



Universidad Nacional

Federico Villarreal

Vicerrectorado de

INVESTIGACION

Facultad de Odontología

EFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO EN
DIFERENTES CONCENTRACIONES SOBRE LA
MICRODUREZA DEL ESMALTE EN PREMOLARES-
IN VITRO

Tesis para optar el Título Profesional de
Cirujano dentista

AUTOR

Suárez Valverde, Enrique Alonso

ASESOR

Esp. Mallma Medina, Segundo Adrian

JURADO

Dr. Portal Bustamante, Neme

Esp. Gabrielli Alfaro, Enrique

Dra. Donayre Fernández, Mercedes

C.D. Montes Alegre, Carlos

Lima – Perú

2018

Resumen

El aclaramiento dental se ha vuelto un procedimiento muy popular y solicitado en la consulta privada, los pacientes buscan conseguir una sonrisa con dientes en tonalidades claras optando por tratamientos que satisfagan su necesidad, dando así una señal de juventud y buen estado de salud. En el trabajo de investigación, se observó el efecto de dos agentes aclarantes a base de peróxido de hidrógeno de diferentes marcas y concentraciones, de 35% y de 40% respectivamente, donde se evaluó el efecto desmineralizador que estos producen sobre la microdureza de 10 especímenes de esmalte de 1 mm de grosor durante 45 minutos. Estos especímenes se dividieron en dos grupos: Grupo perox 35% con Whiteness Hp maxx de la casa dental FGM y grupo perox 40% con Opalescence boost de la casa dental Ultradent. Se observó que el promedio inicial de la microdureza del grupo control del Peróxido de Hidrógeno al 35% fue de $362.56 \pm 33.47 \text{ kg/mm}^2$ (Vickers) y del grupo control Peróxido de Hidrógeno al 40% es de $383.72 \pm 21.51 \text{ kg/mm}^2$ (Vickers). Luego de aplicar los agentes aclarantes a los dos grupos, se observó la disminución de la microdureza en ambos grupos encontrándose que en el grupo a base de Peróxido de Hidrógeno al 35% fue de 345.27 kg/mm^2 y una desviación estándar de ± 23.065 unidades y el segundo grupo a base de Peróxido de Hidrógeno al 40% fue de 366.94 kg/mm^2 y una desviación estándar de ± 19.56 unidades encontrándose diferencia significativa en la disminución de la microdureza tras ser sometido a estos agentes; la mayor disminución en la microdureza fue del grupo sometido a peróxido de hidrógeno al 35% (whiteness Hp maxx) de la casa dental FGM. Palabras claves: Esmalte, peróxido de hidrógeno, microdureza, Vickers

Abstract

Dental bleaching has become a very popular and required procedure in the private practice. Patients seek to get a smile with clear tonalities choosing treatments that satisfy their necessity, showing an image of youth and good health. In this research paper, we can observe the effect of two bleaching agents with a base of Hydrogen Peroxide of two different brands and concentration, of 35% and 40% respectively, evaluating the demineralizing effect that these produce over the micro hardness of 10 samples of enamel with 1mm. of thickness within the range of 45 minutes.

These samples were divided in two groups: Group perox 35% with Whiteness Hpmaxx of the dental house FGM and group perox 40% with Opalescence boost of the dental house Ultradent. The study showed that the initial micro hardness average of control group Hydrogen Peroxide at 35% was of 362.56 ± 33.47 kg/mm² (Vickers) and the control group Hydrogen Peroxide at 40% was of 383.72 ± 21.51 kg/mm². (Vickers) After applying the bleaching agents to both groups, we observed a micro hardness reduction in both groups, finding that the group of Hydrogen Peroxide at 35% was of 345.27 kg/mm² and a standard deviation of ± 23.065 units and the second group of Hydrogen Peroxide at 40% was of 366.94 kg/mm² and a standard deviation of 19.56 units, finding a meaningful difference in the reduction of micro hardness after being exposed to these bleaching agents; the greatest micro hardness reduction was from the group exposed to Hydrogen Peroxide at 35% (whiteness Hp Maxx) from dental house FGM.

Key Words: enamel, Hydrogen Peroxide, micro-hardness, Vickers

Índice

Pág.		
	I . Introducción	1
	1.1 Descripción y formulación del problema	1
	1.2 Antecedentes	2
	1.3 Objetivos	4
	1.4 Justificación	5
	1.5 Hipótesis	6
	II. Marco Teórico	
	2.1 Bases teóricas	7
	III. Método	
	3.1 Tipo de investigación	23
	3.2 Ámbito temporal y espacial	23
	3.3 Variables	23
	3.4 Población y muestra	24
	3.5 Instrumentos	25
	3.6 Procedimientos	25
	3.7 Análisis de datos	27
	VI. Resultados	29
	V. Discusión de resultados	39
	VI. Conclusiones	41
	VII. Recomendaciones	42
	VIII. Referencias	43
	IX. Anexos	
	Anexo 1. Ficha de recolección de datos	46
	Anexo 2. Matriz de consistencia	47
	Anexo 3. Fotografías	48

I. Introducción

La creciente demanda de los pacientes en el mundo por realizarse tratamientos estéticos, como el aclaramiento dental, conlleva al odontólogo a tener la responsabilidad de documentarse e investigar si estos tratamientos son seguros para la estructura dental. En la actualidad la sociedad ha reconocido que los dientes blancos son atractivos por lo que se han desarrollado diferentes productos para conseguirlo desde los agentes aclarantes utilizados por odontólogos hasta pastas dentales y cintas con químicos que las personas pueden utilizar para obtener el resultado que desean. Sin embargo, en la literatura existe controversia entre lo seguro del tratamiento y los efectos adversos que este procedimiento puede generar sobre el esmalte dental.

En el Perú también se solicitan este tipo de tratamientos no invasivos, como es el aclaramiento dental, estos sistemas son dos y están compuestos principalmente por peróxido de hidrógeno o algunos por su precursor como es el peróxido de carbamida. Pueden ser utilizados en combinación con un agente activador (calor, luz) y aplicados sobre la superficie externa del diente (aclaramiento vital) o interna (cámara pulpar) de dientes no vitales.

Diversos estudios reportan que el aclaramiento dental puede provocar alteraciones en la morfología de la superficie del esmalte dental, variaciones en su composición química y disminución de la microdureza.

El propósito entonces de este estudio, es evaluar el efecto que genera el peróxido de hidrógeno a concentraciones al 35% y 40% sobre la microdureza de la superficie del esmalte dental.

1.2 Antecedentes

Lima y García, (2016) en su estudio “Microdureza del esmalte sometido a dos sistemas aclaradores dentales y su efectividad del flúor post-tratamiento” tuvo como objetivo la evaluación de los cambios de la microdureza del esmalte y la pérdida de masa por efecto de agentes aclaradores y de su variación posterior a la aplicación de flúor. En una muestra constituida por 50 fragmentos de esmalte humano, divididos en 5 grupos de estudio, G1 (Grupo control), G2 (Peróxido de Hidrógeno al 35%), G3 (Peróxido de Carbamida al 22%), G4 (Peróxido de hidrógeno al 35% + Barniz de flúor) y G5 (Peróxido de carbamida al 22% + Barniz de Flúor) sometidos a 45 minutos a los agentes, para posterior ser llevado a las mediciones en el microdurómetro con una carga de 300 gramos. Observándose reducción en la microdureza del esmalte posterior a la aplicación de los agentes aclaradores en los grupos G2 y G3 ($p < 0.05$) encontrándose que el peróxido de hidrógeno al 35% y el peróxido de carbamida al 22% producen una disminución de la microdureza y masa del esmalte, además el flúor es capaz de restablecer su microdureza alcanzando valores normales.

Sifuentes (2015) en su estudio titulado “Efecto de dos agentes blanqueadores sobre la microdureza superficial del esmalte, in vitro” tuvo como objetivo comparar el efecto del peróxido de carbamida al 35% y el peróxido de hidrógeno al 35% en 25 incisivos centrales. En una muestra de 75 fragmentos de esmalte divididos en 3 grupos de 25 se sometieron al efecto de los agentes posterior al tratamiento se midió la microdureza utilizando un Durómetro con una carga de 20 gf durante 5 segundos. Demostrando que el Peróxido de Hidrógeno al 35% fue el agente blanqueador que más afectó la microdureza superficial Knoop en comparación con el agente blanqueador a base de Peróxido de Carbamida al 35%.

Domínguez, J., Paredes, M., Gómez, K., Martínez, G., Alegría, G. y Gomes O (2013) en Brasil realizaron un estudio que tuvo como objetivo observar la alteración de la microdureza y rugosidad posterior al aclareamiento con peróxido al 35%; trabajó con 40 terceras molares dividiéndose en 2 grupos, para microdureza Vickers (n=20) y para microscopia de fuerza atómica (n=20). Estos a su vez fueron divididos en dos grupos, GC y GCC. En el grupo GC (n=10) se realizó aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 35% mientras que en el GCC, el aclaramiento lo efectuaron con peróxido de hidrógeno al 35% y posterior a este se realizó el cepillado con una crema dental con flúor de 1450 ppm, luego de aplicado los agentes, las probetas fueran medidas con un microdurometro a una carga de 50 gramos por diez segundos. Encontrando una diferencia estadísticamente significativa en la disminución de la microdureza; de valores promedios iniciales de 373,5 kg/mm² a posterior a la aplicación del peróxido al 35% con valores promedio de 354,5 kg/mm².

Velásquez , O. (2013) en el Perú realizó un estudio que tuvo como objetivo comparar el efecto del peróxido de hidrógeno al 35% sobre la microdureza del esmalte activados con lámpara led y sin aplicación de lámpara led , en 30 premolares permanentes distribuidos en dos grupos de 15 dientes sometidos al agente aclarante durante 45 minutos , después del proceso de aclareamiento ; se obtuvo una disminución significativa de la microdureza , siendo mayor la disminución en el grupo del uso de una lámpara con luz led para su activación .

Sun, L., Liang, S., Sa, Y., Wang, Z., Ma, X. y Jiang, T. (2012) en China realizaron un estudio que tuvo como objetivo comparar el efecto del peróxido de hidrógeno al 35% ácido , neutro y del agua destilada .En una muestra de 27 bloques de esmalte divididos en 3 grupos de n=9, siendo los grupos peróxido de hidrógeno ácido del al 30% HP, pH =3,6), peróxido de hidrógeno neutro al 30% , pH =7,0) y Grupo agua destilada ,(pH

=6.8) posterior a la aplicación de los agentes ;encontró una disminución porcentual en donde el grupo de peróxido de hidrógeno al 35% ácido disminuye la microdureza más que en el grupo peróxido de hidrógeno al 35% neutral y que el grupo de agua destilada respectivamente después de haberse sido sometidos a estos durante un tiempo no indicado . Mientras que el grupo peróxido de hidrógeno neutral y el grupo de agua destilada no tuvieron diferencia estadística entre sí.

1.3 Objetivos

- Objetivo General

Identificar el efecto desmineralizador que genera el poder oxidativo del peróxido de hidrógeno en concentraciones de 35% y 40% sobre la microdureza superficial del esmalte in vitro.

- Objetivos específicos

1. Analizar la microdureza superficial del esmalte antes de aplicar los agentes de aclaramiento.
2. Conocer la microdureza superficial del esmalte al aplicar el agente aclarante a base de Peróxido de Hidrógeno al 35% después de realizar 3 sesiones de 15 minutos de aplicación.
3. Medir la microdureza superficial del esmalte al aplicar el agente aclarante a base de Peróxido de Hidrógeno al 40% después de realizar 3 sesiones de 15 minutos de aplicación.
4. Comparar el poder oxidativo del agente aclarante a base de peróxido de hidrógeno al 40 % frente al de peróxido de hidrógeno al 35% sobre la

microdureza superficial del esmalte; luego de haber sido aplicado en 3 sesiones de 15 minutos en cada grupo respectivamente.

1.4 Justificación de la investigación

El aumento de demanda de los pacientes, basados en la preocupación de estos por el aspecto que presentan sus dientes, los lleva a realizarse tratamientos estéticos, entre los cuales optan por el aclaramiento dental, lo cual hace que el odontólogo tenga la responsabilidad de documentarse e investigar en el aspecto teórico como práctico de los diferentes sistemas y materiales de aclaramiento dental que son ofrecidos por diversas casas dentales que se encuentran presentes en el mercado, con el fin de ver si estos compuestos a base de peróxidos, son seguros tanto como para la estructura dental y oral.

Es importante comprender que en el aspecto social de unos dientes sanos y blancos brindan al paciente seguridad y confianza en su desarrollo de relaciones interpersonales.

El aclareamiento de dientes en la atención diaria se ha vuelto un procedimiento muy solicitado, ya sea el aclaramiento de tipo casero, como en el aclareamiento realizado en el consultorio. Es de suma importancia conocer que el uso de agentes aclarantes a distinta concentración y distinto pH que se encuentren en venta, no produzcan efectos adversos que puedan dañar de manera irreversible de estructuras dentales de los pacientes.

Expresados los motivos se justifica el estudio observando el efecto de dos concentraciones de peróxido de hidrógeno del 35% y 40% de diferente casa dental sobre la microdureza del esmalte.

1.5 Hipótesis

Dado que el agente aclarante a base de peróxido de hidrógeno al 40% es de mayor concentración, es probable que su poder oxidativo desmineralizador disminuya la microdureza superficial del esmalte más que el agente aclarador a base de peróxido de hidrógeno al 35%.

II. Marco teórico

2.1.- Bases Teóricas

La función más importante de los dientes es triturar los alimentos, es por eso que las estructuras y su composición deben estar diseñadas para soportar grandes fuerzas masticatorias. Por esta razón, el diente se encuentra recubierto por una envoltura denominada esmalte, cuyo espesor varía según su localización a lo largo del eje longitudinal del diente, alcanzando su valor máximo en el borde incisal y en las cúspides, desde donde va disminuyendo hacia la línea cervical (Gómez de Ferraris y Campos ,2009).

El esmalte es el tejido más duro del organismo, es de origen ectodérmico y cubre la corona anatómica del diente. Estructuralmente este tejido esta constituido por cristales de hidroxapatita que se encuentran unidos entre sí mediante una interfase proteínica, haciéndolo un tejido epitelial que se caracteriza por presentar una estructura organizada en niveles (Bhaskar, 2000).

El esmalte posee una composición variada, compuesta por una matriz inorgánica (95%), por una matriz orgánica (1-2%) y agua (3-5%); siendo esta composición la que le otorga tener una elevada resistencia al desgaste diario, sin embargo, esta estructura presenta una reducida capacidad mecánica para soportar fuerzas de compresión sin que se produzca una alteración en su superficie (Gómez de Ferraris y Campos ,2009).

Este tejido cuenta con la particularidad de ser altamente mineralizado, aun así posee una cierta porosidad y permeabilidad, permitiendo un intercambio de fluidos entre el tejido pulpar y el medio bucal. La permeabilidad que presenta es selectiva, ya que permite el paso de moléculas de agua e iones y restringe el paso de moléculas de un mayor tamaño.

Para su formación existe un mecanismo llamado amelogénesis, dicho mecanismo se divide en dos etapas; siendo la primera etapa la elaboración de la matriz orgánica extracelular, y la segunda etapa la de mineralización, siendo este un proceso casi inmediato. La etapa de mineralización es regulada por un conjunto de células, denominadas ameloblastos, estas son células que se diferencian a base del epitelio interno del órgano del esmalte, llegando a alcanzar un alto grado de especialización (Davis ,1993).

En el proceso de mineralización, los ameloblastos atraviesan por un conjunto de fases en las cuales sufrirán cambios estructurales y citoquímicos, distinguiéndose en las siguientes:

1. Fase presecretora: donde los ameloblastos se diferencian uno a uno y adquieren el fenotipo, varían la polaridad, desarrollando un mecanismo de síntesis de proteínas (tuftelina, sialofosfoproteínadentinaria y ATPasa dependiente del calcio); luego de realizado el proceso se alistan para secretar la matriz orgánica.
2. Fase secretora: los ameloblastos van a producir y organizar un tejido muy bien ordenado, el cual servirá como una estructura de soporte.

Los ameloblastos, realizado y concluido la formación del esmalte involucran; desapareciendo durante la etapa de erupción dentaria, luego de esto no existirá crecimiento ni nueva aposición de esmalte (Gomez de Ferraris y Campos ,2009).

La matriz inorgánica del esmalte está constituida por el grupo de sales minerales cálcicas de fosfato y carbonato (hidroxiapatita carbonatada), se concentran depositándose en la matriz; dando lugar a un proceso de cristalización que transforman la masa mineral en cristales de hidroxiapatita; cuya composición química es $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (Barrancos,2006).

Los cristales de hidroxiapatita presentan formas según su forma de donde se los observe una forma hexagonal alargada cuando el corte es perpendicular al eje longitudinal del cristal y una forma rectangular cuando el corte es paralelo al eje. Las dimensiones varían entre los 30-70 nm de espesor, 100- 1000 nm de longitud y una altura de 10-40 nm; los cristales de hidroxiapatita son constituidos por una agregación de celdillas unitarias, que forman unidades básicas de asociación iónica de las sales minerales (Avery y Chiego, 2007).

Estas celdillas unitarias agrupadas, poseen una configuración hexagonal, en cuyos vértices se encuentran iones calcio y un ión hidroxilo en el medio y a su vez los iones fosfatos, se disponen entre los vértices de los iones de calcio; la disposición le permite producir un intercambio entre iones de los cristales e iones del medio, dando lugar a sustitución de iones Ca^{2+} por Na^+ , K^+ , Mg^{2+} y los iones PO_4^{3-} y OH^- por CO_3^{2-} , F^- , HPO_4^{2-} , Cl^- y H_2O . La apatita presenta imperfecciones y la hace soluble, llegando a ser depósito de iones, PO_4^{3-} , Ca^{2+} y Mg^{2+} . Así, los iones OH^- y PO_4^{3-} a medida que estos son captados en la superficie de los cristales pueden ser sustituidos por un exceso de (CO_3^{2-}); por consiguiente esta sustitución aumenta la capacidad de disolución del mineral. Sin embargo, el fosfato incorporado a la estructura de la apatita incrementa el tamaño y reduce la solubilidad de los cristales de apatita en el medio. Los grupos hidroxilo pueden ser sustituidos por iones de flúor en una proporción 40 a 1 en el cristal de hidroxiapatita y convertirlo así en un cristal de fluorhidroxiapatita que lo hace químicamente más resistente a la acción de sustancias con pH bajos. El contenido del flúor en el esmalte de las personas va variar de acuerdo a factores biológicos como el contenido del flúor en el agua bebida o en los alimentos que consumimos a diario; comúnmente se presenta en altas concentraciones en los 50 μm más externas del

esmalte, y llegando a disminuir hasta 20 veces su concentración en las zonas más internas del tejido (Barrancos, 2006).

Las sustituciones alteran la estructura de la red cristalina de la apatita, lo que lleva a una alteración del tamaño de los cristales y otras propiedades como la dureza y estabilidad térmica. Los cristales de hidroxiapatita se agrupan, mediante una matriz polimérica, construyendo una estructura más elaborada y compleja, denominada prisma; la cual constituye la unidad estructural básica del esmalte, que a su vez al agruparse entre prismas da lugar al esmalte prismático que representa la mayor porción de esta matriz extracelular mineralizada. En la parte externa del esmalte de la corona y en la unión amelodentinaria existe el denominado esmalte aprismático en el que la sustancia adamantina mineralizada no constituye prismas; los millones de prismas altamente mineralizados recorren todo el espesor del esmalte, desde la unión amelodentinaria a la superficie externa o libre (Avery y Chiego, 2007).

La matriz orgánica está constituida por moléculas de agua, lípidos y proteínas, agrupados por una red de multiagregados polipéptidos ricos en aminoácidos como son la prolina, glutámico, histidina, leucina y glicina; siendo su función la de permitir la unión de los cristales de hidroxiapatita. Las proteínas, que son la base de la composición de esta matriz orgánica, se pueden dividir en dos categorías: amelogeninas y no amelogeninas. Las proteínas denominadas amelogeninas van a constituir casi la totalidad de la matriz orgánica, aproximadamente el 90% estas moléculas tienen características hidrofóbicas, fosforiladas y glicosiladas con un peso de 5 a 45 kDa, abundantes en prolinas, glutámico, histidina y leucina van a ser la de mayor cantidad al comenzar la formación del esmalte y disminuyen progresivamente a medida que madura el esmalte; siendo estos aminoácidos elaborados por los ameloblastos formando así la estructura primaria del esmalte (Gómez y Campos, 2009).

Las amelogeninas se ubican entre los cristales de hidroxiapatita sin estar ligadas a ellos; siendo estas proteínas las encargadas de controlar la morfología, organizar los cristales para garantizar el soporte físico y regular el espesor del esmalte; hecho aparte la elaboración de la matriz orgánica del esmalte sucede de forma paralela al crecimiento y la maduración de los cristales de apatita. (Bhaskar ,2000).

Las proteínas no amelogeninas son las enamelinas, las ameloblastinas o amelinas y la tuftelina.

Las enamelinas son moléculas hidrofílicas, glicosiladas; representan el 2-3% de la matriz orgánica del esmalte ,tienen un peso molecular de 70 kDa, siendo ricas en ácido glutámico, ácido aspártico, serina, glicina ; se encuentran rodeando a los prismas del esmalte, conformando las proteínas de cubierta y no se liberan hasta que los cristales se disuelven.. Estas proteínas se expresan durante el desarrollo del esmalte en la fase secretora desde la unión amelodentinaria hacia la superficie.

Las ameloblastinas representan el 5% del componente orgánico siendo las glicoproteínas más abundantes de las proteínas no amelogeninas se localizan en las capas más superficiales del esmalte y en la periferia de los cristales; evidenciándose su mayor presencia en la fase secretora de los ameloblastos para posteriormente disminuir en la fase de maduración.

Las amelinas se encuentran rodeando los cristales, con los agregados supramoleculares que elaboran; estos organizan la microestructura de la matriz creando espacios de 20 nm entre los cristales y evitando la fusión lateral de ellos(Malzbender, 2003).

La tuftelina, tienen un peso de 50 – 70 kDa con un porcentaje del 1-2% del componente orgánico, ubicadas en la zona amelodentinaria en el comienzo del proceso de formación del esmalte, su función es la nucleación de los cristales del esmalte durante la

biomineralización y al microscopio se observa como fallas que forman bandas sinuosas de fibras en la unión amelodentinaria (Bhaskar, 2000).

Aunque en el esmalte la cantidad de componente orgánico es mínimo en comparación con el contenido mineral que es más abundante, el efecto de la composición en sus propiedades mecánicas es bastante (Davis, 1993).

El tercer componente de la composición química del esmalte es el agua, se ubica en toda la periferia del cristal constituyendo la denominada capa de hidratación. En la zona interior del cristal, se ubica la capa de iones y compuestos absorbidos, en donde el catión Ca^{2+} pueden ser sustituido por los iones Na^+ , Mg^{2+} , el catión H_3O^+ y el anión OH^- por F^- y Cl^- , observándose que el porcentaje de agua en el esmalte disminuye paulatinamente con el paso de los años (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

La unidad estructural básica son los prismas de esmalte, siendo estas compuestas por cristales de hidroxiapatita que se organizan mediante una red orgánica gracias a proteínas, el diámetro de estos prismas sufre una variación que oscila entre 4-10 μm , teniendo un valor inferior en el punto de origen y aumentando gradualmente a medida que se acerca a la superficie libre. La concentración de los prismas en el esmalte varía entre 5 y 12 millones de acuerdo a la morfología y del tamaño de la corona del diente.

Los prismas del esmalte tienen una forma hexagonal en forma de “ojo de cerradura” en donde se diferencian dos zonas: la “cabeza”, en forma circular que se estrecha a nivel medio y que vuelve a ensancharse constituyendo la segunda región denominada “cola del prisma” (Barrancos, 2006).

En los prismas del esmalte también se hallan unidades estructurales secundarias que se originan a partir de unidades estructurales primarias:

Entre ellas se encuentra las estrías de Retzius, formándose estas líneas en el esmalte durante una interrupción en el proceso de calcificación (Kishen, Ramamurt y Asundi, 2000).

Malzbender(2003) Hace referencia a unas estructuras parecidas a las microfisuras del esmalte, que reciben el nombre de penachos adamantinos o de Linderer, estas se creen que se originan por variación de la orientación de los prismas y están formados por poco tejido mineralizado, amorfo; también se observa en el tejido bandas claras y oscuras que varían en cuanto a su espesor; ubicadas en el interior del esmalte ocupando las cuatro quintas partes; son conocidas como bandas de Hunter y en una zona donde los prismas adamantinos están organizados de una manera irregular se lo conoce como esmalte nudoso .

En la conexión amelo-dentinaria se encuentran unas estructuras llamadas husos adamantinos con aspecto de clavav irregulares; en la actualidad se ha descrito que en el interior de los husos se encuentran cristales en forma de aguja cuyas dimensiones varían (Avery y Chiego, 2007).

Entre las cubiertas del esmalte se encuentra la cutícula del esmalte y la película secundaria.

La más interna es la cutícula del esmalte o también llamada membrana de Nasmyth, es la capa que cubre la corona de los dientes recién erupcionados, está fuertemente adherida a la superficie del esmalte para protegerlo pero una vez que entra en contacto por la función ,la oclusión hace que desaparezca debido a las cargas por el proceso masticatorio o por el cepillado; por encima de esta se halla una siguiente capa exógena o adquirida , siendo una placa clara sin células que se forma posterior al cepillado y donde se encontraran una gran cantidad de microorganismos, agentes patógenos que son

causantes de enfermedades como la caries y la enfermedad periodontal (Gómez de Ferraris y Campos,2009).

El esmalte con el pasar de los años va madurando , observando que la superficie externa se vuelve más impermeable, estos cambios a nivel estructural se deben al interacción en el medio bucal de todo los procesos fisicoquímicos ; que al cerrarse de manera paulatina los espacios que existen entre prismas debido a la precipitación de sales minerales de la saliva, el esmalte ya no absorbe sales que aumentan la resistencia a sustancias ácidas en la superficie dentaria es por esto que sustancias como fluoruros se absorben mejor en niños y adolescentes (Barrancos,2006).

Así como el conocimiento de las estructuras que conforman el esmalte es de importancia, el conocimiento de las propiedades de los dientes humanos es de relevancia para entender su función como un elemento mecánico sometido a procesos de masticación, corte, desgarrar y trituración de los alimentos (Kishen , Ramamurty y Asundi,2000).

A continuación, se hace una breve descripción de las propiedades más relevantes del esmalte.

La dureza como fue descrito es la propiedad fundamental, ya que facilita la función más importante de los dientes ,la de triturar los alimentos, de ahí que el esmalte resulta ser la estructura más dura del cuerpo humano, siendo capaz de soportar diariamente las fuerzas de la masticación; esta propiedad mecánica de los materiales está determinada por la resistencia superficial que oponen los cuerpos al ser rayados o sufrir deformaciones permanentes por la fuerza de penetración de una punta o indentador (Buehler ,1991).

Existen diversos ensayos para determinar la dureza de los materiales, los cuales reciben su nombre de acuerdo a la morfología de indentador que utiliza. Pueden ser: tipo Brinell (indentador en forma de esfera), Rockwell (indentador en forma de cono), Vickers (indentador piramidal cuadrado con las cuatro caras iguales) y Knoop (indentador piramidal alargado). La elección de la prueba se determina por el material que se va a medir.

Las pruebas son seleccionadas de acuerdo al tipo de material a medir; siendo la prueba de Rockwell utilizada para los plásticos; para los metales la más antigua y más usada es la prueba de Brinell y siendo las pruebas Knoop y Vickers las utilizadas en diversos tipos de materiales dentales y estructura dentaria (Phillips, 1996).

Para las mediciones especializadas en la dureza de un material se utilizan los durómetros que son máquinas que determinan la dureza de un material y se elige de acuerdo a la prueba empleada.

El sistema Vickers es un ensayo en el cual se utiliza un diamante de forma piramidal con ángulo de 136° , que al aplicarle una carga variable al material deja una huella de forma cuadrangular en la superficie donde se miden las diagonales; aplicando después una fórmula para así obtener los valores de la dureza superficial (Eimar, 2012).

La huella dejada por el indentador es muy pequeña, posteriormente se realizan mediciones en estas áreas muy reducidas y se determina así la dureza de materiales (Phillips, 1996).

Fórmula para la obtención de la dureza Vickers:

$$HV = (2 F \operatorname{sen} \theta/2)/d^2 = 1.854 F/d^2$$

Donde: HV: Dureza Vickers

F: Carga (kgf)

d: Media de las diagonales de la indentación (mm)

136/2: Ángulo entre las cargas opuestas en el vértice de la pirámide del indentador del diamante.

Otra propiedad que posee el esmalte es la elasticidad y va ser dependiente de la cantidad de agua y sustancia orgánica que posea, por lo que la composición de este tejido es frágil, haciéndose muy propenso a sufrir macro y microfracturas. La elasticidad va ser mayor en la región cervical y en la vaina de los prismas; por la mayor cantidad de sustancia orgánica. Los valores promedio para el módulo elástico son $87,5 \pm 2,2$ y $72,7 \pm 4,5$ GPa. Según investigaciones han demostrado que el contenido orgánico influye en el módulo de elasticidad (Hirata, 2014).

Entre las propiedades visibles se encuentra el color y la transparencia del esmalte, que va transmitir el color de la dentina en zonas donde el esmalte es especialmente muy delgado (Lanata, 2008). Mientras que la transparencia se verá alterada a variaciones de la calcificación del esmalte, viéndose que a mayor mineralización mayor translucidez (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

Una propiedad de importancia clínica es la permeabilidad; esta se deberá a varios factores uno de los cuales es el tamaño de los poros del esmalte que permiten el intercambio desde el exterior hacia los tejidos mas internos del diente, esto puede ser perjudicial en las filtraciones que están presentes alrededor de las restauraciones defectuosas, facilitando el paso de bacterias, líquidos y productos bacterianos ; punto

por el cual se debe considerar muy importante para un buen tratamiento clínico (Malzbender,2003).

Y por último la radiopacidad; es muy alta debido al grado de mineralización elevada, siendo considerada como la estructura más radiopaca del organismo.

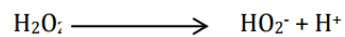
El aclaramiento dental representa una solución estética confiable y poco invasiva para los pacientes que presentan alteraciones del color dentario por distintos factores. El color natural que presentan los dientes, depende fundamentalmente de las propiedades de reflexión y transmisión de la luz a través de los tejidos duros dentales pero puede verse modificado por alteraciones intrínsecas o extrínsecas de las estructuras que conforman el diente.

Actualmente el aclaramiento dental se realiza con tres productos entre los cuales están: el peróxido de carbamida, el peróxido de hidrógeno y el perborato de sodio, siendo el peróxido de hidrógeno el agente activo (Rossi y Cuniberti, 2004). Para el proceso del aclaramiento casero se emplean peróxidos a bajas concentraciones mientras que para el aclaramiento en el consultorio se utilizan peróxidos con concentraciones elevadas (peróxido de carbamida y peróxido de hidrógeno al 35%) (Henostroza,2006).

El aclaramiento dental con perborato de sodio está indicado para dientes con tratamientos de endodoncia, es decir piezas no vitales, donde se presenta a manera de polvo, posteriormente se mezcla con agua, suero fisiológico o con otros productos aclaradores formando una pasta que se colocará en la cámara pulpar (Rossi y Cuniberti, 2004).

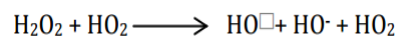
La mayoría de los agentes aclaradores dentales tienen en su composición al peróxido de hidrógeno (H_2O_2) como agente activo, en una concentración que puede variar del 3 al 40%. Son varias las reacciones químicas las responsables de la eficacia del

aclareamiento, entre los factores que intervienen en el éxito de un aclareamiento dental están las condiciones ambientales, como temperatura, pH, luz ultravioleta (UV) y presencia de algunos iones. En condiciones alcalinas, el peróxido de hidrógeno puede sufrir una disociación iónica que da lugar a la formación del anión perhidróxilo (Ecuación 1).



Ecuación 1. Reacción que ocurre bajo condición alcalina

El anión perhidróxilo (HO_2^-) por sí mismo puede ser un elemento activo en el proceso de aclarar pero también puede convertirse en un donante de electrones iniciando la formación de radicales libres (Ecuación 2).

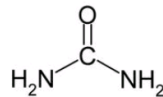


Ecuación 2. Reacción que ocurre bajo condición alcalina donando electrones.

El mecanismo de acción se debe a que el peróxido de hidrógeno, dado su bajo peso molecular, puede difundirse a través del esmalte y de la dentina; además su capacidad para formar radicales libres de oxígeno, hace que puedan interactuar con macromoléculas y pigmentos coloreados que han sido absorbidos, oxidándolos y dividiéndolos en moléculas más pequeñas y decoloradas. El peróxido de hidrógeno, puede cambiar la estructura de la apatita, donde el ión fosfato (PO_4^-) puede ser reemplazado. La otra sustitución coordinada de los ligandos que puede ocurrir en la hidroxiapatita es la formación de complejos metálicos como hierro (Fe) o cuando el CO_3^{2-} es reemplazado por el OH^- liberado del peróxido de hidrógeno. Se cree que estas

sustituciones son débiles y el proceso puede ser reversible gracias a la acción del ion fluoruro presente en la saliva.

El otro agente aclarante es el peróxido de carbamida ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{OH}_2\text{O}_2$) se descompone, un tercio en peróxido de hidrógeno y dos tercios en urea, cuando tiene contacto con el tejido blando o la saliva a temperatura oral (Ecuación 3). El peróxido de hidrógeno difunde a través del esmalte y de la dentina debido a su bajo peso molecular y se disocia en oxígeno y agua; y la urea en amonio (NH_4^+) y dióxido de carbono (CO_2), lo que contribuye a la elevación del pH.



Ecuación 3. Fórmula estructural del peróxido de carbamida.

La urea tiene la capacidad de ingresar al esmalte afectando a la región interprismática; a pesar de que la urea puede contribuir a los cambios estructurales y de rugosidad del esmalte, también puede tener efectos beneficiosos al descomponerse en amonio y dióxido de carbono, ya que aumenta el pH y controla así la acidez de la placa dental.

Este producto en contacto con el agua se descompone en urea (este en amoníaco y dióxido de carbono) y el peróxido de hidrógeno se disociará en moléculas reactivas, el amoníaco formado es básico y tiene la propiedad de aumentar el pH, facilitando el poder del aclaramiento, esto se explica cuando en las soluciones básicas se requiere menor energía de reactivación para que se formen los radicales libres del peróxido de hidrógeno por lo que las reacciones serán mejores a diferencia de soluciones ácidas que darán lugar a la formación de radicales libres débiles con un menor poder de aclaramiento.

El último agente aclarante es el perborato de sodio; este agente está disponible en forma de polvo con una concentración del 95% de perborato de sodio, que corresponde al 9,9% de oxígeno disponible. Es estable cuando está seco, pero en presencia de ácido, aire o agua se descompone lentamente y forma el metaborato de sodio, peróxido de hidrógeno (37%) y oxígeno; siendo su uso indicado específicamente en el tratamiento de dientes no vitales (Rossi y Cuniberti, 2004).

En si el tratamiento con estos agentes aclarantes van a traer distintos efectos de acuerdo a la forma de aplicación; en estudios histológicos se observó que luego de someter premolares en peróxido de hidrógeno al 35% durante largos período de tiempo no encontraron daño pulpar, mientras que el mayor daño pulpar se observó, cuando los peróxidos son activados con calor a comparación de que cuando se aplican los peróxidos solos.

Mientras el empleo de peróxidos en altas concentraciones puede provocar daño en la mucosa o encías debido a que estos productos son cáusticos y por lo general los márgenes gingivales son los más afectados, así que se debe colocar protectores gingivales cerca de los dientes a tratar, también se puede manejar con soluciones como bicarbonato de sodio para acelerar la cicatrización. (Henostroza ,2006).

Estos agentes aclaradores como son los peróxidos no van afectar los materiales dentales; estos pueden aumentar la solubilidad de algunos cementos e ionómeros de vidrio, además que el peróxido de hidrógeno residual en el esmalte evita la polimerización de las resinas, es por esta razón que debemos esperar un cierto tiempo la eliminación de este residuo para realizar una resina después de un aclaramiento dental (Rossi y Cuniberti, 2004).

La composición de los productos es distinta entre las marcas que existen en el mercado, en su principio activo como es el de peróxido de hidrógeno no es indicado muchas veces el pH del producto, llegando a variar entre alcalino, neutro o ácido (Xu, Li y Wang, 2012).

Price, R., Sedarous, M. y Hiltz, G.(2000) Refiere que el rango de variabilidad en los valores de pH de los agentes aclaradores está comprendido entre 4,5 a 10,8 demostrando así que algunos de los productos utilizados en los consultorios están por debajo del punto crítico de desmineralización del esmalte (pH 5,5) afectando la estructura, debido a la acidez de estos en su composición.

Entre las posibles explicaciones de que las fórmulas de estos productos sean ácidos, es decir, que tengan valores de pH bajos, es la necesidad de los fabricantes de proporcionar estabilidad al peróxido de hidrógeno para su almacenamiento desde la fabricación hasta cuando está presente en el consultorio. Esto coloca la preservación del producto por encima de la preservación de la estructura dental y del bienestar del paciente, siendo una incómoda realidad.

El valor del pH de los agentes aclaradores es un factor importante en las reacciones químicas que se producen durante el tratamiento de aclaramiento dental. (Freire, Archegas, de Souza y Vieira, 2009).

Freire et al. (2009) refiere a la temperatura de almacenamiento de productos y la variabilidad del pH de los mismos como factor importante, indicando que los productos caseros, deben mantenerse refrigerados, tienen valores de pH más altos y los compuestos con valores más bajos o ácidos son los productos para uso en el consultorio. Los autores atribuyen esto al llamado efecto de equilibrio químico, que está relacionado

con la concentración de los reactivos en el producto. El valor del pH disminuye cuando la concentración de iones H^+ se incrementa.

Mantener los productos a temperaturas más altas puede inducir la disociación de algunos componentes, lo que conduce a una mayor concentración de iones H^+ y a la consiguiente reducción del pH. Esto tiene implicaciones importantes para la conservación del producto, ya que reduce su vida útil, por lo que se recomienda mantener refrigerados los geles blanqueadores, tanto en los consultorios como en las tiendas que venden productos dentales (Chang, 1994).

Sun et al (2011) se refiere a los efectos adversos de los valores de pH bajos durante el proceso de aclaramiento en el consultorio indicando que los productos a base de peróxido de hidrógeno a una concentración del 30%, tanto ácidos como neutros, tienen la misma eficacia de aclaramiento e señalando que los productos ácidos causan una mayor cantidad de efectos adversos en la superficie del esmalte dental indicando así que la desmineralización de la superficie del esmalte parece estar causada principalmente por el pH bajo, en lugar de por el peróxido de hidrógeno en sí.

III. Método

3.1 Tipo de investigación

El estudio es de tipo

Experimental

Prospectivo

Longitudinal

Comparativo

3.2 Ámbito temporal y espacial

El estudio se realizó en el periodo 2017, delimitándose a la obtención de muestras en la zona norte de Lima siendo los distritos de Comas, San Martín de Porres y Los Olivos.

3.3 Variables

Variable independiente

- Concentración de peróxido de hidrógeno al 35%
- Concentración de peróxido de hidrógeno al 40%

Variable dependiente

- Microdureza del esmalte dental

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Indicador	Naturaleza	Escala de medición	Valores
Superficie del esmalte dental	Variación en la microdureza superficial del esmalte	Microdureza superficial del esmalte medido en Kg /mm ²	Variable dependiente	Razón	0 - x kg/mm ²

3.4 Población y Muestra

La población estuvo constituida por 40 premolares, la muestra fue seleccionada mediante un muestreo aleatorio simple y el tamaño de la muestra estuvo determinado según el ISO 28399 acápite 6.3 que aplica para los productos de aclaramiento dental externo; en el cual indica la cantidad de n=10 por cada grupo como mínimo en los estudios para determinar la microdureza de la superficie del esmalte después de aplicar los agentes aclaradores.

Entre los cuales los dientes seleccionados cumplieron criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

- Piezas premolares sanas extraídas por motivos ortodónticos,
- Piezas libres de caries, restauraciones y malformaciones de estructura dentaria.
- Esmalte superficial que presenta valores de microdureza entre 300 a 430 kg/mm²

Criterio de exclusión:

- Piezas premolares extraídas con caries

-Piezas premolares con amelogénesis imperfecta

-Piezas con líneas de fracturas o grietas

3.5 Instrumentos

El instrumento en este trabajo de investigación estuvo determinado por una ficha de recolección de datos donde se registro las mediciones realizadas por el microdurometro LG digital en aproximación de 1 um - 40x registrando la microdureza inicial y final.

3.6 Procedimientos

Las unidades experimentales fueron 20 fragmentos de esmalte dental humano asignados al azar a 2 grupos de tratamientos (n=10).

-Grupo 1: Peróxido de Hidrógeno al 35%

- Grupo 2: Peróxido de Hidrógeno al 40%

La muestra estudiada estuvo conformada por premolares libres de caries, sin pigmentaciones, sin fracturas en el esmalte, ni abrasiones o algún desgaste y que por el contrario presentaron una superficie lisa y uniforme. Se realizó la selección mediante un muestreo aleatorio simple de 10 piezas dentarias premolares que estén completamente sanos y se procedieron a su extracción, luego a la eliminación del tejido periodontal con curetas y bisturí hoja numero 15, para luego posterior realizar un pulido con escobilla y pasta profiláctica a los premolares, los cuales fueron conservados en un recipiente de vidrio lleno de una solución de saliva artificial (SALIVAL) a temperatura ambiente hasta el procedimiento. Utilizando una pieza de mano de baja velocidad a estos dientes se los separó la corona de la raíz utilizando un disco de carburo con una pieza de baja velocidad y se dividieron en 2 especímenes desde el centro de la cara vestibular. Se

prepararon las superficies del esmalte con discos soflex™ Lex “3M ESPE” para un mejor acabado, dándole paralelismo a la superficie del esmalte expuesta; luego se conformó las probetas con acrílico autopolimerizable de forma circular, colocando al centro de este el espécimen de esmalte. Una vez confeccionadas las probetas se procedieron a pulir aplicando una secuencia de papeles abrasivos de carburo de silicio; que comenzó en el P 400 hasta llegar secuencialmente hasta el P 1200 de acuerdo con la norma ISO 6344-1, bajo un flujo constante de agua. Las probetas a ensayar se aseguraron que tuvieran un espesor mínimo de 1 mm de tejido de esmalte, en las cuales se impidió en todo momento de la preparación la deshidratación de estas al momento de la confección.

Se dividieron en dos grupos: Control 35% y Control 40% correspondiente a cada concentración de peróxido de hidrógeno.

Se realizó la medición de la dureza de los especímenes de esmalte mediante un microdurómetro marca LG digital en aproximación de 1 μ m - 40x, según la norma ISO 28399 el cual se programó para aplicar una fuerza de 50gf en un tiempo de 15 segundos. Se realizó las mediciones y se promedió evitándose la deshidratación de las probetas.

Fórmula para la obtención de la dureza Vickers:

$$HV = (2 F \text{ sen } \theta/2)/d^2 = 1.854 F/d^2$$

Donde: HV: Dureza Vickers

F: Carga (kgf)

d: Media de las diagonales de la indentación (mm)

136/2: Ángulo entre las cargas opuestas en el vértice de la pirámide del indentador del diamante.

Procedimiento de aclaramiento:

Primer grupo: Se utilizó peróxido de hidrógeno al 35% (Whiteness HP Maxx-FGM) durante 45 minutos, en 3 sesiones de 15 minutos cada una, según indicaciones del fabricante. Una vez transcurridos los 45 minutos se eliminó el gel remanente con abundante agua del grifo y posteriormente se seco con papel absorbente. Se almacenó en agua destilada hasta el momento de la medición.

Segundo grupo: se utilizó peróxido de hidrógeno al 40% (Opalesenceboost- Ultradent) durante 45 minutos, en 3 sesiones de 15 minutos cada una, según indicaciones del fabricante. Una vez transcurridos los 45 minutos se eliminó el gel remanente con abundante agua del grifo y posteriormente se secó con papel absorbente. Se almacenó en agua destilada también hasta su medición final de la microdureza superficial del esmalte al día siguiente.

3.7 Plan de Análisis

Se elaboraron tablas de resumen con las medidas de tendencia central (media, desviación estándar, mediana, mínimo, máximo) para cada momento y grupo de comparación.

Para comparar entre control y después del tratamiento para cada grupo se utilizó la prueba de signo rango de Wilcoxon.

Para comparar los deltas (diferencias entre control y tratamiento con peróxido al 35% o 40% respectivamente) se utilizó la prueba de suma de rangos de Wilcoxon.

El nivel de significancia que se utilizó para todas las pruebas estadísticas fue de 0.05.

El procesamiento de datos se realizó en Excel y el análisis de los datos se realizó con el programa estadístico Stata v12.1

IV.Resultados

-En la figura N°1 Se observa la microdureza inicial de las muestras expresada en kg/mm^2 (Vickers), donde la microdureza de cada bloque de los obtenidos por diente no siempre es igual.

-En la tabla N° 2 y figura N°2 Se observa la microdureza superficial del esmalte expresada en kg/mm^2 (Vickers) de las muestras en los dos grupos divididos antes de ser sometidos a la aplicación de las concentraciones de peróxido de hidrógeno al 35% de la casa dental FGM y al peróxido de hidrógeno al 40 % de la casa dental Ultradent, donde los valores de la microdureza Vickers del control peróxido al 40% son mayores que los valores del grupo control de peróxido al 35%

- En la tabla N°3 y figura N° 3 los valores de la microdureza superficial en Kg/mm^2 (Vickers) es de 345.7 ± 23.065 al aplicar el peróxido de hidrógeno al 35% de la casa dental FGM.

-En la tabla N°4 y figura N° 4 La microdureza del esmalte presenta mayor promedio en la medición del control antes de recibir el tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35% (362.56 kg/mm^2) luego de haber sometido durante los 45 minutos fue menor (345.27 kg/mm^2); encontrándose una disminución significativa en la microdureza del esmalte luego del tratamiento a base de peróxido de hidrógeno al 35 % . $P < 0.05$.

-En la tabla N° 5y figura N° 5 los valores de la microdureza superficial en Kg/mm^2 (Vickers) es de 366.94 ± 19.56 , al aplicar el peróxido de hidrógeno al 40% de la casa dental Ultradent.

-En la tabla N°6 y figura 6 La microdureza del esmalte presenta mayor promedio en el control (383.72 kg/mm^2) antes de recibir el tratamiento con peróxido de hidrógeno al 40% y luego de la aplicación de este se obtuvo un promedio (366.94 kg/mm^2); encontrándose una disminución significativa en la microdureza del esmalte luego del tratamiento a base de peróxido de hidrógeno al 40%, $P < 0.05$.

-En la tabla N° 7 y figura N° 7 Las medidas de la microdureza del esmalte en promedio se registraron menores en el grupo de dientes que se les aplicó el peróxido de hidrógeno al 35%, tanto en el grupo control como luego del tratamiento, en el grupo que se les aplicó el peróxido de hidrógeno al 40%, los valores en promedio fueron mayores, así también se observa en este grupo que hubo un valor extremo menor a 330 kg/mm^2 .

-En la tabla N° 8 y figura N° 8 El efecto del peróxido de hidrógeno al 35% comparado con el efecto del peróxido de hidrógeno al 40% sobre la microdureza en Kg/mm^2 (Vickers) del esmalte, se observa que hay mayor disminución con el peróxido de hidrógeno al 35% (en promedio disminución de 17.29 unidades) respecto al peróxido de hidrógeno al 40% (en promedio disminución de 16.78 unidades, pero estas diferencias no son significativas).

Tabla N° 1 Comparación de la microdureza kg/mm^2 (Vickers) inicial de cada grupo control .

muestra	cont_35%	cont_40%
1	335.5	382.7
2	371.9	359.4
3	352.1	406.6
4	433.6	387.2
5	379.8	392
6	371.3	420.7
7	337.8	379.8
8	357.1	368.6
9	377.5	392.3
10	309	347.9

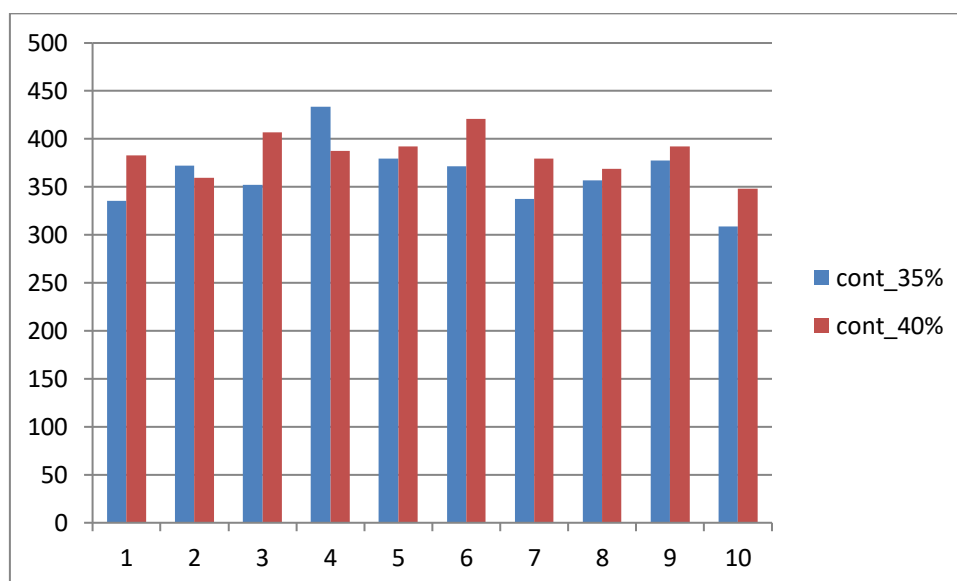


Figura 1 Comparación de las microdurezas kg/mm^2 (Vickers) inicial de los grupos control.

Tabla N° 2: *Microdureza superficial en Kg/mm² (Vickers) del esmalte antes de aplicar los agentes de aclaramiento al 35% y 40%*

control del	muestra	media	D.S.	mediana	Mínimo	Máximo
peróxido 35	10	362.56	33.473	364.2	309	433.6
peróxido_40	10	383.72	21.512	384.95	347.9	420.7

El valor promedio \pm desviación estándar de microdureza superficial en Kg/mm² del esmalte antes de aplicar el agente aclarante a base de Peróxido de Hidrógeno al 35% fue de 362.56 ± 33.47 , con un rango entre 309 y 433.6. El 50% de los valores presentaron un valor menor a 364.2, el valor antes de aplicar el agente aclarante a base de Peróxido de Hidrogeno al 40% es de 383.72 ± 21.51 , con un rango entre 347.9 y 420.7. El 50% de los valores presentaron un valor menor a 384.95

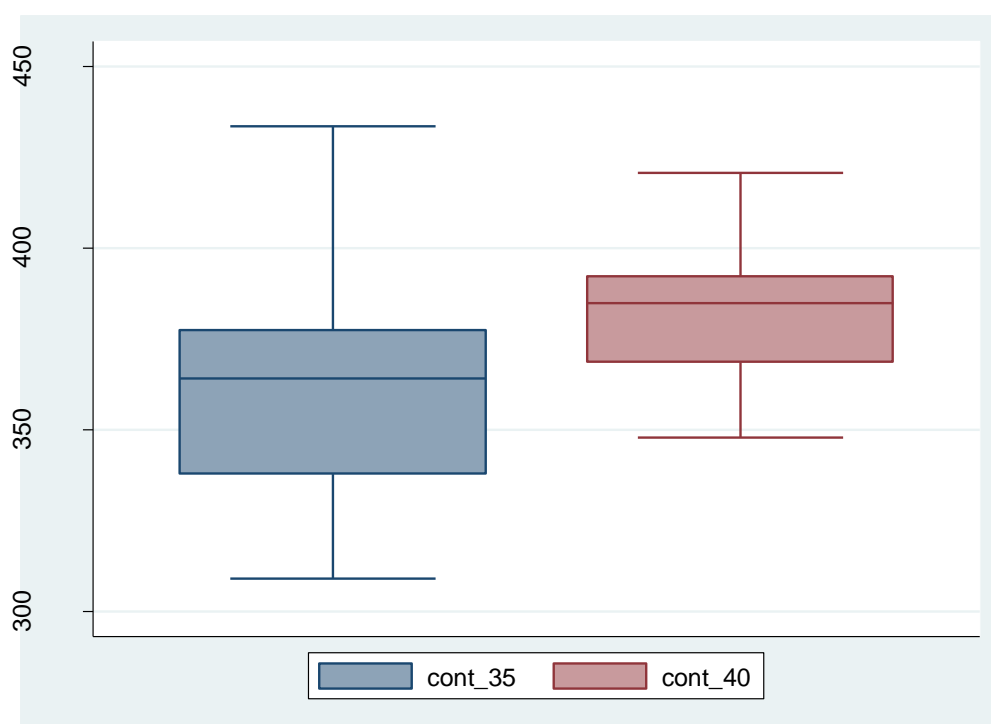


Tabla N° 3: *Microdureza superficial en Kg/mm² (Vickers) del esmalte al aplicar el agente aclarante a base de Peróxido de Hidrógeno al 35%.*

Aplicación de	muestra	media	D.S.	mediana	Mínimo	Máximo
peróxido 35	10	345.27	23.065	346.3	308.2	378.7

El valor promedio \pm desviación estándar de microdureza superficial del esmalte al aplicar el agente aclarante a base de Peróxido de Hidrógeno al 35% es de 345.27 kg/mm² \pm 23.065 con un rango entre 308.2 y 378.7 kg/mm². El 50% de los valores presentaron un valor menor a 346.3kg/mm²

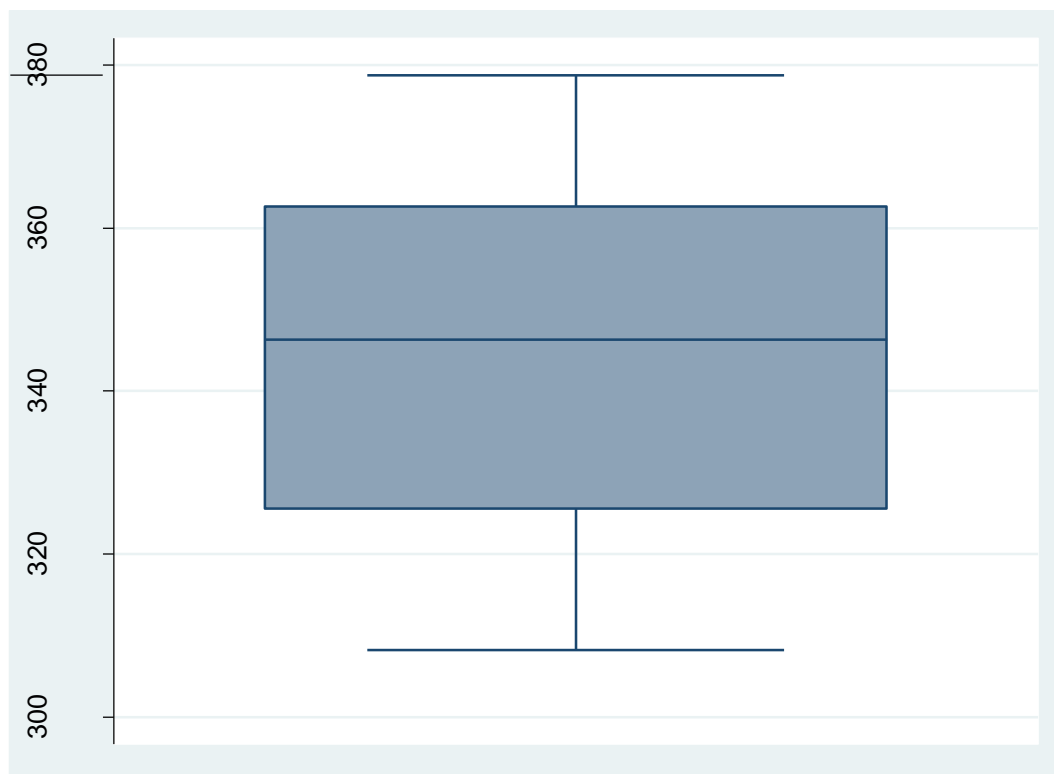


Tabla N° 4 *Efecto del poder oxidativo desmineralizador del agente aclarante a base de peróxido de hidrógeno al 35 % comparado con su grupo control*

variable	muestra	media	D.S.	mediana	Mínimo	Máximo
cont_35	10	362.56	33.473	364.2	309	433.6
perox35	10	345.27	23.065	346.3	308.2	378.7

Signo rango de Wilcoxon (z) = -2.803, P = 0.0051

El promedio en el control (362.56kg/mm²) de la microdureza del esmalte es mayor, antes de recibir el tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35%, posterior a la aplicación el promedio disminuye (345.27kg/mm²).

Se encuentra una disminución significativa en la microdureza del esmalte luego del tratamiento a base de peróxido de hidrógeno al 35 %, P < 0.05.

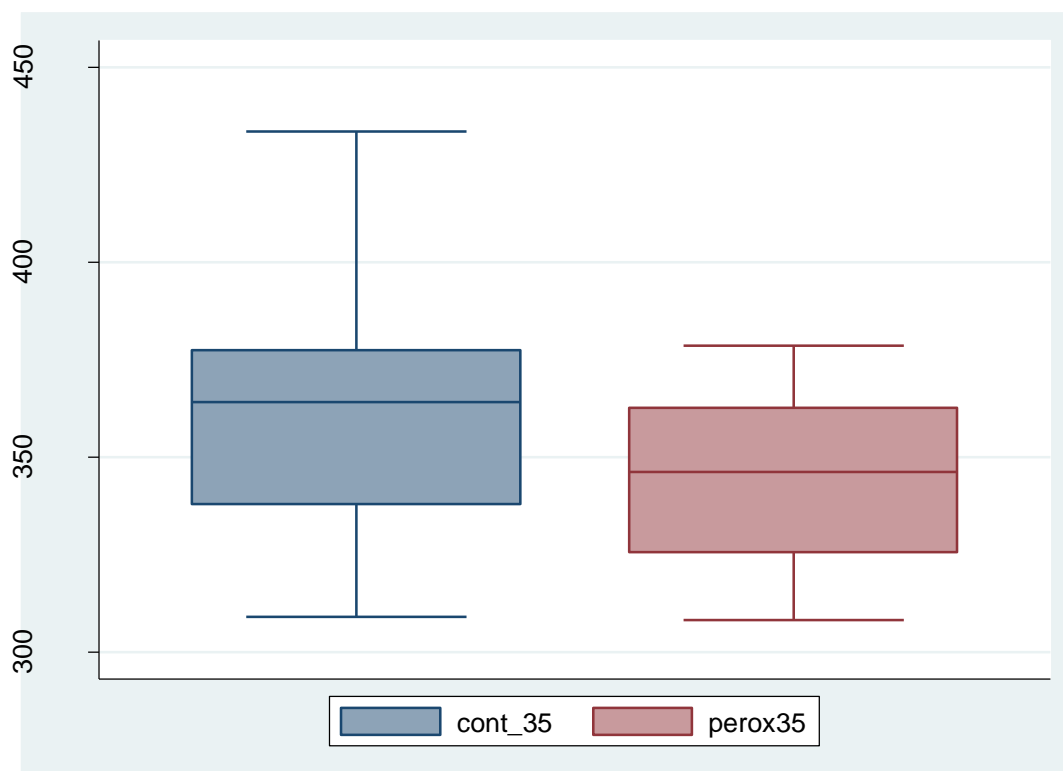


Tabla N° 5 *Microdureza superficial del esmalte al aplicar el agente aclarante a base de Peróxido de Hidrógeno al 40%.*

Aplicación de	muestra	media	D.S.	mediana	Mínimo	Máximo
peróxido 40	10	366.94	19.556	370.3	325.6	391.8

El valor promedio de la microdureza superficial del esmalte al aplicar el agente aclarante a base de Peróxido de Hidrógeno al 40% es de 366.94 Kg/mm² y una desviación estándar de ± 19.56 unidades, con un rango entre 325.6 y 391.8 kg/mm². El 50% de los valores presentaron un valor menor a 370.3kg/mm²

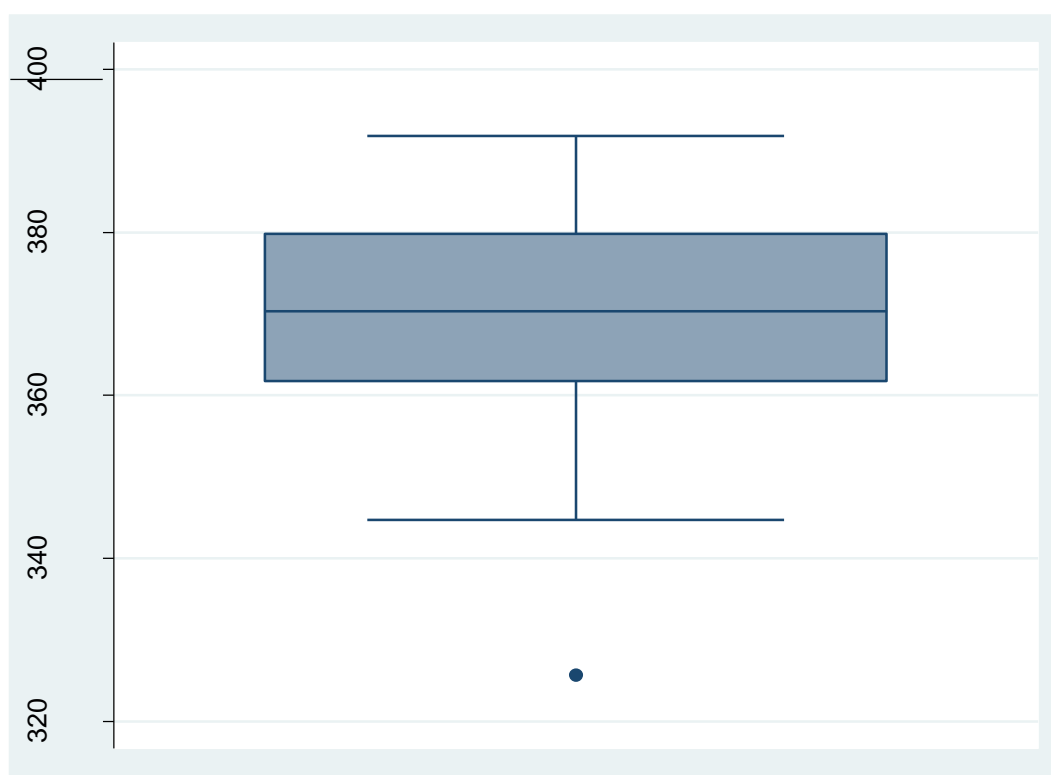


Tabla N° 6 *Efecto del poder oxidativo del agente aclarante a base de peróxido de hidrógeno al 40 % comparado con su grupo control*

Variable	muestra	media	D.S.	mediana	Mínimo	Máximo
cont_40	10	383.72	21.512	384.95	347.9	420.7
perox40	10	366.94	19.556	370.3	325.6	391.8

Signo rango de Wilcoxon (z) = -2.599, P = 0.0093

El promedio en el control (383.72kg/mm²) de la microdureza del esmalte es mayor, antes de recibir el tratamiento con peróxido de hidrógeno al 40%, posterior a la aplicación el promedio disminuye (366.94 kg/mm²).

Se encuentra una disminución significativa en la microdureza del esmalte luego del tratamiento a base de peróxido de hidrógeno al 40%, P < 0.05.

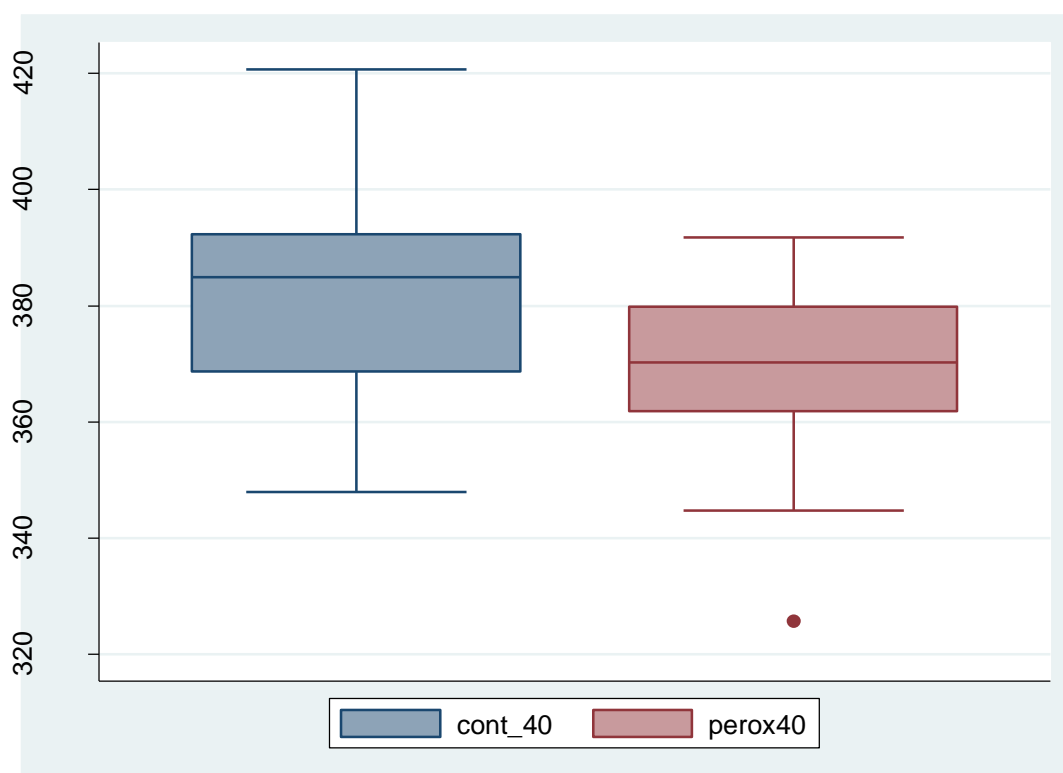


Tabla N° 7 Comparar el poder oxidativo desmineralizador del peróxido de hidrógeno al 40 % frente al de peróxido de hidrógeno al 35% sobre la microdureza de la superficie del esmalte medido en kg/mm^2 (Vickers)

Variable	muestra	media	D.S.	mediana	Mínimo	Máximo
cont_35	10	362.56	33.473	364.2	309	433.6
perox35	10	345.27	23.065	346.3	308.2	378.7
cont_40	10	383.72	21.512	384.95	347.9	420.7
perox40	10	366.94	19.556	370.3	325.6	391.8

Las medidas de la microdureza del esmalte en promedio se registraron menores en el grupo de dientes que se les aplicó el peróxido de hidrógeno al 35%, tanto en el grupo control como luego del tratamiento, en el grupo que se les aplicó el peróxido de hidrógeno al 40% los valores en promedio fueron mayores, así también se observa en este grupo que hubo un valor extremo menor a 330kg/mm^2

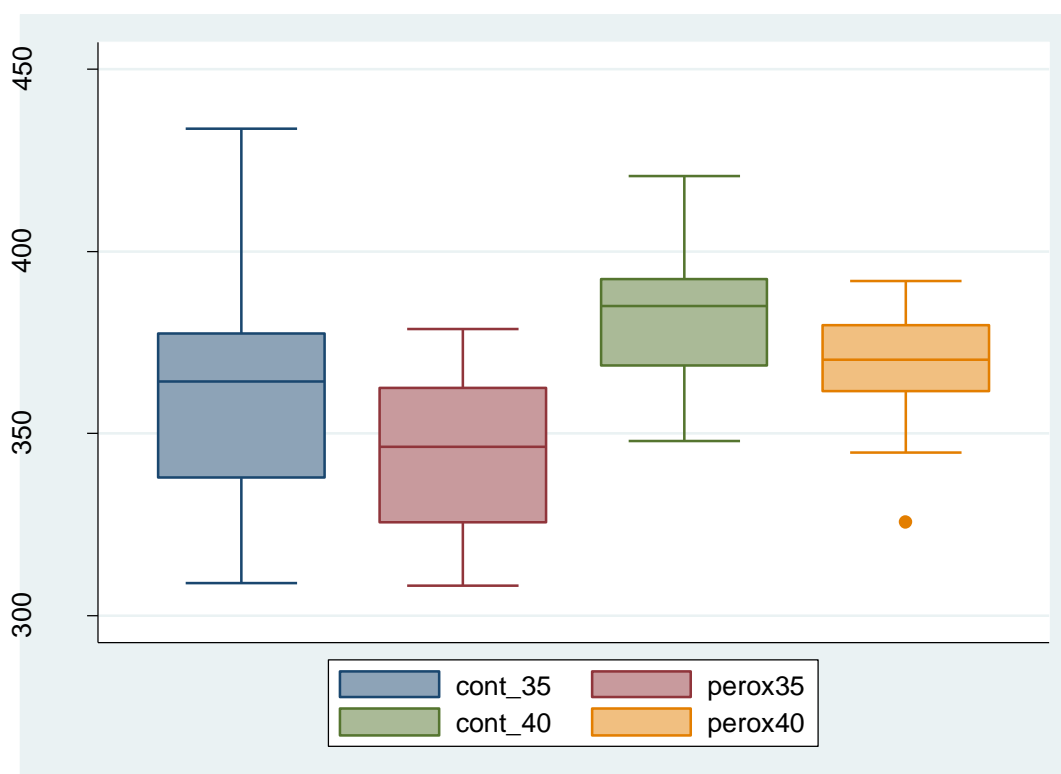
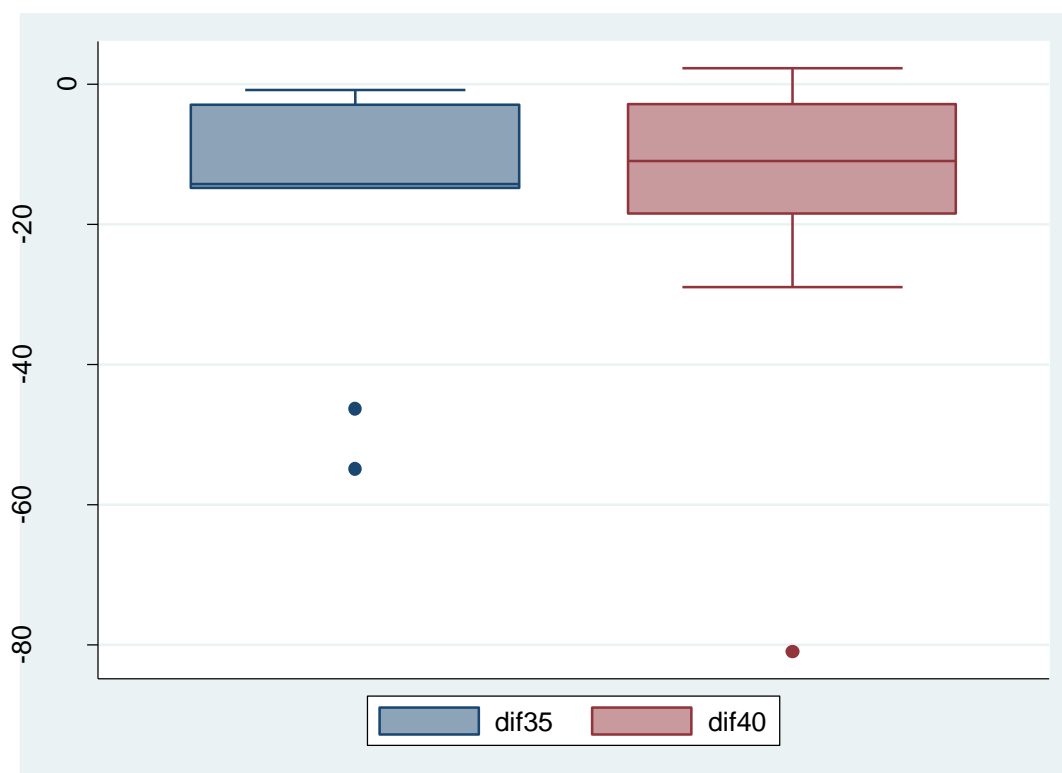


Tabla N° 8 Comparación entre las diferencias del efecto sobre la microdureza de la superficie del esmalte kg/mm^2 (Vickers) con peróxido al 35 % y con peróxido al 40%

Variable	muestra	media	D.S.	mediana	Mínimo	Máximo
perox35-cont35	10	-17.29	18.532	-14.3	-54.9	-0.8
perox40-cont40	10	-16.78	24.370	-11.0	-81.0	2.3

Suma de rangos de Wilcoxon (z) = -0.454, P = 0.6501

En cuanto al efecto del peróxido de hidrógeno al 35% comparado con el efecto del peróxido de hidrógeno al 40% sobre la microdureza del esmalte medido en Kg/mm^2 (Vickers), se observa que hay mayor disminución con el peróxido de hidrógeno al 35% (en promedio disminución de 17.29 unidades) respecto al peróxido de hidrógeno al 40% (en promedio disminución de 16.78 unidades), pero estas diferencias comparadas entre si no son significativas, $P > 0.05$.



V. Discusión

Lima y García en un estudio en donde 10 fragmentos premolares humanos fueron sometidos al efecto del peróxido de hidrogeno al 35% Whiteness Hp maxx, obtuvo una medición inicial de la microdureza del esmalte promedio de 368 kg/mm²; posterior a la aplicación durante 45 minutos y usando un micro durómetro (WILSON TUKON) calibrado con una carga 300 gramos ,observó una disminución de la microdureza a un valor promedio de 186kg/mm² concordando con nuestro estudio en los valores de la microdureza inicial y la disminución después de ser aplicado el agente ;pero discrepando en los valores posteriores a la aplicación del agente, no indicándose en este estudio el tiempo expuesto a la carga del indentador.

En el 2015 Sifuentes A. En el Perú realizó un estudio en 25 incisivos de bovinos; encontrando valores de microdureza de esmalte inicial con un promedio de 323 kg/mm² discrepando con nuestro estudio que el valor que fue de 370 kg/mm² ; posterior a la aplicación del peróxido de hidrógeno al 35 % (Whiteness Hp maxx) durante 45 minutos y usando un microdurometro marca Leco modelo LMV- 50V con una carga de 20 gramos durante 5 segundos después de 24 horas observó una disminución notable de 231 kg/mm² que discrepa a lo obtenido en nuestro estudio .

En el 2013 en Brasil ,Domínguez y col realizaron un estudio en 20 especímenes utilizando el esmalte de las caras vestibulares de terceras molares ,aplicándoles peróxido de hidrógeno al 35% (whiteness hp blue) ;observado que la microdureza inicial (promedio = 373kg/mm²) y posterior a la aplicación del agente aclarante una disminución de 19 kg/mm² en promedio, estos resultados concuerdan con lo obtenido en este trabajo al tener una calibración similar en la carga y tiempo de exposición de la indentación .

Al igual en el Perú en el 2013 Velásquez y Abanto realizaron un estudio en 30 premolares divididos en 2 grupos donde fueron sometidos a peróxido de hidrógeno al 35% con activación y sin activación de luz led (light emitting diode) donde observó un valor inicial de microdureza del esmalte promedio de 358 kg/mm² concordando con nuestro estudio y un valor de disminución posterior a la aplicación del peróxido de hidrógeno al 35% notable, alcanzando valores promedio de 301 kg/mm² discrepando así con nuestro estudio que obtuvo resultados promedios 345 kg/mm², indicándose en que los resultados son obtenidos por una carga de 200 gramos durante 15 segundos

En China Sun, L, et al. En su estudio sobre la microdureza al ser sometido a peróxido de hidrógeno neutro y ácido, obtiene resultados que concuerdan con nuestros valores obtenidos, indicando que el peróxido de hidrógeno ácido, reduce significativamente la microdureza en mayor escala que el peróxido de hidrógeno neutro.

VI. Conclusiones

La presente investigación confirma que el peróxido de hidrógeno tanto al 35% como al 40% utilizado como material de blanqueamiento, si afecta la microdureza del esmalte encontrándose disminuciones estadísticamente significativas en ambos grupos porque el peróxido a altas concentraciones hará que su poder oxidativo provoque alteraciones en la superficie del esmalte que serán registradas en las mediciones con un indentador .

El efecto del peróxido de hidrógeno al 35% fue mayor comparado al efecto producido por el peróxido de hidrógeno al 40%, este resultado podría asumirse que la presentación del peróxido al 35% posee un ph ácido comparado al ph neutro y a los componentes de la presentación patentada del peróxido al 40% de otra casa dental.

El agente aclarador whiteness hp 35% disminuye significativamente la microdureza superficial en mayor proporción en relación al agente aclarador opalescence boost 40%, pero no siendo estadísticamente significativa la disminución de la microdureza al comparar ambos grupos.

VII. Recomendaciones

1. Investigar agentes aclaradores a base de peróxido de hidrógeno que sobrepasen la concentración de 35% y su influencia en otras propiedades mecánicas de los tejidos dentarios.
2. Desarrollar estudios in vitro de los efectos que produce el peróxido de hidrógeno al 35% y al 40 % sobre la dentina en el aclaramiento interno no vital.
3. Comparar el medio adecuado de almacenamiento de piezas dentales como las soluciones de timol, solución de formalina, NaCl 9 % y la influencia de estas en los estudios que evalúan las propiedades mecánicas del esmalte dental y dentina.
4. Realizar trabajos de investigación longitudinales en donde se emplee el peróxido de hidrógeno al 35% y 40% con un tiempo mayor de exposición de dicho agente, y la cantidad del agente aclarante.
5. Realizar estudios longitudinales en donde se emplee agentes remineralizantes como saliva artificial o fluoruro de sodio después de la aplicación de peróxidos a distintas concentraciones.
6. Realizar estudios donde se evalúe la remineralización con uso de dentífricos en ambientes que recreen las condiciones de temperatura bucal y humedad.
7. Realizar estudios en donde se observe la acidez de los agentes aclarantes y su relación en la disminución de la microdureza del esmalte.

VIII. Referencias Bibliográficas

- Avery, J. y Chiego, D. (2007). *Principios de histología y Embriología Bucal con orientación clínica*. Madrid, España: Elsevier
- Barrancos, J. (2006). *Operatoria Dental*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Panamericana.
- Bhaskar, S.N. (2000). *Histología y Embriología Bucal de Orban.*, 9^{na}Ed., Buenos Aires , Argentina : Editorial Prado.
- Buehler, A.I. (1991). *Tables for Knoop and Vickers hardness numbers*. Estados Unidos. Summary.
- Chain, M. y Baratieri, L. (2001). *Restauraciones Estéticas con Resina Compuesta en Dientes Posteriores*. Sao Paulo, Brasil: Artes Médicas.
- Chang, R. (1994). *Química*. Lisboa .Portugal: McGraw-Hill.
- Craig, O. (1996). *Materiales Dentales*. Madrid, España: Magli.
- Davis, W.L. (1993). *Histología y Embriología Bucal*. México: Interamericana.
- Domínguez, J., Paredes, M., Gómez, K., Martínez, G., Alegría, G. y Gomes O. (2013). Efectos de la aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% y cepillado sobre el esmalte dental *Ustasalud*; 12(1),41 – 46 .doi:
<https://doi.org/10.15332/us.v12i1.1114>
- Eimar, H. (2012). Regulation of enamel hardness by its crystallographic dimensions. *Acta Biomater*, 8(9) 3400-3410 .doi:10.1016/j.actbio.2012.06.002

Freire, A., Archegas, L., de Souza, E. y Vieira, S. (2009). Effect of storage temperature on pH of in-office and at-home dental bleaching agents. *Acta Odontol Latinoam*, 22(1):27-31

Gómez de Ferraris, M. y Campos, A. (2009). *Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental.*, Madrid, España: Panamericana

Henostroza, G. (2006). *Estética en Odontología Restauradora*. Madrid, España: Ripano.

Hirata, R. (2014). *Tips Claves en Odontología Estética*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.

Kishen, A., Ramamurty, U. y Asundi, A. (2000). Experimental studies on the nature of property gradients in the human dentine. *Journal of Biomedical Materials Research*; 51:650-659. doi:[https://doi.org/10.1002/1097-4636\(20000915\)51:4<650::AID-JBM13>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/1097-4636(20000915)51:4<650::AID-JBM13>3.0.CO;2-H)

Lanata, E. J. (2008). *Atlas de Operatoria Dental*. Buenos Aires: Alfa omega.

Lima, G., García, I. (2016). Microdureza del esmalte sometido a dos sistemas aclaradores dentales y su efectividad del flúor post-tratamiento. *Revista Facultad de "ODONTOLOGÍA"*. 18(1) 83-89. Recuperado de: <http://200.12.169.32/index.php/ODONTOLOGIA/article/view/122>

Malzbender J. (2003). Comment on hardness definition. *Journal of the European Ceramic Society*; 23(9): 1355-1359. doi: 10.1016/S0955-2219(02)00354-0

Phillips. R. (1996). *La ciencia de los materiales dentales de Skinner*. México: Interamericana.

- Price, R., Sedarous, M. y Hiltz, G.(2000). *The pH of tooth-whitening products*. J Can Dent Assoc,66(8):421-427
- Rossi, G. y Cuniberti, N. (2004). *Atlas de Odontología restauradora y Periodoncia*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.
- Sifuentes .A. (2015). *Efecto de dos agentes blanqueadores sobre la microdureza superficial del esmalte, in vitro* (tesis de pregrado) Universidad Antenor Orrego, Trujillo, Perú
- Sun, L., Liang, S., Sa, Y., Wang, Z., Ma, X. y Jiang, T. (2011). Surface alteration of human tooth enamel subjected to acidic and neutral 30% hydrogen peroxide. *Journal of Dentistry*; 39(10):86-92.doi: 10.1016/j.jdent.2011.07.011
- Velásquez, O. y Abanto, M. (2013). Efecto del peróxido de hidrógeno al 35% con y sin la activación de lámpara de diodos en la microdureza del esmalte. *Kiru.*; 10(1): 42–48. Recuperado de http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2013/Kiruv.10.1/Kiru_v.10.1_Art.7.pdf.
- Xu, B., Li, Q. y Wang, Y.(2012). Effects of pH values of hydrogen peroxide bleaching agents on enamel surface properties. *Oper Dent* ,36(5):554-562. doi: 10.2341/11-045-1.

IX. Anexos

Anexo 1 Ficha de datos

Número de Probeta	Control (Vickers 1)	Peróxido de hidrógeno al 35% (Vickers 2)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Número de Probeta	Control (Vickers 1)	Peróxido de hidrógeno al 40% (Vickers 2)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Anexo 2 Matriz de consistencia

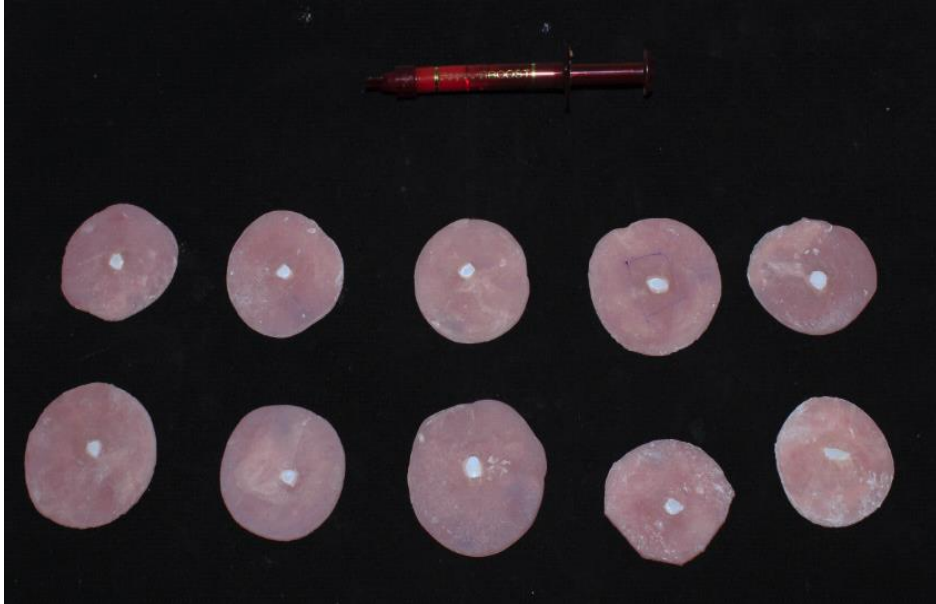
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MUESTRA	DISEÑO	ESTADÍSTICA
Pregunta general ¿Qué alteración produce el peróxido de hidrógeno a concentraciones de 35% y 40% sobre la microdureza del esmalte?	<p>Objetivo general</p> <p>Comparar el poder oxidativo del agente aclarador a base de peróxido de hidrógeno al 40% frente al peróxido de hidrógeno al 35% sobre la microdureza del esmalte</p> <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar la microdureza superficial del esmalte antes de aplicar los agentes blanqueadores. Determinar la microdureza superficial del esmalte blanqueador a base de peróxido de hidrógeno al 35%. Determinar la microdureza superficial del esmalte al aplicar el agente blanqueador a base de Peróxido de Hidrógeno al 40% 	<p>Hipótesis general</p> <p>El agente blanqueador a base de peróxido de hidrógeno a una concentración del 40% disminuye la microdureza superficial del esmalte más que el agente blanqueador de peróxido de hidrógeno al 35%</p>	<p>Variable 1</p> <p>Concentración de peróxido de hidrógeno</p> <p>-Peróxido de Hidrógeno al 35%</p> <p>-Peróxido de Hidrógeno al 40%</p> <p>Variable 2</p> <p>Microdureza superficial del esmalte Medido en Vickers con el microduremetro marca LG</p>	<p>Población :</p> <p>Dientes de pobladores del distrito de Comas.</p> <p>Muestra:</p> <p>15 dientes primeros premolares maxilares y mandibulares</p> <p>Tamaño de muestra según el ISO 28399 correspondiente a un tamaño de muestra de 10 dientes por grupo ,cumpliendo los requisitos y métodos de prueba para los productos de blanqueamientos dental externos</p>	<p>Metodo:</p> <p>-Experimental</p> <p>-Prospectivo</p> <p>-Longitudinal</p> <p>-Comparativo</p>	<p>Se utilizará el programa estadístico Stata v12.1</p> <p>- Prueba de signo rango de wilcoxon</p>



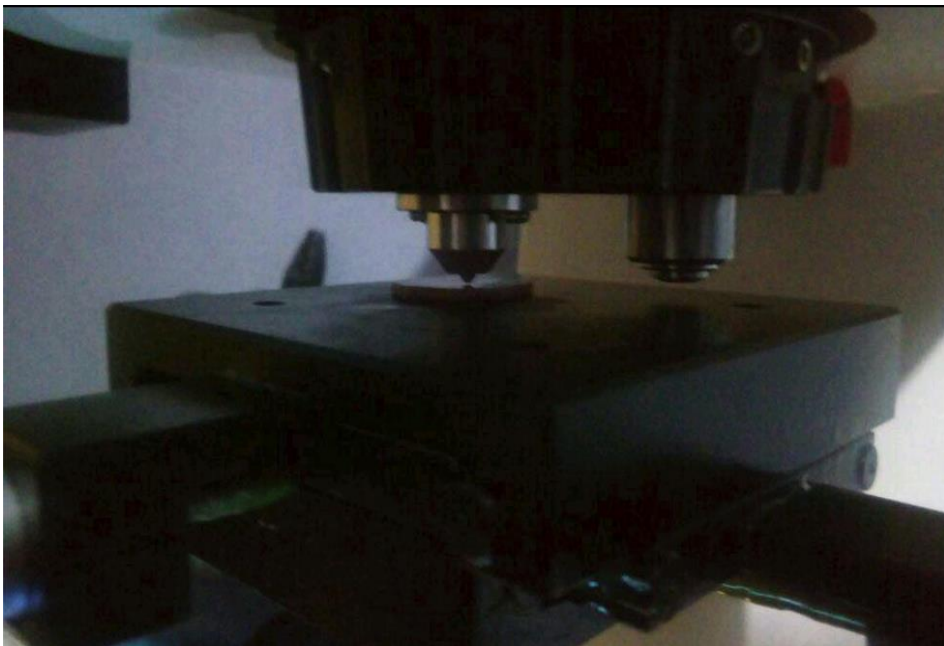
Saliva artificial (solución de almacenaje de probetas)



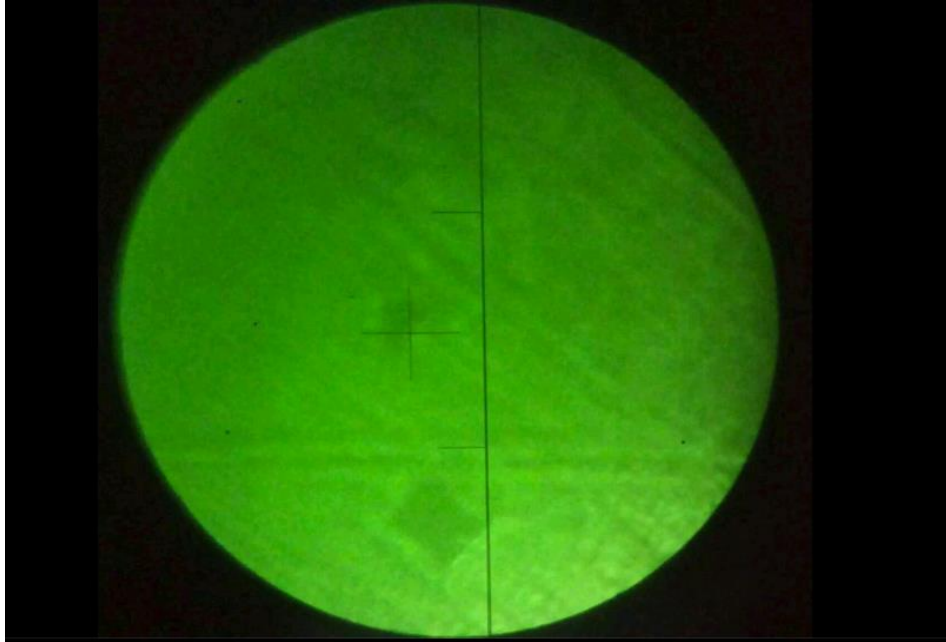
Muestras con Peróxido de Hidrógeno al 35%



Muestra para Peróxido de Hidrógeno al 40%



Micro durómetro marca LG digital en aproximación de 1 μm - 40x



Medición de la indentación