) Peróxido de carbamida al 35% (*Home Whitening*), 10 aplicaciones por 30 minutos, 5) Peróxido de hidrógeno al 40% (*Opalescence Boost*), 3 sesiones de 20 minutos, repetidas en 3 ocasiones, 6) Peróxido de hidrógeno al 40% (*Power Whitening*), 3 sesiones de 15 minutos, repetidas en 3 ocasiones. El color se evaluó mediante espectrofotometría; también se evaluó la rugosidad, el módulo de elasticidad y la microdureza del esmalte (análisis de Vickers). Las mediciones se realizaron al inicio del estudio y después del primer tratamiento de clareamiento para ambos agentes; las mediciones finales se realizaron 24 horas después de cada tratamiento realizado con el peróxido de carbamida, y 1 semana después de cada tratamiento realizado con el peróxido de hidrógeno. El estudio encontró que todos los protocolos lograron un clareamiento significativo del esmalte, sin diferencias significativas entre los grupos. El mayor nivel de clareamiento se produjo luego de la primera aplicación, y no aumentó significativamente con las aplicaciones posteriores. La microdureza, rugosidad y el módulo de elasticidad del esmalte se vieron afectados significativamente después de la última aplicación, cuando se utilizó peróxido de carbamida al 10%. El estudio concluye que tanto el peróxido de carbamida como el peróxido de hidrógeno lograron un adecuado clareamiento de la superficie del esmalte, independientemente de su concentración. Sin embargo, los agentes de baja concentración aplicados por mayores períodos de tiempo afectaron negativamente la superficie del esmalte<sup>9</sup>.

## 1.2 Bases Teóricas

### 23 PERÓXIDO DE CARBAMIDA

El peróxido de carbamida ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}\cdot\text{H}_2\text{O}_2$ ) es uno de los agentes más usados para realizar un clareamiento dental. El agente es una combinación de úrea y peróxido de hidrógeno, siendo este último el agente activo del compuesto. Al descomponerse se desprende el peróxido de hidrógeno, que a su vez se descompone en oxígeno reactivo y agua<sup>10,11</sup>.

El peróxido de hidrógeno actúa como hidrogenador y oxidante, mientras que la úrea (carbamida) actúa como buffer (“amortiguador”), haciendo más lenta la liberación del oxígeno y prolongando el efecto. Las soluciones de peróxido de carbamida al 10%, 15% y 20% contienen aproximadamente 3,5%, 5,4% y 7% de peróxido de hidrógeno respectivamente<sup>3</sup>.

Los productos de peróxido de carbamida también suelen presentar ingredientes como carbopol, agentes ácidos (p.ej. ácido cítrico), agentes moduladores del pH y la sensibilidad (p.ej. trietanolamina), glicerina, colorantes, preservantes y saborizantes. El carbopol es un polímero de carboxipolimetileno que aumenta la viscosidad, adherencia, y prolonga la liberación del peróxido. Algunas fórmulas contienen compuestos fluorados solos o en combinación con nitrato de potasio<sup>10</sup>.

Se piensa que el principal mecanismo del clareamiento dental es la oxidación. Los agentes oxidantes presentan un electrón desemparejado en su órbita externa y, por tanto, una fuerte tendencia a interactuar con otros electrones.<sup>7</sup> En la mayoría de casos las pigmentaciones dentarias extrínsecas se originan a partir de depósitos cromógenos, constituidos por moléculas orgánicas formadas por cadenas conjugadas de enlaces simples o dobles<sup>4</sup>.

En el proceso de clareamiento, el peróxido de carbamida se descompone en peróxido de hidrógeno y úrea. La úrea, a su vez, se descompone en  $\text{CO}_2$  y amoníaco, mientras que el peróxido de hidrógeno – debido a su bajo peso molecular – penetra la superficie dentaria y se descompone en agua y oxígeno. En el proceso se liberan radicales perhidroxilos – inestables y altamente oxidantes, los cuales rompen las uniones de los radicales cromóforos que producen las pigmentaciones, transformándolos en moléculas pequeñas que son expulsadas al



exterior por difusión (remoción física de la mancha)<sup>3-5,7,10,12-15</sup>. La úrea también favorece el efecto del agente, pues contribuye a elevar el pH a 9 aproximadamente<sup>3</sup>.

El protocolo inicial del clareamiento domiciliario indicaba el uso de cubetas individuales con el agente por 8 horas diarias, durante 2 a 6 semanas. Sin embargo, modificaciones posteriores realizadas en la técnica – como diferentes concentraciones<sup>2</sup> de peróxido de carbamida (10% al 22%) y del peróxido de hidrógeno (5,5% al 7,5%) – han permitido reducir el tiempo de exposición a 1 a 4 horas diarias, por 1 a 2 semanas, dependiendo del caso. La disminución del tiempo de exposición se logra con un aumento en la concentración del agente activo que contactará con el esmalte durante la primera hora de aplicación. En las primeras 4 horas de aplicación del agente se produce la degradación de aproximadamente 30 a 40% del peróxido de carbamida y del peróxido de hidrógeno<sup>16</sup>.

## MICRODUREZA DEL ESMALTE

El esmalte dental es un tejido de origen ectodérmico, transparente,<sup>19</sup> y su tonalidad se debe al color de la dentina subyacente. Es el tejido más duro del cuerpo humano, y está diseñado para resistir las fuerzas de la masticación, variaciones de temperatura, agentes químicos y daños externos<sup>17,18</sup>.

La dureza<sup>1</sup> se define como la resistencia de un material a ser penetrado, partido, rayado o a sufrir deformaciones permanentes<sup>19,20</sup>.<sup>8</sup> El esmalte posee una dureza estimada entre 200 a 500 Knoop, y un valor de 8 en la escala de Mohs<sup>21</sup>.

Esta propiedad se debe al alto contenido de su componente inorgánico, así como a la distribución y tamaño de los cristales de hidroxiapatita<sup>22</sup>.

La estructura histológica del esmalte humano es similar a la del bovino, por lo que este tipo de dientes suelen emplearse como sustitutos para experimentos *in vitro*. Esta similitud se aprecia en sus propiedades físicas y químicas, en sus características de desmineralización y remineralización, en su luminiscencia, en los índices de refracción, de pulido y en la radiodensidad<sup>23-25</sup>. Los dientes bovinos tienen como principal ventaja el ofrecer una mayor superficie de estudio y en



mejores condiciones que la que se suele observar en dientes humanos, además de la facilidad para su adquisición<sup>23,24,26</sup>. La dureza del esmalte humano es

significativamente mayor que la de bovinos más jóvenes (20 y 30 meses), pero similar a la de los de mayor edad (38 y 48 meses), por lo que se aconseja emplear dientes de estas edades<sup>27</sup>. Para el estudio de la microdureza del esmalte pueden emplearse tanto dientes humanos como bovinos.

Existen diversos métodos para medir la dureza de un material, como los análisis de Vickers (DPD), Brinell (NDB), Knoop (NDK), Rockwell (NDR) y Shore A (Dureza Shore A)<sup>19,20,28</sup>. El principal criterio para elegir el método es la estructura y dureza del material que se va a evaluar. En la mayoría de casos se emplea un objeto penetrador (indentador), generalmente de forma esférica, cónica o piramidal, el cual es presionado con determinada fuerza sobre el cuerpo cuya dureza se desea evaluar. De este modo, la microdureza superficial del esmalte se define como la resistencia que ofrece a la penetración del agente indentador. Este valor se determina en función de la carga aplicada y del tamaño de la huella que deja sobre la superficie del cuerpo (indentación).<sup>11</sup> Cuanto mayor sea el valor de ese número (kg/mm<sup>2</sup>), mayor será la resistencia de ese material a la penetración<sup>29</sup>.

En el caso del análisis de Vickers, el indentador está constituido por una pirámide de diamante con base cuadrangular cuyas caras laterales opuestas forman entre ellas un ángulo de 136°. Al aplicarse la carga, el indentador deja una huella de forma cuadrangular sobre la superficie. La observación de la indentación se hace por medio de un microscopio metalográfico. Por este sistema se miden las diagonales y se aplica la fórmula:

$$HV = \frac{1840 L}{D^2} \text{ Kg/mm}^2$$

Donde:

HV: Valor de la microdureza según el análisis de Vickers (Kg/mm<sup>2</sup>)

L: Carga aplicada (gf)

D: Diagonal promedio de la indentación (mm).

El valor de la dureza obtenida por este método se conoce como <sup>13</sup> Vickers Hardness Number (VHN), Vickers Pyramidal Number (VPN) o Diamond Pyramidal Number (DPN). El análisis de Vickers tiene un amplio rango de cargas, lo que le permite medir la dureza de diversos tipos de materiales sin dañar su estructura, incluyendo los de pequeño espesor<sup>29-32</sup>.

## **EFFECTO DEL PERÓXIDO DE CARBAMIDA SOBRE LA MICRODUREZA DEL ESMALTE**

La microdureza del esmalte está relacionada con el contenido mineral de su superficie. El proceso de desmineralización y remineralización del esmalte se produce simultáneamente con el contacto con sustancias de distinto pH procedentes de la saliva. Las sustancias ácidas pueden disminuir su contenido mineral, mientras que agentes como el fluoruro de sodio contribuyen a su remineralización. <sup>24</sup> Los agentes clareadores - como el peróxido de hidrógeno o el peróxido de carbamida - pueden disminuir la microdureza del esmalte alterando el pH o por medio de la oxidación de su superficie<sup>5-7,16,33</sup>. El efecto también se ha asociado a subproductos como la úrea, que puede producir una desnaturalización de <sup>10</sup> las proteínas presentes en la porción orgánica de la estructura dental, y que tiene el potencial de penetrar la superficie del esmalte llegando incluso a la porción interprismática. Este efecto podría contribuir a aumentar la permeabilidad del esmalte y originar alteraciones microestructurales<sup>16</sup>.

Además de la microdureza, la aplicación de agentes clareadores también ha sido asociada a un aumento en la porosidad, rugosidad y erosión superficial del esmalte y dentina<sup>7,16,33-35</sup>. También se ha asociado a sensibilidad dentaria, gingivitis, irritación gástrica o de garganta<sup>12,33</sup>.

La disminución de la microdureza es mayor en los tratamientos caseros que en los realizados en el consultorio, debido a que utilizan concentraciones menores de gel por períodos más prolongados<sup>8,9</sup>. También se ha observado que el peróxido de hidrógeno produce mayores cambios morfológicos y una mayor disminución en los niveles de calcio y fósforo del esmalte, en comparación con el peróxido de carbamida<sup>36</sup>. Sin embargo, Sasaki RT, *et al.*<sup>16</sup>, encontraron que ambos agentes clareadores pueden afectar la morfología superficial del esmalte, aunque no se observaron cambios en su microdureza. Velásquez O y Abanto M <sup>37</sup> encontraron

que el clareamiento dental con el uso lámparas de diodos (*light emitting diode*; LED) produce una mayor pérdida de microdureza en comparación al clareamiento dental sin esta fuente de luz, aunque la diferencia no fue significativa. También se ha observado que los dientes almacenados en saliva artificial presentan un mayor grado de remineralización que los almacenados en agua, tras ser expuestos a agentes clareadores en estudios *in vitro*<sup>16,34</sup>.

Por esta razón, algunos investigadores recomiendan el uso de agentes desensibilizantes para favorecer el proceso de remineralización y contrarrestar el efecto de los agentes clareadores<sup>1,38</sup>.

### 1.3 Definición de Términos Básicos

**Clarear:** Hacer clara o más clara una cosa, especialmente un líquido u otra sustancia<sup>39</sup>.

**Desnaturalizar:** Hacer perder a una cosa las propiedades, cualidades o condiciones naturales<sup>39</sup>.

**Degradación:** Destrucción o alteración de las propiedades de un material macromolecular<sup>39</sup>.

**Difusión:** Movimiento de un conjunto de partículas en un medio ambiente bajo la acción de diferencia de concentración, temperatura, etc.<sup>39</sup>.

**Esmalte** Tejido microcristalino que proviene del ectodermo, microporoso y anisotrópico, acelular, avascular, aneural, de alta mineralización y de extrema dureza<sup>18</sup>.

**Oxidación:** Combinación con el oxígeno y, más generalmente, reacción en la que un átomo o un ión pierde electrones<sup>39</sup>.

**Pigmento:** Sustancia natural colorante de origen animal o vegetal<sup>39</sup>.

**Úrea:** Sustancia residual de las materias nitrogenadas que el organismo fabrica a partir de ácidos aminados y de sales amoniacaes, de fórmula  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , que el riñón extrae de la sangre y concentra en la orina<sup>39</sup>.

## CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1 Formulación de Hipótesis

#### 2.1.1 Hipótesis general

Existe relación entre la microdureza del esmalte bovino y la concentración del agente clareador a base de peróxido de carbamida al 35% y al 15%.

#### 2.1.2 Hipótesis específicas

H<sub>1</sub> Existe diferencia estadísticamente significativa en la microdureza del esmalte bovino antes y después de la aplicación de agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 35% y al 15%.

H<sub>0</sub> No existe diferencia estadísticamente significativa en la microdureza del esmalte bovino antes y después de la aplicación de agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 35% y al 15%.

H<sub>2</sub> Existe diferencia estadísticamente significativa en el cambio de la microdureza del esmalte bovino producido después de la aplicación de agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 35% y al 15%.

H<sub>0</sub> No existe diferencia estadísticamente significativa en el cambio de la microdureza del esmalte bovino producido después de la aplicación de agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 35% y al 15%.

## **2.2 Variables y Definición Operacional**

### **2.2.1 Variables y definiciones**

**Variable dependiente:** Microdureza del esmalte

**Definición conceptual** Resistencia de un material a ser penetrado, partido, rayado o a sufrir deformaciones permanentes.<sup>15,16</sup>

**Definición operacional:** Para el estudio se determinará la microdureza del esmalte mediante el análisis de Vickers.

**Variable independiente:** Concentración del peróxido de carbamida.

**Definición conceptual:** Masa de un cuerpo disuelto por unidad de volumen de una solución.<sup>29</sup>

**Definición operacional:** Para el estudio se determinará la concentración del peróxido de carbamida mediante la información de la marca comercial.

### 2.2.2 Operacionalización de variables

Operacionalización de variables:

VARIABLE	INDICADOR	CATEGORÍA O VALOR	TIPO	ESCALA
<b>Concentración del Peróxido de Carbamida</b>	Información de la marca comercial	Peróxido de carbamida al 15 %  Peróxido de carbamida al 35 %	Cualitativa	Nominal
<b>Microdureza del esmalte</b>	Análisis de Vickers	Kg/mm <sup>2</sup>	Cuantitativa (numérica continua)	Razón

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1 Diseño Metodológico

Experimental: El investigador modifica a voluntad una o más variables del fenómeno.

Analítico: Cuenta con dos o más poblaciones, donde se quiere comparar los resultados de las variables.

Longitudinal: La variable se midió más de una vez en la muestra.

Prospectivo: La información se recogió de acuerdo a los criterios de la investigación, después de su planeación.

### 3.2 Diseño Muestral

**Muestra:** Las unidades de análisis fueron muestras de esmalte dental bovino. Se verificó que cada muestra de esmalte se encuentre en buen estado, sin defectos de forma o estructura.

**Tamaño de la Muestra:** La muestra estuvo conformada por 60 especímenes, divididos en 2 grupos de 30 según la concentración del agente clareador asignado:

Grupo A: <sup>17</sup> Peróxido de carbamida al 35% (Opalescence PF, Ultradent)

Grupo B: Peróxido de carbamida al 15% (Opalescence PF, Ultradent).

**Muestreo:** No probabilístico.



### 3.3 Técnicas de Recolección de Datos

#### Preparación de la muestra

Los 60 dientes bovinos fueron lavados con agua destilada y jabón líquido (*Bioclean – Triclosan 0.025 %*), a 37°C por 15 minutos. Mediante un microscopio de 50x de aumento, el cual se encuentra incorporado en el microdurómetro (LG–HV–1000, MITUTOYO – 200 mm.), se verificó que las muestras no presenten grietas ni líneas de fractura. Seguidamente se realizó la eliminación de residuos orgánicos mediante pieza de mano de baja velocidad, copas para profilaxis, piedra pómez extrafina y agua destilada. Finalmente, los dientes fueron colocados en una solución fisiológica isotónica a fin de mantenerlos hidratados por 3 días.

Para la preparación de las muestras se empleó el método aplicado por Sánchez VS, Chávez G. (2013)<sup>21</sup> y Sánchez VS (2012)<sup>20</sup>. De este modo, se procedió a preparar 40 bloques de esmalte dental de 3x3 mm y 2 mm de espesor, mediante cortes con discos de diamante redondo (*KG Sorensen, Ind. Com. Ltda.; Barueri, SP*) de 0.25 mm en las caras vestibulares. A continuación, se prepararon bases de acrílico de curado rápido (*Vitacryl*), usando un molde circunferencial de acrílico rígido transparente, de 1 cm de diámetro por 1 cm de espesor. Para identificar los grupos se emplearon distintos colores de acrílico: rojo para el grupo A (*Opalescence PF 35 %*) y azul para el grupo B (*Opalescence PF 15 %*), y se colocó una etiqueta codificada en la parte inferior de cada base. Las muestras fueron introducidas en el acrílico con la superficie a evaluar sobresaliendo por la parte superior; el paralelismo se verificó mediante una platina de vidrio. Seguidamente se procedió a pulir las superficies con discos *soflex* (3M) y un chorro de agua.

Los especímenes se expusieron al agente clareador de acuerdo al siguiente protocolo:

- En el grupo A se usó el agente clareador *Opalescence PF “Ultradent”* al 35 %, cubriendo toda la superficie vestibular, en una sesión de treinta minutos por 3 días para cada muestra (n1=30).

- En el grupo B se usó el agente clareador Opalescence PF “Ultradent” al 15 %, cubriendo toda la superficie vestibular, en una sesión de 4 horas por 3 días para cada muestra (n2=30).

Después de aplicarse al agente, las superficies fueron lavadas con agua destilada a presión por 15 segundos.

### 1 **Análisis de la microdureza superficial**

La microdureza superficial del esmalte fue evaluada antes y después de exponer los especímenes a los agentes clareadores, mediante el análisis de Vickers. Las mediciones fueron registradas en el instrumento de recolección de datos (Anexo 3).

Para el análisis de Vickers se empleó el microdurómetro LG–HV–1000, MITUTOYO — 200 mm. en el Laboratorio HTL CERTIFICATE, el cual fue programado para aplicar una carga de 50 g durante 10-15 segundos. El indentador estuvo constituido por una pirámide de diamante con base cuadrangular cuyas caras laterales opuestas forman entre ellas un ángulo de 136°. Al aplicarse la carga, el indentador deja una huella de forma cuadrangular sobre la superficie. La observación de las indentaciones se realizó por medio de un microscopio metalográfico incorporado alequipo.<sup>21-23</sup>

35 Las indentaciones se midieron utilizando las diagonales presentes en la superficie de cada muestra, y los resultados fueron registrados en Kg/mm<sup>2</sup> empleando la fórmula:

$$HV = \frac{1840 L}{D^2} \text{ Kg/mm}^2$$

$$D^2$$

HV: Valor de la microdureza según el análisis de Vickers

(Kg/mm<sup>2</sup>)L: Carga aplicada (gf)

D: Diagonal promedio de la indentación (mm).

### **3.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información**

Los datos obtenidos se registraron inicialmente en una base de datos Microsoft Excel. El análisis univariado se realizó medidas de tendencia central y dispersión. El análisis inferencial se realizó mediante la prueba t de Student, con un nivel de significancia de 5%. El procesado de datos se realizó mediante el Programa SPSS versión 25.

### **3.5 Aspectos Éticos**

Se contó con la aprobación del asesor, Comité Revisor y del Comité de Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Martín de Porres.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

**TABLA 1. Análisis descriptivo para cada grupo de muestras**

	n	Media	Error típico	Desviación estándar	Varianza	Intervalo de confianza		Mediana	Amplitud intercuartil
						Límite inferior	Límite superior		
Opalescence 15 %									
- Inicial	30	334,59	6,07	38,15	1455,46	320,34	348,83	337,85	49,20
- Final	30	294,63	7,31	40,03	1602,76	279,68	309,58	300,70	42,73
Opalescence 35 %									
- Inicial	30	320,61	6,93	37,92	1437,72	306,45	334,77	323,15	45,38
- Final	30	289,32	6,30	34,51	1190,10	276,44	302,21	292,60	38,55

(n): tamaño de grupo

De acuerdo al análisis descriptivo para cada grupo de muestras, detallándose la <sup>1</sup> media, mediana, varianza, desviación estándar, amplitud intercuartil e intervalos de confianza.

**TABLA 2. Prueba de normalidad para cada grupo de muestras**

		PRUEBA DE NORMALIDAD Kolmogorov - Smirnov	
	n	Estadístico	p
Opalescence 15 %			
- Inicial	30	0,098	0,200
- Final	30	0,105	0,200
Opalescence 35 %			
- Inicial	30	0,106	0,200
- Final	30	0,132	0,190

(n): tamaño de grupo / (p): significancia estadística

1 En la siguiente tabla se presenta la prueba de normalidad para cada grupo de muestras, observándose que los cuatro grupos presentan distribución normal ( $P > 0,05$ ).

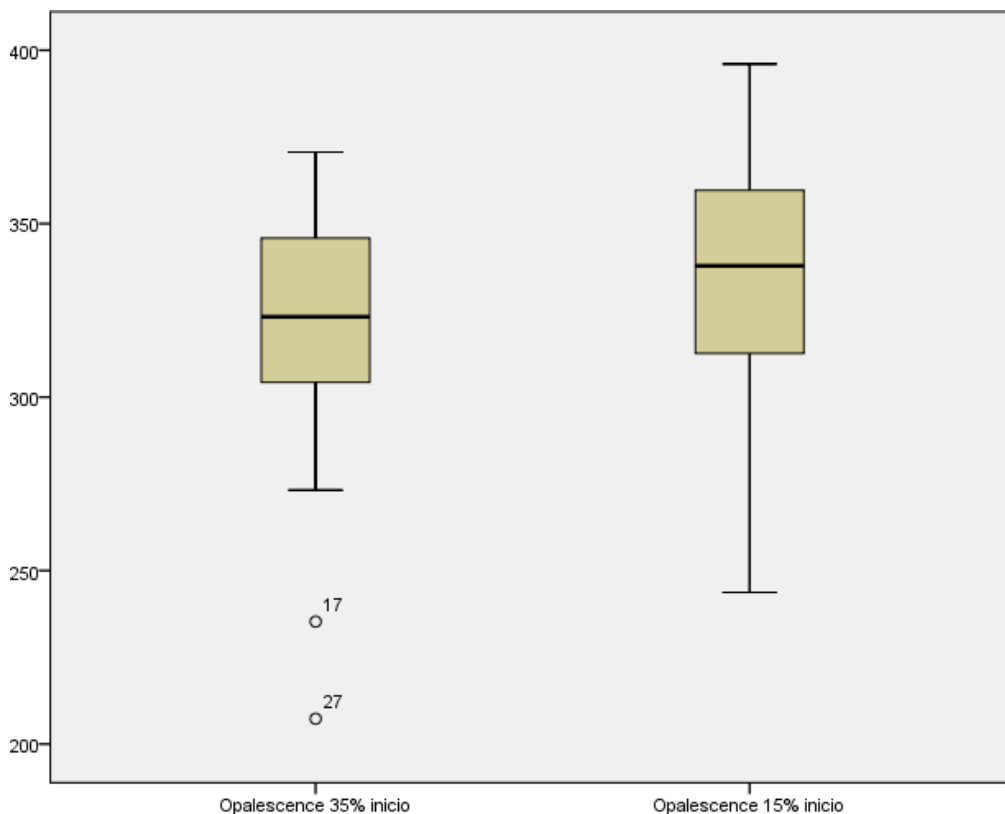
**TABLA 3. Comparación de la microdureza inicial del Opalescence al 15 % y 35 %**

	PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS Levene		PRUEBA DE HIPÓTESIS Prueba t de Student para muestras independientes				95 %	
	F	P	T	P	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inf	Sup
Microdureza inicial Opalescence 15 %								
Opalescence 35 %.	0,071	0,791	-1,424	0,160	-13,98	9,82	-33,64	5,68

(F): valor de la Prueba / (P): significancia estadística/ (T): Valor de la Prueba/ (Inf): Límite Inferior/ (Sup): Límite Superior

Se presenta la comparación de la microdureza inicial del Opalescence al 15 % y 35 %. Se observa que ambos grupos tienen varianzas homogéneas (P:0,791), por lo que la comparación se realizó mediante la prueba t de Student para ambas muestras independientes, encontrándose que no existe diferencia entre ambos grupos (P:0,160).

**GRAFICO 1. Comparación de la microdureza inicial del Opalescence al 15 % y 35 %**



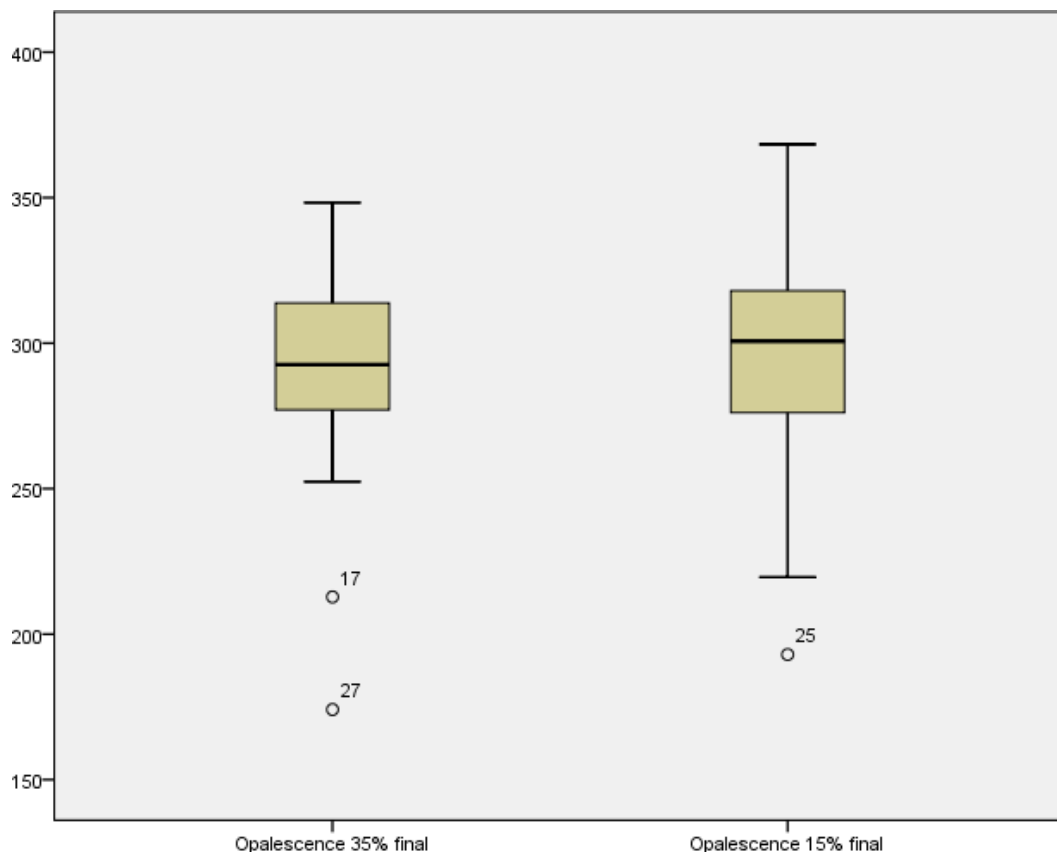
**TABLA 4. Comparación de la microdureza final del Opalescence al 15 % y 35 %**

	PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS Levene			PRUEBA DE HIPÓTESIS Prueba t de Student para muestras independientes				
	F	P	T	P	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95 %	
							Inf	Sup
Microdureza final Opalescence 15 % Opalescence 35 %.	1,089	0,301	-0,550	0,584	-5,31	9,65	-24,62	14,01

(F): Valor de la Prueba/ (P): significancia estadística/ (T): Valor de Prueba/ (Inf): Límite Inferior/ (Sup): Limite Superior

Se presenta la comparación de la microdureza final del Opalescence al 15 % y 35 %. Se observa que ambos grupos tienen varianzas homogéneas (P:0,301), por lo que la comparación se realizó mediante la prueba t de Student para muestras independientes, encontrándose que no existe diferencia entre ambos grupos (P:0,584).

**GRAFICO 2. Comparación de la microdureza final del Opalescence al 15 % y 35 %**



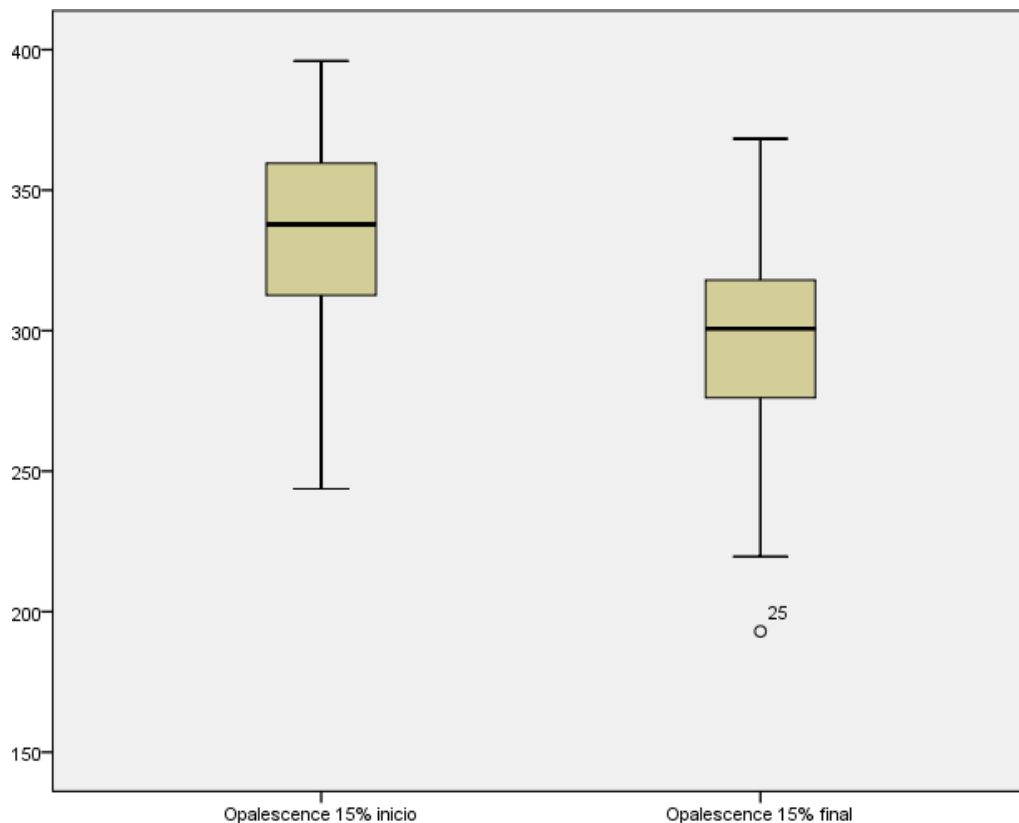
**TABLA 5. Comparación de la microdureza inicial y final del Opalescence al 15 %**

Opalescence 15 %	Media	Desv. Tip.	Error tip. media	PRUEBA DE HIPÓTESIS						
				Prueba t de Student para muestras relacionadas 95 %						
				Media	Desv. tip.	Desv. error promedio	Inf	Sup	t	P
Microdureza inicial	334,59	38,15	6,97	39,96	14,56	2,66	34,52	45,39	15,03	0,000
Microdureza final	294,63	40,03	7,31							

(t): valor de la Prueba/ (P): significancia estadística/ (Inf.): Limite Inferior/ (Sup.): Limite Superior

Se presenta la comparación de la microdureza inicial y final del Opalescence al 15 % mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas, encontrándose que la microdureza inicial es significativamente mayor que la microdureza final (P:0,000).

**GRÁFICO 3.- Comparación de la microdureza inicial y final del Opalescence 15 %.**





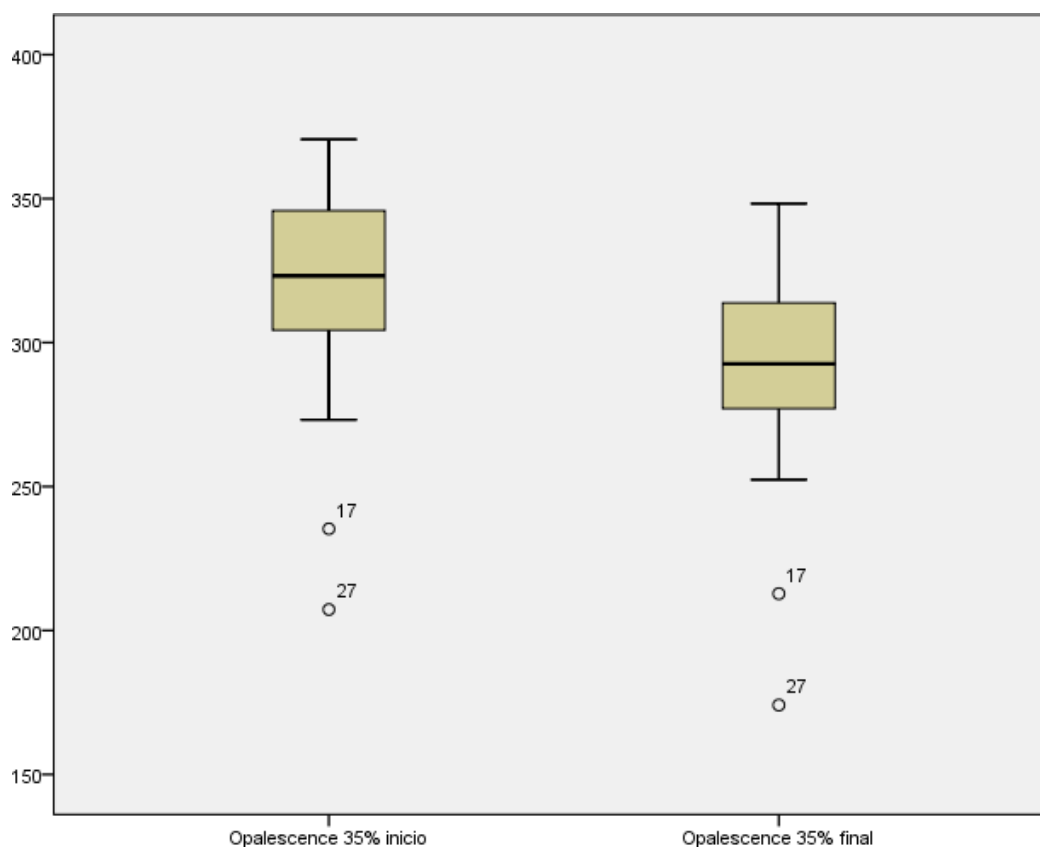
**TABLA 6. Comparación de la microdureza inicial y final del Opalescence al 35 %**

Opalescence 35 %	Media	Desv. Tip.	Error tip. media	PRUEBA DE HIPÓTESIS						
				Prueba t de Student para muestras relacionadas						
				Media	Desv. tip.	Desv. error promedio	95 %		t	P
						Inf	Sup			
Microdureza inicial	320,61	37,92	6,92	31,28	10,85	1,98	27,23	35,33	15,80	0,000
Microdureza final	289,32	34,51	6,30							

(inf.): Límite Inferior/ (sup.): Límite Superior/ (t): Valor de la Prueba / (P): significancia estadística

Se presenta la comparación de la microdureza inicial y final del Opalescence al 35 %, mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas, encontrándose que la microdureza inicial es significativamente mayor que la microdureza final (P:0,000).

**GRÁFICO 4. Comparación de la microdureza inicial y final del Opalescence 35 %.**



## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

El estudio encontró que ambas concentraciones de peróxido de carbamida, al 15 % y 35 % provocaron una disminución similar en la microdureza superficial del esmalte. Al respecto, estudios previos coinciden que la aplicación del peróxido de hidrógeno a distintas concentraciones al 25 %, 30 %, 35 % y 40 %, puede tener efectos secundarios, como disminuir la microdureza y aumentar la rugosidad superficial del esmalte,<sup>21,30-32</sup> así como una disminución del contenido mineral y de calcio,<sup>33</sup> independientemente de la concentración con que sea aplicado. Por el contrario, Torres CRG, *et al.* (2021)<sup>34</sup> encontraron que las concentraciones más altas de peróxido hidrogeno (35 % y 40 %), mejoran la eficacia del clareamiento pero también aumentan su penetración a través de la estructura dental, lo que podría aumentar el riesgo de daño pulpar.

Además del peróxido de hidrógeno,<sup>3</sup> existen en el mercado agentes clareadores como el peróxido de carbamida, cuyo efecto también ha sido objeto de estudio. Al respecto, Owda R y Sancakli HS. (2021)<sup>35</sup> compararon el efecto del peróxido de hidrógeno al 35% y del peróxido de carbamida al 16% y al 22% sobre esmalte previamente desmineralizado, encontrando que los niveles de microdureza, desmineralización y clareamiento fueron similares. Mansouri RS y Khzam N. (2017)<sup>36</sup> compararon el efecto del peróxido de hidrógeno al 30% durante 30 minutos y del peróxido de carbamida al 10% durante 8 horas, encontrando que ninguno de los agentes afectó significativamente la microdureza del esmalte.<sup>1</sup> Dey S, *et al.* (2016)<sup>37</sup> compararon el efecto del peróxido de hidrógeno al 25% y al 35% y del peróxido de carbamida al 10%, llegando a las mismas conclusiones.

<sup>39</sup> Estos resultados no coinciden por lo reportado por Llena C, *et al.* (2017)<sup>38</sup> quienes observaron que el peróxido de hidrógeno produce mayores cambios morfológicos en el esmalte dental y una mayor disminución en los niveles de calcio y fósforo superficiales, en comparación con el peróxido de carbamida. Asimismo, Ameli N, *et al.* (2020)<sup>39</sup> compararon el efecto del peróxido de hidrógeno al 15 % y 40 % y del peróxido de carbamida al 15 %, encontrando que la microdureza del esmalte se redujo al cabo de una semana (en mayor medida en el grupo tratado con peróxido

de hidrógeno al 40 %); sin embargo, aumentó hacia la octava semana hasta alcanzar el valor de referencia. También encontraron que la disminución de la microdureza del esmalte es temporal, y sugieren que los dientes sean sumergidos en un medio que contenga calcio y fosforo para aumentar su microdureza.

Cvikl B, *et al.* (2016)<sup>40</sup> y Mushashe AM, *et al.* (2018)<sup>41</sup> coinciden en señalar que la disminución de la microdureza es mayor en los tratamientos caseros que en los realizados en el consultorio, debido a que utilizan menores concentraciones aplicadas por períodos más prolongados. Ello no coincide con los resultados de nuestro estudio, donde reportamos que ambas concentraciones al 15 % y 35 % provocaron una disminución similar de la microdureza.

Sin embargo, Sasaki RT, *et al.* (2009)<sup>25</sup> compararon el efecto del peróxido de hidrógeno al 7,5 % y del peróxido de carbamida al 10 %, encontrando que ambos agentes clareadores pueden tener efecto sobre la morfología superficial del esmalte, aunque no se observaron cambios en su microdureza.

La diferencia entre nuestros resultados y los estudios anteriores podría deberse al uso de distintas concentraciones o tiempos de aplicación del agente. Otro factor que puede intervenir en este tipo de estudios experimentales es el medio de almacenamiento; al respecto, Ribeiro MES, *et al.* (2019)<sup>27</sup> observaron que los dientes almacenados en saliva artificial presentan una mayor masa de esmalte dental que los almacenados en agua, tras ser expuestos a agentes clareadores en estudios *in vitro*.

La aplicación de auxiliares de limpieza (P.ej. colutorios o dentífricos clareadores) también puede influir sobre las propiedades del esmalte. Al respecto, Favaro JC, *et al.* (2019)<sup>42</sup> compararon la eficacia de dos agentes clareadores (*Opalescence Boost HP 38 %* y *Opalescence 10 % CP*) y dos colutorios (*Listerine Whitening* y *Colgate Plax Whitening*), empleados solos y en combinación, encontrando que los colutorios produjeron mayor efecto clareador cuando se utilizaron después de los tratamientos clareadores, aunque con efectos sobre el esmalte: todos los grupos, provocaron una disminución significativa de la microdureza, excepto *Listerine Whitening*; también se observó que todos los grupos, provocaron un aumento de la rugosidad, excepto *Opalescence Boost HP 38 %*.

Jurema AL, *et al.* (2018)<sup>8</sup> compararon el efecto de distintas técnicas de clareamiento sobre el color y la microdureza del esmalte. Las técnicas evaluadas fueron: peróxido de carbamida 10 % y agua desionizada; peróxido de carbamida 10 % y enjuague bucal clareador (*Listerine Whitening*); peróxido de carbamida 10 % y cepillado mecánico; peróxido de carbamida 10 % y dentífrico convencional (*Colgate*), peróxido de carbamida con dentífrico clareador (*ColgateW*, *OralBW* o *CloseUpW*). Se encontró que el mayor nivel de clareamiento se dio con los grupostratados con peróxido de carbamida y *CloseUpW*. También se observó que, después del clareamiento, los dientes tratados con *Colgate* presentaron un aumento significativo en la microdureza. El estudio concluye que la asociación del peróxido de carbamida al 10% con agentes clareadores de venta libre - enjuague bucal (*Listerine Whitening*) y dentríficos clareadores (*ColgateW*, *OralBW* y *CloseupW*) no incrementó significativamente el efecto clareador ni afectó la microdureza del esmalte. Los agentes clareadores de venta libre que contienen peróxido de hidrógeno y abrasivos tuvieron un efecto similar entre sí, pero no fueron tan efectivos como los grupos que contenían peróxido de carbamida y el subgrupo que se cepilló solo con dentífrico con covarina.

Con la finalidad de revertir los efectos negativos del clareamiento la desmineralización del esmalte dental, pérdida de iones de calcio y fósforo, y disminución de la microdureza del esmalte, se ha propuesto la adición de diversos agentes al peróxido de hidrógeno, como el tetrafluoruro de titanio (TiF<sub>4</sub>)<sup>43</sup>, la nano-hidroxiapatita<sup>44</sup> y el fluoruro de sodio<sup>1</sup>, los cuales podrían contribuir a mantener la microdureza e integridad del esmalte.

Cavalli V, *et al.* (2018)<sup>45</sup> encontraron que la combinación del peróxido de hidrógeno con flúor o calcio redujeron la pérdida de minerales tanto para las superficies de esmalte sanas como para las desmineralizadas, aunque no pudieron revertir la desmineralización de la subsuperficie. Por el contrario, Mushashe AM, *et al.* (2018)<sup>41</sup> reportaron que la adición de calcio al peróxido de hidrógeno no afectó significativamente la microdureza del esmalte.

Ortíz M, *et al.* (2016)<sup>1</sup> y Kutuk ZB, *et al.* (2019)<sup>46</sup> han reportado que el uso de agentes remineralizantes permite revertir la disminución de la microdureza del esmalte producida por el clareamiento; en sus estudios emplearon el Flor-Opal

(NaF al 1.1 %), GC Tooth Mousse <sup>29</sup> CPP-ACP (Fosfopéptido de Caseína — Fosfato de Calcio Amorfo), UltraEZ 3 % (nitrato de potasio + 0,11 % fluoruro) y Signal Professional Sensitive Phase 1 30 % (suspensión de nanohidroxiapatita).

El presente estudio fue realizado con muestras de esmalte bovino. Al respecto, se sabe que la estructura histológica del esmalte humano es similar a la del bovino, por lo que este tipo de dientes suelen emplearse como sustitutos para experimentos *in vitro*. Esta similitud se aprecia en sus propiedades físicas y químicas, en sus características de desmineralización y remineralización, en su luminiscencia, en los índices de refracción, de pulido y en la radiodensidad.<sup>47-49</sup> Los dientes bovinos tienen como principal ventaja el ofrecer una mayor superficie de estudio y en mejores condiciones que la que se suele observar en dientes humanos, además de la facilidad para su adquisición.<sup>47,48,50</sup> La dureza del esmalte humano es significativamente mayor que la de bovinos más jóvenes (20 y 30 meses), pero similar a la de los de mayor edad (38 y 48 meses), por lo que se aconseja emplear dientes de estas edades.<sup>51</sup>

Hay que precisar también que el presente estudio no evaluó el efecto de otras variables que podrían influir en el nivel de mineralización del esmalte (p. ej. la saliva).

## CONCLUSIONES

1. No se encontró diferencias significativas en la microdureza inicial de las muestras de esmalte bovino, entre los grupos tratados con *Opalescence* al 15 % y *Opalescence* al 35 %.
2. No se encontró diferencias significativas en la microdureza final de las muestras de esmalte bovino, entre los grupos tratados con *Opalescence* al 15 % y *Opalescence* al 35 %.
3. Se concluye que la aplicación del *Opalescence* al 15 % provocó una disminución significativa de la microdureza del esmalte.
4. Se concluye que la aplicación del *Opalescence* al 35 % provocó una disminución significativa de la microdureza del esmalte.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios que evalúen el efecto clareador del peróxido de carbamida sobre la microdureza del esmalte, en distintos intervalos de tiempo.
2. Realizar estudios que comparen el efecto clareador del peróxido de carbamida y del peróxido de hidrógeno sobre la microdureza del esmalte.
3. Se recomienda el uso de productos remineralizadores con la finalidad de contrarrestar los efectos secundarios de los agentes clareadores.
4. Es importante que los profesionales de salud conozcan los efectos adversos de los agentes clareadores, con la finalidad de elegir la mejor alternativa de tratamiento.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- 1.- Ortíz M, Zavala NV, Patiño N, Martínez GA, Ramírez JH. Efecto del blanqueamiento y el remineralizante sobre la microdureza y micromorfología del esmalte dental. *Revista ADM*. 2016;73(2):81-87.
- 2.- Bernal AP, Chavez G. Microfiltración marginal post clareamiento con peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida en obturaciones con resina compuesta. *Kiru*. 2011,8:59-62.
- 3.- Henostroza G, editor. *Estética en odontología restauradora*. 1ª ed. Madrid: Ripano Editorial Médica; 2006.
- 4.- Villareal E, Saravia M, Flores D. *Blanqueamiento dental: Técnica y Clínica*. Lima, Peru: Lima Cronos Color; 2000.
- 5.- Schmidseeder J. *Atlas de odontología estética*. Barcelona: Masson, S.A.; 1999.
- 6.- Lia RF, Garrido TR, Piola FA, Magalhães AC, Soares JF, Ishikiriama SK. Do different bleaching protocols affect the enamel microhardness? *Eur J Dent* 2015;9(1):25-30.
- 7.- Farawati FAL, Hsu SM, O'Neill E, Neal D, Clark A, Esquivel-Upshaw J. Effect of carbamide peroxide bleaching on enamel characteristics and susceptibility to further discoloration. *J Prosthet Dent*. 2019;21(2):340-346.
- 8.- Jurema AL, Claudino ES, Torres CR, Bresciani E, Caneppele TM Effect of over-the-counter whitening products associated or not with 10% carbamide peroxide on color change and microhardness: *In vitro* study. *JCDP*. 2018;19(4):359-366.
- 9.- Zanolli J, Marques A, da Costa DC, de Souza AS, Coutinho M. Influence of tooth bleaching on dental enamel microhardness: a systematic review and meta-analysis. *Aust Dent L*. 2017;62:276–282.
- 10.- Carey CM. Tooth whitening: What we now know. *J Evid Based Dent Pract*. 2014;14:70-76.



- 11.- Taboada O, Cortes L, Cortes R Eficacia del tratamiento combinado de peróxido de carbamida al 35% y 10% como material blanqueador en fluorosis dental. Reporte de un caso. Revista ADM. 2002;59(3):81-86.
- 12.- Crispin BJ, editor. Contemporary esthetic dentistry: practice fundamentals. Japan: Quintessence Publishing Co, Ltd.; 1994.
- 13.- Fleites Y, González K, Rico M, et.al. Prevalencia de los defectos del desarrollo del esmalte en la dentición permanente. Medicent Electron. 2019; 23(3): 177-191.
- 14.- Gil-Bona A, Bidlack FB. Tooth enamel and its dynamic protein matrix. Int J Mol Sci. 2020; 21(12):4458.
- 15.- Liñan C, Meneses A, Delgado L. Evaluación *in vitro* del efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte dental. Rev Estomatol Herediana. 2007;17(2):58-62.
- 16.- García AM, Monasterio N. Introducción a la ciencia de los materiales y sus propiedades (I). Bilbao: Universidad País Vasco, España; 2018.
- 17.- Castillo JI. Incidencia sobre la microdureza superficial del esmalte en piezas sometidas a agua de piscinas de Quito con pH ácido, neutro, *in vitro*. (Tesis de Bachiller). Quito: Universidad Central de Ecuador; 2015.
- 18.- García MV, Reyes J. La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. Tip Rev Espec Cienc Quim Biol. 2006;9(2):90-95.
- 19.- Santos E, Yenque J, Rojas O, Rosales V. Acerca del ensayo de dureza. Industrial Data. 2001;2(4):73-80.
- 20.- Sánchez V. Efecto de dos agentes clareadores en base a peróxido de hidrógeno al 25% sobre la microdureza del esmalte dental (Tesis de Bachiller). Lima: Universidad de San Martín de Porres; 2012.
- 21.- Sánchez V, Chávez G. Efecto del peróxido de hidrógeno al 25% sobre la microdureza del esmalte dental. Odontol Sanmarquina. 2013;16(1):25-28.

- 22.- Cabrejos P. Efecto de los barnices blanqueadores sobre la microdureza superficial de resinas microhíbridadas y nanopartículas. estudio *in vitro* (Tesis de Bachiller). Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2008.
- 23.- Flores RC. Revisión de estudios sobre dureza superficial de materiales restauradores directos e indirectos realizados en los últimos 30 años en la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (Tesis de Bachiller). Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2018.
- 24.- Klaric E, Rakic M, Sever I, Milat O, Par M, Tarle Z. Enamel and dentin microhardness and chemical composition after experimental light-activated bleaching. *Oper Dent*. 2015;40(4):132-141.
- 25.- Sasaki RT, Arcanjo AJ, Flório FM, Basting RT. Micromorphology and microhardness of enamel after treatment with home-use bleaching agents containing 10% carbamide peroxide and 7.5% hydrogen peroxide. *J Appl Oral Sci*. 2009;17(6):611-616.
- 26.- Ourique SAM, Arrais CAG, Cassoni A, Ota-Tsuzuki C, Rodrigues JA. Effects of different concentrations of carbamide peroxide and bleaching periods on the roughness of dental ceramics. *Braz Oral Res*. 2011;25(5):453-458.
- 27.- Ribeiro MES, Santos HSB, Baia JCP, Oliveira RP; Souza Júnior MHS, *et al*. Influence of prolonged tooth bleaching on enamel mass variation. *Int J Odontostomat*. 2019;13(3):305-309.
- 28.- Yikilgan İ, Kamak H, Akgul S, Ozcan S, Bala O. Effects of three different bleaching agents on microhardness and roughness of composite sample surfaces finished with different polishing techniques *J Clin Exp Dent*. 2017;9(3):460-465.
- 29.- El pequeño Larousse ilustrado. 23<sup>a</sup> ed. México: Ed Larousse; 2016.
- 30.- Goyal K, Saha SG, Bhardwaj A, Saha MK, Bhapkar K, Paradkar S. 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. *Dent Res J* 2021;18:49.

- 31.- Pimentel de Oliveira R, Pereira Baia JC, Soares Ribeiro ME, da Silva e Souza Junior MH, Cordeiro Loretto S. Influence of time intervals between bleaching procedures on enamel microhardness and surface roughness. *Open Dent J.* 2018;12:555-559.
- 32.- Borges AB, Zanatta RF, Barros AC, Silva LC, Pucci CR, Torres CR. Effect of hydrogen peroxide concentration on enamel color and microhardness. *Oper Dent.* 2015;40(1):96-101.
- 33.- Berger S, Soares L, Martin A, Ambrosano G, Tabchoury C, Giannini M. Effects of various hydrogen peroxide bleaching concentrations and number of applications on enamel. *Braz J Oral Sci.* 2014;13(1):22-27.
- 34.- Torres CRG, Zanatta RF, Godoy MMM, Borges AB. Influence of bleaching gel peroxide concentration on color and penetration through the tooth structure. *J Contemp Dent Pract.* 2021;22(5):479-483.
- 35.- Owda R, Sancakli HS. Effects of different bleaching agents on the surface topography and the microhardness of artificial carious lesions. *Eur J Dent.* 2021;15(4):687-693.
- 36.- Mansouri RS, Khzam N. Hydrogen peroxide tooth whitening agent effect on the nanomechanical properties of enamel. *J Res Med Dent Sci,* 2017, 5 (2): 91-101.
- 37.- Dey S, Pandey V, Kumar A, Awasthi N, Sahu A, Pujari SC. *In vitro* comparison of impact of different bleaching agents on the microhardness of enamel. *J Contemp Dent Pract.* 2016;17(3):258-262.
- 38.- Llana C, Esteve I, Forner L. Effect of hydrogen and carbamide peroxide in bleaching, enamel morphology, and mineral composition: *In vitro* study. *J Contemp Dent Pract.* 2017;18(7):576-582.
- 39.- Ameli N, Kianvash Rad N, Nikpour F, Ghorbani R, Mohebi S. Effect of short- and long-term use of home and in-office bleaching with carbamide peroxide and hydrogen peroxide on enamel microhardness. *J Dent Indones.* 2020;27(2): 50-55.

- 40.- Cvikl B, Lussi A, Moritz A, Flury S. Enamel surface changes after exposure to bleaching gels containing carbamide peroxide or hydrogen peroxide. *Oper Dent.* 2016;41(1):39-47.
- 41.- Mushashe AM, Coelho BS, Garcia PP, Rechia BN, da Cunha LF, Correr GM, *et al.* Effect of different bleaching protocols on whitening efficiency and enamel superficial microhardness. *J Clin Exp Dent.* 2018;10(8):772-775.
- 42.- Favaro JC, Geha O, Guiraldo RD, Lopes MB, Aranha AMF, *et al.* Evaluation of the effects of whitening mouth rinses combined with conventional tooth bleaching treatments. *Restor Dent Endod.* 2019;44(1):e6.
- 43.- Lins RBE, Rosalen PL, Lazarini JG, Martins LRM, Cavalli V. Assessment of a novel bleaching agent formula containing 35% hydrogen peroxide and titanium tetrafluoride: An *in vitro* study. *Braz. Oral Res.* 2021;35:e066
- 44.- Monterubbianesi R, Tosco V, Bellezze T, Giuliani G, Özcan M, Putignano A, *et al.* Comparative evaluation of nanohydroxyapatite-enriched hydrogen peroxide home bleaching system on color, hardness and microstructure of dental enamel. *Materials* 2021;14:3072.
- 45.- Cavalli V, Rosa DAD, Silva DPD, Kury M, Liporoni PCS, Soares LES, *et al.* *Effects* of experimental bleaching agents on the mineral content of sound and demineralized enamels. *J Appl Oral Sci.* 2018;26:e20170589.
- 46.- Kutuk ZB, Ergin E, Cakir FY, Gurgan S. Effects of in-office bleaching agent combined with different desensitizing agents on enamel. *J Appl Oral Sci.* 2019;27:e20180233
- 47.- Teruel JD. Estudio comparativo de la composición y estructura cristalina del esmalte y dentina humano, bovino, ovino y de cerdo. (Tesis de doctorado). España: Universidad de Murcia; 2017
- 48.- Lezcano MR, Navarro López JSA, Gili MA, Zamudio ME. Caracterización histológica de tejidos dentarios bovinos con utilización del micrómetro ISOMET® en la técnica histológica. *Acta Odontol Venez.* 2016;54(1).

49.- Ccahuana VZ, Avelar RP, Borges ALS, Hilgert E, Lafayette NJ, Junho de AraujoJE. Resistencia adhesiva al cizallamiento de la aleación Ag-Pd a dentina de bovino.Rev Estomatol Herediana. 2004;14(1-2):39-44.

50.- Yassen G, Platt J, Hara A. Bovine teeth as substitute for human teeth in dentalresearch: A review of literature. J Oral Sci. 2011;53(3):273-282.

51.- Gutierrez JE. Efecto de los inhaladores antiasmáticos Salbutamol y Budesonida en la microdureza superficial del esmalte dentario - *in vitro* (Tesis de Bachiller). Lima: Universidad Nacional Federico Villareal; 2018.

## ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

EFECTO DEL PERÓXIDO DE CARBAMIDA A DIFERENTES CONCENTRACIONES SOBRE LA MICRODUREZA DEL ESMALTE BOVINO				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	MARCO TEÓRICO	METODOLOGÍA
<p>3. ¿Cuál es el efecto de agentes clareadores a base de peróxido de carbamida al 35 % y 15 % sobre la microdureza del esmalte bovino?</p>	<p><b>General</b>                      Evaluar el efecto del peróxido de carbamida a dos diferentes concentraciones, sobre la microdureza del esmalte bovino.</p>	<p><b>General</b>                      H: Existe relación entre la microdureza del esmalte bovino y la concentración del agente clareador a base de peróxido de carbamida al 35 % y 15 %.                      H0: No existe relación entre la microdureza del esmalte bovino y la concentración del agente clareador a base de peróxido de carbamida al 35 % y 15 %.</p>	<p>25. <b>Peróxido de carbamida</b>                      Es uno de los agentes más usados para realizar un clareamiento dental. El agente es una combinación de úrea y peróxido de hidrógeno.</p>	<p><b>Diseño Metodológico</b>                      Estudio experimental, analítico, longitudinal y prospectivo.</p>
	<p><b>Específicos</b></p>	<p><b>Específicas</b></p>	<p><b>Microdureza del esmalte</b>                      La dureza se define como la resistencia de un material a ser penetrado, partido, rayado o a sufrir deformaciones permanentes. El esmalte posee una dureza estimada entre 200 a 500 Knoop, y un valor de 8 en la escala de Mohs.</p>	<p><b>Diseño Muestral</b>                      3. La muestra estuvo conformada por 60 muestras de esmalte bovino, divididas en 2 grupos según la concentración del agente asignado: peróxido de carbamida al 35 % y peróxido de carbamida al 15 %. Se verificará que cada muestra de esmalte bovino se encuentre en buen estado, sin defectos de forma o estructura. La técnica de muestreo será No Probabilístico.</p>
	<p>1. Determinar la microdureza del esmalte bovino antes de la aplicación del peróxido de carbamida al 35 % y 15 %.</p>	<p>H1: Existe diferencia en la microdureza del esmalte bovino en los grupos tratados con peróxido de carbamida al 35 % y 15 % antes y después de su aplicación.</p> <p>H0: No existe diferencia en la microdureza del esmalte bovino en los grupos tratados con peróxido de carbamida al 35 % y 15 % antes y después de su aplicación.</p>	<p>8. <b>Efecto del Peróxido de Carbamida sobre la Microdureza del esmalte</b>                      La microdureza del esmalte está relacionada con el contenido mineral de su superficie. El proceso de desmineralización y remineralización del esmalte se produce simultáneamente con el contacto con sustancias de distinto pH procedentes de la saliva</p>	<p><b>Técnica de Recolección de Datos</b>                      Se procedió a la limpieza y pulido de las muestras para la eliminación de residuos orgánicos, y luego se colocarán en una solución fisiológica isotónica. Seguidamente se procederá a preparar 60 bloques de esmalte bovino de 3x3 mm y 2 mm de espesor, los cuales serán colocados en bases de acrílico y luego almacenados en frascos estériles con solución fisiológica con el fin de ser hidratados. Seguidamente a cada grupo se le aplicará el agente clareador asignado, según las indicaciones del fabricante.</p>
	<p>2. Determinar la microdureza del esmalte bovino después de la aplicación de peróxido de carbamida al 35 % y 15 %.</p>	<p>H2: Existe diferencia en la microdureza del esmalte bovino antes y después de aplicarse el peróxido de carbamida al 35 % y 15 % considerando ambas concentraciones por separado.</p> <p>H0: No existe diferencia en la microdureza del esmalte bovino antes y después de aplicarse el peróxido de carbamida al 35 % y 15 % considerando ambas concentraciones por separado.</p>	<p>27. La microdureza superficial del esmalte será evaluada antes y después de exponer los especímenes a los agentes clareadores, mediante el análisis de Vickers</p>	<p><b>Variables</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Microdureza del esmalte</li> <li>- Concentración del peróxido de carbamida</li> </ul>
<p>3. Comparar la microdureza del esmalte bovino en los grupos tratados con peróxido de carbamida al 35 % y 15 %, antes y después de su aplicación.</p>				

## ANEXO N°2: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Grupo A: Peróxido de carbamida al 15 %

Código	Microdureza antes del clareamiento dental (kgf/mm <sup>2</sup> )	Microdureza después de clareamiento dental (kgf/mm <sup>2</sup> )	Diferencia de la microdureza (kgf/mm <sup>2</sup> )
A01			
A02			
A03			
A04			
A05			
A06			
A07			
A08			
A09			
A10			
A11			
A12			
A13			
A14			
A15			
A16			
A17			
A18			
A19			
A20			
A21			
A22			
A23			
A24			
A25			
A26			
A27			
A28			
A29			
A30			

Grupo B: Peróxido de carbamida al 35 %

Código	Microdureza antes del clareamiento dental (kgf/mm <sup>2</sup> )	Microdureza después de clareamiento dental (kgf/mm <sup>2</sup> )	Diferencia de la microdureza (kgf/mm <sup>2</sup> )
B01			
B02			
B03			
B04			
B05			
B06			
B07			
B08			
B09			
B10			
B11			
B12			
B13			
B14			
B15			
B16			
B17			
B18			
B19			
B20			
B21			
B22			
B23			
B24			
B25			
B26			
B27			
B28			
B29			
B30			



## ANEXO: REGISTRO FOTOGRAFICO



Figura 1: Kit de clareamiento profesional (*Opalescence* pp 35% y 15%)



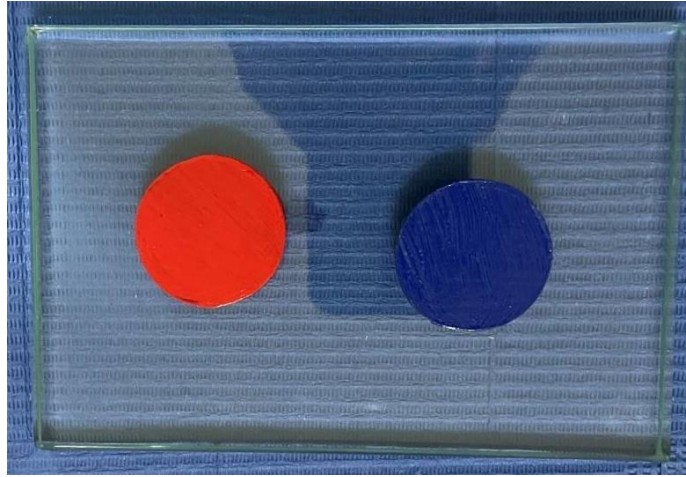
Figura 2: Dientes bovino antes de su preparación



Figura 3: Microdurómetro de Vickers



Figura 4: Acrílico para la elaboración de las bases.



**Figura 5: Preparación de bases acrílicas (colores: rojo y azul)**

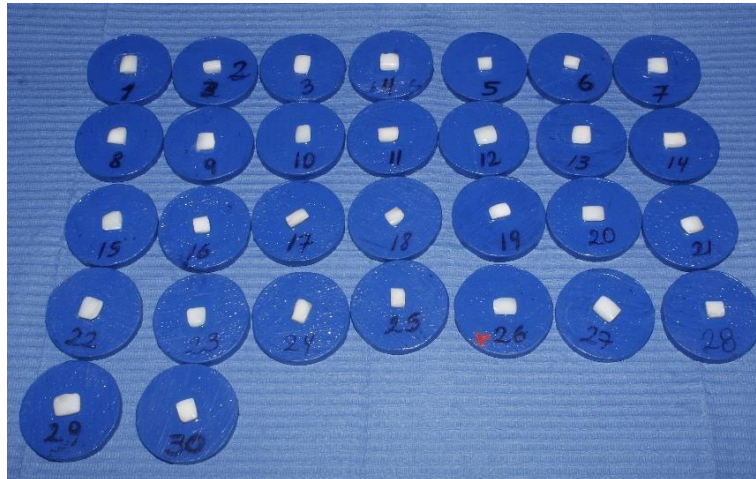


**Figura 6: Separación de las muestras en dos grupos**

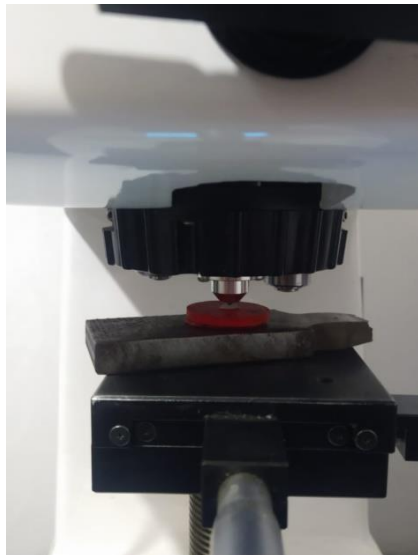
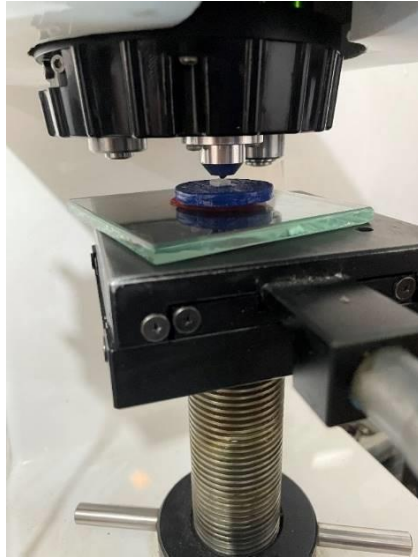




**Figura 7: Muestras preparadas de diente bovino (Grupo A; n: 30)**



**Figura 8: Muestras preparadas de diente bovino (Grupo B; n: 30)**



**Figuras 9 y 10: Medición de la microdureza**



**Figura 11: Calibración de la microdureza**



Figura 12: Muestras de esmalte y agente *Opalescence* 15 % (Grupo A)



Figura 13: Aplicación de agente *Opalescence* 15 % a las muestras (Grupo A)



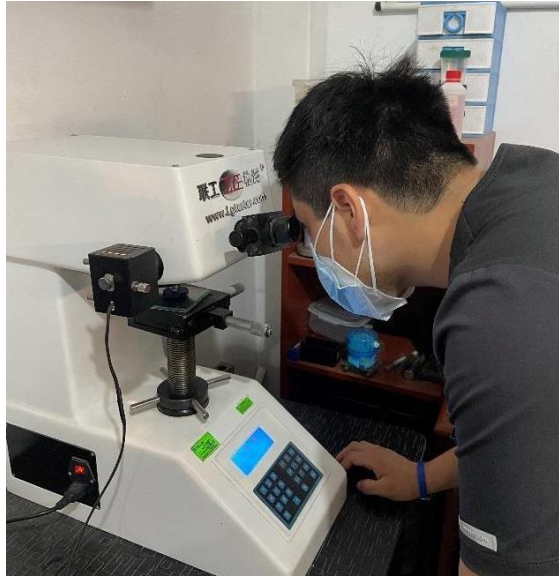


Figura 14: Muestras de esmalte y agente *Opalescence 35 %* (Grupo B)

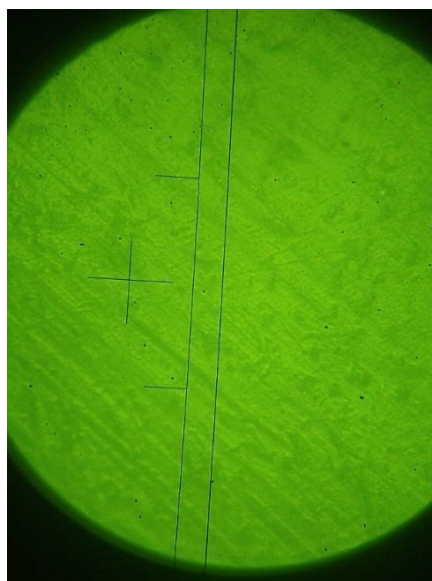
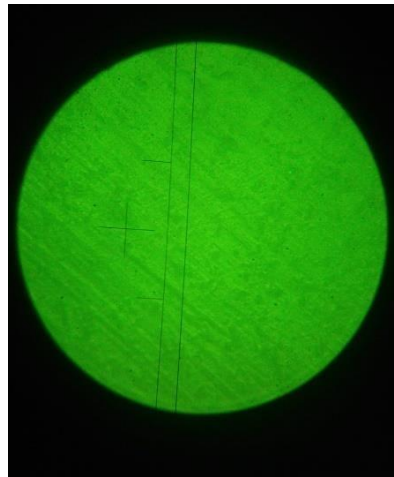


Figura 15: Aplicación de agente *Opalescence 35 %* a las muestras (Grupo B)

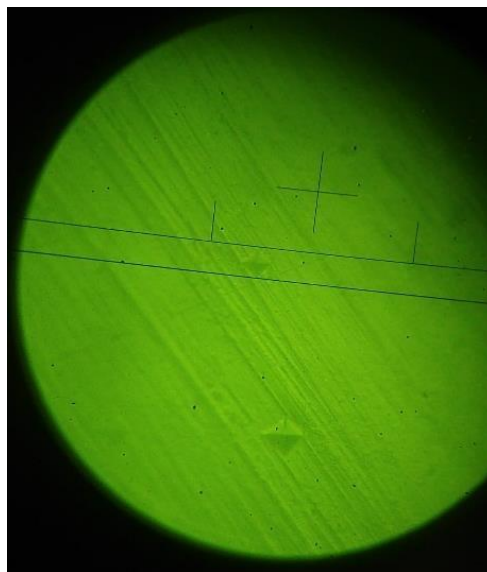
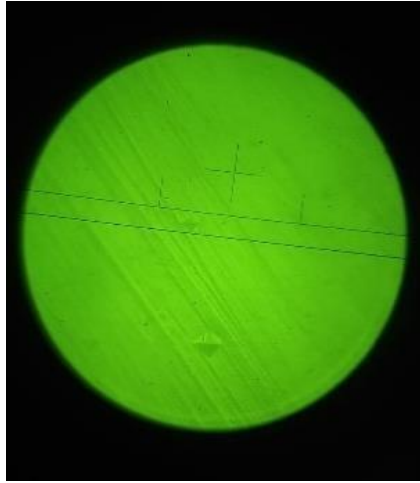




**Figura 16: Observación de las muestras en el microdurómetro**




**Figuras 17-18: Evaluación óptica de la microdureza (muestra del Grupo A)**



**Figuras 19-20: Evaluación óptica de la microdureza (muestra del Grupo B)**

## ANEXO: RESULTADOS DEL ENSAYO DE MICRODUREZA



# HTL

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES  
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 3

<b>INFORME DE ENSAYO N°</b>	IE-140-2022	<b>EDICIÓN N° 3</b>	<b>Fecha de emisión:</b> 26-05-2022
<b>ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN ESMALTE DE DIENTES DE BOVINO</b>			
<b>1. DATOS DE LOS TESTISTAS</b>			
Nombre de tesis	"EFECTO DE AGENTES CLARIFICADORES A BASE DE PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 35% Y AL 15% SOBRE LA MICRODUREZA DEL ESMALTE BOVINO"		
Nombre y Apellido	Juan Raúl Castro Becerra		
Dni	74027046		
Dirección	Jr. Napo 908. Breña - Breña		
<b>2. EQUIPOS UTILIZADOS</b>			
<b>Instrumento</b>	<b>Marca</b>	<b>Aproximación</b>	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
Microdureómetro Vickers Electrónico Vemier Digital	LG - HV-1000 Minutoyo - 200 mm	1 µm - 40X 0.01mm	
<b>3. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA</b>			
Muestra de dientes de bovino	Cantidad : Sesenta (60) muestras Material : Esmalte de dientes de bovino Grupo 1 : Dientes aplicados con agente clarificador Opalescence PF Ultradent® al 35% Grupo 2 : Dientes aplicados con agente clarificador Opalescence PF Ultradent® al 15%	HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.	
<b>4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>			
Fecha de Ensayo	Jr. Los Miraflores Ma K Lote 70 Urb Los Jardines - San Juan de Lurigancho		El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.
Lugar de Ensayo			
<b>5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO</b>			
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:			
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CAPÍTULO/NUMERAL	
ASTME384-17	Método de prueba estándar para la dureza de materiales por microindentación	---	
INDICACIÓN DEL SOLICITANTE	Las muestras de dientes fueron aplicadas con diferentes clarificadores según indicado por el testista	---	
<b>6. CONDICIONES DE ENSAYO</b>			
	Inicial	Final	
Temperatura	21.0 °C	21.1 °C	
Humedad Relativa	65 %HR	65 %HR	



INFORME DE ENSAYOS	IE-140-2022	EDICIÓN N° 3	Fecha de emisión:	26-05-2022	
<b>7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE MICRODUREZA VICKERS</b>					
<b>Grupo 1: Dientes aplicados con agente clarificador Opalescence PF 1,1micradent" al 35% (Inicia)</b>					
Specimen	Carga de Ensayo E (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	311.6	307.1	305.6	308.1
2		291.8	295.9	300.4	296.0
3		328.9	385.4	369.9	361.4
4		274.0	318.0	320.9	304.3
5		285.3	270.9	287.9	281.4
6		286.1	311.6	320.6	306.1
7		311.6	307.1	305.6	308.1
8		268.7	264.4	286.4	273.2
9		367.9	320.8	348.6	345.8
10		327.5	385.9	371.9	361.8
11		384.7	356.8	363.6	368.4
12		340.5	320.8	334.2	331.8
13		335.6	363.7	359.6	353.0
14		373.7	368.1	370.1	370.6
15		311.6	330.4	325.6	322.5
16		355.3	361.7	371.6	362.9
17		247.0	231.3	227.6	235.3
18		530.4	345.8	338.6	338.3
19		351.1	319.9	341.9	337.6
20		364.4	335.4	360.7	353.5
21		313.4	340.1	361.5	338.3
22		325.6	319.8	321.6	322.3
23		367.9	324.6	342.7	345.1
24		292.6	290.2	288.5	290.4
25		332.4	294.3	315.0	313.9
26		318.0	327.5	325.9	323.8
27		215.3	198.2	208.4	207.3
28		325.6	315.8	318.5	320.0
29		345.6	338.6	341.0	341.7
30		348.6	285.6	251.6	295.3



INFORME DE ENSAYO N°	IE-140-2022	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	26-05-2022	
<b>Grupo I: Dientes aplicados con agente clarificador Opalescence PF Ultradent<sup>®</sup> al 35% (Final)</b>					
Especimen	Carga de Ensayo F (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	293.4	297.6	283.5	291.5
2		280.7	286.1	281.9	282.9
3		330.4	310.9	321.4	320.9
4		279.9	245.1	286.1	270.4
5		267.9	258.4	269.4	265.2
6		296.0	281.1	298.4	291.8
7		282.2	247.0	263.1	264.1
8		250.1	256.8	250.2	252.4
9		289.5	291.1	320.8	300.5
10		320.3	302.3	327.3	316.6
11		328.4	321.6	324.1	324.7
12		267.3	290.2	332.4	296.6
13		321.5	345.8	322.0	329.8
14		320.8	373.7	350.5	348.3
15		274.6	301.0	288.9	288.2
16		325.8	323.1	341.4	330.1
17		215.3	213.4	209.8	212.8
18		313.7	302.7	324.9	313.8
19		295.3	293.0	291.8	293.4
20		310.2	314.4	322.1	315.6
21		286.1	316.1	302.7	301.6
22		294.3	274.9	274.6	281.3
23		291.6	314.7	301.3	302.5
24		266.1	273.4	274.9	271.5
25		290.1	282.6	281.6	284.8
26		290.2	311.6	301.5	301.1
27		164.3	173.3	184.6	174.1
28		279.8	265.8	293.5	279.7
29		290.4	293.6	303.1	296.4
30		284.6	265.1	281.6	277.1





INFORME DE ENSAYO N°	IE-140-2022	EDICIÓN N° 3	Fecha de emisión:	26-05-2022	
<b>Grupo 2: Dientes aplicados con agente clarificador Opalescence PF Ultradent® al 15% (inicial)</b>					
Especimen	Carga de Ensayo E (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	412.1	364.4	411.5	396.0
2		273.8	351.1	282.6	302.5
3		367.9	379.8	340.5	362.7
4		362.2	346.5	344.2	351.0
5		385.9	362.2	391.4	379.8
6		345.8	322.7	326.4	331.6
7		356.6	345.8	361.1	354.5
8		298.4	320.8	318.7	312.6
9		273.8	287.4	300.5	287.2
10		348.9	316.1	321.6	328.9
11		329.5	311.6	317.5	319.5
12		356.6	362.2	360.1	359.6
13		325.6	318.1	324.9	322.9
14		405.3	371.4	389.5	388.7
15		367.9	335.4	348.4	350.6
16		334.4	322.7	331.6	329.6
17		293.8	258.4	281.6	277.9
18		313.4	326.5	315.6	318.5
19		319.9	337.5	326.4	327.9
20		318.0	365.6	348.6	344.1
21		359.9	355.3	357.6	357.7
22		309.1	308.9	311.8	309.9
23		330.4	286.1	300.5	305.7
24		215.3	250.2	286.5	250.7
25		240.7	248.2	242.1	243.7
26		388.4	358.8	363.4	370.2
27		414.8	362.2	391.5	389.5
28		342.8	362.2	358.6	354.5
29		318.0	405.3	380.6	368.0
30		339.5	342.6	351.6	344.6



INFORME DE ENSAYO N°	IE-140-2022	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	26-05-2022	
<b>Grupo 2: Dientes aplicados con agente clareador Opalescence PF Ultradent® al 15% (Final)</b>					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	359.5	383.8	361.7	368.3
2		226.1	256.8	264.2	249.0
3		316.1	323.7	314.3	318.0
4		294.3	325.6	302.2	317.4
5		343.8	369.0	326.6	347.1
6		278.4	320.7	308.1	302.4
7		310.2	320.8	315.4	315.5
8		327.5	250.2	275.6	284.4
9		281.2	270.4	276.7	276.1
10		270.9	308.9	312.2	297.3
11		270.9	294.3	290.4	286.2
12		316.8	297.0	311.7	308.5
13		278.4	310.7	311.5	309.2
14		343.7	344.9	365.1	351.2
15		327.1	311.7	313.9	317.6
16		283.8	296.1	295.8	291.9
17		220.9	219.5	218.3	219.6
18		280.0	273.3	280.4	277.9
19		243.8	268.1	254.9	255.6
20		292.6	285.3	291.0	289.6
21		286.1	311.6	305.8	301.2
22		263.7	287.7	271.1	274.2
23		235.4	276.7	244.2	250.1
24		224.4	219.5	225.1	223.0
25		193.7	193.7	191.6	193.0
26		352.1	286.1	354.3	330.8
27		310.9	332.4	331.1	324.8
28		307.1	322.7	328.5	319.4
29		313.7	313.6	314.3	313.9
30		302.7	325.3	310.1	312.7

  <small>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE</small> <b>ROBERT NICK ROSENTHAL</b> <small>CP: 193264</small> INGENIERO MECANICO Jefe de Laboratorio	 <b>HTL</b> <small>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE</small>
---	---

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

HTL DOCUMENTO

## ● 19% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>repositorio.usmp.edu.pe</b>	Internet	5%
2	<b>repositorioacademico.usmp.edu.pe</b>	Internet	2%
3	<b>repositorio.unfv.edu.pe</b>	Internet	2%
4	<b>repositorio.upla.edu.pe</b>	Internet	2%
5	<b>Universidad Católica de Santa María on 2017-09-21</b>	Submitted works	<1%
6	<b>repositorio.uwiener.edu.pe</b>	Internet	<1%
7	<b>1library.co</b>	Internet	<1%
8	<b>dspace.uce.edu.ec</b>	Internet	<1%



9	<b>repositorio.upch.edu.pe</b>	Internet	<1%
10	<b>docplayer.es</b>	Internet	<1%
11	<b>fdocuments.es</b>	Internet	<1%
12	<b>repositorio.udh.edu.pe</b>	Internet	<1%
13	<b>eprints.ucm.es</b>	Internet	<1%
14	<b>Universidad Científica del Sur on 2019-02-07</b>	Submitted works	<1%
15	<b>researchgate.net</b>	Internet	<1%
16	<b>dspace.unach.edu.ec</b>	Internet	<1%
17	<b>repositorio.uap.edu.pe</b>	Internet	<1%
18	<b>Consortio CIXUG on 2019-05-31</b>	Submitted works	<1%
19	<b>kuwait.es.wikimiki.org</b>	Internet	<1%
20	<b>repositorio.unesp.br</b>	Internet	<1%

21	<b>repositorio.uan.edu.co</b>	Internet	<1%
22	<b>Universidad de Costa Rica on 2020-06-27</b>	Submitted works	<1%
23	<b>docslide.us</b>	Internet	<1%
24	<b>socendochile.cl</b>	Internet	<1%
25	<b>Universidad Alfonso X el Sabio on 2023-09-29</b>	Submitted works	<1%
26	<b>Universidad Alfonso X el Sabio on 2023-09-29</b>	Submitted works	<1%
27	<b>Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote on 2017-06-18</b>	Submitted works	<1%
28	<b>Universidad de San Martín de Porres on 2021-07-17</b>	Submitted works	<1%
29	<b>Universidade Católica Portuguesa on 2022-10-20</b>	Submitted works	<1%
30	<b>dspace.ucacue.edu.ec</b>	Internet	<1%
31	<b>es.slideshare.net</b>	Internet	<1%
32	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b>	Internet	<1%

33	<b>thejcdp.com</b>	Internet	<1%
34	<b>unjbg on 2023-10-23</b>	Submitted works	<1%
35	<b>upc.aws.openrepository.com</b>	Internet	<1%
36	<b>Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña on 2019-12-03</b>	Submitted works	<1%
37	<b>repositorio.uax.es</b>	Internet	<1%
38	<b>upao.edu.pe</b>	Internet	<1%
39	<b>usmp.edu.pe</b>	Internet	<1%

## ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

---

BLOQUES DE TEXTO EXCLUIDOS

### **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA EFECTO DEL PERÓXIDO DE**

repositorio.unfv.edu.pe

### **PARA OPTAR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN: REHABILITACION ORAL PRESENTA...**

Universidad de San Martín de Porres on 2020-06-02

### **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**

repositorio.usmp.edu.pe

### **Palabras clave: Peróxido de**

repositorio.usmp.edu.pe

### **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO 1.1 Antecedentes de la Investigación**

repositorio.usmp.edu.pe

### **MICRODUREZA DEL ESMALTE El esmalte**

repositorio.usmp.edu.pe

### **EFECTO DEL PERÓXIDO DE CARBAMIDA SOBRE LA MICRODUREZA DEL ESMALTE**

repositorio.udh.edu.pe

### **Degradación: Destrucción o alteración de las propiedades de un material**

repositorio.usmp.edu.pe

### **Difusión: Movimiento de un conjunto de partículas en un medio ambiente bajo la ac...**

www.diccionariosdigitales.com

### **Oxidación: Combinación con el oxígeno y, más generalmente, reacción en la que un...**

sswm.info

## **CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

repositorio.usmp.edu.pe

---

### **2.1 Formulación de Hipótesis**

repositorio.usmp.edu.pe

---

### **2.1.1 Hipótesis...**

repositorio.usmp.edu.pe

---

### **2.2 Variables y Definición Operacional**

repositorio.usmp.edu.pe

---

### **2.2.1 Variables y definiciones**

repositorio.usmp.edu.pe

---

### **2.2.2 Operacionalización de variables**

repositorio.usmp.edu.pe

---

### **Operacionalización de variables: VARIABLE IN...**

repositorio.usmp.edu.pe

---

## **Peróxido de**

repositorio.upao.edu.pe

---

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

repositorio.usmp.edu.pe

---

### **3.1 Diseño Metodológico**

repositorio.usmp.edu.pe

---

### **3.2 Exp...**

repositorio.usmp.edu.pe

---

### **3.3 Técnicas de Recolección de Datos**

repositorio.usmp.edu.pe

---

### **3.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información**

repositorio.usmp.edu.pe

---

### **Los datos del Comité de Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Martín ...**

repositorio.usmp.edu.pe

---

### **Prueba t de Student para muestras independientes**

docplayer.es

---

### **Media Desv. Tip. Error tip. media Media Desv. tip**

studylib.es

---

### **P:0,000).GRÁFICO**

www.repositorioacademico.usmp.edu.pe

---

### **la microdureza superficial del esmalte**

repositorio.udh.edu.pe

---

**ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIAEFECTO DEL PERÓXIDO DE**

repositorio.usmp.edu.pe

---

**SOBRE LA MICRODUREZA DEL ESMALTE BOVINOPROBLEMAOBJETIVOSHIPÓTES...**

repositorio.usmp.edu.pe

---

**A01A02A03A04A05A06A07A08A09A10A11A12A13A14A15A16A17A18A19A20A...**

www.fitsys.jp

---

**clareamientodental (kgf/mm**

www.repositorioacademico.usmp.edu.pe

---

**clareamientodental (kgf/mm**

www.repositorioacademico.usmp.edu.pe

---

**B01B02B03B04B05B06B07B08B09B10B11B12B13B14B15B16B17B18B19B20B2...**

www.scha.org

---

**fórmula:HV= 1840 L Kg/mm<sup>2</sup>D<sup>2</sup>**

fdocuments.es

---

**2.1.2 Hipótesis específicasH1Existe diferencia estadísticamente significativa**

repositorio.usmp.edu.pe

---

**H0No**

repositorio.usmp.edu.pe

---

**H0No**

repositorio.usmp.edu.pe

---

**H2Existe diferencia estadísticamente significativa**

repositorio.usmp.edu.pe

---

**Longitudinal: La variable se midió más de una vez en**

repositorio.usmp.edu.pe

---

## de la Muestra: La muestra

Universidad Internacional de la Rioja on 2015-01-12

---

## El análisis univariado se

repositorio.ucsm.edu.pe

---

## 5%. El

repositorio.upla.edu.pe