

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio De Posgrados

“Evaluación del efecto de un agente antioxidante en procedimientos adhesivos sobre dientes aclarados con técnica combinada. Análisis in vitro mediante pruebas de cizallamiento”

Autor:

Iveth Lorena Jiménez Delgado

Tutora:

Dra. Yolanda Román De Monteros

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

Quito, agosto 2014

Universidad San Francisco De Quito

Colegio de Posgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

“Evaluación del efecto de un agente antioxidante en procedimientos adhesivos sobre dientes aclarados con técnica combinada. Análisis in vitro mediante pruebas de cizallamiento”

Iveth Lorena Jiménez Delgado

Yolanda Román, Dr.,
Especialista en Rehabilitación Oral
Directora de Tesis

Nancy Mena, Dra.,
Director del Posgrado de Rehabilitación Oral y
Miembro del Comité de Tesis

Cristina Burbano, Dra.,
Especialista en Rehabilitación Oral
Miembro del Comité de Tesis

Dicson Andrade, Dr.,
Especialista en Rehabilitación Oral
Miembro del Comité de Tesis

Mauricio Tinajero, Dr.,
Especialista en Periodoncia
Director del Colegio de Postgrados

Fernando Sandoval, Dr.,
Decano de la Escuela de Odontología

Víctor Viteri, PhD.,
Decano del Colegio de Posgrados

Quito, agosto 2014

© 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: Iveth Lorena Jiménez Delgado

C. I.: 171836188-2

Fecha: Quito, agosto, 2014

DEDICATORIA

Gracias a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron a mi lado para brindarme toda su ayuda, sabiduría, amor y fortaleza. Sin lugar a duda, el merito es de ustedes. Hoy solamente ven un poco de todos quienes estuvieron en el camino, quienes sembraron semillas en tierra fértil, quienes me enseñaron a ser mejor cada día, es el resultado de su trabajo, tiempo, dedicación y esfuerzo , ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado. Con todo mi cariño esta tesis se las dedico a ustedes.

A mis padres, Wilson y Aide,

a mi amado esposo Luis

a mis hermanos, Fernando y Andrea.

AGRADECIMIENTOS

“Estudia no para saber algo más sino para saber algo mejor”. Lucio Anneo Séneca

A mis padres, gracias por su trabajo, su esfuerzo y su infinito amor, lleno de paciencia y sabiduría, son el refugio, y el camino. A mi esposo, motivación y fortaleza infinita, gracias por ser apoyo y paciencia. A mis siempre recordados profesores, porque de ellos aprendí la forma mas segura de avanzar, seguir adelante cada día, para hacer algo mejor , y no para hacer algo mas. Especialmente a mi tutora, la Doctora Yolanda Román, quien abrió muchos caminos, por impulsar esta investigación, y obtener como resultado un aprendizaje lleno de constancia, alegría y esfuerzo.

“El arte supremo del maestro es despertar el placer de la expresión creativa y el conocimiento. Albert Einstein”

RESUMEN

Las diferentes técnicas de aclaramiento existentes actualmente resultan de combinaciones de procedimientos e incluso de materiales que buscan un resultado acelerado y efectivo. La gran mayoría de procedimientos mientras tanto, exigen un tiempo de espera que muchas veces contrasta con las expectativas del paciente para recibir procedimientos estéticos en los dientes comprometidos. Así entonces, se planteo mediante este estudio experimental evaluar la influencia del tiempo de espera, que fue de 48 horas, y determinar el efecto que el ácido ascórbico al 10% durante 10 minutos produce sobre los procedimientos restauradores realizados sobre esmalte bovino, cuando colocado un aclaramiento dental a base de peróxido de hidrogeno al 40%, peróxido de carbamida al 10%, una combinación entre estas sustancias por dos diferentes periodos de tiempo de contacto con la superficie.

100 incisivos bovinos, se dividieron en 4 grupos constituidos de 25 especímenes. El grupo 1, denominado grupo control, grupos 2 y 3 tratados con peróxido de hidrógeno al 40%, peróxido de carbamida al 10%, 48 horas de espera, aplicación de ácido ascórbico al 10% y posteriormente procedimientos adhesivos. El grupo 4, tratado con peróxido de carbamida al 10%, 48 horas de espera, aplicación de ácido ascórbico al 10% y posteriormente procedimientos adhesivos.

La evaluación ejecutada mediante pruebas de cizallamiento sobre la resistencia adhesiva a través de una máquina de ensayos mecánicos Instron en un tiempo y velocidad controlada, permitió la obtención de datos que fueron procesados mediante la prueba de ANOVA y el test complementario de Tamhane.

Los resultados obtenidos evidenciaron una influencia favorable atribuida al tiempo de espera de 48 horas, mas el contacto del agente antioxidante al 10%, sobre los valores de resistencia adhesiva, sin una diferencia significativa entre los agentes aclaradores empleados, mayores estudios de tipo longitudinal deben ser ejecutados para contar con mayor soporte científico al respecto.

Palabras clave: acido ascórbico, peróxido de hidrogeno, peróxido de carbamida.

ABSTRACT

The current whitening techniques that exist are using different materials to seek an even, accelerated and effective outcome. The vast majority of procedures used today often require longer times not expected by the patient for aesthetic procedures on compromised teeth. So then, that is how this pilot study evaluates the influence of the waiting time, which was 48 hours, and determines the effect of ascorbic acid at 10% for 10 minute affects the restorative procedures performed on bovine enamel, when placed a dual based dental whitening of hydrogen peroxide 40% and carbamide peroxide 10%, one combination of these two different substances for a period of time contacting with the surface.

100 bovine teeth were divided into 4 groups coming from 25 specimens. Group 1 designated the "control group". Groups 2 and 3 treated with hydrogen peroxide 40% and carbamide peroxide at 10%, 48 hour hold then to apply 10% ascorbic acid and then adhesives group procedures. Group 4, treated with carbamide peroxide 10%, 48 hours hold, applied of ascorbic acid at 10% and then follows with adhesives procedures.

The assessment carried out by tests on shear bond strength through an Instron mechanical testing machine at a time and controlled rate, allowed obtaining data were able to be analyzed using ANOVA and complementary Tamhane test.

The results showed a favorable influence attributed to the waiting time of 48 hours plus the antioxidant contact at 10% upon the values of bond strength, with no significant difference between the whitening agents employed, Long term investigations need to be conducted to obtain stronger support in the matter

Keywords: Ascorbic acid, hydrogen peroxide, carbamide peroxide.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	14
2. MARCO TEORICO	16
2.1. ACLARAMIENTO DENTAL.....	16
2.1.1 Reseña Historica.....	18
2.1.2 Tipos de Aclaramiento.....	22
2.1.2.1. Peróxido de hidrógeno.....	22
2.1.2.2. Peróxido de carbamida.....	23
2.1.3 Mecanismo de acción	23
2.1.4 Técnicas de aclaramiento.....	24
2.1.4.1 Técnica domiciliaria.....	25
2.1.4.2 Técnica en consultorio.....	26
2.1.4.3 Técnica combinada.....	26
2.1.5 Efectos secundarios de los agentes aclaradores.....	27
2.1.5.1. Microdureza del esmalte.....	27
2.1.5.2. Pérdida de componentes minerales.....	29
2.1.5.3. Efectos sobre la pulpa.....	30
2.1.5.4. Efectos gingivales.....	30
2.1.5.5. Sensibilidad dental.....	31
2.1.5.6. Alteración sobre los materiales de restauración.....	32
2.1.5.7. Alteración sobre la fuerza de adhesión	32
2.1.6. Mecanismo para mejorar las fuerzas de adhesión.....	35

2.1.6.1. Remoción Superficial del esmalte.....	35
2.1.6.2. Adhesivos con solventes orgánicos y nano relleno.....	35
2.1.6.3. Flúor en la composición de agentes aclaradores.....	36
2.1.6.4. Tiempos de espera.....	36
2.1.6.5. Aplicación del agente antioxidante.....	37
3. JUSTIFICACION.....	39
4. OBJETIVOS.....	41
4.1 Objetivo General.....	41
4.2 Objetivos Específicos.....	41
5. HIPOTESIS.....	42
6. MATERIALES Y METODOS.....	43
6.1. Tipo de Investigación.....	43
6.2. Muestra.....	43
6.2.1. Criterios de Inclusión.....	44
6.2.2. Criterios de Exclusión.....	44
6.3 Metodología.....	44
6.3.1. Recopilación de dientes y manejo.....	45
6.4. Determinación de Variables.....	50
6.5. Procedimientos.....	52
6.5.1. Aplicación de agente aclarador de alta concentración.....	53
6.5.2. Inmersión en saliva artificial, tiempo de espera.....	56
6.5.3. Aplicación de agente antioxidante.....	58
6.5.4. Proceso de Adhesión	59
6.5.5. Proceso de colocación de la resina.....	60

6.5.6. Proceso de cizallamiento.....	62
7. RESULTADOS.....	63
8. DISCUSIÓN.....	70
9. CONCLUSIONES.....	75
10. BIBLIOGRAFÍA	76
11. LISTA DE FIGURAS	
1. Muestra. Extracción de dientes bovinos.....	45
2. Separación corona dental y raíz, a través de disco diamantado.....	46
3. Separación de la corona dental de su raíz, con camara pulpar llena....	46
4. Vaciamiento camara pulpar, con explorador.....	47
5. Vaciamiento camara pulpar.....	47
6. Limpieza de la camara pulpar.....	47
7. Sellado de la camara pulpar.....	47
8. Aditamento de aluminio.....	48
9. Preparacion superficies vestibulares.	49
10. Mezcla de Opalescence BOOST, ULTRADENT.	53
11. Opalescence BOOST.....	54
12. Mezcla de Opalescence BOOST, ULTRADENT	54
13. Lavado con agua del Opalescence BOOST.....	54
14. Lavado con agua del Opalescence BOOST.	54
15. Opalescence ULTRADENT 10%.....	54

16. Opalescence ULTRADENT 10%.....	54
17. Opalescence BOOST, ULTRADENT por 20 min.	55
18. Opalescence BOOST, ULTRADENT por 40 min.	55
19. Inmersión en saliva artificial.....	57
20. Ascorbato de Sodio 10%.....	58
21. Aplicación de antioxidante. Ascorbato de Sodio 10%	58
22. Aplicación ácido fosfórico al 35%.....	59
23. Lavado de superficie.....	59
24. Adhesivo PQ1 Ultradent.....	60
25. Fotopolimerización, Lámpara VALO.....	60
26. Matriz de teflón.....	61
27. Inserción del cuerpo de Resina.....	61
28. Fotopolimerización la Resina.....	61
29. Retiro de la matriz de teflón.....	61
30. Máquina JJ T5002.....	62
31. Aplicación de fuerza sobre Resina.....	62

12. LISTA DE TABLAS

1. Composición de la saliva submandibular.....	56
2. Resultados obtenidos Newtons, equivalente a Mpa. Todos los grupos.....	64
3. Resultados de la resistencia adhesiva (MPa) por grupo.....	66
4. Estadísticos de la resistencia adhesiva (MPa) por grupo.....	67
5. Resultados de la prueba de ANOVA para la resistencia adhesiva.....	69
6. Resultados de la prueba de Tamhane para la resistencia adhesiva.....	69

13. LISTA DE GRAFICOS

1. Grupo de estudio y tratamiento.....50
2. Resultados de la resistencia adhesiva (MPa) por grupo.....67
3. Valor medio de la resistencia adhesiva (MPa) por grupo.....68

1. INTRODUCCIÓN

El aclaramiento dental es considerado como uno de los tratamientos más populares en odontológica (TIN-OO et al., 2011; LEONARD et al., 2007), creando así una gran demanda debido a su éxito en casi el 100% de los casos, Baratieri,(2009). Estudios indican que el aclaramiento dental ha sido utilizado como tratamiento estético por más de 100 años, por lo que en la actualidad los agentes más utilizados para el aclaramiento dental son el peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida en diversas concentraciones (ROBERTELLO., 1997).

Las técnicas del aclaramiento, se basan en diversas técnicas y tiempos, con agentes aclaradores en diferentes concentraciones. Actualmente la tendencia para alcanzar resultados óptimos, en tiempos ideales para el paciente y para el profesional, es la combinación de dos técnicas con diferentes agentes aclaradores y en distintas concentraciones. Iniciando el tratamiento con peróxido de hidrógeno en la técnica de consultorio y continuando con peróxido de carbamida al 10%, en la técnica domiciliaria, el objetivo del aclaramiento combinado pretende optimizar las ventajas que presentan en las dos técnicas aclaradoras y disminuir sus efectos adversos como la sensibilidad post-aclaramiento (KUGEL, 1997), así como obtener resultados estéticos satisfactorios, de forma rápida, segura y mantenerlos el mayor tiempo posible como lo ha preconizado Haywood, (1992).

Para complementar la estética dental después de un tratamiento de aclaramiento dental, en muchas ocasiones es necesario reemplazar las restauraciones existentes

con técnicas adhesivas. Sin embargo, diversos estudios demuestran que los valores de resistencia de unión adhesiva en el esmalte disminuye significativamente, atribuyéndose a la permanencia de oxígeno residual en el interior de la estructura dental, pudiendo inhibir la polimerización del sistema adhesivo. (BARATIERI, 2009; CVITKO, et al., 1991; TITLEY et al., 1993; DISHMAN et al., 1994; BEN-AMAREN., 1995, WALSH., 2000; CAVALLI et al., 2001). Recomendándose por esta razón una espera de una a tres semanas antes de realizar un tratamiento adhesivo (BARGHI y GODWIN, 1994; SUNG et al., 1999).

Investigadores plantean el uso de un agente antioxidante: ascorbato de sodio al 10% como agente acelerador para realizar procedimientos de adhesión en menor tiempo, después de un tratamiento aclarador (TURKUN, 2009; LAI et al., 2002). Estudios realizados con ascorbato de sodio al 10%, revelan su eficacia para la adhesión inmediata en ambas técnicas, tanto con el peróxido de hidrógeno y como con el peróxido de carbamida (KUNT, et al., 2011; SASAKI, et al., 2009; KIMYAI, et al., 2006).

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ACLARAMIENTO DENTAL

Si hablamos de la mayor parte de problemas estéticos dentarios, sin lugar a duda una de las causas mas comunes de consulta odontológica es la pigmentación dentaria , la cual es muy frecuente y afecta a personas de distinta edad, se presenta tanto en la dentición primaria como secundaria (GREENWALL, 2002). La etiología de la pigmentación dentaria es multifactorial, ya que diferentes partes del diente pueden adoptar distintos tipos de manchas. La pigmentación extrínseca aumenta con la edad (ERIKSEN Y NORBDO, 1978; NESS et al., 1977).

El color de los dientes lo da la dentina, y el esmalte solo transparenta el color. La translucidez del esmalte varía de acuerdo a los diferentes grados de calcificación, así como al espesor del esmalte que es mayor en el tercio oclusal e incisal del diente y menor en el tercio cervical. Los dientes son policromáticos y el color varía entre las áreas: gingivales, incisales y cervicales (LOUKA, 1989).

Las pigmentaciones se clasifican en tinciones intrínsecas las cuales son provocadas por enfermedades hematológicas, hepáticas, uso de antibióticos como la tetraciclina, o por fluorosis. Las tinciones extrínsecas son provocadas por placa bacteriana, bacterias cromogénicas, alimentos con alto contenido cromático. y tabaquismo (DAYAN et al., 1983).

Los peróxidos fluyen libremente a través del esmalte y llegan a la dentina, a causa de la porosidad y permeabilidad de estas estructuras. El libre movimiento se debe al bajo peso molecular que presenta la molécula de peróxido y a la naturaleza penetrante del oxígeno y radicales de superóxido. El oxígeno libre reblandece y elimina los desechos interprismáticos, es así como remueve lentamente los pigmentos orgánicos (MINOUX Y SERFATY, 2009).

Se utiliza un agente aclarante que mediante una reacción química sea capaz de disgregar los grupos cromóforos responsables de la pigmentación dentaria, volviendo la superficie externa de los dientes más clara. Generalmente los productos que se encuentran actualmente en el comercio utilizan el sistema de oxidación; y este sistema es capaz de romper los enlaces dobles de los compuestos orgánicos que se encuentran en la matriz del esmalte dental (MINOUX Y SERFATY, 2009).

Son varias las reacciones que pueden ser responsables de la eficacia de aclaramiento, dependiendo de las condiciones ambientales, como temperatura, pH, luz ultravioleta y presencia de algunos iones (JOINER, 2006); lo que demuestra que aunque la mayoría de los productos de aclaramiento tienen un pH ácido, algunos de ellos podrían también tener un pH básico, sobre todo cuando el peso molecular es bajo. Por lo tanto en condiciones alcalinas, el agente de aclaramiento puede sufrir una disociación iónica contribuyendo al aclaramiento dental (SEDAROUS Y HILTZ, 2000).

Además de la disociación iónica el peróxido de hidrógeno puede sufrir una reacción denominada fragmentación homolítica la cual produce la aparición de un potente agente oxidante denominado radical hidróxilo (HO_2). Tras ello se produce una reacción en cadena que forma el radical perhidróxilo, y el anión súper oxido, mismos que pueden convertirse en donantes de electrones iniciando la formación de radicales libres (POOLE Y VALKO, 2004).

2.1.1. Reseña Histórica

Los procesos de aclaramiento dental se remontan al siglo XIX, según Fasanaro, (1992), utilizándose desde ácido oxálico (CHAPPLE, 1877). Soluciones cloradas, (TAFT, 1879). Westlake, (1895), recomendó la pirazona, una mezcla de peróxido de hidrógeno y éter activada mediante electricidad, cuyos resultados obtenidos fueron bastante satisfactorios.

Abbot, (1918), introdujo un método efectivo para el aclaramiento de la fluorosis, que consistía en una mezcla de peróxido de hidrógeno al 30%, estabilizado en agua y activado con calor y luz (superoxol al 30%). Prinz, (1924), también consiguió éxito con la técnica de Abbot. Kane, (1916), quien desarrolla una técnica para eliminar las coloraciones superficiales del esmalte provocadas por exceso de flúor, combinando ácido clorhídrico activado con calor. McLnnes, (1966), mejora la técnica de Kane, mezcló 5ml de ácido clorhídrico al 36%, 5 ml de peróxido de hidrógeno al 30% y éter al 30% y neutralizándolo con pasta de bicarbonato sódico. (FASANARO, 1992; HUED, 2009; LIEBENBERG, 2006).

Ames, (1937), desarrollo el empleo del ácido clorhídrico para eliminar las manchas de fluorosis, a base de una mezcla de peróxido de hidrógeno al 30 % y éter (5 partes de peróxido de hidrógeno al 100% y una parte de éter) activándolo con una fuente de calor. Younger, (1939), desaconsejó el uso de ácido clorhídrico, porque provocaba descalcificación en el esmalte y sugirió una solución compuesta por 5 partes de peróxido de hidrógeno al 30% y una parte de éter anestésico (FASANARO, 1992; HUED, 2009; LIEBENBERG, 2006).

Pero fue Zack y Cohen, (1965), que reportan las primeras investigaciones científicas observando que el calor no producía daños a la pulpa. Estos resultados fueron comprobados por Nyborg y Brännstrom, (1968). Fue entonces cuando Cohen y Parkins, emplearon el superoxol al 30% con aplicación de todo el calor que pudiera soportar el paciente no anestesiado que fue determinado en 31°C, técnica que se utilizó para tratar dientes pigmentados por tetraciclinas. Arens, (1972), modifican la técnica de Cohen y Parkins, empleando superoxol al 35% y calor controlado termostáticamente (10°C por debajo del umbral de dolor), observó que las manchas amarillas y marrones se eliminaban con mayor facilidad que las grises en dientes manchados por tetraciclinas. Frank, (1976) empleó calor con superoxol al 50% y observó resultados más eficaces que con superoxol al 30% (FASANARO, 1992; HUED, 2009; LIEBENBERG, 2006).

Jordan y Boksman, (1984) cuando clasifican las manchas causadas por tetraciclina según la intensidad del color, emplearon el peróxido de hidrógeno y calor. Como resultado obtuvieron que el grado I y II respondían al tratamiento con peróxido de hidrógeno, mientras que las de grado III las bandas persistían y debía combinarse el tratamiento con peróxido seguido de una restauración estética. Seale y Trash, (1985), utilizaron el superoxol al 35 % a 62°C consiguieron valorar distintos parámetros: la edad del paciente observando que respondían mejor los dientes jóvenes y tras la primera sesión los cambios eran más; intensidad del color, los dientes claros respondían mejor que los oscuros, observando una mayor respuesta con el color amarillo, seguido del gris y por último el marrón (FASANARO, 1992; HUED, 2009; LIEBENBERG, 2006).

Munro, (1986), cuando desarrolla el primer producto comercial aclarador, basado en 10% de peróxido de carbamida; Croll y Cavanaugh, (1986), sugirieron combinar un 18% de ácido clorhídrico con piedra pómez y copa de goma. Feinman, Goldstein y Garber, (1987) describen técnicas de aclaramiento para diferentes manchas dentales, realizando de 3 a 10 sesiones a intervalos de 2 a 4 semanas, utilizaban un pregrabado con ácido ortofosfórico al 37% durante 20 segundos y el empleo de una luz de calor a 46 – 60 °C con peróxido de hidrógeno al 35%, el pregrabado eliminaba algunas manchas facilitando la absorción del peróxido y la luz activaba la solución aclaradora (FASANARO, 1992; HUED, 2009; LIEBENBERG, 2006).

Haynie y Emmett, (1988), introducen la solución de peróxido de hidrógeno al 35% con dióxido de silicio pero sin calor, la mezcla resultante era en forma de gel y por su mayor viscosidad permanecía más tiempo en contacto con los dientes. A finales de la década de los 80, se observó que el uso de peróxido de carbamida como antiséptico producía un aclaramiento significativo del esmalte dental , sobre todo cuando se aplicaba con cubetas. Haywood y Heymann, (1989), realizaron el primer artículo sobre férulas nocturnas para el aclaramiento de dientes vitales usando peróxido de carbamida, evaluado por la Universidad de Carolina del Norte, siendo esta la técnica más aceptada en los actuales momentos y recomiendan el uso de peróxido de carbamida en forma de gel viscoso que contiene un polímero llamado carbapol (FASANARO, 1992).

Papathanasiou, et al, (2001), compararon la eficacia del aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 15% aplicado en la consulta, combinado con peróxido de carbamida al 10% aplicado en el domicilio por 7 días consecutivos. Se evaluó el color a las 24 y 72 horas y al octavo día, no habiendo hallado diferencias significativas al finalizar el tratamiento en los grupos de 24 y 72 horas. Bodden y Haywood, (2003), refieren que una técnica combinada entre microabrasión y aclaramiento vital nocturno con cubetas en un paciente con fluorosis y tinción por tetraciclinas tiene resultados excelentes para el paciente (FASANARO, 1992).

2.1.2. TIPOS DE AGENTES DE ACLARAMIENTO

Entre los agentes aclaradores encontramos el peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida que están indicados principalmente para el aclaramiento de dientes vitales; mientras que el perborato de sodio se utiliza para el aclaramiento de dientes no vitales (INGLE, 2004).

2.1.2.1. PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

Considerado como el producto de aclaramiento para dentición vital de más aceptación a nivel mundial. Tras muchos años de discusión sobre la idoneidad de su uso en el cuerpo humano debido a su teórica toxicidad, fue aceptado recientemente (1994) por la Asociación Dental Americana (ADA) como apto para su uso en boca.

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es un agente oxidante que produce radicales libres al descomponerse $HO^{\cdot} + O_2$, según donde se encuentre en un medio básico o ácido. En un medio ácido como resultado de su ionización, se produce una gran proporción de radical libre débil O_2^{\cdot} , que al reaccionar poco será menos efectivo. Estos productos son capaces (mediante la activación por calor y/o luz especial) de desprender moléculas que son capaces de “filtrarse” a través del esmalte de los dientes. Así, el tejido interno (dentina) responsable del color de los dientes, sufre un proceso de oxidación que se traduce en un aclaramiento de los tejidos dentarios (HAYWOOD Y HEYMANN, 1991).

2.1.2.2. PERÓXIDO DE CARBAMIDA

Históricamente fue usado como agente antiséptico oral en concentraciones del 10 al 15% (LYONS et al, 1998). Las soluciones de peróxido de carbamida al 10% se descomponen para formar urea, amoníaco, dióxido de carbono y peróxido de hidrógeno al 3.5 % (INGLE, 2004). En su composición suelen incluir glicerina o propilenglicol, estanato de sodio, ácido fosfórico o cítrico y aditivos saborizantes. En algunas preparaciones, como agente espesante carbopol, el cual prolonga la liberación de peróxido activo y mejora la vida de almacenamiento (INGLE, 2004).

Este agente según investigaciones realizadas por Haywood, (1992), en 1989 empezó a ser usado como agente de aclaramiento por medio de guardas bucales. El peróxido de carbamida puro tiene forma de cristales blancos o polvo de cristal. Es soluble en agua y contiene aproximadamente un 35% de peróxido de hidrógeno y un 65% de úrea. Su mecanismo de acción se basa en una oxidación de los pigmentos orgánicos. Al activarse por calor se descompone en úrea y peróxido de hidrógeno, siendo el ingrediente activo el peróxido de hidrógeno. La úrea sólo produce un aumento del pH y se descompone en amoníaco y dióxido de carbono.

2.1.3. MECANISMO DE ACCION

El mecanismo de acción de los agentes aclaradores se debe a su bajo peso molecular y alto poder de penetración que les permite fluir libremente a través de la

matriz del esmalte y la dentina, debido a la porosidad y permeabilidad de estas estructuras, en su interior se convierte o desdobra en agua y oxígeno, liberando radicales libres perhidroxilos por periodos cortos de tiempo. (BOKSMAN, 2006) El peróxido de carbamida es altamente inestable en una concentración del 10%, por esta razón se degrada en 3% peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y 7% urea (NH_3), cuando entra en contacto con saliva o con los tejidos (FASANARO, 1992; HAYWOOD y HEYMANN, 1991). Atacarán a la mayoría de moléculas orgánicas para conseguir estabilidad generando otros radicales como agua (H_2O) y oxígeno (O_2). (BOTTINO, 2008). Estos radicales son muy reactivos y tienen un alto poder oxidante. Este proceso ocurre cuando el agente oxidante (peróxido de hidrógeno) reacciona con el material orgánico en la presencia de espacios entre sales orgánicas en el esmalte dental (COHEN, ET AL., 2002).

La velocidad del cambio de color depende de la frecuencia con la que se usa el peróxido de hidrógeno, la duración de tiempo durante el cual el peróxido está en contacto con el diente, la velocidad de liberación de oxígeno, el tono inicial y la condición del diente, la posición y profundidad de la pigmentación y la velocidad de degradación del material (HOWARD et al., 1992).

2.1.4. TECNICAS DE ACLARAMIENTO

Aún el aclaramiento dental sigue siendo un tratamiento predecible, y eficaz, por lo tanto, la técnica que se elija será la que mejor convenga de acuerdo al caso, y

directamente relacionado al factor etiológico responsable de la pigmentación y alteración del color dental. Así, básicamente se desarrollan dos técnicas para emplear en el tratamiento de aclaramiento dental (BARATIERI, 2003; HAYWOOD et al., 2004; LEONARD et al., 1998).

2.1.4.1. TÉCNICA DOMICILIARIA

Llamado también aclaramiento casero, introducido por Haywood y Heymann (1989), realizaron el primer artículo sobre férulas nocturnas para el aclaramiento de dientes vitales usando peróxido de carbamida al 10% durante 2 a 6 semanas, con un tiempo de exposición promedio de 7 horas diarias, atribuyendo una mejor acción por parte del agente aclarador, a la poca producción nocturna de saliva, siendo esta la técnica más aceptada; recomiendan el uso de peróxido de carbamida en forma de gel viscoso que contiene un polímero llamado carbapol (HAYWOOD, 2000). Actualmente se utiliza peróxido de carbamida entre 10% y 22% (UNLU et al., 2004) y peróxido de hidrógeno al 4% hasta máximo 7,5% (HENOSTROZA et al., 2006).

Las ventajas de esta técnica, son su facilidad de aplicación, seguridad, mejor retención del agente aclarador debido a la cubeta personalizada; las desventajas son el tiempo de exposición y resultados tardíos (CARDOSO et al., 2007; AL SCHETHRI et al., 2003; DUNN et al., 1998). El tiempo para obtener un buen resultado de aclarado es variable. (BARATIERI, 2003; JOINER, 2006; LEONARD et al., 1998)

2.1.4.2. TÉCNICA EN CONSULTORIO

El agente aclarador es el peróxido de hidrógeno del 35% al 40% o peróxido de carbamida al 30 a 44%. El tiempo de aplicación varía entre 15 y 45 minutos, pudiendo ser o no activado por fuentes luminosas. Este tipo de aclaramiento puede ser realizado en una o varias sesiones, todo dependerá del nivel de tolerancia por parte del paciente, y de los resultado (BARATIERI, 2009; MARSON, 2006; SULIEMAN, et al., 2005; ZEKONIS, et al., 2003).

Esta totalmente bajo manejo del odontólogo y personal entrenado, la ventaja es que el resultado es mucho mas rápido, el tiempo de exposición es corto; las desventajas, su naturaleza impredecible, efectos post-aclaramiento como mayor sensibilidad y la duración es desconocida (HAYWOOD, 1992).

2.1.4.3. TÉCNICA COMBINADA

Kugel et al., (1997); Haywood, (2009) afirmaron que la combinación de la técnica de consultorio con la domiciliaria como tratamiento de aclaramiento da mejores resultados. La ADF (2005) reporta dos opciones posibles: la primera inicia con el aclaramiento en consultorio, continuar inmediatamente con el domiciliario; la segunda opción inicia con el aclaramiento domiciliario y ser seguido por una o dos sesiones de aclaramiento en consultorio. La ventaja de esta técnica es ahorrar tiempo.

2.1.5. EFECTOS SECUNDARIOS DE LOS AGENTES ACLARADORES

Principalmente se dan debido a la acción oxidativa del peróxido de hidrógeno en la estructura dental (HANKS et al.,1993; KAWAMOTO Y TSUJIMOTO,2004).

Diversos estudios han demostrado que los tejidos mineralizados pueden sufrir alteraciones en su estructura y morfología, a causa de este proceso, cuyo grado dependerá de los diversos protocolos de aclaramiento (JIANG et al., 2007; DUDEA et al., 2009; USHIGOME et al.,2009).

2.1.5.1. MICRODUREZA DEL ESMALTE

Aparentemente, la dureza superficial del esmalte no se altera por la acción del peróxido de hidrógeno, sin embargo, en un estudio demuestran mediante un tratamiento aclarador empleando peróxido de hidrógeno al 10%, la disminución de la dureza del esmalte, esta reducción puede reflejar la pérdida de los minerales del esmalte asociada a la reducción de la resistencia al desgaste (ZALKIND et al, 1996).

En general cuando el peróxido se disocia, produce un descenso del pH en el medio en el que se encuentra, de forma inmediata. Este efecto sobre el esmalte y sobre la dentina da lugar a un patrón de grabado ácido, cuya profundidad y características variarán en función del pH del producto y del tiempo de contacto. Este efecto en condiciones “*in vivo*”, puede resultar poco trascendente y completamente reversible, gracias a los mecanismos de remineralización propios del medio oral (BARATIERI et al, 2009; TURKU et al, 2002).

Ernest, et al., (1996), en un estudio compararon los efectos de los agentes de aclaramiento, peróxido de hidrógeno al 30% más perborato de sodio y peróxido de carbamida al 10%, no encontrando diferencias estadísticamente significantes en la presencia de alteraciones morfológicas en la superficie del esmalte. Sin embargo concluyen que la acción de los agentes aclaradores producen radicales libres de oxígeno, según los autores este proceso continua durante algún tiempo después de terminado el aclaramiento, incluso después de la fase de aclaramiento, pudiendo llegar a descomponer los materiales orgánicos en dióxido de carbono y agua con la consecuente pérdida de matriz del esmalte (ERNEST et al., 1996). A través de un estudio *in vitro* en el cual observó los efectos que producían los agentes aclaradores sobre el esmalte humano, mediante microscopio de barrido electrónico, concluyen que los agentes aclaradores produjeron alteraciones morfológicas más leves que los generados por la exposición al ácido fosfórico al 37% (ERNST et al., 1996).

Evaluando el efecto sobre la superficie del esmalte después de 28 horas del aclaramiento utilizando peróxido de carbamida al 10%, y peróxido de hidrógeno al 30%, bajo microscopia de fuerza atómica, concluye que los agentes de aclaramiento pueden afectar la superficie del esmalte y alterar el material orgánico debido a su bajo peso molecular (HEGEDUS, 1999).

Durante los aclaramientos dentales, existe un aumento de la rugosidad del esmalte así como también la proliferación del *Streptococo Mutans* (HOSOYA, 2003).

Otra investigación nos revela, utilizando dientes tratados con peróxido de hidrógeno al 35% conservados en agua destilada y saliva artificial, encontrando por medio de

microscopio de barrido electrónico la presencia de irregularidades en un 33%, fisuras y agujeros en un 66%, y áreas de erosión en un 25% (SPALDING et al., 2003).

Midiendo la rugosidad de la superficie del esmalte antes y después del aclaramiento con peróxido de carbamida al 35% y 37%, reportan diferencias estadísticas significantes en la rugosidad superficial del esmalte (CAVALLI et al., 2004).

2.1.5.2. PERDIDA DE COMPONENTES MINERALES

Rotstein et al., (1992), analizaron los componentes inorgánicos; calcio, fósforo, potasio y azufre en 21 premolares humanos, bajo contacto con peróxido de hidrógeno al 30%, y peróxido de carbamida al 10%, reportando pérdida de calcio y fósforo en el esmalte, así como solidez y alta solubilidad del esmalte, dentina y cemento, después del aclaramiento. Los autores establecen que existe una pérdida de componentes inorgánicos en las superficies del esmalte tratados con peróxido de hidrógeno en donde el calcio, fósforo, carbono, hidrocarbano y grupos de amino terciario son reemplazados por oxígeno. Existiendo una disminución significativa en la relación calcio/fosfato, lo que sería aparentemente un factor importante que explicaría la pérdida de masa en superficies de esmalte aclarados (ROTSTEIN et al., 1992).

De igual manera, evaluaron el contenido mineral de dientes sometidos a aclaramiento dental con peróxido de carbamida al 10% encontrando pérdida considerable de calcio y fósforo (POTOCNIK et al., 2000).

2.1.5.3. EFECTOS SOBRE LA PULPA

Con respecto al efecto sobre la pulpa, encontraron que la penetración pulpar durante el aclaramiento varía de manera significativa entre los productos comerciales de aclaramiento (COOPER et al., 1992).

En un estudio se da como resultado, la posibilidad de daño pulpar dependiendo de la penetración amelodentinaria (POWELL Y BALES, 1991). Robertosn y Melfi, (1980), Y se complementa con las afirmaciones, de que una solución de peróxido de hidrógeno al 38%, es capaz de provocar una reducción transitoria de los vasos sanguíneos pulpares produciendo sensibilidad durante el procedimiento de aclaramiento.

Cuando el procedimiento de aclaramiento es activado por luz, puede producir un aumento de la temperatura pulpar, que depende de la fuente de luz y pigmentos incluidos en el gel. Los infrarrojos y el laser de CO₂, son los que más aumentan la temperatura pulpar, la luz halógena aumenta más la temperatura que la LED. La luz LED es la que ofrece menos riesgo por aumentar al mínimo la temperatura (MARSON et al, 2005).

2.1.5.4. EFECTOS GINGIVALES

Consideraron histológicamente que los fibroblastos gingivales son afectados por el

peróxido de hidrógeno (HOFFMAN Y MENEHINI ,1979; TENOVUO Y LARJAVA, 1984). Sin embargo también, el peróxido de carbamida es citotóxico para los fibroblastos gingivales, produciendo así efectos significativos en la vitalidad y morfología celular y en la proliferación y producción de fibronectina y colágeno, los cuales fueron significativamente reducidos (TIPTON et al, 1995).

El peróxido de hidrógeno es cáustico y quema los tejidos al establecer contacto con ellos, liberando radicales libres tóxicos, aniones perhidroxilo, o ambos. Las soluciones de peróxido de hidrógeno en alta concentración deben manejarse con cuidado, ya que son termodinámicamente inestables (INGLE, 2004).

La irritación gingival resulta por el exceso de agente aclarador en la cubeta plástica personalizada, pero también por altas concentraciones de los agentes aclaradores (LYONS 1998).

2.1.5.5. SENSIBILIDAD DENTAL

La sensibilidad dental se debe al paso de pequeñas moléculas de peróxido de hidrógeno a través del esmalte y dentina hacia la pulpa (HAYWOOD et al., 1992). Según la teoría de Brännström, originarían un aumento de la presión de fluidos en los túbulos dentinarios, provocando la hiperestimulación de las terminaciones sensitivas pulpares, lo que se traduce en dolor y se produce especialmente en las primeras fases del tratamiento, debido, por un lado, a que en ocasiones la unión esmalte-cemento no es perfecta, y quedan áreas de dentina expuesta a nivel del cuello

dentario; y por otro lado, al efecto de "grabado ácido" que produce el peróxido de hidrógeno sobre el esmalte que aumenta su permeabilidad (TAM L. 2001).

2.1.5.6. ALTERACIÓN SOBRE LOS MATERIALES DE RESTAURACIÓN □

Pueden causar efectos indeseables sobre los materiales restauradores tales como, el aumento de la rugosidad superficial, disminución de la microdureza, alteración de color, inhibición de la polimerización de monómeros por la presencia de O₂ residual y también aceleración de la degradación hidrolítica de los materiales restauradores (LAI et al., 2001; ATTIN et al., 2004)

Los cambios en la dureza de los materiales estéticos dentales (cerámica, composite, o compómero), han sido estudiados con diferentes productos aclaradores a base de peróxido de carbamida al 10%, no existiendo una afectación significativa de su microdureza tras haberlos aplicado (TURKER, 2002).

2.1.5.6. ALTERACIÓN SOBRE LAS FUERZAS DE ADHESION.

Existe una reducción del potencial de adhesión para las restauraciones realizadas justo después del término del tratamiento aclarador. Para explicar este hecho, se puede encontrar dos teorías:

La primera teoría es la residual se relaciona con el aumento de la cantidad de oxígeno en la estructura dental durante el tratamiento aclarador, debido que el

oxígeno es inhibidor de la polimerización de los sistemas adhesivos y resinas compuestas (ALVES, 2003; LAI, et al., 2002).

La segunda teoría, es la estructural que demuestra que durante el proceso aclarador no existe una alteración en la concentración del oxígeno presente en la estructura dental, sino una alteración morfológica de esta estructura por una pérdida de minerales (ALVES, 2003).

La teoría del oxígeno residual como argumento en la disminución de la resistencia de unión es la más aceptada, no se debe olvidar que en algún porcentaje los efectos sobre el esmalte presentan también alguna interferencia mecánica, las microporosidades en los prismas del esmalte y en la región interprismática pueden servir como puntos de estrés y causar fractura prematura en las pruebas *in vitro* (NOUR et al., 2006; MURAGUCHI et al., 2007)

Se evaluó peróxido de carbamida 10% con pH 4,2 y estabilizando el mismo a 7,2 en diferentes tiempos de aplicación y se encontró que los valores de resistencia de unión al microcizallamiento en el esmalte disminuía significativamente (TITLEY, 1992). En un estudio posterior, se encontró disminución de la resistencia de unión al microcizallamiento después de aplicar 24 horas un peróxido de hidrógeno (GARCÍA-GODOY, 1993).

Así mismo al medir la resistencia de unión al microcizallamiento 72 horas después de aclaramiento en dientes anteriores extraídos y hechas las restauraciones, se encontró reducción significativa (BEN-AMAR,1995).

Unlu, (2008), realizó por medio de microcizallamiento en esmalte, la evaluación de resistencia de unión de resina compuesta posterior al procedimiento de aclaramiento con peróxido de carbamida 10% y peróxido de hidrógeno 35% en 4 tiempos diferentes: inmediato, 24 horas, una y dos semanas, los resultados fueron, que los valores inmediatos tienen disminución estadísticamente significativa en los dos grupos experimentales, 24 horas después, los valores eran bajos, pero sin significancia estadística, a una y dos semanas los valores eran muy parecidos al grupo control en el que no fue hecho ningún tipo de procedimiento adhesivo.

La fuerza de adhesión resina-esmalte después del tratamiento con peróxido de hidrógeno 35% y peróxido de carbamida 10% fue significativamente más bajas que el grupo control. Concluyeron que el aclaramiento, puede reducir la calidad de adhesión entre la resina y esmalte (STOKES et al., 1992).

Estudios previos han demostrado que el agente aclarador peróxido de carbamida al 10% afecta la fuerza de adhesión de la resina a un esmalte grabado cuando la

adhesión es realizada inmediatamente después del aclaramiento (NOUR et al., 2006; BARRANCOS, 1999).

2.1.6. MECANISMOS PARA MEJORAR LAS FUERZAS DE ADHESION.

Existen varios mecanismos para esto:

2.1.6.1. Remoción superficial del esmalte

Cvitko et al., (1991), hicieron la remoción de 0,5 a 1 mm de esmalte, y encontraron un aumento de los valores de resistencia de unión, en su discusión sugieren hacer decorticaciones con valores menores a 0,5 mm. Wilson et al., (2009), propusieron no realizar este procedimiento clínico en base a filosofía de una odontología minimante invasiva.

2.1.6.2. Adhesivos con solventes orgánicos y nanorrelleno

Lai et al., (2002), utilizaron un solvente con nanorrelleno a base de agua, evaluando resistencia de unión, no se encontraron valores de resistencia de unión aceptable; Shinohara et al., (2004), evaluaron diferentes solventes como agua, alcohol y acetona, encontrando en sus resultados que ningún solvente revirtió los bajos valores de resistencia de unión. Moule et al., (2007), estudiaron adhesivos autograbadores

post-aclaramiento, encontrando disminución significativa en los valores de resistencia de unión. Khoroushi y Saneie, (2012). Confirmaron el estudio anterior, valoraron la utilización de adhesivos de tres pasos, de dos pasos y de paso único, encontrando bajos valores de resistencia de unión en todos los grupos.

2.1.6.3. Flúor en la composición de los agentes de aclaramiento

Chuang et al., (2009), evaluaron la resistencia de unión con peróxido de carbamida 10% y otros grupos con flúor al 0,11% y 0,37%, encontraron valores muy similares entre el grupo que presentaba flúor 0,37% comparado con el grupo control y el aclarador con flúor 0,11% disminuyó significativamente los valores de resistencia de unión.

Metz et al., (2007), evaluaron peróxido de carbamida al 15%, sin ningún producto adicional, y otro grupo con peróxido de carbamida mas flúor y nitrato de potasio, encontraron reducción significativa de la resistencia de unión en todos los grupos experimentales.

2.1.6.4. Tiempos de espera

En cuanto al tiempo de espera para realizar procedimientos adhesivos recomiendan una espera de siete a catorce días para la realización de la restauración definitiva del diente (BARATIERI, 2009; PETKOVA, 2004; BASTING, 2004).

Otros estudios afirman que se requiere 3 semanas para que la fuerza de adhesión resina esmalte retorne a los valores normales obtenidos por un esmalte no aclarado (CAVALLI, 2001).

Sundfeld, et al., (2005), investigaron la fuerza de adhesión, en 4 tiempos experimentales: inmediato, 7, 14 y 21 días, después de hacer aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 35%, en sus resultados encontraron que 7 días, es el tiempo mínimo de espera para obtener resultados similares a los del grupo control. Türkün y Kaya, (2006), evaluaron con microcizallamiento post-aclaramiento obteniendo los mejores resultados de adhesión en brackets, una semana después de aplicación del gel aclarador.

2.1.6.5. Aplicación de agente antioxidante

Kaya y Türkün, (2003), evaluaron peróxido de hidrógeno con y sin ascorbato de sodio, al igual que peróxido de carbamida, encontraron leve reversión de los valores de resistencia de unión en los grupos que utilizaron ascorbato de sodio. Türkün y Kaya, (2004), evaluaron el efecto de la aplicación de ascorbato de sodio líquido después de tres concentraciones diferentes de peróxido de carbamida para la resistencia de unión al microcizallamiento, sin encontrar ningún resultado positivo.

Kimyai et al., (2006), valoraron la acción del ascorbato de sodio después de la aplicación de peróxido de carbamida al 10%, en concentración de 10 y 20% en

presentación líquido y gel, encontraron buenos resultados con la presentación en gel y sin importar la concentración.

Türkün et al, (2009), modificaron las concentraciones de ascorbato de sodio 2,5, 5 y 10% , encontraron mejores resultados al 10%. Sasaki et al, (2009), analizaron el ascorbato de sodio en líquido y gel, y vitamina E líquida y gel, y encontraron resultados similares entre los dos antioxidantes.

Kunt et al, (2011), evaluaron ascorbato de sodio al 10% en aclaramientos caseros y de consultorio, demostrando su eficiencia para adhesión inmediata en ambas modalidades. Khoroushi y Aghelinejad, (2011), investigaron el efecto del ascorbato de sodio al 10% sobre la resistencia de unión al sellamiento de tres tipos de adhesivos encontrando buenos resultados de resistencia de unión menos en el adhesivo autograbadador.

Dabas et al,. (2011), estudiaron el efecto del ascorbato de sodio modificando su concentración 10 y 20% junto con los tiempos de aplicación 30, 60 y 120 min, y obtuvieron valores de resistencia de unión a microcizallamientos buenos, sin importar la concentración ni tiempo de trabajo.

3. JUSTIFICACIÓN

En busca de resultados estéticos óptimos, cada día es mas popular el aclaramiento dental. Sin embargo ante la necesidad de realizar procedimientos adhesivos complementarios, un periodo de espera de entre dos y tres semanas implica la búsqueda de tratamientos alternativos para reducir estos tiempos, debido a la exigencia cada vez en aumento de los pacientes, por lograr resultados estéticos casi inmediatos.

Es así como surge el ascorbato de sodio, conocido agente antioxidante, como una posibilidad de tratamiento sobre dientes aclarados para elevar su resistencia adhesiva.

En investigación realizada en la USFQ, Jaramillo, (2012), utilizó ascorbato de sodio al 10%, durante 10 minutos, previo a la ejecución de procedimientos adhesivos, sobre dientes bovinos previamente aclarados y reportó mejoras de la resistencia adhesiva de las resinas colocadas sobre dientes aclarados.

Conocer los resultados de la acción del ascorbato de sodio en gel para efectivizar su acción sobre dientes aclarados sometidos a aclaramiento, con diferentes agentes aclaradores, como es en la técnica combinada y con un tiempo de espera menor al recomendado previo a la realización de procedimientos adhesivos, abrieron el camino de esta investigación .

Petrova, Basting, (2004); Cavalli, (2011); Sundfeld, et al., (2005), Turkun y Kaya, (2006), entre otros, demuestran la posibilidad de disminuir este tiempo de espera

previo a un procedimiento adhesivo, sin encontrarse un consenso en cuanto al mismo.

Por lo tanto a través de este estudio se pretende evaluar mediante pruebas de cizallamiento, la eficacia tanto de la aplicación del ascorbato de sodio en gel al 10%, como el efecto de un tiempo de 48 horas, sobre la resistencia adhesiva de las resinas sobre dientes aclarados.

4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Objetivo General

Evaluar a través de pruebas de cizallamiento la influencia de un agente antioxidante: ácido ascórbico en gel al 10% la resistencia adhesiva que provoca la acción del ácido ascórbico, sobre dientes aclarados con peróxidos de hidrogeno y carbamida, con un tiempo de espera de 48 horas, previo al procedimiento restaurador.

4.2. Objetivos Específicos

Determinar mediante pruebas mecánicas de cizallamiento la influencia de la aplicación del ácido ascórbico sobre dientes aclarados con técnica combinada.

Evaluar por medio de pruebas de resistencia adhesiva el efecto de los agentes aclaradores usados en técnica combinada, de consultorio y domiciliario, sobre esmalte bovino

Establecer la influencia de un tiempo de espera de 48 hrs, antes de un procedimiento adhesivo y previa la aplicación de un agente antioxidante, mediante pruebas de resistencia adhesiva.

5. HIPÓTESIS

El ácido ascórbico al 10% en gel, aplicado sobre dientes aclarados con técnica combinada, permitirá elevar los valores de resistencia adhesiva a niveles adecuados, teniendo un tiempo de espera de 2 días, previo a la realización en dientes bovinos de procedimientos adhesivos.

6. MATERIALES Y METODOS

6.1 Tipo de Investigación

Estudio *in vitro* porque se llevará a cabo en dientes extraídos de ganado vacuno, de tipo experimental porque serán sometidos a pruebas mecánicas de cizallamiento; correlacional ya que se evaluará la relación entre dos o mas variables; y analítico, porque examinaremos los resultados obtenidos y lo proyectaremos a la clínica.

6.2 Muestra

La muestra estuvo constituida por 100 dientes incisivos mandibulares obtenidos de ganado vacuno. Se dividieron en 4 grupos, conformados de 25 cada uno.

Considerando a estos dientes como una muestra óptima para el estudio primero porque son fáciles de obtener, y segundo se 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 significativa en el procedimiento de adhesión en relación con el diente humano, sin embargo los valores obtenidos fueron ligeramente menores en este ultimo, siguiendo recomendación de Nakammichi, et al., (1993). Sin embargo otro estudio afirmo que el esmalte que compone el diente de ganado vacuno esta constituido por cristales de hidroxapatita mucho mas grandes que los cristales humanos, y poseían mas defectos en la red que el esmalte humano (MORIWAKI et al., 1968).

La composición química del esmalte bovino presenta menor cantidad mineral y una mayor concentración de carbonato, lo que lo hace mas susceptible al grabado ácido. López, et al. (2003), pese a estas afirmaciones la superficie del esmalte bovino es mas poroso en comparación con el esmalte humano (AMAECHI et al., 1998).

6.2.1 Criterios de Inclusión

- Dientes incisivos mandibulares bovinos.
- Dientes bovinos que no tengan fracturas.
- Dientes con poco o ningún desgaste.
- Dientes con coronas clínicas grandes.
- Dientes que presenten áreas libres de hipoplasias.
- Almacenados con un tiempo no mayor a dos meses.

6.2.2 Criterios de Exclusión

- Dientes con fracturas, fisurados, agrietados o erosionados.
- Dientes bovinos temporales.
- Dientes con desgastes excesivos.
- Dientes que hayan sido extraídos en un tiempo mayor a 2 meses.

6.3 METODOLOGÍA

6.3.1 RECOLECCION DE LOS DIENTES Y MANEJO

Los dientes bovinos tras ser extraídos, con un protocolo similar al de exodoncia de dientes humanos, a través de fórceps 151, para luego eliminar todo el tejido residual blando, se los limpió con ultrasonido, cepillo profiláctico y polvo de piedra pómez, se los lavó y almacenó en suero fisiológico, bajo refrigeración durante un período de una semana, cambiando diariamente de suero fisiológico. (Fig.1)



Figura 1. Muestra. Extracción de dientes bovinos

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

Posteriormente las raíces fueron cortadas a nivel de la unión cemento – esmalte, separando la raíz de la corona anatómica, utilizando un disco de diamante, mediante la pieza de mano con abundante agua, en las 100 muestras (Fig 2).

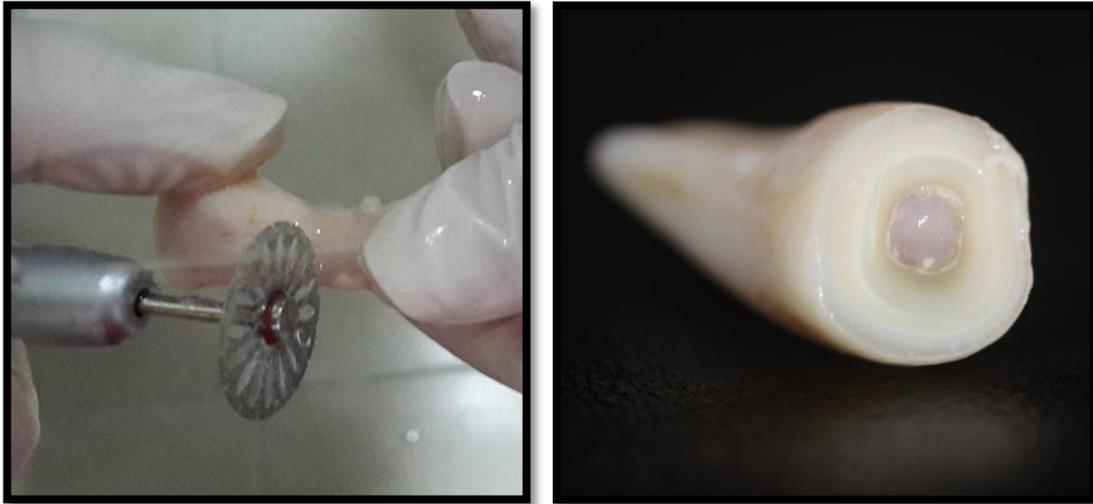


Figura 2. Separación de la corona dental de su raíz, a través de disco diamantado.

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

Tras el corte, fueron obtenidos dos segmentos, la corona anatómica con la cámara pulpar llena, y la raíz (Fig 3)



Figura 3. Separación de la corona dental de su raíz, con cámara pulpar llena.

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

Se retiró el tejido pulpar cameral, con un explorador dental se eliminó tejido, y se limpió con abundante agua (Fig. 4, 5, 6).



Figura 4. Vaciamiento cámara pulpar.

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez



Figura 5. Vaciamiento cámara pulpar.

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez



Figura 6. Limpieza de la cámara pulpar.

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez



Figura 7. Sellado de la cámara pulpar.

Posteriormente se selló la cámara pulpar, insertando internamente con un gutaperchero silicona de condensación para evitar la penetración de monómero acrílico de auto polimerización. (Fig 7)

Se confeccionó un molde de aluminio, en forma de cubo de 3cm de largo x 3 cm de ancho y 1,5 de espesor; en el mismo se colocó resina acrílica de autopolimerización, para posteriormente proceder con la colocación de la corona anatómica del diente bovino, con la superficie vestibular expuesta, y la superficie lingual incrustada en el acrílico previa creación de retenciones para garantizar su fijeza. (Fig. 8)

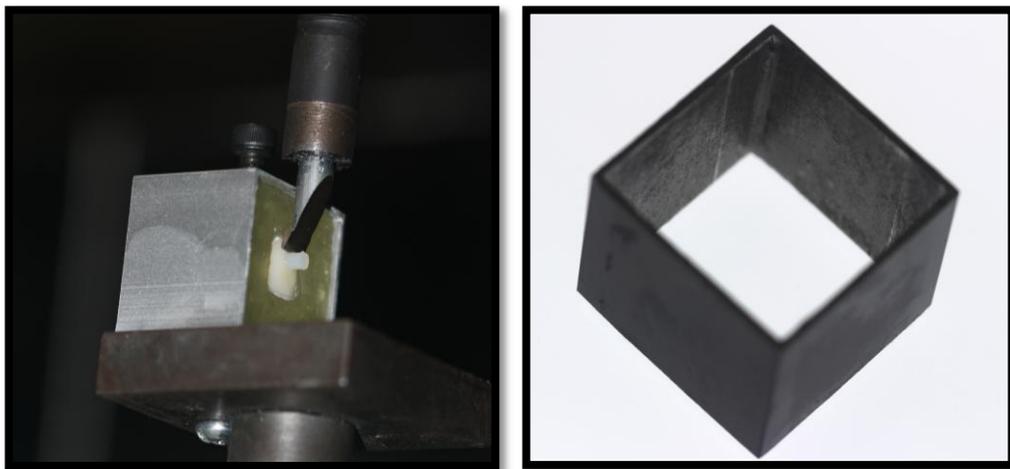


Figura 8. Aditamento de aluminio.

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

A continuación se aplanó las superficies vestibulares del esmalte con un disco de liga de 600 y 1000 gramos, con dos objetivos, obtener una superficie regular, cuidando no

hacer un desgaste excesivo, y eliminar la capa no prismática, hasta que fue constatada visualmente la exposición del esmalte profundo. (Fig 9; 9.1).

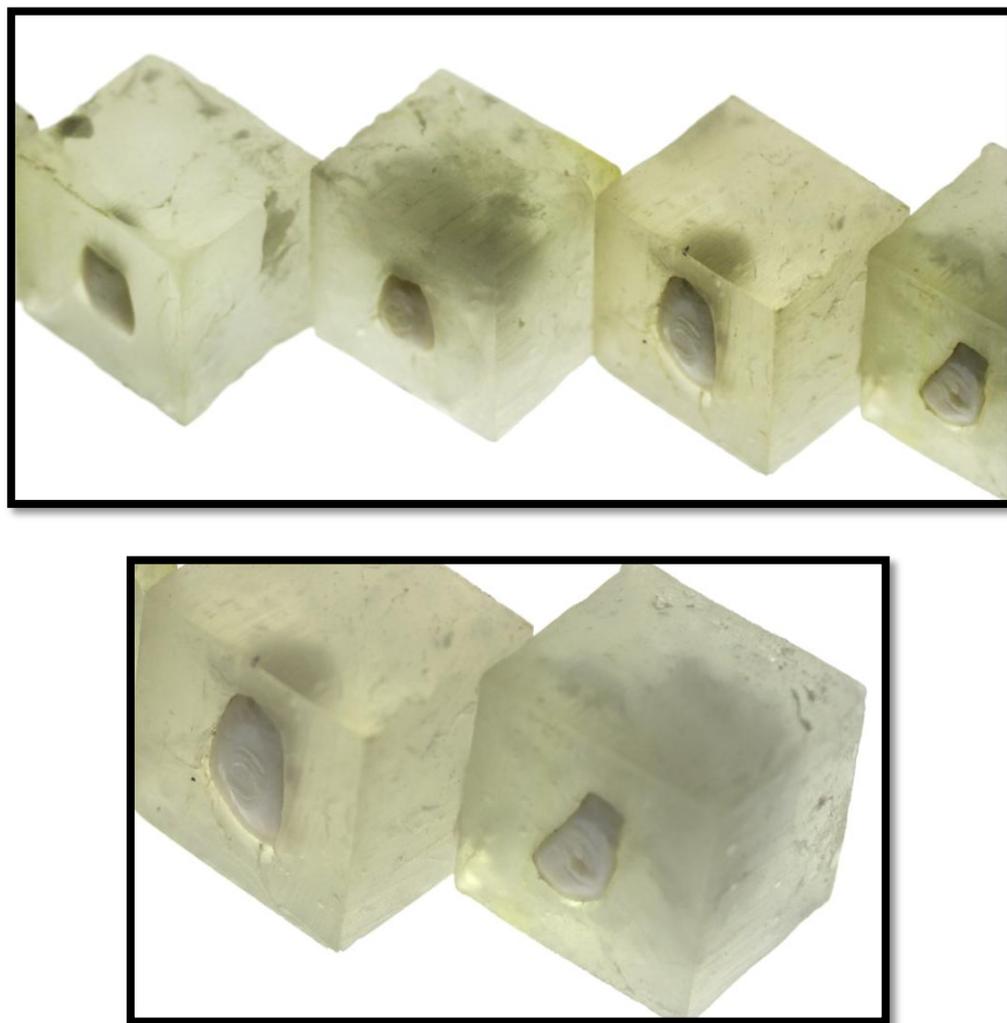


Figura 9. Preparacion superficies vestibulares.

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

Al finalizar la preparación de las muestras, se almacenaron en suero fisiológico, manteniéndolas en refrigeración en un recipiente de plástico, con la característica que el agua fue cambiada día a día, hasta ser utilizadas por un periodo no mayor a 2 semanas.

6.4. DETERMINACIÓN DE VARIABLES

Con un total de 100 muestras se dividieron en forma aleatoria en cuatro grupos, cada uno conformado por 25 especímenes, quedando los grupos constituidos como indica (n:25) Grafico 1.

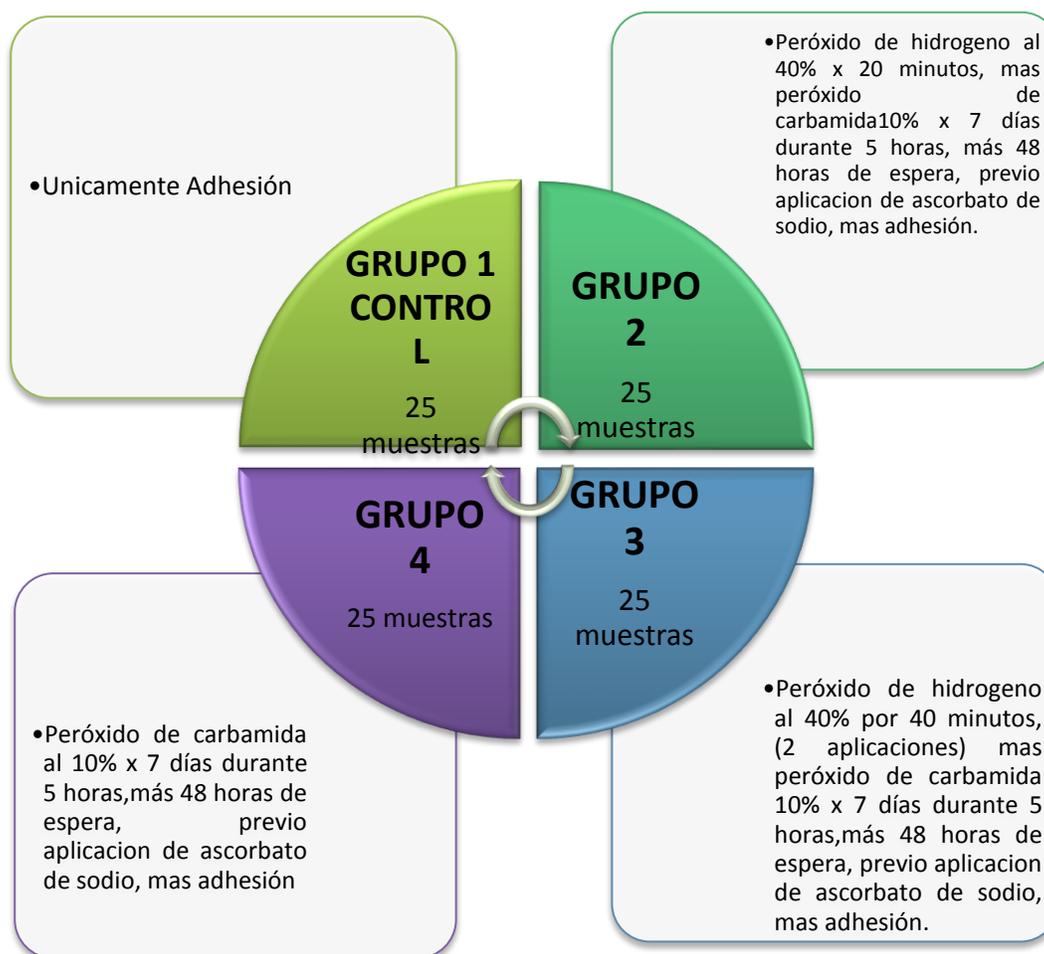


Grafico 1. Grupos de estudio y tratamiento

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

El grupo 1, fue considerado grupo control, conformado de 25 muestras, estos dientes no fueron sometidos a ningún tipo de aclaramiento, en cuyas superficies se realizó los procesos adhesivos restauradores. Se aplicó ácido fosfórico al 35% (Ultradent) durante 20 segundos, se lavó durante 40 segundos únicamente con agua, se secó mediante intervalos de aire para no desecar, se aplicó una capa uniforme de adhesivo Pq1 (Ultradent), posteriormente se aplicó aire a 10mm por 10 segundos para evaporar el solvente de alcohol, logrando una superficie brillante y se fotopolimerizó por 20 segundos con lámpara VALO Ultradent, siguiendo las instrucciones del fabricante. Se colocó la resina (Amelogen Plus Ultradent), a través de la matriz de teflón, mediante técnica incremental, Fotopolimerizamos cada capa de resina por 20 segundos para reducir el factor de contracción o factor C. (DELIPERI et al.,2002)

El grupo 2, considerado experimental, los especímenes fueron expuestos a peróxido de hidrógeno al 40% (Opalescence XtraBoost, Ultradent) por 20 minutos, continuando 24 horas después con peróxido de carbamida al 10% (Opalescence PF 10%, Ultradent), por 7 días durante 5 horas diarias. Después de la exposición química a los agentes aclaradores, se almacenaron en recipientes de plástico sumergidos en saliva artificial, durante todo el proceso, la saliva fue cambiada diariamente. Un protocolo de espera de 48 horas, posteriormente se realizó la aplicación del ácido ascórbico: ascorbato de sodio al 10% en gel por 10 minutos, e inmediatamente el procedimiento de adhesión de forma similar al grupo 1.

El grupo 3, considerado experimental también, los especímenes fueron expuestos a peróxido de hidrógeno al 40% (Opalescence XtraBoost, Ultradent) por 40 minutos, en dos aplicaciones de 20 minutos cada una, continuando 24 horas después con peróxido de carbamida al 10% (Opalescence PF 10%, Ultradent), por 7 días durante por 5 horas diarias. Después de la exposición química, se almacenaron en recipientes de plástico sumergidos en saliva artificial, durante todo el proceso, la saliva fue cambiada diariamente. Un protocolo de espera de 48 horas, posteriormente se realizó la aplicación del ácido ascórbico: ascorbato de sodio al 10% en gel por 10 minutos, e inmediatamente el procedimiento de adhesión de forma similar al grupo 1.

El Grupo 4 también experimental fue expuesto a peróxido de carbamida al 10% (Opalescence PF 10%, Ultradent) por 7 días, durante 5 horas diarias. Después de la exposición química, se almacenaron en recipientes de plástico sumergidos en saliva artificial, durante todo el proceso, la saliva fue cambiada diariamente. Un protocolo de espera de 48 horas, posteriormente se realizó la aplicación del ácido ascórbico: ascorbato de sodio al 10% en gel por 10 minutos, e inmediatamente el procedimiento de adhesión de forma similar al grupo 1.

6.5. PROCEDIMIENTOS

6.5.1. APLICACIÓN DEL AGENTE ACLARADOR DE ALTA Y BAJA CONCENTRACIÓN

Se realizó profilaxis con pasta de piedra pómez, utilizando un cepillo profiláctico durante 20 segundos sobre la superficie vestibular, removiendo residuos durante la manipulación, para liberar de cualquier contaminación en la superficie.

En el grupo 2 se aplicó peróxido de hidrógeno al 40% (Opalescence Boost, Ultradent), por 20 minutos en una sola aplicación (Fig. 10, 11, 12). Se lavó con agua (Fig. 13, 14) y se sumergió totalmente la superficie en saliva artificial. Al paso de 24 horas después, se continuó con peróxido de carbamida al 10% (Opalescence PF 10%, Ultradent) por 5 horas (Fig. 15, 16), se lavó y sumergió totalmente en saliva artificial 24 horas, hasta reiniciar el mismo proceso por 7 días. Durante el aclaramiento se cambió todos los días la saliva artificial.



Figura 10. Mezcla de Opalescence BOOST, ULTRADENT.

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

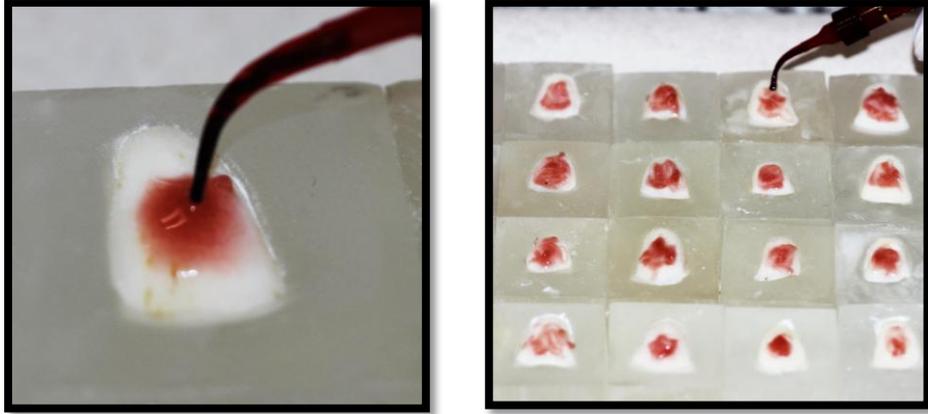


Figura 11; 12 Mezcla de Opalescence BOOST, ULTRADENT por 20 minutos

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

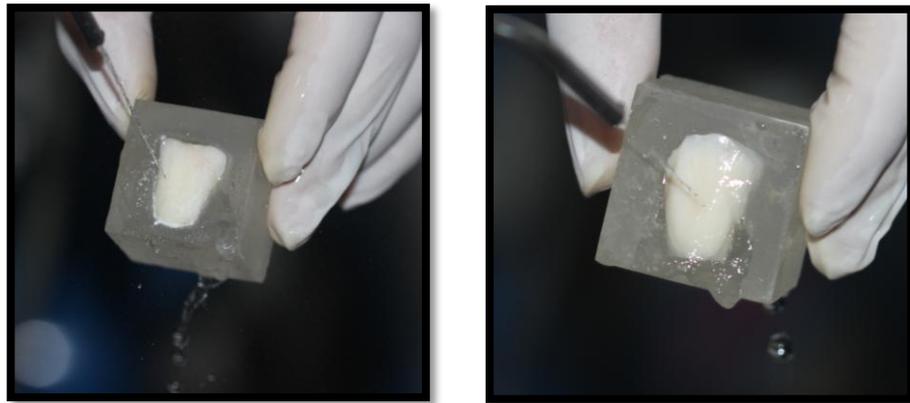


Figura 13; 14. Lavado con agua del Opalescence BOOST.

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

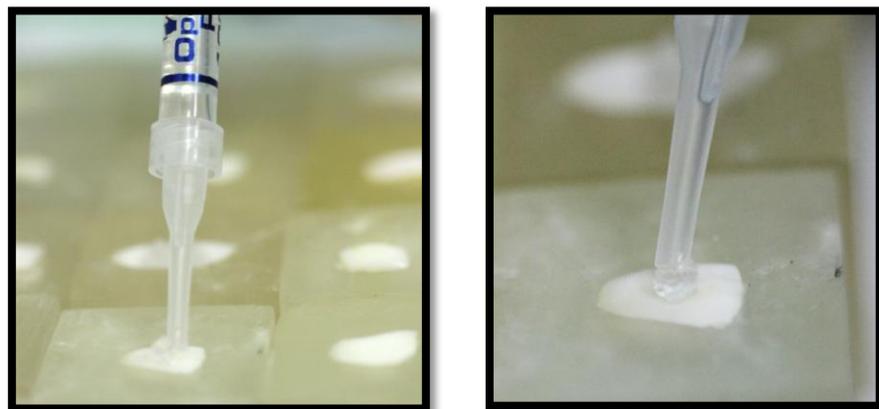


Figura 15; 16. Opalescence ULTRADENT 10%, por 5 hrs diarias.

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

En el grupo 3 se aplicó peróxido de hidrógeno al 40% (Opalescence Boost, Ultradent, (Fig. 10, 11, 12), por 40 minutos en dos aplicaciones de 20 minutos cada una. Se lavó con agua (Fig. 13, 14) y se sumergió totalmente la superficie en saliva artificial; 24 horas después, se continuó con peróxido de carbamida al 10% (Opalescence PF 10%, Ultradent) por 5 horas (Fig. 15, 16), se lavó y sumergió totalmente en saliva artificial hasta reiniciar el mismo proceso, por 7 días. Durante el aclaramiento se cambió todos los días de saliva artificial.

En el grupo 4 se aplicó peróxido de carbamida al 10% (Opalescence PF 10%, Ultradent) por 5 horas durante 7 días (Fig. 17, 18) y sumergió totalmente la superficie vestibular en saliva artificial hasta reiniciar el mismo proceso. Durante el aclaramiento se cambió todos los días de saliva artificial.

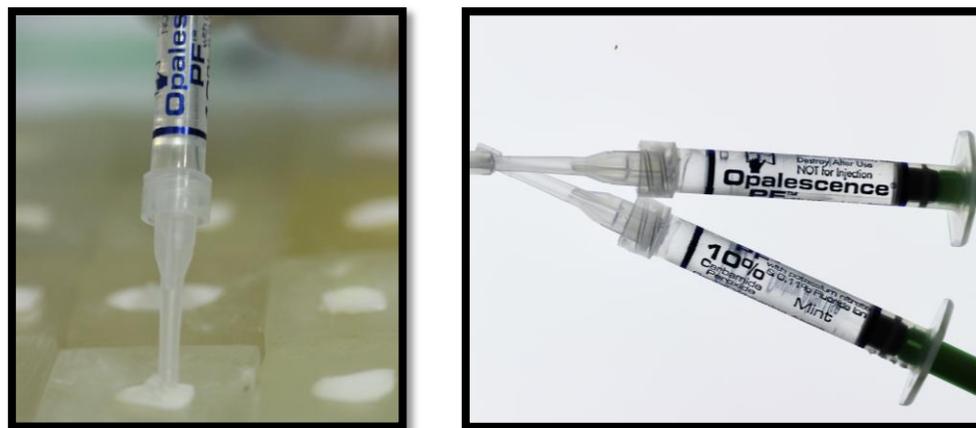


Figura 17, 18. Opalescence BOOST, ULTRADENT por 20 y 40 minutos

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

6.5.2. INMERSIÓN EN SALIVA ARTIFICIAL Y TIEMPO DE ESPERA

La saliva artificial fue preparada por el Dr. Carlos Fabara, Coordinador del Departamento de Química de la USFQ, por proceso de disolución. De acuerdo a la composición de la saliva mandibular según Ciba Geigy., 1981. Esta conformado de la siguiente manera (Tab 1).

Bicarbonato de sodio	NaHCO_3	19g
Cloruro de potasio	KCl	10.2g
Cloruro de calcio	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2g
Cloruro de magnesio	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.19g
Fosfato	NaH_2PO_4	2.4g
Agua destilada		10L
Ph	6,66	Ajustado con ácido láctico

Tabla 1. Composición de la saliva submandibular

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

Durante todo el proceso de aclaramiento, los especímenes fueron sumergidos en saliva artificial, cuando no estaban en contacto con el agente de aclaramiento. Oltu, (2000), afirmó que la saliva tiene una acción remineralizadora, gracias a su componentes y sustitutos que contienen iones de calcio y fosfato, (SHANNON et al, 1993).

Los especímenes del grupo 2, y 3 fueron sumergidos en saliva artificial durante 8 días durante la aplicación del agente aclarador, posteriormente permanecieron 48 horas

más sumergidos en saliva artificial como margen de espera antes de aplicar el agente antioxidante y realizar el proceso de adhesión.

El grupo 4 fue sumergido por 7 días durante la aplicación de agente químico, y permanecieron 48 horas mas sumergidos en saliva como margen de espera antes de aplicar el agente antioxidante y realizar el proceso de adhesión. (Fig. 19)

Durante el proceso de almacenamiento, la saliva fue cambiada diariamente durante estos periodos de tiempo. Después se los removi6 de la saliva, y se los lav6 con agua en spray durante 30 segundos, protocolo realizado en todos los grupos antes de aplicar el agente antioxidante e iniciar con el proceso de adhesión. (Fig. 19)



Figura 19. Inmersi6n en saliva artificial

Fuente: Lorena Jim6nez

Elaboraci6n: Lorena Jim6nez

6.5.3. APLICACIÓN DE AGENTE ANTIOXIDANTE

La solución de ascorbato de sodio en gel al 10%, fue preparada por el Dr. Cesar Enrique Vayas, del laboratorio químico integral “LA CASA DEL QUÍMICO”, por un proceso de disolución de 100g de ascorbato de sodio en 250ml de agua destilada y 500ml de una solución que contiene 15g de carbomer. Iniciado el proceso de disolución se añadió 250ml de una solución que contiene 15g de trietanolamina y 5g de conservante.

Una vez transcurrido el tiempo de espera de 48 horas en saliva artificial, los especímenes de los grupos 2, 3 y 4 posteriormente se los trató con ascorbato de sodio en gel al 10%, durante 10 minutos, se aplicó a través de un microbrush para su fácil manipulación. (Fig. 20, 21) Se lavó y se secó la superficie para continuar con el procedimiento de adhesión.

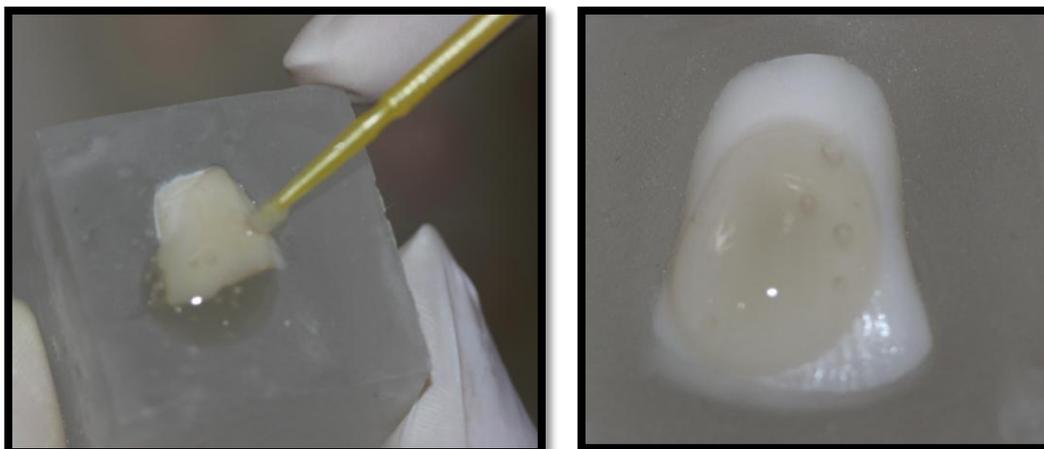


Figura 20, 21. Aplicación de antioxidante. Ascorbato de Sodio 10% por 10 minutos

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

6.5.4. PROCESO DE ADHESIÓN

En los grupos 1, 2, 3, y 4 se realizó el grabado de la superficie con ácido fosfórico al 35% (Ultra-Etch, Ultradent) (Fig. 22) por 20 segundos, se lavó con abundante agua por 40 segundos. Mediante intervalos de aire quitamos el exceso de agua, secando la superficie sin desecar y torundas estériles de algodón. (Fig. 23)

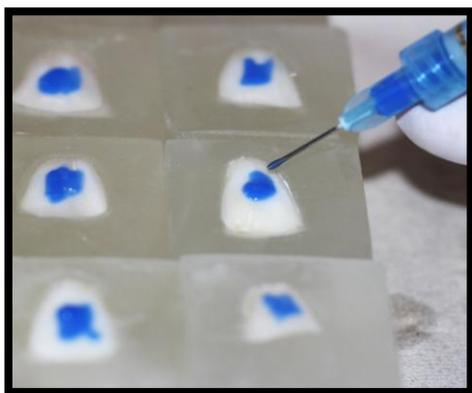


Figura 22. Aplicación ácido fosfórico al 35% (Ultra-Etch, Ultradent)
Fuente: Lorena Jiménez
Elaboración: Lorena Jiménez

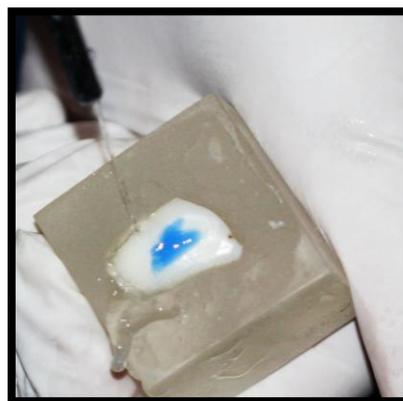


Figura 23. Lavado de superficie
Fuente: Lorena Jiménez
Elaboración: Lorena Jiménez

Se colocó dos capas uniformes de adhesivo PQ1 (Ultradent) sobre la superficie (HENOSTROZA, 2010), (Fig. 24) , se aplicó aire mediante la jeringa triple sobre la superficie a 10 mm, durante 10 segundos con la finalidad de eliminar el disolvente de alcohol mediante evaporación, quedando una capa uniforme y brillante, fotocuramos con lámpara de luz LED de amplio espectro, VALO (Ultradent), a una distancia de 10mm, con una longitud de onda de 395 – 480 nm. (Fig. 25)



**Figura 24. Adhesivo PQ1
(Ultradent)**

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez



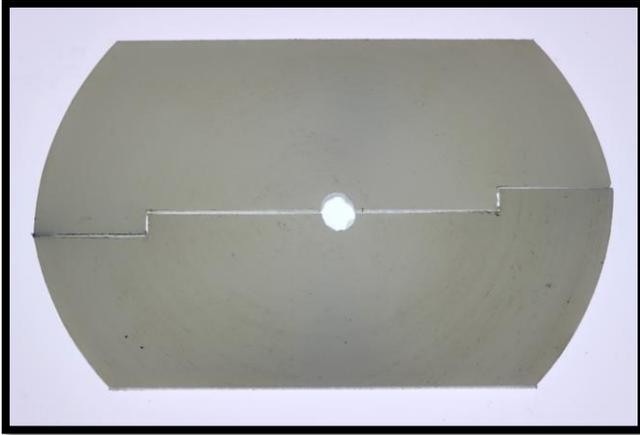
**Figura 25. Fotopolimerización, Lámpara VALO
(Ultradent)**

Fuente: Lorena Jiménez

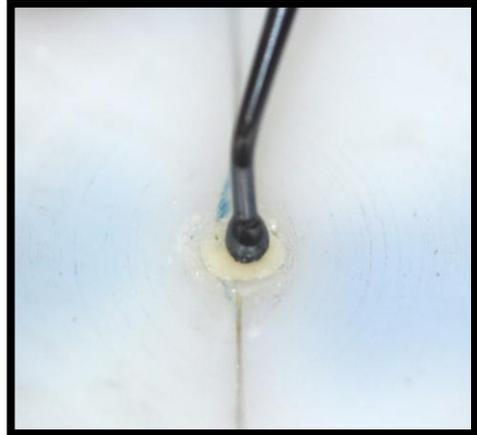
Elaboración: Lorena Jiménez

6.5.5. PROCESO DE COLOCACIÓN DE LA RESINA

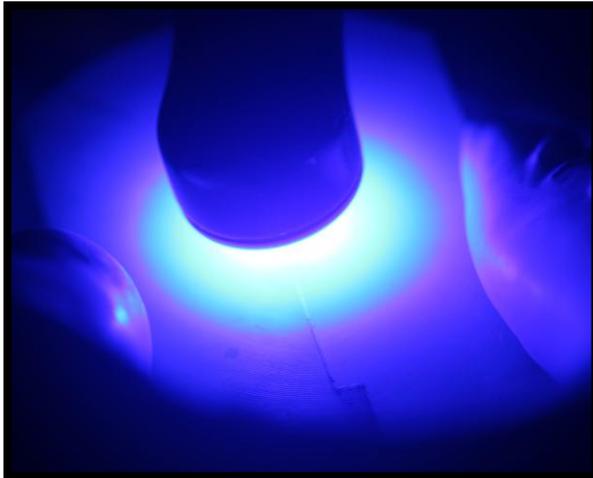
Posteriormente se colocó en los grupos 2, 3 y 4, el cuerpo de resina (Amelogen plus, Ultradent), mediante una matriz de teflón que mide 3 cm de ancho, 3 cm de alto y 1,5 cm de profundidad, en forma de 2 piezas de anclaje una de la otra, con un agujero en la mitad de toda la superficie, que mide 3mm, se unió entre si para formar un solo cuerpo en forma de cilindro dentro del teflón, apoyándolo sobre la superficie vestibular, empleando la técnica capa a capa, para reducir el factor C o factor de contracción, se incrementó la resina (Amelogen Plus, Ultradent) en forma de cuña para evitar distorsión de las paredes. (DELIPERI et al, 2002). (Fig. 26, 27). Se fotopolimerizó con lámpara de luz LED de amplio espectro, VALO (Ultradent), a una distancia de 10mm, con una longitud de onda de 395–480 nm. Se retiró la matriz pieza por pieza, almacenamos las muestras en saliva artificial. (Fig. 28, 29)



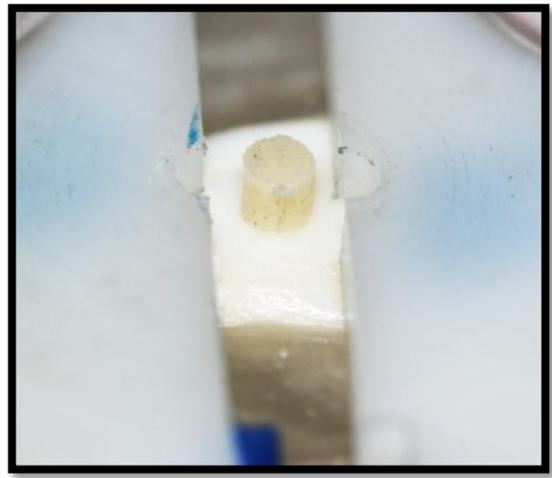
**Figura 28. Matriz para resina
Amelogen Plus, Ultradent**
Fuente: Lorena Jiménez
Elaboración: Lorena Jiménez



**Figura 29. Retiro de la matriz de teflón
Amelogen Plus, Ultradent**
Fuente: Lorena Jiménez
Elaboración: Lorena Jiménez



**Figura 28. Fotopolimerización la Resina
Amelogen Plus, Ultradent**
Fuente: Lorena Jiménez
Elaboración: Lorena Jiménez



**Figura 29. Retiro de la matriz de teflón
Amelogen Plus, Ultradent**
Fuente: Lorena Jiménez
Elaboración: Lorena Jiménez

6.5.6. PROCESO DE CIZALLAMIENTO

La prueba de cizallamiento para medir la fuerza de adhesión se la llevó a cabo en la máquina de tensión y presión (JJ type T5002) en la universidad de la ESPE, sistema mecánico que cuenta con la sensibilidad específica para este tipo de pruebas, mediante una carga estática vertical aplicada sobre el área del cuerpo de resina, a una velocidad de 1 milímetro/minuto. (Fig. 30, 31)

Se recolectó los datos en fichas específicas para cada grupo, se obtuvo los resultados en Newton (N) y se transformó en Megapascal (MPa), y se sometió al análisis estadístico.



Figura 30. Máquina JJ T5002

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

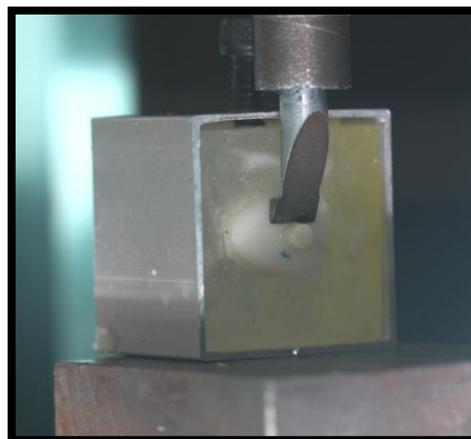


Figura 31. Aplicación de fuerza sobre Resina

Fuente: Lorena Jiménez

Elaboración: Lorena Jiménez

7. RESULTADOS

Todas las muestras fueron sometidas a esta carga mecánica para medir la resistencia de las fuerzas de adhesión. Inicialmente los valores fueron levantados en Newton (N), cambiados mediante una formula química posteriormente a MPa, para poder ser evaluados y sometidos al análisis de este estudio.

- MPa = megapascal
- N = medida de Newton obtenida por el equipo
- A = área del circulo
- π = pi 3.1416
- d^2 = diámetro de la muestra al cuadrado
- $d^2 = 9$

$$\text{MPa} = \frac{\text{N}}{\text{Amm}^2}$$

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

$$A = \frac{3.14159 \cdot 3^2}{4} = 7.06 \text{ mm}^2$$

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

Ejemplo:

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

$$\text{MPa} = \frac{128}{7.06 \text{ mm}^2}$$

$$\text{MPa} = 18.1$$

Tabla 2. Resultados obtenidos en Newtons, equivalente a Mpa.

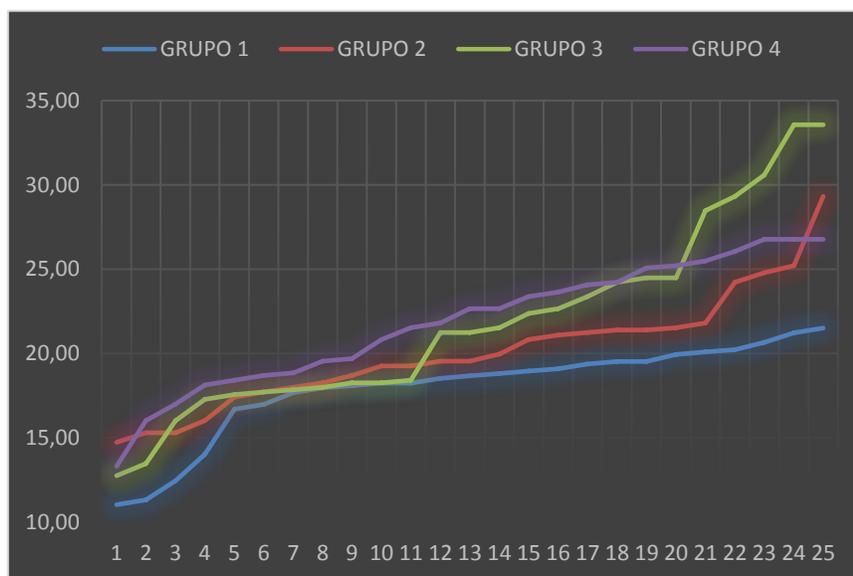
	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3		GRUPO 4	
	Newton	MPa	Newton	MPa	Newton	MPa	Newton	MPa
1	128	18.1	136	19.26	127	17.99	160	22.66
2	135	19.09	151	21.39	113	16.01	113	16.01
3	88	12.45	171	24.22	129	18.27	170	24.08
4	127	17.96	138	19.55	207	29.32	133	18.84
5	118	16.69	132	18.70	237	33.57	132	18.70
6	141	19.94	108	15.30	130	18.41	171	24.22
7	78	11.03	151	21.39	237	33.57	184	26.06
8	138	19.52	154	21.81	160	22.66	139	19.69
9	129	18.25	149	21.10	150	21.25	154	21.81
10	125	17.68	141	19.97	165	23.37	189	26.77
11	120	16.98	125	17.71	122	17.28	178	25.21
12	137	19.38	152	21.53	90	12.75	177	25.07
13	143	20.23	136	19.26	158	22.38	152	21.53
14	99	14.01	123	17.42	173	24.50	189	26.77
15	134	18.96	178	25.21	125	17.71	167	23.65
16	142	20.09	108	15.30	152	21.53	120	17.00
17	131	18.53	113	16.01	126	17.85	180	25.50
18	80	11.32	207	29.32	171	24.22	138	19.55
19	152	21.5	147	20.82	173	24.50	147	20.82
20	146	20.65	104	14.73	129	18.27	165	23.37
21	133	18.81	138	19.55	124	17.56	130	18.41
22	150	21.22	127	17.99	95	13.46	160	22.66
23	138	19.52	150	21.25	150	21.25	94	13.31
24	129	18.25	175	24.79	201	28.47	128	18.13
25	132	18.67	129	18.27	216	30.59	189	26.77

Los datos referidos a la fuerza de adhesión, posteriormente transformados en resistencia adhesiva fueron suministrados por el Departamento de ingeniería mecánica de la Escuela Politécnica del Ejercito (ESPE), informe que fue entregado y ejecutado por el Ingeniero Francisco Navas, profesor y encargado del laboratorio de mecánica de esta institución, mediante informe técnico, fueron organizados en una base de datos en el programa para estadística SPSS 22 con el cual se estimaron las medidas descriptivas y posteriormente se desarrolló la prueba de ANOVA y el test complementario de Tamhane.

Los resultados dan cuenta de una alta dispersión de los datos, con valores individuales para los ensayos experimentales superiores a los del control, aparentemente con el grupo 3 (PERÓXIDO DE HIDRÓGENO 40% por 40 minutos + PERÓXIDO DE CARBAMIDA 10% X 7 DÍAS DURANTE 5 HORAS, CON UN TIEMPO DE ESPERA DE 48 HORAS ANTES DE REALIZAR LOS PROCEDIMIENTOS DE ADHESION) y el grupo 4 (PERÓXIDO DE CARBAMIDA 10% X 7 DÍAS DURANTE 5 HORAS, CON UN TIEMPO DE ESPERA DE 48 HORAS ANTES DE REALIZAR LOS PROCEDIMIENTOS DE ADHESION) presentan valores mucho más altos. La tabla 3 muestra los resultados de la resistencia adhesiva en forma ascendente para cada grupo; tanto control como experimental.

PROBETA	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
1	18,10	19,26	17,99	22,66
2	19,09	21,39	16,01	16,01
3	12,45	24,22	18,27	24,08
4	17,96	19,55	29,32	18,84
5	16,69	18,70	33,57	18,70
6	19,94	15,30	18,41	24,22
7	11,03	21,39	33,57	26,06
8	19,52	21,81	22,66	19,69
9	18,25	21,10	21,25	21,81
10	17,68	19,97	23,37	26,77
11	16,98	17,71	17,28	25,21
12	19,38	21,53	12,75	25,07
13	20,23	19,26	22,38	21,53
14	14,01	17,42	24,50	26,77
15	18,96	25,21	17,71	23,65
16	20,09	15,30	21,53	17,00
17	18,53	16,01	17,85	25,50
18	11,32	29,32	24,22	19,55
19	21,50	20,82	24,50	20,82
20	20,65	14,73	18,27	23,37
21	18,81	19,55	17,56	18,41
22	21,22	17,99	13,46	22,66
23	19,52	21,25	21,25	13,31
24	18,25	24,79	28,47	18,13
25	18,67	18,27	30,59	26,77

Tabla 3: Resultados de la resistencia adhesiva (MPa) por grupo



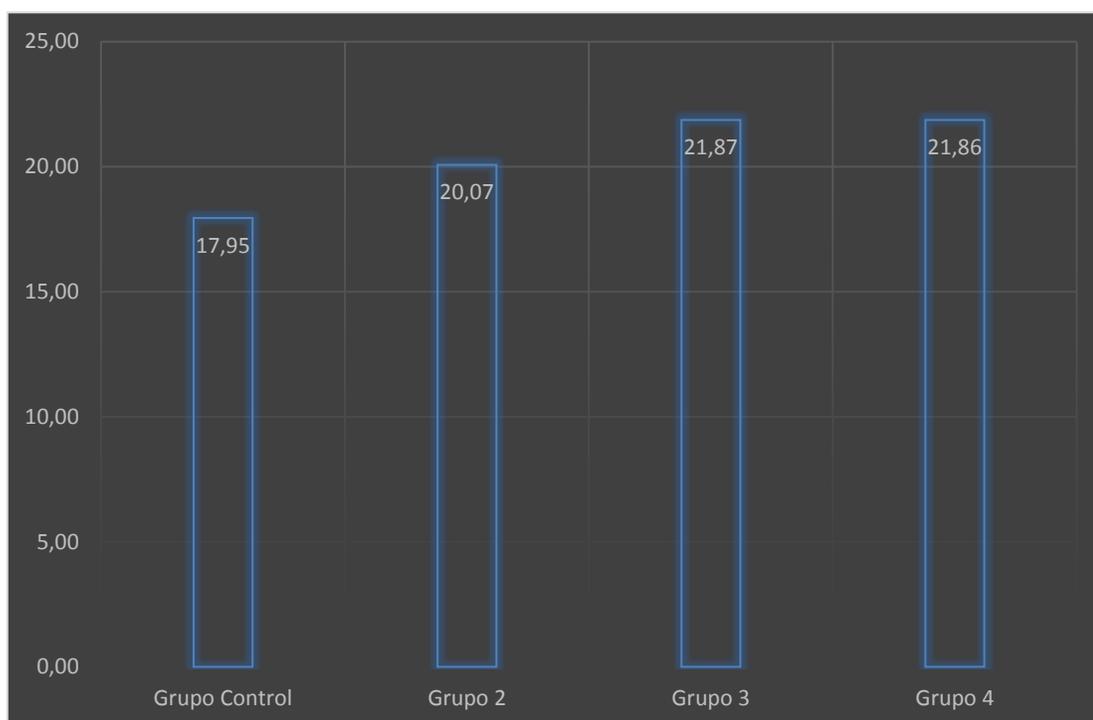
Gráfica 2: Resultados de la resistencia adhesiva (MPa) por grupo

El grupo control registró valores de resistencia a la adhesión entre 11 y 21,5 Mpa, el grupo 2: valores entre 14,7 y 29,3Mpa, el grupo 3: entre 12, 8 y 33,6 Mpa, grupo en el que se obtuvieron las 4 medidas más altas, pero así mismo una alta dispersión y el grupo 4: medidas de resistencia adhesiva entre 13,3 y 26,8 Mpa (tabla 4).

Grupo	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Grupo Control	17,95	2,855	,571	16,77	19,13	11,0	21,5
Grupo 2	20,07	3,401	,680	18,67	21,48	14,7	29,3
Grupo 3	21,87	5,725	1,145	19,51	24,23	12,8	33,6
Grupo 4	21,86	3,703	,741	20,34	23,39	13,3	26,8

Tabla 4: Estadísticos de la resistencia adhesiva (MPa) por grupo

La gráfica 3 permite observar los valores medios de la resistencia a la adhesión por grupo, se registran valores superiores para los grupos experimentales (grupo 2, 3 y 4), los grupos 3 y 4 presentan valores bastante similares (tabla 4).



Gráfica 3: Valor medio de la resistencia adhesiva (MPa) por grupo

Se desarrolló la prueba de Levene para comprobar si pueden suponer varianzas iguales, los datos no superaron esta prueba ($p=0,004$), sin embargo la prueba ANOVA fue posible y se complementó con el test de Tamhane (prueba post Hoc cuando las varianzas no son iguales).

ANOVA estimó una significancia $p= 0,02$ con lo que se pudo concluir que existe diferencia significativa en la media de resistencia a la adhesión para los grupos comparados (tabla 5)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significancia
Entre grupos	259,713	3	86,571	5,231	,002
Dentro de grupos	1588,839	96	16,550		
Total	1848,552	99			

Tabla 5: Resultados de la prueba de ANOVA para la resistencia adhesiva

Finalmente la prueba de Tamhane permitió hacer la comparación por pares, permitiendo concluir que el grupo control difiere significativamente de los grupos experimentales ($p < 0,05$), que registraron mejores valores de resistencia adhesiva, sin embargo no se verificó diferencia significativa entre los tres grupos experimentales ($p > 0,05$) (tabla 6).

(I) GRUPO	(J) GRUPO	Diferencia de medias (I-J)	Significancia
Grupo Control	Grupo 2	-2,121	,120
	Grupo 3	-3,916*	,025
	Grupo 4	-3,910*	,001
Grupo 2	Grupo 3	-1,796	,708
	Grupo 4	-1,790	,400
Grupo 3	Grupo 4	,006	1,000

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Tabla 6: Resultados de la prueba de Tamhane para la resistencia adhesiva

8. DISCUSIÓN

El aclaramiento dental se ha convertido en la modalidad más frecuente de tratamiento para mejorar la estética de los dientes, llegando a ser uno de los más populares dentro de la odontología estética, convirtiéndose en el procedimiento que ha cambiado más conductas en odontología (GREENWALL, 2002).

Nakamichi, et al., (1993), refiere la enorme similitud que existe entre el empleo de dientes humanos y bovinos, concluyó que no existe diferencia en la resistencia adhesiva tanto para el esmalte humano como para el bovino. Estos dientes constituyen actualmente una de las mejores alternativas para pruebas *in vitro* sobre todo por la difícil obtención de dientes humanos que cumplan todos los criterios de inclusión y mantengan similares niveles de resistencia adhesiva en esmalte, todo esto justifica su empleo en este estudio.

Sin duda, el aclaramiento dental es un procedimiento mediante el cual se eliminan manchas o coloraciones de origen extrínseco o intrínseco; a pesar de considerarse un procedimiento conservador presenta efectos adversos que hay que tener en consideración. Uno de los cuales es reducción en la fuerza de adhesión en procedimientos adhesivos realizados inmediatamente en dientes aclarados (TITLEY et al. 1993, DISHMAN et al., 1994; LAI et al., 1991).

Spalding, (2000). Afirmó que el peróxido de hidrógeno se degrada en oxígeno y agua, sirviendo como precursor del radical libre de oxígeno, siendo extremadamente reactivo, ejerciendo fuerte actividad aclaradora debido a una variedad de moléculas orgánicas cromatogénicas. Bottino, et al., (2008), comprobó que el peróxido de carbamida es muy inestable y que se degrada en peróxido de hidrógeno para fluir libremente sobre la superficie del esmalte y dentina, donde se descompone en oxígeno y agua, también libera radicales libres perhidroxilos por períodos cortos de tiempo, al igual que anteriormente mencionamos son muy reactivos y oxidantes, ya que rompen las cadenas de macromoléculas en pequeñas cadenas de micromoléculas siendo arrastradas a la superficie por difusión. (GREENWALL, 2002, FASANARO, 1992).

Las técnicas combinadas de aclaramiento suelen consistir en una ó dos sesiones de aclaramiento inicial en el consultorio, para continuar el aclaramiento en casa. Tienen la ventaja respecto al aclaramiento domiciliario, que el paciente en la primera sesión puede ver ya un resultado en los dientes aclarados. La finalidad del aclaramiento combinado es intentar reducir el tiempo total de tratamiento necesario en comparación con el aclaramiento domiciliario exclusivamente, y disminuir el número de sesiones que se necesitan en consulta (KUGEL, 1997).

Numerosos estudios han demostrado una reducción considerable en la resistencia adhesiva sobre el esmalte, cuando los procedimientos adhesivos son realizados

inmediatamente posterior al aclaramiento (DISHMAN et al., 1994; TITLEY et al., 1993). La literatura refiere, que toda restauración ejecutada sobre una superficie aclarada previamente presenta un pronóstico desfavorable asociado a la presencia de radicales libres los cuales en pruebas de resistencia adhesiva demostraron una disminución en estos valores (NOUR et al., 2006; MURAGUCHI et al., 2007).

Existe un aumento de la cantidad de oxígeno en la estructura dental durante el tratamiento aclarador, debido que el oxígeno es inhibidor de la polimerización en los sistemas adhesivos y resinas compuestas (ALVES, 2003; LAI et al., 2002). Siendo la reducción de adhesión, atribuida a la presencia de oxígeno residual, retrasando la polimerización de la resina. Hirata, (1999), preconiza que básicamente lo que promueve el efecto del aclaramiento es el oxígeno liberado.

Los procesos adhesivos ejecutados en complemento con la búsqueda de la estética, posterior a un tratamiento aclarador es frecuente y la espera por parte del paciente e incluso por parte del profesional es una tarea poco gratificante, de ahí que la oportunidad de encontrar un agente que permita la salida del oxígeno residual de forma acelerada asegura desde nuestro punto de vista, éxito en el proceso restaurador adhesivo posterior al aclaramiento ejecutado. Existen algunas alternativas para solucionar este problema y alcanzar niveles óptimos de adhesión post-aclaramiento. Acompañado de un protocolo aceptado en la literatura como es: el

tiempo de espera, antes de iniciar la aplicación de un agente antioxidante como mecanismo inhibidor del oxígeno residual y poder iniciar el procedimiento adhesivo, Tam et al., 2006, una semana; Sulieman et al., 2008, dos semanas; Cavalli et al., 2001, tres semanas. Sundfeld, et al., (2005), evaluaron la fuerza de adhesión, en 4 tiempos experimentales inmediato, 7, 14 y 21 días, después de hacer aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 35%, en sus resultados encontraron que 7 días, es el tiempo mínimo de espera para obtener resultados similares a los del grupo control. Türkün y Kaya, (2006), evaluaron con microcizallamiento post-aclaramiento obteniendo los mejores resultados en adhesión en brackets, una semana después de aplicación del gel aclarador.

Otro protocolo ampliamente sustentado es la utilización de un agente antioxidante, (TITLEY et al. 1993, DISHMAN et al., 1994; LAI et al., 1991). El ascorbato de sodio es un antioxidante y su función es evitar o retardar la oxidación inducida por la luz y el oxígeno. (HERNANDEZ et al. 2008). Su uso en odontología está afirmado y ampliamente sustentado, Kaya y Türkün, (2003), Lai et al., (2002); Kimyai, et al. (2010), por su eficacia, sin presentar efectos adversos.

Kimyai, et al., (2006). evaluaron el ascorbato de sodio después de aplicación de peróxido de carbamida al 10%, en concentración de 10 y 20% en presentación líquido y gel, encontraron buenos resultados con la presentación en gel y sin importar la

concentración. Türkün, et al, (2009), modificaron concentraciones de ascorbato de sodio 2,5, 5 y 10% , encontraron que los mejores resultados al 10%. Kunt, et al., (2011), evaluaron el ascorbato de sodio al 10% en aclaramientos caseros y de consultorio, demostrando su eficiencia para adhesión inmediata en ambas modalidades. Kaya e Türkün, (2003), evaluaron peróxido de hidrógeno con y sin ascorbato de sodio, al igual que peróxido de carbamida y encontraron leve reversión de los valores de resistencia de unión en los grupos que utilizaron ascorbato de sodio.

Los resultados encontrados en este estudio nos sorprenden, sobre todo por que verifican que el tiempo de espera es primordial a la hora de iniciar restauraciones adhesivas (SUNDFELD et al., 2005), tanto como la aplicación de ácido ascórbico al 10%, empleado como elemento acelerante en la eliminación de oxígeno residual posterior al aclaramiento dental y previo a los procesos adhesivos (TITLEY et al., 1993; DISHMAN et al., 1994; LAI et al., 1991), se mostró totalmente beneficiosa e incluso permitió mejoras en la resistencia adhesiva si consideramos el grupo control donde no se realizó ningún tipo de tratamiento previo sobre la superficie dental.

9. CONCLUSIONES

Los resultados estadísticos demuestran una ausencia de diferencia en cuanto a la resistencia adhesiva sobre superficies tratadas con diferentes concentraciones de agentes aclaradores, con un tiempo de espera de 48 horas y con un contacto previo de ácido ascórbico al 10% durante 10 minutos, lo que indica una acción de los agentes similar sobre las superficies independiente de la concentración del agente aclarador empleado.

El ascorbato de sodio al 10% en unión con saliva artificial provoca una acción remineralizadora que provoca la liberación de los radicales libres y modifica de forma positiva la estructura del esmalte.

La aplicación de peróxido de hidrógeno acompañado de peróxido de carbamida, en técnica combinada, no provocó alteraciones sustanciales en los resultados de las pruebas de resistencia adhesiva, en comparación con la aplicación únicamente del peróxido de carbamida en técnica domiciliaria.

El tiempo de espera previo a ejecutar procedimientos adhesivos resulta beneficioso, en acción conjunta con el agente antioxidante, elevando sustancialmente los niveles de adhesión.

10. BIBLIOGRAFÍA

Al Schethri S, Matis B, Cochran Ma, Zekonis R, Stropes Ma. Clinical Evaluation of two in office bleaching products. Oper Dent. 2003 Sep-Oct; 28(5):488-95.

Avery J.k; Chiego D. *“Principios de histología y embriología bucal con orientación clínica”*. Edición 3. Editor Elsevier. España. pags 135 – 149. 2007.

Baratieri LN, et al; Soluciones Clínicas, Fundamentos y técnicas. Grupo editorial Nacional, 2009.

Barrancos, J.M ; Barrancos, P.J. (2006). *“Operatoria Dental Integración Clínica”*. 4ta Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires – Argentina.

Basting RT, Rodrigues JA, Serra MC, Pimenta LA. Shear bond strength of enamel treated with seven carbamide peroxide bleaching agents. J Esthet Restor Dent. 2004; 16(4):250-59.

Baumeister, T; Avallone, E. (1992). *“Manual del ingeniero Mecánico”*, Editorial McGRAW HILL. Volumen III. México.

Ben-Amar A, Liberman R, Gorfil C, Bernstein Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. Am J Dent 1995; 8(1): 29-32.

Cardoso PC, Godoy FS, Oliveira MT, Baratieri LN. Influencia do tempo de aplicacao de un gel clareador a base de peroxide de carbamida al 10% na cor dos dentes: um studio in vitro. Cienc Odontol Bras. 2007 Jan-Mar; 10(1):78-83.

Cavalli V; Arrais CA; Giannini M; Ambrosano GM. (2004). "*High concentrated carbamide peroxide bleaching*". J Dent; 31:155-59.

Cavalli V; Arrais CA; Giannini M; Ambrosano GM. (2004) "*High Concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface*". J Oral Rehabil; 31:155-159.

Cohen S.,Burns R.Vías de la pulpa. 8 ed. Madrid:Elsevier Science.2002;21.

Cooper JS; Bokmeyer T; Bowles WH. (1992). "*Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents*". J Endodont; 18:315-317.

Cvitko E, Denehy GE, Swift JR, Pires JA. Bond strength of composite resin to enamel bleached with carbamide peroxide. J Esthet Dent 1991; 3(3): 100-102.

Dayan D; Heifferman A; Gorski M; Beigleiter A. (1983). "*Tooth discoloration – extrinsic and intrinsic factors*". Quintessence International; 12(14):1 – 5.

Dunn JR, Dentist-prescribed home bleaching: current status. Compend Contin Educ Dent. 1998 Aug; 19(8):760-4.

Eriksen HM; Nordbo H. (1978). "*Extrinsic discoloration of teeth*". J Clinical Periodontol; 5:229 – 236.

Ernest CP; Marroquin BB; Willershausen-Zonnchen B. "*Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel*". Quintesse International; 27:53-56. 1996.

Ernst CP; Marroquin BB; Willershausen – Zonnchen B. "*Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel*". Quintessence International; 27:53 – 56. 1997.

Fasanaro S.bleaching teeth:history, chemicals and methods used for common tooth discoloration.J Esthet Dent 1992,4(3):71-78.

García-Godoy F, Dodge WW, Donohue M, O'Quinn JA. Composite resin bond strength after enamel bleaching. Oper Dent 1993; 18(4): 144-147.

Gómez de Ferraris M; Campos Muñoz A. "*Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental*". Edición 3, Editor Médica Panamericana. 2009.

Greenwall L; Brenna F. "*Odontología Restauradora. Técnicas de Blanqueamiento dental*". Edición 1. Editor ISBN. Pags 2 – 44. 2002

Hanks CT, Fat JC, Wataha JC, Corcoran JF. Cytotoxicity and dentin permeability of carbamide peroxide and hydrogen0peroxide vital bleaching materials, in vitro.J Dent Res.1993; 72: 93108.

Haywood VB; Heymann HO. (1991). “*Nighthguard vital bleaching how safe is it?*”. Quintessence International; 22:515-238.

Haywood VB; Leech T; Heymann HO; Crompler D; Bruggers K. (1990). “*Effects on enamel surface texture and diffusion*”. Quintessence International; 21:801-804.

Hegedus C; Bistey; Flora-Nagy E; Jenei A. (1999). “*An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface*”. J Dent; 27:509 – 15.

Henostroza, G. (2010). “*Adhesión en Odontología Restauradora, Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales ALOBY*”. 2da Edición. Editorial medica Ripano. Madrid - España.

Hosoya N; Honda K; Lino F; Arai T. (2003). “*Changes in Enamel surface roughness and adhesión of Streptococcus Mutans to enamel after vital bleaching*”. J Dent; 31:543 – 548.

Howard, WR. (1992). “*Patient applied tooth whiteners*”. J Am Dent Association; 132(2):57- 60.

Ingle J.,Bakland L.Endodoncia.5ed.México: Mc Graw Hill 2004;16.

JiangT, Ma X, Wang Y, Zhu Z, Tong H, Hu J. Effects of Hydrogen Peroxide on Human Dentin Structure. J Dent Res.2007; 86:1040047

Joiner A. (2006). *"The bleaching of teeth"*: A review of the literature. J Dent; 34: 412-419.

Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. J Dent. 2006 Mar; 34:412-9.

Joiner, A. (2000). *"The Bleaching of teeth"*. J Dent; 34:412 – 419.

Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. Endod. 2004;56:27407.

Kimyai S, Valizadeh H. Comparison of the effect of hydrogel and a solution of sodium ascorbate on dentincomposite bond strength after bleaching. J Contemp Dent Pract 2008 1; 9(2): 105-12.

Kugel G, Perry RD, Hoang E, Scherer. Effective tooth bleaching in 5 days: using a combined in-office and at-home bleaching system. Compend Contin Educ dent.1997; 18: 378-83.

Kunt GE, Yilmaz N, Sen S, Dede DÖ. Effect of antioxidant treatment on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel. Acta Odontol Scand 2011; 69(5): 287-291.

Lai SC, Tay FR, Cheung GS, Mak YF, Carvalho RM, Wei SH, Toledano M, Osorio R, Pashley DH. Reversal of compromised bonding in bleached enamel. Journal of Dental Research. 2002; 81(7):477-81.

Leonard RH, Efficacy, longevity, side effects, and patient perceptions of nightguard vital bleaching. *Compend Contin Educ Dent*. 1998 Aug; 19(8):766-74.

Lopes GC, Bonissoni L, Baratieri LN, Vieira LC, Monteiro JR. Effect of bleaching agents on the hardness and morphology of enamel. *J Esthet Restor Dent*. 2002; 14: 24-30.

Louka AN. (1989). "*Esthetic treatment of anterior teeth*". *J Can Dent Association*; 55(1):29 – 32.

Lyons K.,Ng B.Nightguard vital bleaching: a review and clinical study.*N Z Dent J*.1998;94(417):100-103.

Marson FC, Sensi LG, Vieira LC, Araújo. Clinical evaluation of in-office dental bleaching treatments with and without the use of light activation sources. E. PMID 18336728. Vandewalle KS.,Roberts HW.,Tiba A.,CharltonDG. Thermal emission and curing efficiency of LED and halogen curing lights.*OperDent*.2005;30(2):257-264.

Marson, FC. Avaliação clínica do efeito de diferentes unidades de ativação sobre clareamento dental. Florianópolis (Sc): Universidade Federal de Santa Catalina. Programa de pós-graduação, 2006.

Minoux M, DMD; Serfaty R. (2009). "*Blanqueamiento en dientes vitales*". Edición 22 Numero 8. Editor Quintessence, pags 355 – 363.

M. Minoux, R. Serfaty Vital tooth bleaching: biologic adverse effects a review
Quintessence Int., 39 (2008), pp. 645–659

Ness L; Rosenkrans D de L and Welford JF. (1977). *“An epidemiologic study of factors affecting extrinsic staining of teeth in an English population”*.
Commun Dent Oral Epidemiology; 5:55 – 60.

Nour El-din AK, Miller BH, Griggs JA, Wakefield C. Immediate bonding to leached enamel. Oper Dent. 2006; 31(1):106-14.

Orban Bhaskar, S. N. *“Histología y embriología, bucal, de Orban”*. Edición 11. Editor Prado. Pags 133 – 150. 1993

Papathanasiou A, Bardwell D, Kugel G. A clinical study evaluating a new chairside and take-home whitening system. Compend Contin Educ Dent 2001 Apr;22(4):289-94, 296, 298.

Petkova M. Efectos Clínicos y estructurales del blanqueamiento. Odontología Sanmarquina. 2004; 8 (1): 25-9.

Poole AJ. (2004). *“Treatment of biorefractory organic compounds in wool scour effluent by hydroxyl radical oxidation”*. J Water Res; 38:3458-3464.

Potocnik I; Kosec L; Gaspersic D. (2000). *“Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral Content”*. J Endodont; 4(26): 203- 206.

Potonicnik I; Kosec L. (2000). “ *Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content*”. J Endodont; 26:203 -2006.

Powell VL; Bales DJ. (1991). “*Tooth Bleaching: its effect on oral tissues*”. J Am Dent Association; 122:50 - 54.

Price RB; Sedarous M; Hiltz GS. (2000). “*The pH of tooth-withening products*”. J Can Dental Association; 66:421-426.

Robertello, F.J; Meares, A.W; Gunsolley, J.C; Baughan L.W. (1997). “*Effect of peroxide bleached on fluoride release of dental materials*”. Am J Dent; 10:264 – 267.

Rotstein I; Dankner E, Goldman A; Heling I.; Stabholz A; Zalkind M. (1992). “*Histochemical Analysis of dental hard tissues following bleaching*”. J Endodont; 22 (1): 23- 26.

Rotstein I; Dankner E; Goldman A; Heling I; Zalkind M. (1992). “*Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching*”. J Endodont; 22:23-5.

Sasaki RT, Flório FM, Basting RT. Effect of 10% sodium ascorbate and 10% alpha-tocopherol in different formulations on the shear bond strength of enamel and dentin submitted to a home use bleaching treatment. Oper Dent 2009; 34(6): 746-752.

Spalding M; De Assis TLA, De Assis FG. (2003). "*Scanning Electron Microscopy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: alone, with saliva, and with 10% carbamide peroxide*". J Esthet Restor Dent; 15(3): 154- 164.

Spalding M; Taveira LA; Assis GF. (2003). "*Scanning electron microscopy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: alone, with saliva, and with 10% carbamide peroxide*". J Esthet Restor Dent;15:154-65.

Suliaman M, Mc Donald M, Rees JS, Addy M. comparison of three in office bleaching systems based on 35% hydrogen peroxide with different light activators. Am J Dent. 2005 June; 18(3):194-7.

Sung EC, Chan SM, Mito R, Caputo AA. Effect of carbamide peroxide bleaching on the shear bond strength of composite to dental bonding agent enhanced enamel. J Prosthet Dent. 1999; 82(5): 595-99.

Tam L. Vital Effect of potassium nitrate and fluoride on carbamide peroxide bleaching. Quintessence Int 2001; 32: 760-770.

Tam L. Vital Effect of potassium nitrate and fluoride on carbamide peroxide bleaching. Quintessence Int 2001; 32: 760-770.

Tin-Oo MM, Saddki N, Hassan N. Factors influencing patient satisfaction with dental appearance and treatment they desire to improve aesthetics. BMC Oral Health 2011.

Titley KC, Torneck CD, Ruse ND. The effect of carbamideperoxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res* 1992; 71(1): 20-24.

Turker SB, Biskin T. The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil*. 2002; 29: 657-61.

Turku M, Sergican F, Pehliven Y, Aktener BO. Effects of 10% carbamide peroxide on the enamel surface morphology: a scanning electron microscopy study. *J Esthet Dent*. 2002; 14: 238-44.

Ushigome T, Takemoto S, Hattori M, Yoshinari M, Kawada E, Oda Y. Influence of peroxide treatment on bovine enamel surface cross sectional analysis. *Dent Mater*. 2009; 28: 315023.

Van Der Vyver PJ, Lewis SB, Marais JT. The effect of bleaching agent on composite/enamel bonding. *J Dent Assoc S Afr*. 1997 Oct; 52(10):601-3

Zalkind M; Arwas JR; Goldman A; Rotstein I. (1996) "*Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a SEM study*". *Endodont Dent Traumatol*; 12:82- 88.

Zekonis R, Matis BA, Cochran MA, Al Shetri SE, Ecker GJ, Carlson Tj. Clinical evaluation of in office and at-home bleaching treatments. *Oper Dent*. 2003 Mar-Apr; 28(2):114-21.