

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

**Evaluación de la eficacia del ascorbato de sodio en tratamientos
adhesivos sobre dientes aclarados, análisis in vitro mediante pruebas de
cizallamiento**

Mayra Alejandra Jaramillo Betancourt

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Especialista en
Rehabilitación Oral

Quito

Mayo del 2012

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Postgrados**

HOJA DE APROBACION DE TESIS

**Evaluación de la eficacia del ascorbato de sodio en tratamientos adhesivos sobre
dientes aclarados, análisis in vitro mediante pruebas de cizallamiento**

Mayra Alejandra Jaramillo Betancourt

Dra. Yolanda Román

Directora de Tesis

Dra. Nancy Mena

Directora de Postgrado de Rehabilitación Oral y Miembro del Comité de Tesis

Dr. Dicson Andrade

Miembro del Comité de Tesis

Dr. Iván García

Miembro del Comité de Tesis

Dr. Pablo Proaño

Miembro del Comité de Tesis

Dra. Ana Armas

Tutora metodológica

Dr. Mauricio Tinajero

Director del Programa de Especialidades Odontológicas

Dr. Fernando Sandoval

Decano del Colegio de Ciencias de la Salud

Victor Viteri Breedy, Ph. D.

Decano del Colegio de Postgrados

Quito, mayo del 2012

© Derechos de autor

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Mayra Alejandra Jaramillo Betancourt

CI: 1713944807

Fecha: 08 de Febrero del 2013

Resumen

Estudios han demostrado reducción en la fuerza de adhesión del esmalte aclarado cuando el procedimiento adhesivo se realiza inmediatamente después del aclaramiento dental.

El propósito del presente estudio fue determinar el efecto del antioxidante ascorbato de sodio al 10% por 10 minutos en pruebas de cizallamiento sobre la fuerza de adhesión de la resina al esmalte aclarado con peróxido de hidrógeno y de carbamida.

100 incisivos bovinos no cariados se dividieron en 5 grupos constituidos por 20 especímenes. El Grupo A denominado grupo control, los Grupos B y D tratados con peróxido de hidrógeno al 38% y peróxido de carbamida al 10% respectivamente, y los Grupos C y E expuestos a peróxido de hidrógeno al 38% y peróxido de carbamida al 10% respectivamente y posteriormente tratados con ascorbato de sodio al 10% por 10 minutos. Durante el proceso de aclaramiento los especímenes fueron almacenados en saliva artificial, misma que fue cambiada diariamente.

Los resultados obtenidos fueron sujetos a análisis de ANOVA y reportaron que los grupos sometidos a aclaramiento presentaron una reducción en la fuerza de adhesión, sin embargo estos valores fueron revertidos al ser tratados con ascorbato de sodio al 10% por 10 minutos después del tratamiento de aclaramiento dental.

Palabras clave: ascorbato de sodio, aclaramiento dental, peróxido de hidrógeno, peróxido de carbamida, resistencia de cizallamiento.

Abstract

Studies have shown a reduction in bond strength to bleached enamel when the adhesion process is performed immediately after teeth whitening.

The purpose of this study was to determine the effect of the antioxidant 10% sodium ascorbate for 10 minutes by testing the shear of the bond strength of composite to enamel previously bleached with hydrogen peroxide and carbamide.

100 not decayed bovine incisors were divided into 5 groups consisting of 20 specimens. Group A was the so called control group, Groups B and D were treated with 38% hydrogen peroxide and 10% carbamide peroxide respectively, and Groups C and E were exposed to 38% hydrogen peroxide and 10% carbamide peroxide respectively, then treated with 10% sodium ascorbate for 10 minutes. During the whitening process, the specimens were stored in artificial saliva, which was changed daily.

The results were subjected to the ANOVA analysis and it was reported that the groups subjected to a whitening process had reduced bond strength, but these values were reversed by treatment with the application of 10% sodium ascorbate for 10 minutes after the dental bleaching treatment.

Key Words: sodium ascorbate, dental bleaching, hydrogen peroxide, carbamide peroxide, shear bond strength.

Tabla de Contenido

	Páginas
1. Introducción _____	2
2. Revisión de la literatura _____	4
2.1 Peróxidos _____	4
2.2 Mecanismo de acción _____	6
2.3 Técnicas de aclaramiento _____	7
2.3.1 Aclaramiento domiciliario _____	7
2.3.2 Aclaramiento de consultorio _____	8
2.4 Efectos de los agentes de aclaramiento en los tejidos dentales duros _____	11
2.5 Efectos de los agentes de aclaramiento en los tejidos dentales blandos _____	15
2.6 Sensibilidad dental _____	18
2.7 Efectos sobre los procedimientos adhesivos _____	20
2.8 Métodos para evitar el compromiso de la fuerza de adhesión _____	21
2.8.1.1 Remoción de capa superficial del esmalte _____	22
2.8.1.2 Uso de adhesivos que contengan solvente orgánico _____	22
2.8.1.3 Retrasar los procedimientos de adhesión _____	23
2.8.1.4 Utilización de ascorbato de sodio _____	23
3. Objetivos _____	27
3.1 Objetivo general _____	27
3.2 Objetivos específicos _____	27
4. Hipótesis _____	28
5. Materiales y métodos _____	29
5.1 Diseño de estudio _____	29
5.2 Muestra _____	29
5.2.1 Criterios de inclusión _____	30
5.2.2 Criterios de exclusión _____	31
5.3 Metodología _____	31

5.3.1	Preparación previa de los especímenes _____	31
5.3.2	Grupos de estudio _____	33
5.3.3	Proceso de aclaramiento _____	34
5.3.4	Aplicación de antioxidante (ascorbato de sodio al 10%) _____	36
5.3.5	Inmersión en saliva artificial _____	37
5.3.6	Procedimiento de adhesión _____	39
5.3.7	Preparación de la muestra para someter a pruebas de cizallamiento _	41
6.	Resultados _____	44
6.1	Estadística descriptiva _____	45
6.2	Análisis de ANOVA _____	47
6.3	Intervalos de confianza para la media _____	48
7.	Discusión _____	49
8.	Conclusiones _____	54
9.	Bibliografía _____	55

1. Introducción

El creciente interés de los pacientes por una sonrisa más estética ha permitido un avance importante en la odontología. Es así que el deseo de dientes más claros han hecho del aclaramiento dental uno de los procedimientos más solicitados en la odontología (LEONARD et al., 2007). Tratamiento que en determinadas ocasiones es imperativo el reemplazo de las restauraciones existentes. Sin embargo múltiples investigaciones han revelado que la fuerza de adhesión del esmalte disminuye después del aclaramiento dental (TITLEY et al., 1993; DISHMAN et al., 1994; LAI et al., 2002; BASTING et al., 2004) con peróxido de hidrógeno (CVITKO et al., 1991; DISHMAN et al., 1994; TITLEY et al., 1993; WALSH, 2000) y con peróxido de carbamida (CVITKO et al., 1991; TITLEY et al., 1992; MILES et al., 1994; CAVALLI et al., 2001) en distintas concentraciones.

Estudios han revelado que esta disminución se relaciona con la presencia del peróxido residual del aclaramiento, ya que interfiere con la adhesión y retrasa la polimerización de la resina (TITLEY et al., 1993; DISHMAN et al., 1994; LAI et al., 2002; BASTING et al., 2004).

Se han realizado investigaciones para eliminar este problema clínico y se han sugerido algunas técnicas como son: la remoción de la capa superficial del esmalte (CAVITKO et al., 1991), utilización de adhesivos que contengan solventes orgánicos (acetona o alcohol etílico) (BARGHI y GODWIN, 1994; SUNG et al., 1999), retraso de los procedimientos adhesivos, una semana (BARGHI y GODWIN et al., 1994; TAM, 2006b), dos semanas (SULIEMAN et al., 2000), e incluso tres semanas (CAVALLI et al., 2001) y

el uso de un antioxidante: ascorbato de sodio al 10% (LAI et al., 2002; TURKUN y KAYA, 2004; TURKUN et al., 2009), para así poder realizar los procedimientos restaurativos inmediatamente después del aclaramiento dental.

Razón por la cual este estudio pretende evaluar la eficacia del ascorbato de sodio al 10% en tratamientos adhesivos sobre dientes aclarados, mediante pruebas de cizallamiento.

2. Revisión de literatura

2.1 Peróxidos

Un gran número de métodos han sido descritos en la literatura con respecto al aclaramiento externo de dientes vitales e interno de dientes no vitales, todos estos se basan en el uso directo de peróxido de hidrógeno o de su precursor el peróxido de carbamida (MINOUX et al., 2008).

El peróxido de hidrógeno es un líquido incoloro, con un sabor amargo, relativamente inestable, (WALSH, 2000; TREDWIN et al., 2006) que posee alto poder de penetración debido a su bajo peso molecular que es de 34 g/mol (BOKSMAN, 2006).

Inicialmente, fue evaluado para uso en tratamientos periodontales y curaciones de heridas (BOKSMAN, 2006), sin embargo por ser un agente oxidante presenta un amplio número de aplicaciones industriales como por ejemplo el aclaramiento y desodorización de textiles, pasta de madera, pelo, pieles y alimentos, así como en el tratamiento de agua y alcantarillado, desinfectante de semillas y un agente neutralizante en la destilación del vino (TREDWIN et al., 2006).

Sus efectos adversos incluyen: aumento de la sensibilidad dental, alteración de la topografía de la superficie del esmalte (debido a su pH ácido (PUGH et al., 2005)), reducción en la resistencia de la unión de materiales con base de resina (TREDWIN et al., 2006), incluso afecta a los componentes mineral y orgánico de la dentina, pudiendo este último ser removido (JIANG et al., 2007).

El peróxido de carbamida es un líquido más estable que el peróxido de hidrógeno (ADA, THOMSON, 2009) y su agente activo es el peróxido de hidrógeno. Fue aprobado por la FDA como un antiséptico oral en 1979 y como medicamento en 1991 (ADF, 2005). Es así que históricamente, las preparaciones del 10% de peróxido de carbamida se han utilizado para tratamientos de inflamaciones intraorales menores, tales como aftas bucales, e irritaciones de la dentadura, así como para aquellas posteriores a los procedimientos dentales (HAYWOOD y HEYMANN, 1991), mientras que en la actualidad se emplea para aclaramiento dental tanto domiciliario y como de consultorio.

Estudios realizados por Jorgensen y Carroll (2002), afirmaron que los efectos adversos que ocasiona son leves e incluyen irritación gingival, logrando disminuirla con la reducción del contacto con el agente de aclaramiento, y la sensibilidad dental, que tiende a ocurrir al principio del tratamiento y disminuye a medida que se continúa con el mismo.

Matis et al., (1999) y Haywood., (2006) reportaron que la diferencia en sí, entre estas dos sustancias radica principalmente en que el peróxido de hidrógeno se libera en un periodo de tiempo entre 30 a 60 minutos y el de carbamida libera el 50% de su principio activo en las primeras dos horas, y el otro 50% de una manera sostenida hasta en las 10 horas subsecuentes.

2.2 Mecanismo de acción

El aclaramiento se inicia por la acción del peróxido de hidrógeno, ya que el peróxido de carbamida, debido a su alta inestabilidad, va a degradarse en peróxido de hidrógeno (BOTTINO, 2008).

El peróxido de carbamida en una concentración al 10% es inestable, se desdobra en 3% de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y 7% en urea (NH_3) en contacto con los tejidos o saliva (HAYWOOD y HEYMANN, 1991; FASANARO, 1992; BOKSMAN, 2006). La urea por su parte se descompone en amoníaco y dióxido de carbono (BOKSMAN, 2006), que estabiliza el peróxido de carbamida, eleva el pH durante el tratamiento (HAYWOOD, 2006) y le da al peróxido de carbamida una liberación lenta del peróxido de hidrógeno (HAYWOOD, 2000b).

El peróxido de hidrógeno fluye libremente a través del esmalte y dentina debido a la porosidad y permeabilidad de estas estructuras, además por su alto poder de penetración y bajo peso molecular (BOKSMAN, 2006). Se descompone en agua (H_2O) y oxígeno (O_2), liberando radicales libres perhidroxilos (HO_2) por períodos cortos de tiempo (FASANARO, 1992, GREENWALL, 2002), este es muy reactivo y tiene un gran poder oxidante, ya que puede romper una gran cadena de macromoléculas en pequeñas cadenas de micromoléculas, las cuales son arrastradas a la superficie mediante difusión (GREENWALL, 2002), y remueve las manchas por la liberación del oxígeno (BOTTINO, 2008).

Estudios han demostrado que el uso de luz o calor, aceleran el inicio del aclaramiento e incrementan la penetración del peróxido de hidrógeno (McEVOY, 1989; SEESE et al., 2005; TREDWIN et al., 2006).

2.3 Técnicas de Aclaramiento

2.3.1 Aclaramiento domiciliario

Fue introducido por Haywood y Heymann (1989) como una alternativa conservadora, inicialmente utilizaron peróxido de carbamida al 10%, en una cubeta delgada personalizada fija, durante 2 a 6 semanas con un tiempo de exposición promedio de 7 horas diarias, ya que durante el sueño, la menor cantidad de saliva permite mayor efectividad en el tratamiento (HAYWOOD, 2000). En la actualidad se pueden utilizar dos tipos de peróxidos: de carbamida y de hidrógeno (HAYWOOD y HEYMANN, 1991), el peróxido de carbamida en una concentración del 10% hasta el 20% (JORGENSEN y CARROL, 2002; UNLU et al, 2004) y el peróxido de hidrógeno al 4%, 6% y 7.5% incluso hasta el 9.5% (HENOSTROZA et al., 2006).

Braun et al., (2007) afirmó que el diseño de las cubeta es preferible realizar con reservorios, debido a que el espacio dejado permite contener mayor cantidad del gel de aclaramiento y esto puede tener influencia en la efectividad del aclaramiento, ya que hay una menor degradación de los peróxidos (MATIS et al., 2002) y porque el agente aclarador se activa en un 52% en 2 horas y en un 10% hasta por 10 horas (MATIS et al., 1999).

Haywood (1992); Tam (1999) afirmaron que las ventajas de esta técnica son su facilidad de aplicación, seguridad de los materiales utilizados, menor costo, mayor comodidad para el paciente y mejor retención del material debido a la menor salivación. Las desventajas son el mayor tiempo de contacto, por lo que no permite que el paciente controle los efectos secundarios, tales como la sensibilidad dental. Leonard et al., (1997) reportaron que la presencia de los efectos secundarios durante el aclaramiento domiciliario puede ser un fenómeno multifactorial dependiendo de la concentración del agente aclarador, así como a la interacción de la solución de aclaramiento (con la formación de radicales libres), a la cubeta de aclaramiento (menores movimientos ortodóncicos de los dientes o presión sobre los dientes), y factores correspondientes al paciente, como alergias y sensibilidad a los químicos.

2.3.2 Aclaramiento de consultorio

Emplea peróxido de hidrógeno al 30%, 35% o al 38% o peróxido de carbamida al 30%, 35% o 44% (JOINER, 2007; HENOSTROZA et al., 2006; EFEOGLU et al., 2007), pueden ser activados por: luz, acción química o de forma dual (HENOSTROZA et al., 2006) e involucra una técnica de aislamiento (Haywood y Heymann, 1991).

Esta totalmente bajo el control del odontólogo o personal entrenado, la ventaja es que se lo realiza en periodos más cortos de tiempo (HEGEDUS et al., 1999), no depende del compromiso de los pacientes (PERDIGAO et al., 2004) y las desventajas son principalmente el costo, la naturaleza impredecible de los resultados y la duración desconocida del tratamiento (HAYWOOD, 1992).

ADF, (2005) afirmó que el aclaramiento en consultorio es rápido, pero requiere de precisión. Empieza con la limpieza de la superficie dental, colocación de una barrera de protección gingival para asegurar un sellado efectivo y prevenir que el gel irrite los tejidos blandos (PERDIGAO et al., 2004), aplicación del gel sobre la superficie del diente, si el caso lo amerita la colocación de luz o calor de acuerdo a las instrucciones del fabricante, renovación de la aplicación del gel (dos o tres veces) durante el procedimiento y limpieza de los dientes para su finalización.

Debido a su incremento en la concentración del peróxido provee un más rápido efecto de aclaramiento, sin embargo esto también incrementa el riesgo de sensibilidad dental (FEARON, 2007).

Kugel et al., (1997); Haywood, (2009) afirmaron que la combinación de esta técnica de aclaramiento de consultorio con la domiciliaria da mejores resultados. Razón por la cual la ADF., (2005) reporta que hay dos opciones posibles: en la primera opción se inicia con el aclaramiento en consultorio, para continuar inmediatamente con el aclaramiento domiciliario. La segunda opción, el tratamiento inicia con el aclaramiento domiciliario y puede ser seguido por una o dos sesiones de aclaramiento en consultorio si las coloraciones son particularmente resistentes. Esta combinación de las técnicas de aclaramiento ayudan a ahorrar tiempo sin perder las ventajas de las técnicas de aclaramiento domiciliario y en consultorio, sin embargo estas tienen las mismas desventajas.

Nocchi, (2008) reportó que actualmente en el mercado existen diferentes marcas de aclaramientos como indica la tabla 1, y según la marca varía su eficacia (Baratieri, 2009).

Marca comercial	Aclarador y concentración	Fabricante
Whiteness HP Maxx	Peróxido de hidrógeno al 35%	FGM
Whiteness HP	Peróxido de hidrógeno al 35%	FGM
Opalescence Xtra	Peróxido de hidrógeno al 35%	Ultradent
Opalescence Xtra Bosst	Peróxido de hidrógeno al 38%	Ultradent
Pola Office	Peróxido de hidrógeno al 35%	SDI
Apolo Elite	Peróxido de hidrógeno al 35%	DMC
Mix-One	Peróxido de hidrógeno al 35%	Villevie
Hi-Lite	Peróxido de hidrógeno al 35%	Shofu
Powergel	Peróxido de hidrógeno al 35%	Kreative
Whiteness Super Endo	Peróxido de carbamida al 37%	FGM
Pola Zing	Peróxido de carbamida al 35%	SDI

Tabla. 1 Diferentes marcas de aclaramientos disponibles en el mercado.

2.4 Efectos de los agentes de aclaramiento en los tejidos dentales duros

Investigaciones realizadas por Basting et al., (2003); Faraoni-Romano et al., (2008) afirmaron que los agentes de aclaramiento a base de peróxido de hidrógeno y carbamida en distintas concentraciones ocasionan un incremento en la rugosidad de la superficie del

esmalte y dentina (radicular). Sin embargo esta alteración es menor, al compararlo con un estudio realizado por Ernst et al., (1996) quien afirmó la existencia de una mayor alteración en la superficie del esmalte cuando esta es expuesta al ácido fosfórico que a un agente de aclaramiento.

Bistey et al., (2006) realizó un estudio in vitro para observar el efecto que se produce en el esmalte dental, en el cual empleó peróxido de hidrógeno en concentraciones del 10-20-30% por 30, 60 y 120 minutos utilizando un microscopio infrarrojo. Concluyendo de esta manera que los cambios ocasionados fueron directamente proporcionales a las concentraciones del peróxido, siendo estos más severos entre 30 a 60 minutos y 60 a 120 minutos en comparación con 0 y 30 minutos. Recomendando así la aplicación de bajas concentraciones de peróxido y tiempos cortos durante el aclaramiento para reducir la alteración en el esmalte dental.

Kawamoto y Tsujimoto (2004) realizó un estudio mediante la utilización de microscopio de escáner electrónico (SEM), en el cuál observó que las altas concentraciones de peróxido de hidrógeno aplicadas por largo tiempo disolvieron la dentina intertubular y peritubular, ocasionando lesión del tejido orgánico de la dentina. De la misma manera Chng et al., (2005) realizó un estudio in vitro para determinar los cambios en la superficie de la dentina ocasionada con una solución del 30% de peróxido de hidrógeno aplicado por 24 horas y usando un AFM (microscopio de fuerza atómica), dichas imágenes del AFM mostraron afectación de la dentina, ocasionado recesión de la dentina intertubular y erosión de la dentina peritubular, mostrándose esta más resistente debido a que es hipermineralizada y carece de colágeno.

Por otra parte, Pugh et al., (2005) investigó el efecto del peróxido de hidrógeno al 3.5%, 7% y 12% por 7 horas diarias durante 2 semanas. Observando que las bajas concentraciones del peróxido de hidrógeno no alteran la morfología del esmalte. Sin embargo Lopes et al., (2002) reportó que bajas concentraciones de peróxido de hidrógeno ocasiona alteración en la superficie morfológica del esmalte produciendo algunas zonas de erosión leve.

El esmalte dental tratado con una concentración del 10% de peróxido de carbamida no presenta cambios detectables en la morfología de la superficie (HAYWOOD et al., 1990; LOPES et al., 2002). Mientras que para otros autores como Shannon et al (1993), Bitter y Sanders et al., (1993), Leonard et al., (2001) observaron alteración de la superficie y apertura de la estructura del prisma del esmalte, siendo estas alteraciones revertidas dentro de 3 meses (TURKUN et al., 2002).

Las concentraciones del 35% de peróxido de carbamida produce cambios del componente inorgánico del esmalte (Oltu et al., 2000) e incrementa significativamente la rugosidad y alteraciones en la superficie morfológica (CAVALLI et al., 2004; MORAES et al., 2006) en 7 días de exposición (MORAES et al., 2006). Es así que a razón de este incremento de la superficie rugosa, los dientes son más susceptibles a las decoloraciones extrínsecas después del aclaramiento (DAHL et al., 2003; TREDWIN et al., 2006; FEARON, 2007), debido a que los productos de aclaramiento afectan a la capa más superficial del esmalte (OGIWARA et al., 2008).

Estudios realizados por Shannon et al., (1993) afirmaron que la microdureza del esmalte es afectada por la desmineralización o pérdida del contenido mineral del exterior de

la estructura del diente. El contenido mineral es el calcio y fósforo, que están presentes en los cristales de hidroxiapatita, los principales constructores de los bloques de tejido dental duro, además en la saliva, y el biofilm.

Moreira De Freitas et al., (2002); Arcari et al., (2005); Jiang et al., (2007) aseveraron que las propiedades ácidas de los agentes de aclaramiento (peróxido) podrían ser responsables de los cambios de los componentes minerales, sin embargo culminado este procedimiento de aclaramiento permite la remineralización y su incremento de los valores.

Patocnick et al., (2000); Basting et al., (2003); Tezel et al., (2007); Faraoni-Romano et al., (2008) aseguraron que el uso de peróxido de hidrógeno o carbamida en varias concentraciones disminuye la proporción Ca/P ocasionando desmineralización y por lo tanto alteración de la microdureza del esmalte y dentina radicular. Sin embargo una vez culminado el aclaramiento, los valores de microdureza incrementan, razón que se atribuye a la capacidad remineralizadora de la saliva, a la presencia protectora del biofilm y dieta.

Pugh et al (2005) evaluó el efecto del peróxido de hidrógeno al 3.5%, 7% y 12% por 7 horas diarias durante 2 semanas, aseverando que las bajas concentraciones del peróxido de hidrógeno no altera la microdureza del esmalte. Resultado que es corroborado por Totoda et al., (2008) quien afirmó que el 6% de peróxido de hidrógeno no produce efectos nocivos sobre la microdureza del esmalte humano después de 8 semanas de uso. Mientras que en una investigación elaborada por Lopes et al., (2002) afirmó que las bajas concentraciones de peróxido de hidrógeno ocasiona disminución de la microdureza y algunas áreas de erosión leve.

Además Lewinstein et al., (1994) afirmó que el aclaramiento en consultorio puede tener más efectos adversos al alterar el contenido mineral y la capa superficial de los tejidos dentales, debido a las altas concentraciones del peróxido usado. En tanto que el flúor presente en los enjuagues bucales restauró la dureza de la superficie del esmalte suavizado y la dentina. Información que es corroborada por Walsh (2000); Lee et al., (2006); Tezel et al (2007) quienes afirmaron que el empleo de concentraciones del 30-35% de peróxido de hidrógeno ocasiona una disminución en los valores de microdureza superficial del esmalte y la dentina. En investigaciones realizadas por Chng et al., (2005) afirmaron que el 30% de peróxido de hidrógeno aplicado por 24 horas, ocasiona una significativa disminución en la dureza de la dentina, en particular en dentina intertubular ya que el colágeno es su principal componente orgánico que constituye aproximadamente el 92% de la matriz orgánica.

Sheghi et al., (1992); Shannon et al., (1993); Rodrigues et al., (2001); Unlu et al., (2004) demostraron que el peróxido de carbamida del 10-15%, no afecta significativamente la microdureza superficial del esmalte y dentina. Sin embargo, la pérdida de minerales probablemente no fue suficiente para afectar a los valores promedio de microdureza (POTOCNIK et al., 2000), corroborado esto por investigaciones de Ulukapi (2007) quien demostró que no afecta la microdureza.

Esta disminución de calcio que produce el peróxido de carbamida al 10% es comparada con la disminución de calcio causada por una bebida carbonatada, es así que McCracken y Haywood, (1996) realizó una investigación en la cual sometió dientes a la acción de una bebida carbonatada por 2.5 minutos, dando como resultado una disminución de calcio, siendo este valor similar a la exposición de peróxido de carbamida al 10% por 6 horas.

Suliman et al., (2004) reportó que el peróxido de carbamida al 35% no produce cambios significantes en los valores de dureza del esmalte y dentina. Mientras que Efeoglu et al., (2007) realizó un estudio in vitro con la aplicación de peróxido de carbamida al 35% en esmalte humano por 2 horas, y almacenado en saliva artificial por 24 horas, dando como resultado una reducción significativa del contenido mineral, es decir de la microdureza.

2.5 Efectos de los agentes de aclaramiento en los tejidos dentales blandos

La afectación de los tejidos blandos debido al aclaramiento dental es uno de los efectos adversos más comunes. Investigadores como Walsh, (2000); Dahl et al., (2003) afirmaron que el peróxido de hidrógeno en una concentración del 30-35% es caústico para las membranas mucosas, es así que la exposición por períodos cortos de tiempo puede mostrar lesiones químicas en forma de eritema o desprendimiento de mucosa, mientras que la exposición por períodos prolongados puede causar inflamación o hiperplasia.

Otros autores consideran dos efectos principales, la irritación gingival que es principalmente mecánica (ajuste de la cubeta) o en segundo lugar química (irritación de los tejidos) (HAYWOOD, 2000), por el exceso del material en la cubeta (SULIEMAN, 2008). Razón por la cual se recomiendan la interrupción del tratamiento durante 1 o 2 días, junto con ajustes del protector nocturno, que usualmente alivia el problema (HAYWOOD et al., 1991).

El peróxido de hidrógeno o derivados del peróxido de carbamida cuando es aplicado directamente, penetran fácilmente la pared de la corona del diente y entra a la cámara pulpar pasando por la dentina (COOPER et al., 1992), en 15 minutos (BOWLES y UGWUNERI, 1987). Siendo esto afirmado por Minoux et al., (2008) quien realizó un estudio *in vivo*, en el cual revelaron que el peróxido de hidrógeno se difunde en la cámara pulpar dando como resultando una inflamación pulpar reversible, de igual manera Fugaro et al., (2004) evaluó los cambios histológicos en la pulpa dental después del aclaramiento en casa con 10% de peróxido de carbamida durante dos semanas, encontrando presencia de leves cambios histológicos, siendo estos reversibles después de 2 semanas.

Sin embargo existen varios factores que pueden influenciar en la penetración del peróxido en la pulpa como son: tiempo de tratamiento (PUGH et al., 2005), concentración del peróxido, presión positiva de la pulpa, presión osmótica de los geles (HANKS et al., 1993), incremento de la temperatura durante el procedimiento (BOWLES y UGWUNERI, 1987), los diversos productos de aclaramiento (THITINANTHAPAN et al., 1999) y la presencia de restauraciones en los dientes (BENETTI et al., 2004). Estudios desarrollados por Gokay et al., (2000a); Benetti et al., (2004) afirmaron que los dientes restaurados permiten mayor penetración de peróxido de hidrogeno en la cámara pulpar, en comparación con los dientes sanos, y esto se debe en gran parte a la microfiltración permitida por los materiales de restauración desajustados (GOKAY et al., 2000b).

En un estudio realizado por Camargo et al., (2007) para evaluar la cantidad de peróxido en el interior de la cámara pulpar después de aplicar el aclaramiento con 38% de peróxido de carbamida en dientes extraídos humanos y bovinos observó que en los dientes

de la especie bovina, la penetración de peróxido en la cámara de la pulpa fue menor que en los dientes humanos, esto se debe a el espesor mínimo de dentina en estos dientes.

El calor, ha sido utilizado para incrementar la penetración del peróxido de hidrógeno (McEVOY, 1989). Es así que una fuente de luz aplicada en la superficie del diente incrementa la velocidad de la reacción y acelera la descomposición del peróxido de hidrógeno en oxígeno y radicales libres perhydroxyl (SULIEMAN et al., 2005). Bowles y Thompson (1986) afirmaron que la combinación del calor con peróxido de hidrógeno produce daño celular en la pulpa, la misma que puede ser consecuencia de la inactivación de enzimas y de la posterior interrupción de la actividad normal celular. Siendo esto afirmado por Baik et al., (2001) y Sulieman et al., (2005) quienes reportaron que la aplicación de luz o calor generado por las lámparas durante el aclaramiento produce un aumento de la temperatura intrapulpar que se aproxima al daño pulpar, y a la vez acelera el proceso en el que ocurre el cambio de color (LUK et al., 2004).

Este incremento de la temperatura pulpar, asociada con la aplicación de la luz podría disminuirse mediante la reducción de la duración de irradiación de luz y aumentando el espesor del agente aclarador, puesto que disminuye la transmisión de energía de la luz a través del diente (LUK et al., 2004), esto se debe a que el agente aclarador actúa como una capa aislante protectora que reduce el incremento de la temperatura, y posee una gran cantidad de peróxido de hidrógeno y agua, y la evaporación de ambos podría producir un efecto refrigerante e hidratante(SULIEMAN et al., 2005). Es decir, el aumento de la temperatura puede mejorar el efecto del aclaramiento al acelerarlo, pero también tiene un efecto adverso ya que puede incrementar la sensibilidad (FEARON, 2007).

2.6 Sensibilidad dental

La sensibilidad dental es el efecto secundario más frecuente al realizar el aclaramiento (TAM., 1999). El promedio de duración de este efecto secundario es de 1 a 4 días, pero no necesariamente días consecutivos (HAYWOOD, 2000), sin embargo hay otros estudios que reportan una duración de hasta 39 días (LEONARD et al., 1997).

Haywood (1992), afirmó que este efecto se predispone con la edad del paciente, tamaño de la pulpa, presencia de dentina expuesta o cemento, caries o restauraciones desajustadas, debido a que permiten el paso fácil del peróxido de hidrógeno y urea a través del esmalte y dentina hasta la pulpa, dando como resultado una pulpitis irreversible (HAYWOOD et al., 1997) y actualmente reversible (MINOUX et al., 2008). Sin embargo, la mejor manera de reducir la inflamación de la pulpa causada por la sensibilidad dental es probablemente reducir el tiempo de exposición del agente aclarador y administrar analgésicos anti-inflamatorios (TAM, 1999).

Dahl y Pallesen (2003), reportaron que los pacientes con antecedentes de hipersensibilidad crónica pueden tener mayor riesgo para este tipo de efecto adverso. Dentro de este grupo están aquellos que presentan recesión gingival (JORGENSEN y CARROL, 2002). Además los factores predisponentes para el desarrollo de sensibilidad son el material rígido de la cubeta, contacto de los tejidos blandos, el vehículo de base, viscosidad, sabores o hábitos del paciente (HAYWOOD, 2000).

Leonard et al., (2004), afirmó que la sensibilidad dental y el desarrollo de otros efectos secundarios durante el aclaramiento, es un fenómeno multifactorial y no depende exclusivamente del uso de las soluciones de aclaramiento. Incluso la aplicación diaria de un agente desensibilizante en una población de riesgo lo previene o disminuye, puesto que

estos agentes están compuestos por nitrato de potasio del 3 - 5% y 0,11% de fluoruro, el cual se aplica durante 30 minutos antes del aclaramiento con el objetivo de disminuir la sensibilidad dental (HAYWOOD et al, 2001; SULIEMAN, 2008).

Haywood (2001) cita un artículo de Markowitz et al, 1992, el cuál dice que el nitrato de potasio pasa fácilmente a través del esmalte y la dentina hasta la pulpa en cuestión de minutos, tiene un efecto adormecedor o calmante sobre la transmisión nerviosa, y el flúor actúa como un bloqueador de los túbulos para limitar el flujo del fluido a la pulpa (FEARON, 2007), mediante la reducción de la permeabilidad de los túbulos dentinarios en sus orificios (TAM, 1999). Haywood y Heymann (1989) reportaron que la utilización de peróxido de carbamida al 10% ocasionó una ligera sensibilidad térmica y molestia, razón por la cual Braun et al., (2007) recomienda el uso de bajas concentraciones. El incremento de la temperatura puede mejorar el efecto del aclaramiento, pero también tiene un efecto adverso pues puede incrementar la sensibilidad (FEARON, 2007).

Por lo que si se desarrolla la sensibilidad durante el tratamiento, es necesario reducir el tiempo de aplicación, la concentración del producto, y el uso de pasta dental con fluoruros o soluciones (ADF., 2005).

El incremento de la concentración del peróxido provee un más rápido efecto del aclaramiento, sin embargo esto incrementa el riesgo de sensibilidad dental, es decir hay mayor riesgo de sensibilidad postoperatoria con el blanqueamiento en consultorio que con el blanqueamiento domiciliario (FERON., 2007), es así que estudios realizados por Cohen et al., (1979) reportaron una mayor incidencia de sensibilidad dental de 67–78% después del aclaramiento en consultorio con peróxido de hidrógeno, de la misma manera en una

investigación desarrollada por Leonard., (1998) afirmó que el aclaramiento domiciliario con peróxido de carbamida al 10% indicó que del 15 al 65% de los pacientes informaron un aumento de la sensibilidad dental.

2.7 Efecto sobre los procedimientos adhesivos

Los agentes de aclaramiento a base de peróxido de hidrógeno en concentraciones del 25-35% (CVITKO et al., 1991; DISHMAN et al., 1994; TITLEY et al., 1993), y peróxido de carbamida en una concentración del 10 al 20% (CVITKO et al., 1991; TITLEY et al., 1992; MILES et al., 1994; CAVALLI et al., 2001), reducen la fuerza de adhesión de la resina al esmalte dental, cuando se realiza el procedimiento adhesivo inmediatamente después del aclaramiento dental.

Incluso en estudios desarrollados por Bulut et al., (2005) y Kimyai et al., (2010) quienes realizaron aclaramiento con peróxido de carbamida al 10% por 8 horas diarias durante 7 días observaron una disminución de la fuerza de adhesión del esmalte al bracket cuando el procedimiento de adhesión se realiza inmediatamente después del aclaramiento.

Investigadores como Titley et al., (1993); Dishman et al., (1994); Lai et al., (2002); Basting et al., (2004) dicen que esta disminución puede estar relacionada a la presencia de peróxido residual en la superficie porosa del esmalte después del aclaramiento, ya que se degrada fácilmente, ocasionando una liberación retardada del oxígeno en el interior del esmalte que interfiere con la adhesión de la resina y retrasa la polimerización. Siendo esto

corroborado por Titley et al., (1991) quien observó en la superficie del esmalte tratado con peróxido de hidrógeno la existencia de largas áreas libres de resina, y por ende los tags de resina se mostraron escasos, cortos, mal definidos y estructuralmente incompletos.

La mayor concentración de peróxido de carbamida podría liberar mayor cantidad de productos de peróxido residual en el interior del esmalte y/o la dentina, retrasando el proceso de polimerización (BASTING et al., 2004), ya que a mayor tiempo de exposición hay una reducción significativa de la fuerza de adhesión (WALSH, 2000).

2.8 Métodos para evitar el compromiso de las fuerza de adhesión

Existen varios métodos, entre ellos se encuentran:

2.8.1 Remoción de la capa superficial del esmalte

La disminución de la fuerza adhesiva parece ser sólo un fenómeno de superficie, y no puede ser un factor si la capa superficial del esmalte se elimina después del aclaramiento (como en una preparación de carilla) (DISHMAN et al., (1994), por lo que la remoción más conservadora de esmalte puede ser suficiente para contrarrestar el efecto del aclaramiento, sin embargo esto requiere más estudios (CVITKO et al., 1991).

2.8.2 Uso de adhesivos que contengan solvente orgánico (acetona o alcohol etílico)

Barghi y Godwin, (1994) reportaron que para reducir o eliminar el efecto adverso del aclaramiento sobre la adhesión del composite al esmalte se debe tratar la superficie aclarada con una solución de desplazamiento de agua, es decir con un adhesivo que

contenga acetona, pero no menciona el tiempo de espera antes de la adhesión o si se realizó inmediatamente después del aclaramiento.

Sung et al., (1999) afirmó que los adhesivos a base de alcohol pueden ser capaces de reducir o eliminar los efectos perjudiciales del aclaramiento en la adhesión cuando la restauración se la realiza 5 días después del tratamiento, mientras que con los adhesivos a base de acetona la disminución de la fuerza adhesiva es más pronunciada.

Sin embargo en investigaciones realizadas por Nour et al., (2006) afirmaron que el compromiso de la fuerza de adhesión no fue revertido al emplear adhesivos a base de acetona o etanol, cuando la adhesión se realizó inmediatamente después del aclaramiento.

2.8.3 Retrasar los procedimientos de adhesión

Basting et al., (2004) considera que se deben retrasar los procedimientos adhesivos, por tal razón Barghi y Godwin et al., (1994); Tam, (2006b) recomiendan realizarlos después de una semana, Sulieman et al., (2008) después de dos semanas y Cavalli et al., (2001) después de tres semanas de terminado el aclaramiento dental .

2.8.4 Utilización de Ascorbato de sodio

La vitamina C es también conocida como ácido ascórbico, y cuando a este ácido se le une sodio se denomina ascorbato de sodio. (CHALLEM et al., 2008) que es un antioxidante natural. Hernández et al., (1999) reportó que los antioxidantes son sustancias que se utilizan para evitar o retardar la oxidación provocada por la luz, oxígeno, y las trazas metálicas. Ya que contrarrestan la acción de los radicales libres atacándolos y

proporcionándoles el electrón que les falta, uno de los antioxidantes más importantes y abundantes es la vitamina C (ROBERTS et al., 2003).

El ascorbato de sodio es un antioxidante ampliamente utilizado en la industria alimenticia, no tóxico, (LAI et al., 2002), neutral y biocompatible (KIMYAI et al., 2006; TURKUN et al., 2009). Rose et al., (1993) afirmó que por su acción antioxidante este se acumula en muchos tejidos, tanto en especies animales que la producen y en los que la absorben como vitamina, y que por la facilidad con que se oxida ha dado lugar a una utilidad comercial importante, siendo además eficaz para prevenir (o revertir) la oxidación en una amplia variedad de productos alimenticios.

Rose et al., (1993) y Lai et al., (2001) reportaron que los antioxidantes contrarrestan los efectos nocivos del peróxido de hidrógeno. Es así que la vitamina C o ascorbato de sodio, dona electrones con facilidad a los radicales libres, incluyendo a los radicales hidroxilo, superóxido e hipoclorito, lo cual es excelente para protegerle contra la oxidación (CHALLEM et al., 2008). Es decir actúa eliminando el oxígeno presente que facilita la reacción de oxidación (CUBERO et al., 2002).

Es poco probable que su uso intra-oral cree algún efecto adverso biológico o riesgo clínico (LAI et al., 2002), incluso al parecer su uso en la dentina no crea ningún efecto biológico adverso (VONGPHAN et al., 2005).

Estudios recientes han revelado que el uso del antioxidante ascorbato de sodio antes del proceso de adhesión revierte la reducción de la fuerza de adhesión inducida por el aclaramiento dental (LAI et al., 2001; LAI et al., 2002; TURKUN et al., 2004), esto se debe a que neutraliza el efecto de oxidación del agente de aclaramiento e incrementa la fuerza de adhesión del esmalte (KIMYAI y VALIZADEH, 2006; KIMYAI et al., 2010).

Lai et al., (2002); Turkun y Kaya, (2004), Turkun et al., (2009) afirman que el ascorbato de sodio al 10% es capaz de revertir el compromiso de la fuerza de adhesión, incluso es efectivo para revertir la fuerza de adhesión a los brackets (BULUT et al., 2005).

En el mercado existen dos formas de ascorbato de sodio en solución e hidrogel. La solución es neutral y antioxidante biocompatible, en condiciones clínicas la aplicación es difícil debido a su fluidez, ya que tarda mucho tiempo, a diferencia del hidrogel ya que es fácil su utilización, debido a que se lo puede colocar con una cubeta y es cómodo tanto para el paciente como para el clínico (KIMYAI y VALIZADEH, 2006; TURKUN et al., 2009), estudios realizados por Kimyai y Valizadeh., (2006) reportaron que no hay diferencia significativa en la fuerza de adhesión para estas dos presentaciones (KIMYAI y VALIZADEH, 2006).

Estudios sobre la concentración del ascorbato de sodio fueron realizadas por Lai et al.,(2002) quién utilizó solución al 10% por 3 horas, Turkun y Kaya., (2004) emplearon solución al 10% por 10 minutos, Kimyai y Valizadeh, (2006) usaron solución al 10% e hidrogel al 10 y 20% por 3 horas, Turkun et al., (2009) empleó solución al 10% por 10 minutos e hidrogel en concentraciones de 2.5, 5 y 10% por 2 horas, concluyendo de esta manera que las concentraciones inferiores al 10% no son suficientes para revertir este efecto adverso.

Con relación al tiempo de aplicación del ascorbato de sodio Turkun et al., (2009) realizó un estudio piloto en el cual utilizó 10% de hidrogel durante 10 minutos, 1, 2, 4, y 8 horas para determinar el periodo de aplicación, afirmando que la aplicación por más de 2 horas no aumentó significativamente el valor de la fuerza de adhesión, sin ofrecer ningún dato adicional, mientras que la expuesta por 10 minutos si fue eficaz. Sin embargo Lai et

al., (2002) empleó solución al 10% por 3 horas y Kimyai et al., (2006) utilizó solución al 10% e hidrogel al 20% por 3 horas obteniendo resultados favorables, ya que estos tiempos de aplicación si fueron capaces de revertir la fuerza de adhesión. Antes de ser grabadas con ácido fosfórico, los dientes tratados fueron inmersos en agua destilada por 10 minutos para disolver los cristales de ascorbato sódico que fueron depositados en la superficie de adhesión, logrando de esta manera revertir el compromiso sobre la fuerza de adhesión (LAI et al., 2002).

Por otra parte Khoroushi et al., (2010) afirmó que la resistencia a la fractura de los dientes tratados endodónticamente disminuye después del aclaramiento, sin embargo el uso de ascorbato de sodio como agente antioxidante revierte la disminución de la resistencia a la fractura.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Evaluar mediante pruebas de cizallamiento la fuerza de adhesión que presenta la resina al esmalte dental aclarado previa aplicación de un antioxidante: ascorbato de sodio al 10% antes de la adhesión.

3.2 Objetivos específicos

1. Evaluar mediante pruebas de cizallamiento la fuerza de adhesión que presenta la resina al esmalte dental aclarado con la técnica domiciliaria empleando peróxido de carbamida al 10%.
2. Evaluar mediante pruebas de cizallamiento la fuerza de adhesión que presenta la resina al esmalte dental aclarado mediante la técnica de consultorio con peróxido de hidrógeno al 38%.
3. Evaluar mediante pruebas de cizallamiento la fuerza de adhesión que presenta la resina al esmalte dental aclarado con peróxido de carbamida al 10% y peróxido de hidrógeno al 38% con la aplicación de ascorbato de sodio al 10% por 10 minutos antes de la adhesión.

4 Hipótesis

Con la aplicación de un antioxidante como es el ascorbato de sodio al 10%, aplicado por 10 minutos, antes de la adhesión en el esmalte dental aclarado con peróxido de hidrógeno o de carbamida se logra revertir la reducción de la fuerza de adhesión.

5 Materiales y métodos

5.1 Diseño de estudio

Estudio in vitro porque se ejecutará en dientes extraídos previamente de ganado vacuno, experimental porque serán sometidos a pruebas mecánicas, comparativo porque compararemos diferentes tipos de blanqueamiento, y analítico porque examinaremos los resultados obtenidos confiriéndolos o proyectándolos a la clínica.

5.2 Muestra

100 dientes incisivos mandibulares permanentes obtenidos de ganado vacuno (Fig. 1).



Fig. 1 Dientes bovinos seleccionados para el estudio.

Tras la extracción, se procedió a retirar el tejido residual, limpiarlos con piedra pómez, lavarlos y almacenarlos en agua, en refrigeración por un tiempo no mayor a dos meses.

Los dientes bovinos son de fácil obtención. Por tal razón Nakamichi et al., (1993) propone y defiende el uso de los dientes bovinos como sustitutos ideales de los dientes humanos en pruebas de adhesión, concluyendo que no existe diferencia de adhesión tanto para el esmalte humano como para el bovino, sin embargo los valores obtenidos fueron ligeramente menores en este último, Moriwaki et al., (1968) afirmó que el esmalte de la especie bovina tiene granos más grandes de cristal y más defectos en la red que el esmalte humano, ya que los dientes de la especie bovina se desarrolla más rápido antes y después de la erupción. Siendo esta la posible razón de la diferencia en la prueba de adhesión.

Además, el esmalte permanente bovino es poroso comparado con el esmalte humano (AMAECCHI et al., 1998), y el sustrato presenta menor cantidad mineral y una mayor concentración de carbonato, que es más susceptible al grabado ácido, es decir, en el mismo período de tiempo, la disolución de los cristales del esmalte, la apertura de los túbulos dentinarios y la desmineralización de dentina inter e intratubular son más pronunciadas en los dientes bovinos que en dientes humanos (LOPES et al., 2003).

5.2.1 Criterios de inclusión

- ✓ Incisivos mandibulares bovinos.
- ✓ Que exhiban poco o ningún desgaste.

- ✓ Que presenten áreas libres de hipoplasias.
- ✓ Almacenados por un tiempo no mayor a 2 meses.

5.2.2 Criterios de exclusión

- ✓ Que presenten destrucción coronaria por caries o fracturas.
- ✓ Presencia de grietas o irregularidades graves.
- ✓ Con desgastes excesivos.

5.3 Metodología

5.3.1 Preparación previa de los especímenes

Las raíces fueron removidas de las coronas en la unión cemento-esmalte, utilizando un disco de diamante de baja velocidad con abundante agua en spray (Fig 2).

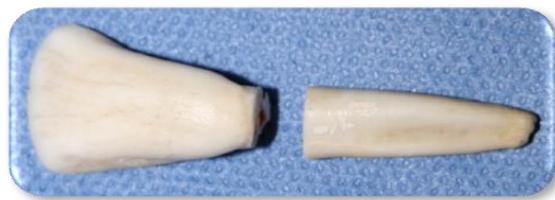


Fig. 2 Diente bovino separado la corona de la raíz.

Se retiró la pulpa coronal con un explorador dental y se lavaron las cámaras pulpares con agua, posteriormente se selló esta cavidad con una silicona de condensación para evitar la penetración de los monómeros acrílicos de auto-polimerización en las cámaras pulpares.

Se confeccionó un molde de acero inoxidable especialmente diseñado para el estudio con un diámetro de 5 cm y una altura de 1.7 cm, para colocar la corona del diente bovino en la resina acrílica de autopolimerización, con la superficie vestibular expuesta y la lingual incrustada en el acrílico previa creación de retenciones para mejorar su fijeza. (Fig. 3).



Fig. 3. Dispositivo diseñado para la elaboración de los moldes de acrílico y para la colocación de la corona bovina.

A continuación se aplanaron las superficies vestibulares del esmalte con un disco de lija de 600 granos, con el propósito de crear una superficie plana y al mismo tiempo eliminar la capa no prismática, hasta constatar visualmente la exposición de esmalte profundo.

Posteriormente se almacenaron las muestras en agua y en refrigeración hasta ser utilizadas en un período no superior a 2 semanas.

5.3.2 Grupos de estudio

Un total de 100 muestras se dividieron en forma aleatoria en cinco grupos, cada uno constituido por 20 especímenes, quedando los grupos constituidos como indica la tabla 2.

Grupos	N° especímenes	Tratamiento
A (Control)	20	Adhesión.
B	20	Blanqueamiento con 38% PH más adhesión.
C	20	Blanqueamiento con 38% PH más ascorbato de sodio más adhesión.
D	20	Blanqueamiento con 10% PC más adhesión.
E	20	Blanqueamiento con 10% PC más ascorbato de sodio más adhesión.

Tabla 2: grupos de estudio y tratamiento.

El Grupo A fue asignado como grupo control, estos no fueron aclarados, únicamente se realizó adhesión con el sistema adhesivo PQ1 (Ultradent).

El grupo B fue expuesto a peróxido de hidrógeno al 38% (Opalescence Xtra Boost, Ultradent) y el grupo D expuesto a peróxido de carbamida al 10% (Opalescence PF 10%, Ultradent) e inmediatamente a adhesión.

El Grupo C fue tratado con peróxido de hidrógeno al 38% (Opalescence Xtra Boost, Ultradent) y el Grupo E fue tratado con peróxido de carbamida al 10% (Opalescence PF 10%, Ultradent), posteriormente se aplicó ascorbato de sodio al 10% por 10 minutos e inmediatamente se realizó la adhesión.

5.3.3 Proceso de aclaramiento

Realizamos profilaxis con pasta de piedra pómez utilizando un cepillo profiláctico durante 20 segundos, para promover una limpieza completa de la superficie, ya que la manipulación e incrustación puede contaminar la superficie (OLIVEIRA et al., 2001).

En los grupos B y C se aplicó peróxido de hidrógeno al 38% (Opalescence Xtra Boost, Ultradent), por 3 semanas seguidas con tres aplicaciones cada uno (Fig.4).



Fig.4 Peróxido de hidrógeno al 38% (Opalescence Xtra Boost, Ultradent)

Para la primera aplicación se colocó el gel de aclaramiento sobre la superficie de esmalte, dejándolo actuar por 5 minutos (Fig. 5), transcurrido este tiempo aspiramos todo el gel con una succión, lavamos con agua por 30 segundos y secamos, para continuar con la segunda y tercera aplicación como se indicó anteriormente. Es decir que el aclaramiento se realizó por un lapso de 15 minutos, en una sola sesión. Terminado este procedimiento las muestras fueron almacenadas en saliva artificial en un recipiente de vidrio. Para culminar este tratamiento se realizó la segunda y tercera aplicación como indica el fabricante.



Fig. 5 Aplicación del gel de aclaramiento.

En los grupos D y E se aplicó peróxido de carbamida al 10% (Opalescence PF 10%, Ultradent) sobre la superficie de esmalte del diente incrustado durante 8 horas diarias por 7 días de acuerdo a las instrucciones del fabricante (Fig. 6a y 6b).



Fig. 6a Peróxido de carbamida al 10% (Opalescence PF10%, Ultradent).



Fig. 6b Aplicación del gel de aclaramiento.

Los especímenes fueron inmersos parcialmente en saliva artificial en un recipiente de vidrio, de modo que sólo la superficie de esmalte que se recubrió con el gel aclarador no entró en contacto con la saliva. Culminado el procedimiento diario de aclaramiento se aspiró todo el gel de los dientes con una succión, se enjuagó con agua por 30 segundos y se secaron. Finalmente los especímenes fueron almacenados el resto del día en saliva artificial.

5.3.4 Aplicación del antioxidante (ascorbato de sodio al 10%)

La solución de ascorbato de sodio al 10% fue preparada por el Dr. Carlos Fabara, Coordinador del Departamento de Química de la USFQ, por proceso de disolución de 150 gramos de ascorbato de sodio en 1500 ml de agua destilada para obtener la cantidad de 1500 ml de ascorbato de sodio al 10% con un pH 7 (Fig. 7).



Fig. 7 Preparación del ascorbato de sodio.

Los especímenes de los grupos C y E fueron tratados con 10ml de ascorbato de sodio durante 10 minutos, mismo que fue aplicado con una jeringa gota a gota con una velocidad de 1ml por minuto sobre la superficie de esmalte del diente incrustado y agitándolo continuamente con un microbrush (Fig. 8).



Fig. 8 Ascorbato de sodio al 10%.

Transcurridos los 10 minutos se enjuagó la superficie del esmalte con agua destilada por 30 segundos, con el objeto de disolver los cristales del ascorbato de sodio que fueron depositados sobre la superficie de adhesión (LAI et al., 2002).

5.3.5 Inmersión en saliva artificial

La saliva artificial submandibular según las tablas de Ciba Geigy., (1981) fue preparada por el Dr. Carlos Fabara, Coordinador del Departamento de Química de la USFQ por proceso de disolución. La composición de la saliva submandibular se observa en la tabla 3.

Bicarbonato de sodio	NaHCO₃	19 g
Cloruro de potasio	KCl	10.2 g
Cloruro de calcio	CaCl ₂ – 2H ₂ O	2 g
Cloruro de magnesio	MgCl ₂ – 6H ₂ O	0.19 g
Fosfato	NaH ₂ PO ₄	2.4 g
Agua destilada		10 L
pH	6,66	Ajustado con ácido láctico

Tabla 3. Composición de la Saliva Submandibular

Oltu et al., (2000) afirmó que la saliva tienen una acción remineralizadora, y este potencial existe en los sustitutos de la saliva que contienen iones calcio y fosfato (SHANNON et al., 1993), incluso es suficiente para proveer la disociación de los agentes de aclaramiento (MOREIRA DE FREITAS et al., 2002).

Los especímenes de los grupos B y C, fueron almacenados en saliva artificial por 2 semanas mientras que los grupos D y E fueron almacenados en saliva artificial por 7 días, con la característica que la solución de la saliva artificial fue cambiada diariamente durante estos períodos de tiempo (Fig. 9). Después los especímenes fueron removidos de la saliva y la superficie del esmalte fue enjuagada con agua en spray por 30 segundos.



Fig. 9 Almacenamiento de las muestras en saliva artificial.

5.3.6 Procedimiento de Adhesión

En los grupos A, B, C, D y E se realizó el grabado ácido con ácido fosfórico al 35% (Ultra-Etch, Ultradent) (Fig.10a y 10b) por 15 segundos, se enjuagó por 20 segundos con agua y aire. Con breves ráfagas de aire retiramos toda el agua visible sin desecar. Inmediatamente se aplicó dos capas uniformes de adhesivo (Henostroza, 2010) PQ1 (Ultradent) sobre la superficie vestibular del diente (Fig. 11a y 11b), lo secamos con aire a 10 mm por 10 segundos para eliminar el disolvente de alcohol, logrando una superficie brillante, y fotocuramos con lámpara VALO (Ultradent) por 20 segundos siguiendo las instrucciones del fabricante (Fig. 12).

VALO es una lámpara de fotocurado LED, de amplio espectro, con una longitud de onda de 395 - 480nm y tiene 3 modos de potencia: Potencia Estándar 1000mW/cm², Potencia Alta 1400mW/cm² y Potencia Extra 3200mW/cm².



Fig. 10a Ácido fosfórico al 35%
(Ultra-Etch, Ultradent).

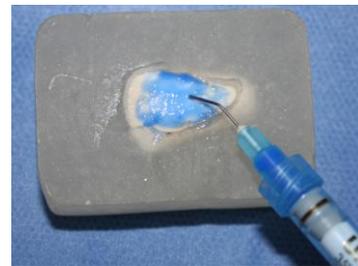


Fig. 10b Aplicación de ácido fosfórico al 35%
(Ultra-Etch, Ultradent).



Fig. 11a Adhesivo PQ1
(Ultradent).

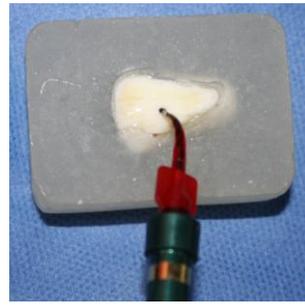


Fig. 11 Aplicación de PQ1
(Ultradent).



Fig. 12 Lámpara Led (VALO, Ultradent).

Adaptamos la matriz de teflón (Fig. 13a y 13b) que tiene un agujero en el centro de 3mm de diámetro y 5mm de longitud, a continuación se procedió a la inserción de la resina (Amelogen Plus, Ultradent) (Fig. 14) de forma incremental con la precaución que no exceda de 2,5 mm de espesor, empleando la técnica oblicua ya que permite incrementos del composite en forma de cuña para evitar una mayor distorsión de las paredes de la cavidad y reducir el factor C (DELIPERI, et al., 2002).

Fotocuramos cada capa de resina durante 20 segundos hasta completar la cavidad y retiramos la matriz de teflón. Finalmente almacenamos las muestras en agua destilada por 24 horas.

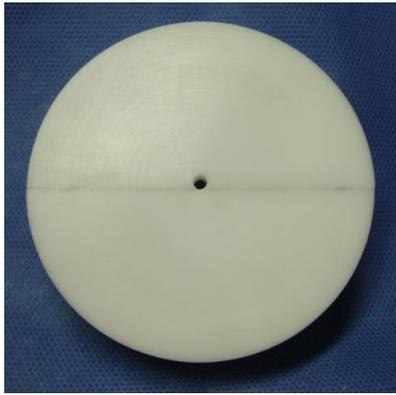


Fig. 13a Matriz de teflón vista superior.

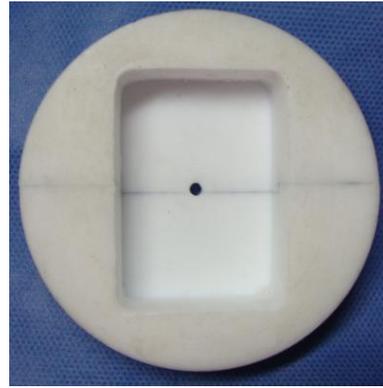


Fig. 13b Matriz de teflón vista inferior



Fig. 14 Resina (Amelogen Plus, Ultradent).

5.3.7 Preparación de las muestras para someter a pruebas de cizallamiento

Todos los cuerpos de prueba fueron introducidos en un dispositivo de acero inoxidable especialmente diseñado para el estudio con medidas de 5 cm de alto y 5 cm de diámetro. El cizallamiento de la fuerza de adhesión fue medido con JJ machine type T5002 (Fig. 15) que ejerció una carga estática vertical mediante una barra de metal sobre la sección de la resina a una velocidad de 1 milímetro/minuto.



Fig. 15 Máquina para pruebas de tensión y presión (JJ machine type T5002)

Los resultados fueron obtenidos en Newton, recolectados en fichas adecuadas para este estudio (tabla 4), y transformados a Megapascuales para ser sometidos al análisis estadístico correspondiente.

Grupo A			Grupo B			Grupo C			Grupo D			Grupo E		
	Newton	MPa		Newton	MPa		Newton	MPa		Newton	MPa		Newton	MPa
1	135	19,09	1	106	14,99	1	182	25,74	1	121	17,11	1	132	18,67
2	128	18,10	2	126	17,82	2	148	20,93	2	162	22,91	2	165	23,34
3	136	19,24	3	117	16,55	3	102	14,43	3	146	20,65	3	99	14,00
4	125	17,68	4	123	17,40	4	141	19,94	4	103	14,57	4	148	20,93
5	88	12,45	5	184	26,03	5	174	24,61	5	128	18,10	5	105	14,85
6	151	21,36	6	175	24,75	6	144	20,37	6	80	11,32	6	142	20,08
7	125	17,68	7	121	17,11	7	127	17,96	7	136	19,24	7	128	18,10
8	118	16,69	8	134	18,95	8	169	23,90	8	128	18,10	8	139	19,66
9	132	18,67	9	113	15,98	9	140	19,80	9	170	24,05	9	124	17,54
10	66	9,34	10	119	16,83	10	136	19,24	10	145	20,51	10	135	19,09
11	127	17,96	11	118	16,69	11	182	25,74	11	135	19,09	11	143	20,23
12	146	20,65	12	98	13,86	12	99	14,00	12	150	21,22	12	170	24,05
13	136	19,24	13	107	15,13	13	154	21,78	13	75	10,61	13	136	19,24
14	131	18,53	14	99	14,00	14	147	20,79	14	133	18,81	14	152	21,50
15	138	19,52	15	72	10,18	15	136	19,24	15	56	7,92	15	156	22,07
16	141	19,94	16	109	15,42	16	148	20,93	16	112	15,84	16	175	24,75
17	78	11,03	17	128	18,10	17	173	24,47	17	99	14,00	17	152	21,50
18	133	18,81	18	133	18,81	18	154	21,78	18	86	12,16	18	168	23,76
19	145	20,51	19	164	23,20	19	138	19,52	19	132	18,67	19	154	21,78
20	129	18,25	20	125	17,68	20	descartó		20	114	16,12	20	126	17,82

Tabla 4. Fichas de recolección de datos

6 Resultados

Se consideraron los valores mostrados en las tablas de recolección de datos, que inicialmente fueron levantados en Newton (N) y posteriormente transformados a Megapascuales (MPa). La transformación se la logró mediante la relación:

$$MPa = \frac{N}{A \text{ mm}^2}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

Donde:

MPa = megapascal

N = medida en Newton (dada por el equipo)

A = área del círculo

π = pi

π = 3.1416

d^2 = diámetro de la muestra al cuadrado

d^2 = 9

Logrando:

$$A = \frac{3.1416 \times 9}{4} = 7.06 \text{ mm}^2$$

$$MPa = \frac{N}{7.06 \text{ mm}^2}$$

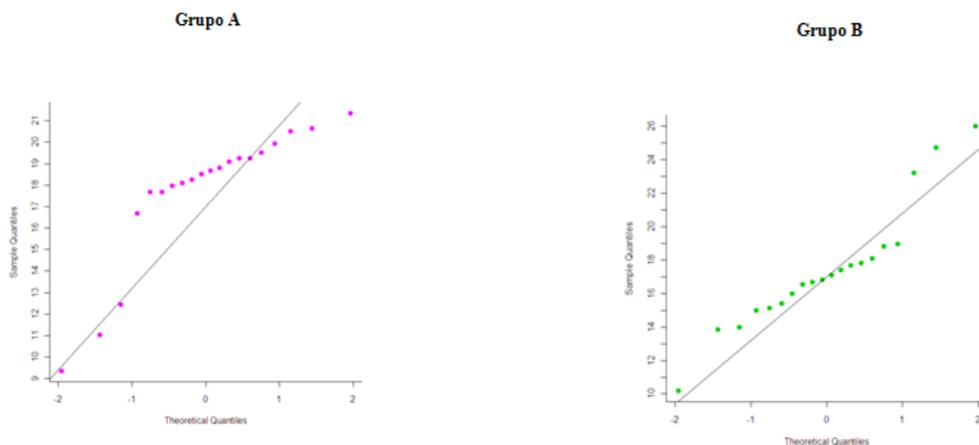
6.1 Estadística descriptiva

Los resultados de cizallamiento de la fuerza de adhesión en MPa para los grupos son mostrados en Tabla 5:

Grupo	Mínimo	Máximo	Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
A	9.34	21.36	18.60	17.68	17.74	3.17
B	10.18	26.03	16.97	10.18	17.47	3.71
C	14.00	25.74	20.79	19.24	20.80	3.26
D	7.92	24.05	18.10	18.10	17.05	4.24
E	14.00	25.75	20.16	21.50	20.15	2.87

Tabla. 5 Cizallamiento de la fuerza de adhesión en MPa

Para verificar si los datos son ajustables a un modelo normal, se presentan los diagramas Q-Q plot (Figura 16) que permiten observar el ajuste y se realizan las pruebas de Kolmogorov-Smirnof, la cual arroja valores de significancia superiores a 0.065; por lo cual se puede no rechazar la hipótesis de que los Mpa de cada grupo se ajustan a una distribución normal.



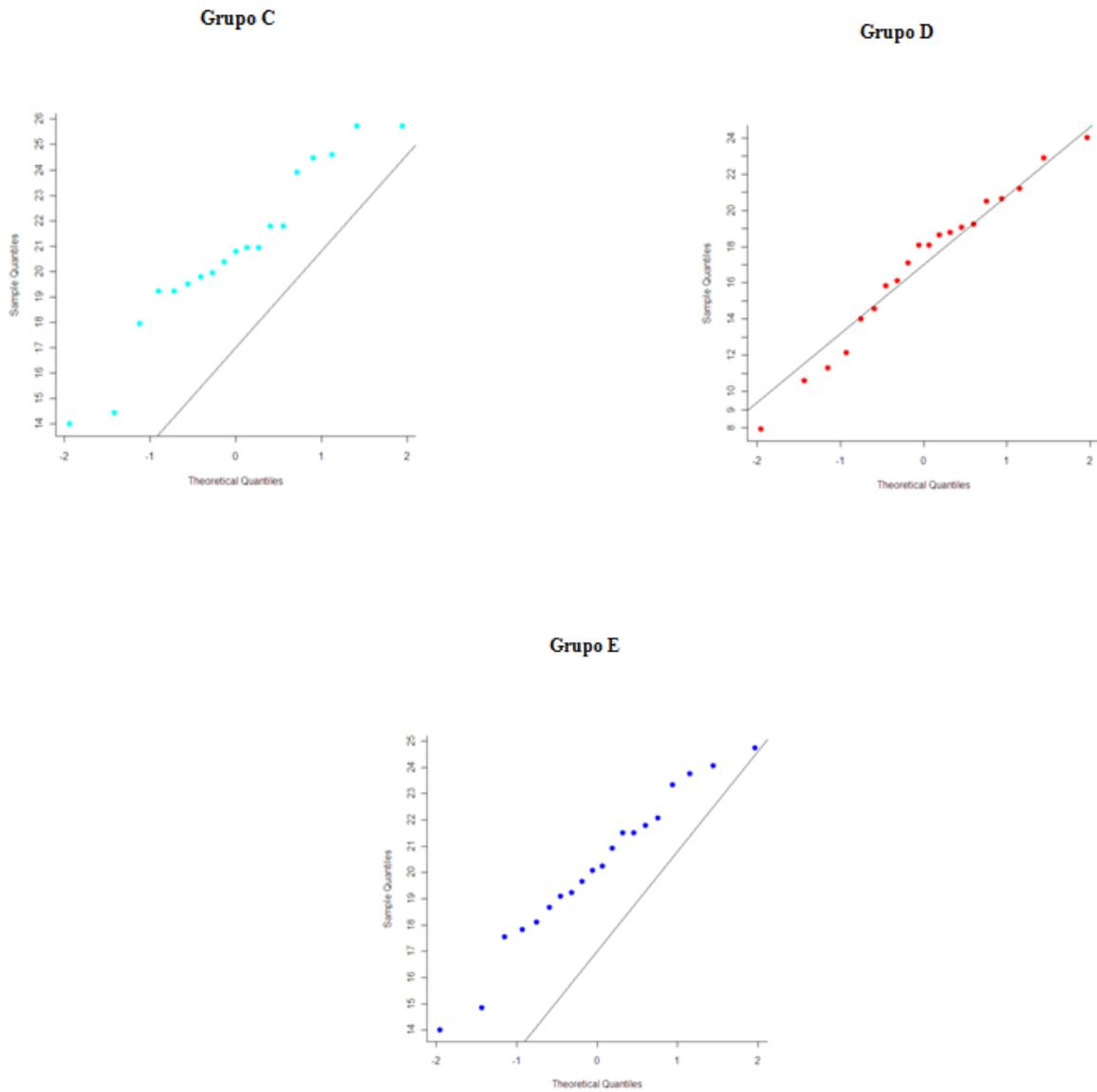


Fig. 16 Diagramas Q-Q (Grupo A: Grupo control. Grupo B: PH más adhesión. Grupo C: PH más adhesión más antioxidante. Grupo D: PC más adhesión. Grupo E: PC más adhesión más antioxidante.)

6.2. Análisis de ANOVA

Para realizar el análisis de varianza (ANOVA), se verificaron que cumplan con los tres requisitos: Normalidad, varianzas iguales e independencia entre grupos.

Se verificaron que los datos de cada grupo se ajusten a la distribución normal, lo cual se observó en la sección anterior. Además, se comprobó que las variabilidades (varianzas) no tengan diferencias significativas; para lo cual se realiza una prueba de homogeneidad de varianza denominada prueba de Levene que arroja un valor $p = 0.439$, lo cual permite asumir el segundo supuesto del ANOVA. Finalmente la independencia de los datos (requisito del ANOVA) se supone en función de la metodología de toma de información.

ANOVA (Análisis de Varianza) contrasta las siguientes hipótesis:

H_0 : Los promedios de los grupos estudiados son iguales.

H_1 : Algún promedio es diferente.

El resultado de realizar el ANOVA arroja un valor $p = 0.002$, lo cual indicaría que la hipótesis nula “los promedios de los grupos estudiados son iguales” debe ser rechazada en favor de no rechazar la hipótesis alternativa: “Algún promedio es diferente”.

De esta manera, se puede concluir que al menos una de las condiciones presenta una resistencia promedio diferente a las demás. Para indagar cual de las condiciones es la que presenta un promedio diferente a las demás, se pueden ensayar varias técnicas de comparaciones múltiples, sin embargo, para este trabajo se consideran los intervalos de confianza de los MPa promedios para cada grupo.

6.3. Intervalos de confianza para la media

Se presenta a continuación los intervalos de confianza para los MPa promedio de cada grupo, el cual se refleja en la Figura 17:

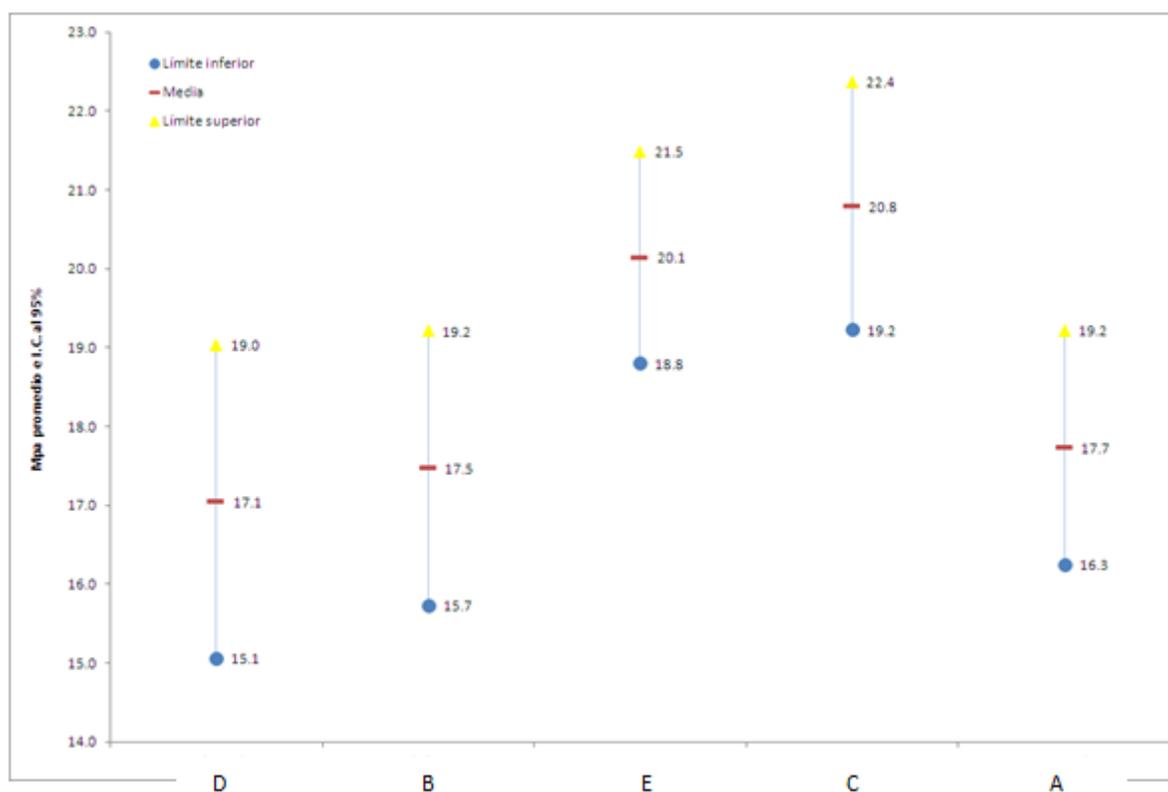


Fig. 17: Intervalos de confianza al 95% para Mpa promedio por grupo

De esta manera, se puede notar que el grupo A presenta 17.7 MPa que en comparación con los grupos B y D presentan estos un valor menor, mientras que los de mayor MPa están dados por grupos E y C.

7 **Discusión**

Los dientes bovinos son ampliamente utilizados como sustitutos de los dientes humanos en pruebas de adhesión, es así que investigadores como Nakamichi et al., (1993) los evaluó, y concluyó que no existe diferencia en la adhesión tanto para el esmalte humano como para el bovino, además considerando la difícil obtención de los dientes humanos fueron empleados en el presente estudio estos dientes bovinos.

El aclaramiento externo de los dientes vitales es uno de los procedimientos más solicitados en odontología, y se basa en el uso directo de peróxido de hidrógeno o de su precursor el peróxido de carbamida (MINOUX et al., 2008).

Bottino et al., (2008) afirmó que el peróxido de carbamida debido a su inestabilidad se va a degradar en peróxido de hidrógeno, que a su vez fluye libremente a través del esmalte y dentina (BOKSMAN, 2006), se descompone en agua, oxígeno, y libera radicales libres perhidroxilos por períodos cortos de tiempo, mismo que es muy reactivo y oxidante, ya que rompe cadenas de macromoléculas en pequeñas cadenas de micromoléculas, que serán arrastradas a la superficie por difusión (FASANARO, 1992, GREENWALL, 2002) (GREENWALL, 2002).

Matis et al., (1999) y Haywood., (2006) reportaron que la diferencia en sí, entre estas dos sustancias radica principalmente en que el peróxido de hidrógeno se libera en un periodo de tiempo entre 30 a 60 minutos y el de carbamida libera libera el 50% de su principio activo en las primeras dos horas, y el otro 50% de una manera sostenida hasta en las 10 horas subsecuentes.

El aclaramiento dental a menudo va acompañado del remplazo de restauraciones estéticas existentes inmediatamente después de este procedimiento. Sin embargo numerosos estudios han demostrado una reducción de la fuerza de adhesión del esmalte cuando estos procedimientos restauradores son realizados inmediatamente después del aclaramiento con peróxido de hidrógeno (TITLEY et al., 1993; DISHMAN et al., 1994; LAI et al., 2002; BASTING et al., 2004) con peróxido de hidrógeno (CVITKO et al., 1991; DISHMAN et al., 1994; TITLEY et al., 1993; WALSH, 2000) y con peróxido de carbamida (CVITKO et al., 1991; TITLEY et al., 1992; MILES et al., 1994; CAVALLI et al., 2001) en distintas concentraciones, siendo esta reducción atribuida a la presencia de peróxido residual del agente aclarador, ya que interfiere con la adhesión y retrasa la polimerización de la resina (TITLEY et al., 1993; DISHMAN et al., 1994; LAI et al., 2002; BASTING et al., 2004). Además hay estudios que afirman la existencia de una disminución de la fuerza de adhesión del esmalte al bracket cuando el procedimiento de adhesión se realiza inmediatamente después del aclaramiento dental (BULUT et al., 2005 y KIMYAI et al., 2010).

Por tal razón se han empleado varias técnicas para solucionar este problema clínico como son: la remoción de la capa superficial del esmalte después del aclaramiento (CVITKO et al., 1991), utilización de adhesivos que contengan solvente orgánico (acetona o alcohol etílico) (BARGHI y GODWIN, 1994; SUNG et al., 1999), retraso de los procedimientos adhesivos, una semana (BARGHI y GODWIN et al., 1994; TAM, 2006b), dos semanas (SULIEMAN et al., 2008), e incluso tres semanas (CAVALLI et al., 2001) no observando en la literatura un criterio unificado a este respecto y con la utilización de un antioxidante del tipo ascorbato de sodio al 10% (LAI et al., 2002; TURKUN y KAYA,

2004; TURKUN et al., 2009) como el que fue empleado en este estudio, se encontraron también diferencia de criterios en cuanto al tiempo de aplicación.

La vitamina C es conocida como ácido ascórbico y cuando se le une sodio se denomina ascorbato de sodio. (CHALLEM et al., 2008). El ascorbato de sodio es un antioxidante y su función es evitar o retardar la oxidación inducida por la luz, el oxígeno, y las trazas metálicas (HERNÁNDEZ et al., 1999), siendo ampliamente utilizado en la industria alimenticia, no siendo considerado tóxico (LAI et al., 2002; KIMYAI et al., 2006; TURKUN et al., 2009). Su utilización en odontología ha sido ampliamente reportado, por Lai et al., (2001); Lai et al., (2002); Turkun et al., (2004), Kimyai y Valizadeh., (2006), Kimyai et al., (2010), afirmando que no produce efectos biológicos adversos o riesgos clínicos y que al ser utilizado después del proceso de aclaramiento y antes de la adhesión, revertería la reducción de la fuerza de adhesión inducida por el aclaramiento.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio el aclaramiento con peróxido de carbamida al 10% y peróxido de hidrogeno al 38% producen una reducción significativa en los valores de la fuerza de adhesión comparados con el grupo control, resultados que coinciden con previas investigaciones desarrolladas por Spyrides et al., (2000) y Miguel et al., (2004), siendo esta reducción según Titley al., (1993); Dishman et al., (1994); Lai et al., (2002); Basting et al., (2004), atribuida a la presencia de peróxido residual del agente aclarador, ya que interfiere con la adhesión y retarda la polimerización de la resina.

Además estos resultados revelan la existencia de una mayor reducción de la fuerza de adhesión en el grupo tratado con un agente aclarador domiciliario (peróxido de

carbamida al 10%) en comparación con agente aclarador de consultorio (peróxido de hidrógeno al 38%), corroborado esto por Barghi y Godwin, (1994); Spyrides et al., (2000) y Nour et al., (2006), esto se debe a que el uso del aclaramiento domiciliario es más prolongado (mínimo 5 horas), y mientras más baja sea la concentración del principio activo menos sensibilidad post-aclaramiento, pero mayor posibilidad de afectación de las fuerzas de adhesión, por la exposición prolongada al principio activo, que estaría permitiendo la presencia de mayor cantidad de oxígeno residual y talvés una penetración más profunda en la intimidad de las estructuras dentarias. Incluso la mayor concentración de peróxido de carbamida podría liberar mayor cantidad de productos de peróxido residual en el esmalte y/o la dentina, retrasando el proceso de polimerización (BASTING et al., 2004). Por lo tanto a mayor tiempo de exposición de un agente aclarador, mayor reducción de las fuerzas de adhesión (WALSH, 2000).

Los valores obtenidos en este estudio, revelaron una diferencia significativa de la fuerza de adhesión entre los grupos B y D sometidos a aclaramiento con PH al 38% y PC al 10% respectivamente y los grupos C y E sometidos a aclaramiento más tratamiento antioxidante (ascorbato de sodio al 10%), siendo mayores los valores obtenidos con estos últimos grupos ya que mejoró la fuerza de adhesión después del aclaramiento, incluso superando al grupo control, donde no fue realizado ningún aclaramiento, razón por la que se le atribuye al ascorbato de sodio un efecto neutralizador de la oxidación del agente de aclaramiento logrando el incremento de la fuerza de adhesión al esmalte, resultados que coinciden con los reportados por Lai et al., (2002); Turkun et al., (2004), Kimyai y Valizadeh., (2006), Kimyai et al., (2010). Es decir el ascorbato de sodio permite evidenciar

una diferencia numerica aunque estadísticamente no existe diferencia significativa, pero beneficia la estructura dental permitiendo que los agentes adhesivos actúen de forma más eficaz.

En la literatura hay varios reportes con relación al tiempo de aplicación del ascorbato de sodio al 10%, es así que Turkun et al., (2004), Kaya et al., (2008), Turkun et al., (2009), lo emplearon por 10 minutos, ya que sería un tiempo razonable para su empleo en clínica, donde los valores de resistencia adhesiva se benefician y en la práctica clínica resultan un tiempo razonable. Sin embargo Turkun et al., (2009) refiere que tiempos mayores por 2 horas no produjo ninguna mejora significativa en los procedimientos adhesivos resultando ineficaces, por esta razón en este estudio se aplicó por 10 minutos el antioxidante. Mientras que estudios realizados Lai et al., (2002) y Kimyai et al., (2006) quienes emplearon ascorbato de sodio en solución al 10% e hidrogel al 20% respectivamente por 3 horas reportaron resultados favorables, ya que estos tiempos de aplicación si fueron capaces de revertir la fuerza de adhesión.

Durante la ejecución de esta investigación, al realizar la separación de la corona con la raíz utilizando discos de diamante se pudo percibir un calentamiento en la pieza dental, por lo que la refrigeración continua durante el corte del diente se hace necesario, ya que este calentamiento probablemente puede afectar la fuerza adhesiva, lo cual también debería ser investigado.

8 Conclusiones

Dentro de las limitaciones de este estudio, se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

1. Los tratamientos de aclaramiento, tanto domiciliario como de consultorio utilizando peróxido de carbamida al 10% y peróxido de hidrógeno al 38% provocaron una reducción de la fuerza de adhesión en comparación con el grupo control.
2. Los resultados de las pruebas de cizallamiento mostraron la ausencia de diferencia significativa en cuanto a la resistencia adhesiva tras la aplicación del aclaramiento domiciliario con peróxido de carbamida al 10% y del aclaramiento en consultorio con peróxido de hidrógeno al 38%, sin embargo el aclaramiento domiciliario produciría una mayor reducción de la fuerza de adhesión probablemente por la exposición prolongada al agente activo.
3. La aplicación de la solución de ascorbato de sodio al 10% por 10 minutos después del aclaramiento, y previo a los procedimientos restauradores, incrementan la fuerza de adhesión de la resina al esmalte dental de dientes sometidos a tratamiento de aclaramiento tanto con peróxido de carbamida como con peróxido de hidrógeno.

9 Bibliografía

1. ADA Y Thompson PDR. Guía ADA/PDR de Terapéutica Dental. 4ª ed. Madrid: Ripano; 2009.
2. ADF. Tooth bleaching treatments A Review. Paris, France; 2005.
3. Amaechi B, Higham S, Edgar W. Efficacy of Sterilisation Methods and Their Effect on Enamel Demineralisation. *Caries Res* 1998; 32: 441-446.
4. Arcari G, Baratieri L, Maia H, De Freitas S. Influence of the duration of treatment using a 10% carbamide peroxide bleaching gel on dentin surface microhardness: An in situ study. *Quintessence Int.* 2005; 36: 15–24.
5. Baik J, Rueggeberg F, Liewehr F. Effect of light-enhanced bleaching in vitro surface and intrapulpar temperature rise. *J Esthet Restor Dent.* 2001; 13: 370-378.
6. Barghi N, Godwin J. Reducing the adverse effect of bleaching on composite-enamel bond. *J Esthetic Dent.* 1994; 6: 157–161.
7. Basting RT, Rodrigues AL, Campos M. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *JADA* 2003; 134: 1335-1342.

8. Basting T.T, Rodrigues J.A, Serra M.C, Pimenta L.A. Shear bond strength of enamel treated with seven carbamide peroxide bleaching agents. *J Esthet Resto Dent* 2004; 16: 250–260.
9. Benetti A, Valera M, Mancini M, Miranda C, Balducci I. In vitro penetration of bleaching agents into the pulp chamber. *Int. Endod J.* 2004; 37: 120-124.
10. Bistey T, Nagy I, Simo A, Hegedus C. In vitro FT-IR study of the effects of hydrogen peroxide on superficial tooth enamel. *J Dent* 2006; 35: 325-330.
11. Bitter N. Sander J. The effect of four bleaching agents on the enamel surface. A scanning electron microscopic study. *Quintessence Int.* 1993; 24; 817-824.
12. Booksman L. Current status of tooth whitening. *Dentistry today* 2006; 25: 1-5.
13. Bottino Marco Antonio. *Nuevas Tendencias 1: Odontología estética.* Sao Paulo: Artes Médicas Latinoamericana; 2008.
14. Bowles W, Thompson L. Vital bleaching: the effects of heat and hydrogen peroxide on pulpal enzymes. *J Endod.* 1986; 12: 108 -112.
15. Bowles W, Ugwuneri Z. Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *J Endod* 1987; 13: 375-377.

16. Braun A, Jepsen S, Krause F. Spectrophotometric and visual evaluation of vital tooth bleaching employing different carbamide peroxide concentrations. *Dent Mat* 2007; 23: 165–169.
17. Bulut H, Kaya A, Turkun M. Tensile bond strength of brackets after antioxidant treatment on bleached teeth. *Eur J Orthod* 2005; 27: 466-471.
18. Camargo S, Carneiro M, Ribeiro C, Gasparoto M, Maciel M. Penetration of 38% Hydrogen Peroxide into the Pulp Chamber in Bovine and Human Teeth Submitted to Office Bleach Technique. *JOE* 2007; 33: 9.
19. Cavalli V, Reis A, Giannini M, Ambrosano G. The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent* 2001; 26: 597-602.
20. Cavalli V, Arrais CA, Giannini M, Ambrosano GM. High-concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. *J Oral Rehabil.* 2004; 31: 155–159.
21. Challem J, Block M. *Antioxidantes Naturales*. Nowtilus S.L., 2008. España.

22. Chng H, Ramli H, Yap A, Lim C. Effect of hydrogen peroxide on intertubular dentine. *J Dent* 2005; 33: 363–369.
23. Cohen S, Chase C. Human pulpal response to bleaching procedures on vital teeth. *J Endod*. 1979; 5: 134-138.
24. Ciba-Geigy. *Geigy Scientific Tables*. 1 Vol. New Jersey: CIBA-GEIGY; 1981.
25. Cooper J, Bokmeyer T, Bowles W. Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents. *J Endod* 1992; 18: 315-317.
26. Cubero N, Monferrer A, Villalta J. *Aditivos Alimentarios*. Mundi Prensa. Madrid 2002.
27. Cvitko E, Denehy G, Swift E Jr, Pires J. Bond strength of composite resin to enamel bleached with carbamide peroxide. *J Esthetic Dent* 1991; 3: 100–102.
28. Dahl J.E, Pallessen U. Tooth bleaching. A critical Review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003; 14 (4): 292 – 304.
29. Dishman M, Covey D, Baughan L. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. *Dent Mater* 1994; 9: 33-36.

30. Efeoglu N, Wood D, Efeoglu C. Microcomputerised tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel. *J Dent* 2005; 33 (7): 561-567.
31. Ernst C, Marroquin B, Willershausen-Zonnchen B. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int* 1996; 27: 53-56.
32. Faraoni-Romano JJ, Silveira, Turssi CP, Serra MC. Bleaching Agents with Varying Concentrations of Carbamide and/or Hydrogen Peroxides: Effect on Dental Microhardness and Roughness. *J Esthet Restor Dent* 2008; 20: 395-402.
33. Fasanaro T, Bleaching Teeth: History, Chemicals, and Methods Used for Common Tooth Discolorations. *J Esthet Dent* 1992; 4: 71–78.
34. Fearon, J. Tooth whitening: concepts and controversies. *J Ir Dent Assoc.* 2007; 53:132-140.
35. Fugaro J, Nordahl I, Fugaro O, Matis B, Mjor I. Pulp reaction to vital bleaching. *Operative Dentistry.* 2004; 29: 363-368.

36. Gokay O, Yilmaz F, Akin S, Tuncbilek M, Rahmiye E. Penetration of the pulp chamber by bleaching agents in teeth restored with various restorative materials. *J Endod* 2000; 26: 92-94.
37. Gokay O, Tuncbilek M, Ertan R. Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents on teeth restored with a composite resin. *J Oral Rehabil.* 2000; 27: 428-431.
38. Greenwall LH. Técnicas de blanqueamiento en odontología restauradora. Guía ilustrada. Barcelona, España: STM Editores; 2002.
39. Hanks C, Fat J, Wataha J, Corcoran J. Cytotoxicity and Dentin Permeability of Carbamide Peroxide and Hydrogen Peroxide Vital Bleaching Materials, in vitro. *J Dent Res* May. 1993; 72: 931-938.
40. Haywood VB, Heymann H. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 1989;20; 173-176.
41. Haywood VB, Heymann H. Nightguard vital bleaching: how safe is it? *Quintessence Int.* 1991; 22: 515–523.

42. Haywood VB. History, safety and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the night-guard vital bleaching technique. *Quintessence Int* 1992; 23 (7): 471-488.
43. Haywood VB. Nightguard vital bleaching and in office bleaching. *Contemporary Esthetics and Restorative Practice* 1998; 2: 78-81.
44. Haywood VB. Current status of nightguard vital bleaching. *Compendium*. 2000; 21: 10-17.
45. Haywood VB, A comparison of at-home and in-office bleaching. *Dentistry Today* 2000b; 19: 44-53.
46. Haywood VB, Caughman WF, Frazier KB, Myers ML. tray delivery of potassium nitrate-fluoride to reduce bleaching sensitivity. *Quintessence Int* 2001; 32; 105-109.
47. Haywood VB. Nightguard Vital Bleaching: Indications and Limitations. *US Dent* 2006: 2-8.
48. Haywood VB. In-Office Bleaching: Lights, Applications, and Outcomes. *Current Practice*, Volume 16, Number 4, 2009.

49. Hegedus C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent* 1999; 27: 509-515.
50. Henostroza G. *Estética: en odontología restauradora*. Madrid: Ripano; 2006.
51. Hernández H, Sastre A. *Tratado de nutrición*. Diaz de Santos. Madrid 1999.
52. Heymann H, Goldstein R, Haywood VB, Freedman G. Bleaching of vital teeth. *Quintessence Int*. 1997; 28; 420 – 427.
53. Jiang T, Ma X, Wang Y, Zhu Z, Tong H, Hu J. Effects of Hydrogen Peroxide on Human Dentin Structure. *J Dent Res*. 2007; 86: 1040-1045.
54. Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *J Dent* 2007; 35: 889 – 896.
55. Jorgensen M, Carroll W. Incidence of tooth sensitivity after home whitening treatment. *J Am Dent Assoc* 2002; 133: 1076-1082.
56. Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod* 2004; 30: 45 – 50.

57. Khoroushi M, Feiz A, Khodamoradi R. Fracture Resistance of Endodontically treated Teeth: Effect of Combination Bleaching and an Antioxidant. *Operative Dentistry* 2010; 35: 530-537 (abstract).
58. Kimyai S, Valizadeh H. The effect of hydrogel and solution of sodium ascorbate on bond strength in bleached enamel. *Oper Dent* 2006; 31: 496-499.
59. Kimyai S, Savadi S, Rafi A, Valizadeh H, Ahmad A, Norooz Z. Comparison of the effect of hydrogel and solution forms of sodium ascorbate on orthodontic bracket-enamel shear bond strength immediately after bleaching: An *in vitro* study. *Indian J Dent Res* 2010; 21: 54-58.
60. Kugel G, Petkevis J, Gurgan S, Doherty E. Separate Whitening Effects on Enamel and Dentin After Fourteen Days. *JOE* 2006; 33: 34-37.
61. Lai S, Makl Y, Cheungl G, Osorio R, Toledano M, Carvalho R, Tayl F, Pashley D. Reversal of Compromised Bonding to Oxidized Etched Dentin. *J Dent Res* 2001; 80:1919-1924.
62. Lai S, Tay F, Cheung G, Mak Y, Carvalho R, Wei S, Toledano M, Osorio R, Pashley D. Reversal of Compromised Bonding in Bleached Enamel. *J Dent Res* 2002; 81:477-481.

63. Lee K, Kim H, Kim K, Kwon Y. Mineral loss from bovine enamel by a 30% hydrogen peroxide solution. *J Oral Rehabil* 2006; 33: 229-233.
64. Leonard R, Haywood V, Phillips C. Risk factors for developing tooth sensitivity and gingival irritation associated with nightguard vital bleaching. *Quintessence Int.* 1997; 28: 527–534.
65. Leonard R. Efficacy, longevity, side effects and patient perceptions of nightguard vital bleaching. *Compend Contin Educ Dent* 1998; 19: 766-774.
66. Leonard R, Eagle J, Garland G, Matthews K, Rudd A, Phillips C. Nightguard vital bleaching and its effect on enamel surface morphology. *J Esthet Restor Dent.* 2001; 13: 132–139.
67. Leonard RH Jr, Smith LR, Garland GE, Caplan DJ. Desensitizing agent efficacy during whitening in an at-risk population. *J Esthet Restor Dent* 2004; 16: 49–55.
68. Leonard R, Smith L, Garland G, Tiwana K, Zaidel L, Pugh G, Lin N. Evaluation of Side Effects and Patients' Perceptions during Tooth Bleaching. *J Esthet Restor Dent* 2007; 19: 355–366.

69. Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A, Rotstein I. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. *J Endod* 1994; 20: 61-63.
70. Lopes G, Bonisconi L, Baratieri L, Vieira L, Monteiro S. Effect of bleaching agents on the hardness and Morphology of enamel. *J Esthet Restor Dent*. 2002; 14: 24–30.
71. Lopes M, Coelho M, Correr L, Consani S. Comparative study of the dental substrate used in shear bond strength tests. *Pesqui Odontol Bras* 2003; 17: 171-5.
72. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *JADA*. 2004; 135: 194-201.
73. Matis B, Gaiao U, Blackman D, Schultz F, Eckert G. In vivo degradation of bleaching gel used in whitening teeth. *JADA* 1999; 130: 227-235.
74. Matis B, Hamdan Y, Cochran M, Eckert G. A clinical evaluation of a bleaching agent used with and without reservoirs. *Oper Dent* 2002; 21: 5-11.
75. McCracken M, Haywood V. Desmineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent* 1996; 24: 395-398.

76. McEvoy S. Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth. II. Current techniques and their clinical application. *Quintessence Int.* 1989; 20: 379–384.
77. Miguel L, Baratieri L, Monteiro S Jr, Ritter A. In situ effect of 10% carbamide peroxide on resin dentin bond strengths: A novel pilot study. *J Esthet Restor Dent* 2004; 16: 235-241.
78. Miles P, Pontier J, Bahiraei B, Close J. The effect of carbamide peroxide bleach on the tensile bond strength of ceramic brackets: An in vitro study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994; 106: 371-375.
79. Minoux M, Serfaty R. Vital tooth bleaching: Biologic adverse effects – A review. *Quintessence Int.* 2008; 39: 645-659.
80. Moraes R, Marimon J, Schneider L, Correr L, Camacho G, Bueno M. Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. *Clinical Oral Investigations* 2006; 10: 23-28.
81. Moreira De Freitas P, Basting R, Rodrigues A, Serra M. Effects of two 10% peroxide carbamide bleaching agents on dentin microhardness at different time intervals. *Quintessence Int.* 2002; 33: 370–375.

82. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res* 1983; 62(10): 1076-1081.
83. Nocchi E. *Odontología restauradora: Salud y estética*. 2ª ed. Argentina: Panamericana; 2008.
84. Nour A, Miller B, Griggs J, Wakefield C. Immediate bonding to bleached enamel. *Oper Dent* 2006; 31: 106-114.
85. Ogiwara M, Miake Y, Yanagisawa T. Changes in dental enamel crystals by bleaching. *J. Hard tissue Biology*. 2008; 17: 11 – 16.
86. Oliveira W, Pagani C, Rodrigues J. Comparação da adesividade de dois sistemas adesivos autocondicionantes em esmate de dentes bovinos. *PGR-Pós-Grad Rev Fac Odontol São José dos Campos* 2001; 4: 43-50.
87. Oltu U, Gurgan S. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on structure of enamel. *J Oral Rehabil*. 2000; 27:332-340.
88. Perdigão J, Baratieri L, Müller G. Contemporary trends and techniques in tooth whitening: a review. *Pract Proced Aesthet Dent* 2004; 16(3):185-192.

89. Pohjola R, Browning W, Hackman S, Myers M, Downey M. Sensitivity and tooth whitening agents. *J Esthet Restor Dent*. 2002; 14: 85-91.
90. Potocnik I, Kosec L, Gaspersic D. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. *J Endod* 2000; 26: 203–206.
91. Pugh G Jr, Zaidel L, Lin N, Stranick M, Bagley D. High levels of hydrogen peroxide in overnight tooth whitening formulas: Effects on enamel and pulp. *J Esthet Restor Dent* 2005; 17:40–45.
92. Roberts A, O'Brien M, Genell Subak-Sharpe G. *Nutricéticos: suplementos nutricionales, vitaminas, minerales, oligoelementos, alimentos curativos*. España: Robinbook; 2003.
93. Rodrigues J, Basting R, Serra M, Rodrigues A Jr. Effects of 10% carbamide peroxide bleaching material on enamel microhardness. *Am J Dent* 2001; 14: 67-71.
94. Román LY. *Efectos adversos del blanqueamiento dental externo*. [Disertación de Maestría]. Quito, Ecuador: Facultad de Odontología-Universidad Central del Ecuador; 2009.

95. Rose R, Bode A. Biology of free radical scavengers: an evaluation of ascorbate. *FASEB* 1993; 7: 1135- 1142.
96. Seese W, Daub W. *Química*. Editorial Pearson 8va edición México. 2005.
97. Seghi RR, Denry I. Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *J Dent Res* 1992; 71:1340–1344.
98. Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int.* 1993; 24: 39-44.
99. Spyrides G, Perdigo J, Pagani C, Araujo M, Spyrides S. Effect of whitening agents on dentin bonding. *J Esthet Dent* 2000; 12: 264-270.
100. Sulieman M. An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontology* 2000 2008; 48; 148–169.
101. Sulieman M, Addy M, Macdonald E, Rees J. A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine. *J Dent* 2004; 32: 581-590.
102. Sulieman M, Addy M, Rees S. Surface and intra-pulpal temperature rises during tooth bleaching: an in vitro study. *Br Dent J.* 2005; 199: 37-40.

103. Sung E, Chan M, Mito R, Caputo A. Effect of carbamide peroxide bleaching on the shear bond strength of composite to dental bonding agent enhanced enamel. *J Prosthet Dent* 1999; 82: 595-599.
104. Tam L. Clinical trial of three 10% carbamide peroxide bleaching products. *J Can Dent Assoc.* 1999; 65: 201-5.
105. Tam L. Does tooth bleaching have any adverse effects on enamel and dentine? *Journal of the Canadian Dental Association* 2006b; 72: 31-32.
106. Tezel H, Ertaş OS, Ozata F, Dalgac H, Korkut ZO. Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. *Quintessence Int.* 2007; 38(4):339-47.
107. Thitinthapan W, Satamanont P, Voncsavan N. In Vitro Penetration of the Pulp Chamber. *J Esthet Dent* 1999; 11: 259-264.
108. Titley K, Torneck C, Smith D, Chernecky R, Adibfar A. Scanning electron microscopy observations on the penetration and structure of resin tags in bleached and unbleached bovine enamel. *J Endod* 1991; 17: 72-75.
109. Titley K, Torneck C, Ruse N, Krmec D. Adhesion of a resin composite to bleached and unbleached human enamel. *J Endod* 1993; 19: 112-115.

110. Totoda M, Philpotts C, Cox T, Joiner A. Evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on enamel microhardness after extended use. *Quintessence Int.* 2008;39; 853-858.
111. Tredwin C, Naik S, Lewis N, Scully C. Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: Review of adverse effects and safety issues. *British Dental Journal.* 2006; 200; 371 – 376.
112. Turkun M, Sevgican F, Pehlivan Y, Aktener B. Effects of 10% carbamide peroxide on the enamel surface morphology: a scanning electron microscopy study. *J Esthet Restor Den.* 2002; 14; 238 – 244.
113. Turkun M, Kaya A. Effect of 10% sodium ascorbate on the shear bond strength of composite resin to bleached bovine enamel. *J Oral Rehabil* 2004; 31: 1184-1191.
114. Türkün M, Celik EU, Kaya AD, Arici M. Can the hydrogel form of sodium ascorbate be used to reverse compromised bond strength after bleaching? *J Adhes Dent* 2009; 11: 35-40.
115. Ulukapi H. Effect of different bleaching techniques on enamel surface microhardness. *Quintessence Int.* 2007; 38; 201–205.

116. Unlu N, Cobankara F, Altinoz C, Ozer F. Effect of home bleaching agents on the microhardness of human enamel and dentin. 2004; 31: 57-61.
117. Vongphan N, Senawongse P, Somsiri W, Harnirattisai C. Effects of sodium ascorbate on microtensile bond strength of total-etching adhesive system to NaOCl treated dentine. J Dent 2005; 33: 689-695.
118. Walsh, L. Safety issues relating to the use of hydrogen peroxide in dentistry. Australian Dental Journal. 2000; 45: 257 – 269.