

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Posgrado

Estudio comparativo *in vitro* sobre la eficacia del ascorbato de sodio al 10% en tratamientos adhesivos en esmalte de dientes aclarados con peróxido de carbamida al 15%, peróxido de hidrógeno al 10% y 40% sometidos a fuerzas de cizallamiento

Autora

María Estefanía Bravo Zúñiga

Tutora

Dra. Yolanda Román de Monteros

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

Quito, 15 de diciembre 2017

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Estudio comparativo in vitro sobre la eficacia del ascorbato de sodio al 10% en tratamientos adhesivos en esmalte de dientes aclarados con peróxido de carbamida al 15%, peróxido de hidrógeno al 10% y 40% sometidos a fuerzas de cizallamiento

María Estefanía Bravo Zúñiga

Yolanda Román, Dra.
Director de la tesis

Nancy Mena, Dra.
Director del Programa de
Rehabilitación Oral

Paulina Ariaga, Dra.
Decana del Colegio Escuela de
Odontología

Hugo Burgos, PhD.
Decano del Colegio de Posgrados

Quito, 15 de diciembre 2017

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: María Estefanía Bravo Zúñiga

C. I.: 0104273149

Lugar y fecha: Quito, 15 de diciembre del 2017

RESUMEN

El aclaramiento dental es un procedimiento que trata las discromías o cambios de color de los dientes, siendo en la actualidad un tratamiento muy solicitado por los pacientes. Sin embargo, puede ocasionar disminución de la resistencia adhesiva entre los materiales restaurativos y el esmalte dental que se resuelve con el tiempo, pero cada vez más los pacientes demandan tratamientos con resultados estéticos inmediatos. Siendo múltiples las investigaciones cuyo objetivo es el acortar el tiempo de espera entre el postaclaramiento y los procedimientos adhesivos.

El objetivo de este estudio fue observar la eficacia del ascorbato de sodio al 10% en tratamientos adhesivos en esmalte de dientes aclarados con peróxido de carbamida al 15%, peróxido de hidrógeno al 10% y 40% sometidos a fuerzas de cizallamiento.

Se emplearon 100 incisivos de bovino divididos en 4 grupos de 25 cada uno. El primero fue el grupo control, y los otros fueron grupos experimentales en los cuales se aplicaron los diferentes agentes aclaradores, con un tiempo de espera de 24 horas, para luego colocar el ascorbato de sodio al 10% en gel, por 4 horas durante 2 noches e inmediatamente realizar los procedimientos adhesivos. El grupo 2 fue tratado con peróxido de hidrógeno al 40%, el grupo 3 con peróxido de hidrógeno al 10%, y el grupo 4 con peróxido de carbamida al 15%. Seguidamente se realizaron pruebas de cizallamiento mediante una máquina universal de ensayos con tiempo y velocidad controlados, los datos fueron sometidos a un análisis estadístico, prueba de homogeneidad de Levene, prueba de normalidad y ANOVA.

Los valores de resistencia adhesiva que se obtuvieron en los grupos experimentales no presentaron diferencia significativa entre sí ni con los del grupo control, demostrándose un resultando beneficioso realizar solo un tiempo de espera de 24 horas y dos aplicaciones de ascorbato de sodio al 10% en gel en cubeta por un tiempo total de 8 horas después de un aclaramiento, y así obtener una adecuada adhesión.

Palabras clave: peróxido de hidrógeno, peróxido de carbamida, tiempo de espera, ascorbato de sodio.

ABSTRACT

Dental whitening is a chemical process that modifies the color of the dental structure in an aesthetically favorable way, therefore it is a highly requested treatment by the patients. However, it causes a decrease in adhesive strength between restorative materials and dental enamel that resolves with time, but in these times, patients require immediate treatment. Thus, treatments are sought to help accelerate the waiting time between post whitening and adhesive procedures.

The objective of this study was to observe the efficacy of 10% sodium ascorbate in adhesive treatments on enamel of whitened teeth with 15% carbamide peroxide, 10% hydrogen peroxide and 40% subjected to shear forces.

100 bovine incisors divided into 4 groups of 25 each were used. The first control group, and the other experimental groups in which the whitening agent was applied, were given a waiting time of 24 hours, then 10% sodium ascorbate in gel for two nights (4 hours each night) and adhesives procedures immediately after. Group 2 was treated with 40% hydrogen peroxide, group 3 with 10% hydrogen peroxide, and group 4 with 15% carbamide peroxide. Shear tests were performed using a universal testing machine with controlled time and speed, and the data were subjected to a statistical analysis, Levene homogeneity test, normality test and ANOVA.

The values of adhesive resistance obtained in the experimental groups did not show significant differences with those of the control group, resulting beneficial a 24-hour waiting time and two applications of 10% sodium ascorbate in gel for a total time of 8 hours after whitening to obtain adequate adhesion.

Key words: hydrogen peroxide, carbamide peroxide, waiting time, sodium ascorbate

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	11
1.1 Justificación	13
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo general	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
1.3 Hipótesis	15
2. Marco Teórico	16
2.1 Reseña histórica del aclaramiento dental	16
2.2 Pigmentaciones Dentarias y su etiología	19
2.2.1 Pigmentaciones Intrínsecas	20
2.2.2. Pigmentaciones Extrínsecas	20
2.3. Agentes aclaradores	21
2.4. Mecanismos de acción de los agentes aclaradores	21
2.5. Técnicas de aclaramiento	23
2.5.1. Aclaramiento de oficina	23
2.5.2. Aclaramiento domiciliario	23
2.6. Efectos secundarios de los agentes aclaradores	25
2.6.1. Efectos sobre esmalte y dentina	25
2.6.2. Efectos sobre la pulpa	27
2.6.3. Efectos gingivales	28
2.6.4. Sensibilidad dental	29
2.6.5. Efectos sobre los materiales de restauración	30
2.6.6. Alteración sobre las fuerzas de adhesión	31
2.7. Mecanismos para mejorar las fuerzas de adhesión postaclaramiento	32
2.7.1. Flúor en la composición de los agentes aclaradores	33
2.7.2. Tiempo de espera	34
2.7.3. Agentes antioxidantes	35
3. Materiales y Métodos	38
3.1. Tipo de Investigación	38
3.2. Muestra	38
3.2.1. Criterios de Inclusión	39
3.2.2. Criterios de Exclusión	39
3.3. Metodología	40

3.3.1.	Recolección de los dientes y manejo	40
3.4.	Determinación de Variables.....	46
3.5.	Procedimientos.....	47
3.5.1.	Aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 40%.	47
3.5.2.	Aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 10%.	48
3.5.3.	Aclaramiento con peróxido de carbamida al 15%.....	51
3.5.4.	Inmersión en saliva artificial	52
3.5.5.	Tiempo de Espera	54
3.5.6.	Aplicación del ascorbato de sodio 10%.....	54
3.5.7.	Adhesión.....	56
3.5.8.	Proceso de cizallamiento	61
4.	Resultados	62
5.	Discusión.....	68
6.	Conclusiones	72
7.	Recomendaciones.....	73
8.	Bibliografía	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Grupos de estudio y tratamiento.....	46
Tabla 2 Resultados en Newtons y MPa	63
Tabla 3 Estadísticos de la resistencia adhesiva (MPa) por grupo.....	64
Tabla 4 Prueba de homogeneidad de varianzas.....	65
Tabla 5 Prueba de Normalidad	66
Tabla 6 Análisis ANOVA	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Muestra bajo los criterios de inclusión	39
Figura 2. Muestra. Extracción de dientes bovinos	40
Figura 3. Almacenamiento de las muestras en suero fisiológico	40
Figura 4. Máquina Isomet 1000 Precisión.....	41
Figura 5. Corte de dientes con Isomet 1000 Precision saw	41
Figura 6. Corte a nivel de unión amelocementaria de las muestras	42
Figura 7. Retiro de pulpa cameral de la muestra con explorador y tiranervios.....	42
Figura 8. Limpieza de cámara pulpar de la muestra con lima K 110	42
Figura 9. Irrigación con suero fisiológico y agua de la cámara pulpar de la muestra	43
Figura 10. Secado con aire de la cámara pulpar de la muestra.....	43
Figura 11. Cámaras pulpares limpias de las muestras	43
Figura 12. Sellado con silicona de condensación de las cámaras pulpares de las muestras....	44
Figura 13. Molde de acero inoxidable de 3,5cm x 3,5cm	44
Figura 14. Colocación de resina acrílica de autopolimerización.....	45
Figura 15. Colocación de las coronas preparadas de los dientes bovinos con su superficie vestibular expuesta y la lingual sumergida.....	45
Figura 16. Retiro de los cubos de acrílico ya con la muestra sumergida	45
Figura 17. Opalescence Boost, Ultradent	47
Figura 18. Aplicación de Opalescence Boost, Ultradent.....	47
Figura 19. Lavado con agua del Opalescence Boost, Ultradent.....	48
Figura 20. Almacenamiento de las muestras en saliva artificial	48
Figura 21. Opalescence Go 10%, Ultradent	49
Figura 22. Aplicación de Opalescence Go 10%, Ultradent.....	50
Figura 23. Retiro y lavado del Opalescence Go 10%, Ultradent.....	50
Figura 24. Almacenamiento de muestras en saliva artificial.....	50
Figura 25. Opalescence PF 15%, Ultradent.....	51
Figura 26. Aplicación de Opalescence PF 15%, Ultradent	51
Figura 27. Lavado del Opalescence PF 15%, Ultradent.....	52
Figura 28. Almacenamiento de las muestras en saliva artificial	52
Figura 29. Inmersión de las muestras en saliva artificial.	54
Figura 30. Ascorbato de sodio 10% en gel.....	55
Figura 31. Colocación de ascorbato de sodio en jeringas. Se puede observar su alta viscosidad.	55
Figura 32. Aplicación del Ascorbato de sodio 10% en gel.	56
Figura 33. Matriz metálica diseñada para la colocación de resina. Mide 3.8cm de largo, 3,5cm de ancho y 3mm de espesor, con un agujero en el centro de 3mm de diámetro y 3mm de profundidad.....	57
Figura 34. Profilaxis con Concepsis Scrub, Ultradent.	58
Figura 35. Desinfección con Concepsis, Ultradent.	58
Figura 36. Grabado Ácido con ácido ortofosfórico al 35%, Ultraetch.....	58
Figura 37. Lavado y secado de ácido ortofosfórico al 35%.	59
Figura 38. Aplicación del adhesivo Peak Universal Bond, Ultradent y fotopolimerización con lámpara VALO, Ultradent.	59

Figura 39. Posicionamiento de matriz metálica a la muestra.	60
Figura 40. Colocación de resina Amelogen Plus, Ultradent y fotopolimerización con lámpara VALO, Ultradent.	60
Figura 41. Retiro de matriz metálica y muestra con resina colocada.	60
Figura 42. Máquina de Ensayos Universales	61
Figura 43. Aplicación de la fuerza sobre la resina.	61
Figura 44. Resultados de la resistencia adhesiva (MPa) por grupo.....	64
Figura 45. Valor medio de la resistencia adhesiva (MPa) por grupo	65

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la alta demanda de tratamientos estéticos buscando una sonrisa más atractiva, el aclaramiento dental se ha vuelto uno de los tratamientos más populares en la práctica odontológica, debido a los notorios resultados en cortos períodos de tiempo en la mayoría de pacientes. Conociéndose que también pueden causar, alteraciones temporales en la morfología, características físicas y químicas de los tejidos duros y blandos, sensibilidad dentinaria, reducción en la resistencia de unión resina-esmalte, inhibición de la polimerización de materiales a base de resina (Soares Gomes de Medeiros, 2008).

Las alteraciones inducidas por los agentes aclaradores se han relacionado con la concentración y el tiempo de tratamiento. Existen diferencias entre autores debido a los diferentes protocolos experimentales, *in vitro* e *in vivo* empleados para probar a los agentes aclaradores, su diferencia de componentes y/o concentraciones de sus principios activos. El peróxido residual u oxígeno liberado por los sistemas de aclaramiento inhiben la polimerización de los sistemas adhesivos de las resinas compuestas por interrupción en la conformación de la red tridimensional de la cadena larga de polímero de las resinas, disminuyendo la fuerza adhesiva, recomendándose que los procedimientos restaurativos deban postergarse de dos a tres semanas después del aclaramiento dental. (Baldión Elorza, 2013) (Loyola Araneda, 2013) (Hurd, y otros, 2015).

El tiempo de espera sugerido, se vuelve un inconveniente cuando se requiere realizar procedimientos restaurativos lo más inmediatamente posible después del aclaramiento. Por tanto, Jaramillo (2012) en su investigación somete a aclaramiento a tres grupos experimentales, los cuales sufren una reducción en la fuerza de adhesión. Pero entonces aplica ascorbato de sodio al 10% por 10 minutos, revirtiendo la fuerza de adhesión reducida, debido a que es un antioxidante que neutraliza el efecto de oxidación del aclarante.

Estudios sobre la concentración del ascorbato de sodio han sido realizados concluyendo que las concentraciones superiores o inferiores al 10% no son suficientes para revertir el efecto de oxidación del aclarante. Con relación al tiempo de aplicación del ascorbato de sodio, estudios afirman que la aplicación por 10 minutos es eficaz aunque la aplicación por 3 horas o más también es capaz de revertir la fuerza de adhesión perdida; y que más de una aplicación puede ser más importante que el período de las mismas. (Lia Mondelli, y otros, 2015) (Kimyai & Valizadeh, 2008) (Türkün, Celik, Kaya, & M., 2009).

1.1 Justificación

El odontólogo en los últimos tiempos atiende una demanda creciente de tratamientos estéticos, siendo el aclaramiento dental uno de los más populares. Es un reto satisfacer el requerimiento estético de los pacientes controlando los efectos adversos del mismo, pues este procedimiento puede provocar alteraciones temporales en la microestructura del esmalte dental que posteriormente interfieren en los futuros procedimientos adhesivos. Los efectos mencionados han ocasionado la búsqueda a través de estudios experimentales de diversos procedimientos para revertirlos.

Los estudios con respecto al uso del ascorbato de sodio como agente antioxidante no coinciden en el protocolo de uso, teniendo como objetivo, el demostrar que los procedimientos adhesivos se pueden realizar en tiempos más cortos, por lo que se requiere mayor investigación.

Por las citadas razones, el presente estudio, tiene relevancia científica debido a que arrojaría datos importantes sobre el tema y sería la base de futuras investigaciones.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo general.

Realizar un estudio comparativo *in vitro* sobre la eficacia del ascorbato de sodio al 10% en tratamientos adhesivos en esmalte de dientes aclarados con peróxido de carbamida al 15%, peróxido de hidrógeno al 10% y 40% sometidos a fuerzas de cizallamiento.

1.2.2. Objetivos específicos.

- 1 Evaluar mediante pruebas de cizallamiento la adhesión al esmalte dental con el ascorbato de sodio al 10% en gel aplicado durante dos noches por 4 horas, en dientes aclarados con peróxido de hidrógeno al 40%, peróxido de hidrógeno al 10%, y peróxido de carbamida al 15%.
- 2 Comparar la adhesión al esmalte dental después de la aplicación de ascorbato de sodio al 10% en gel durante dos noches por 4 horas en los dientes aclarados con diferentes agentes aclaradores y en concentración mediante pruebas de cizallamiento.
- 3 Establecer la eficacia del ascorbato de sodio al 10% en gel, aplicado durante dos noches por 4 horas después del aclaramiento tanto con peróxido de hidrógeno al 10% y al 40% como con peróxido de carbamida al 15%, al incrementar su viscosidad, se asegura que no tenga escurrimientos, ni derrames, la cubeta prefabricada como medio de transporte del ascorbato de sodio, facilitará su uso en el domicilio, u oficina, con un ahorro de costos pues no se requiere de impresiones ni de modelos de yeso para la elaboración de cubetas personalizadas.

1.3. Hipótesis

El ascorbato de sodio al 10% en gel aplicado dos noches, por 4 horas diarias, sobre dientes aclarados con peróxido de hidrógeno al 40% y al 10% y con peróxido de carbamida al 15%, permitirá elevar los valores de resistencia adhesiva a niveles adecuados, posterior a un tiempo de espera de 24 horas y previo a la realización de procedimientos adhesivos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Reseña histórica del aclaramiento dental

El aclaramiento dental data ya desde hace más de 100 años atrás, empezando con el uso de diferentes principios activos aclarantes hasta llegar al uso actual de agentes como los peróxidos de hidrógeno y carbamida (ADA, 2009).

Los primeros agentes aclaradores fueron el ácido oxálico, cloro (en dientes no vitales) y ácido muriático (en fluorosis dental). Hasta que en 1884, se empleó el peróxido de hidrógeno. Este luego se lo utilizó al 35% acelerado por calor desde una fuente de luz, lo que llevó al descubrimiento que éste puede difundirse en la superficie del esmalte en 2 horas (Garretson, 1895) (Wainwright & Lemoine, 1950).

En 1987, se descubrió que el peróxido de hidrógeno en diferentes porcentajes al 1%, 10% y 30% puede llegar a la pulpa dental en 15 minutos promedio desde la superficie vestibular adamantina (Bowles & Ugwuneri, 1987). Este efecto de difusión puede cambiar el pH del medio a uno ligeramente ácido, y éste propicia procesos de reabsorción de tejidos duros, iniciándose un proceso de reabsorción inflamatoria. Es por esto que el peróxido de hidrógeno en altas concentraciones (30% o más) asociado al calor aumenta la liberación de radicales tóxicos e irritantes potentes ya que su reacción es ácida. Por tanto se llega a indicar que en asociación con el calor es una de las causas más importantes de reabsorción externa (Ros Santana, Martín Gomar, & Andrés Poveda, 2005).

En 1960, se preconiza sobre el uso de gly-oxide, un antiséptico de peróxido de carbamida usado en el tratamiento de úlceras aftosas en tejidos blandos tras cirugías periodontales y que producía un aclaramiento significativo del esmalte dental especialmente cuando se lo usaba con cubetas como apósitos. Es así como empieza la era de las guardas de uso nocturno.

El uso de las guardas en realidad empieza en el campo de ortodoncia, pero se generaliza en todos los campos de la odontología (Wilkins, 2009).

En 1970, se desarrolla un tratamiento blanqueador para las pigmentaciones por tetraciclinas, reactivando la técnica del uso de peróxido de hidrógeno al 35% y una fuente de luz (Cohen & Parkins, 1970) (Arens, 1972).

En 1980, se indica la técnica termoquímica: peróxido de hidrógeno al 70% en una cubeta, activado por calor, que a pesar de sus buenos resultados, era impráctica y conllevaba muchos riesgos (Zaragoza, 1984).

En 1989, aparece el peróxido de carbamida al 10% indicado para su uso con cubetas individualizadas por varias horas diarias en el domicilio durante 1-2 semanas. Desde entonces, el peróxido de carbamida se emplea como un gel viscoso que contiene carbopol, un polímero que permite el contacto prolongado y la liberación lenta de los radicales en los cuales se descompone este gel (Haywood & Heymann, 1989) (Haywood V. , 1991). Actualmente, el peróxido de carbamida a sido adoptado como el método casero para los aclaramientos de dientes vitales (Haywood V. , 2006). Precisamente, la ADA a aceptado al peróxido de carbamida al 10+_1% como tratamiento aclarador domiciliario seguro y eficaz.

Los beneficios alcanzados con el uso casero del peróxido de carbamida, han estimulado al mercado a crear productos OTC (*over-the-counter*) para aclaramientos en casa. Estos productos aparecieron en EEUU en el año 2000, como una alternativa al tratamiento aclarador domiciliario o ambulatorio a un menor costo. La proliferación de estos productos en los EEUU fué de cierta manera estimulado por la FDA (*U.S Food and Drug Administration*) ya que, según la misma, estos productos pueden facilitar el acceso al sistema de salud, reduciendo los costos de los tratamientos. Es por esto que, actualmente, geles, enjuagues, gomas de mascar, cubetas predosificadas, dentífricos, bandas con bajas concentraciones de

peróxido de carbamida o hidrógeno están ampliamente disponibles para venta libre en farmacias, supermercados o en el internet (Demarco, Meireles, & Masotti, 2009).

Los productos OTC mejoran o mantienen el efecto aclarador de una forma alternativa y económica pero muchos de estos no han sido probados clínicamente de manera que su eficacia y seguridad ha sido cuestionada. La variedad de presentaciones y composiciones de estos productos ha hecho difícil que los odontólogos se familiaricen con estos (Cura, Fuentes, & Ceballos, 2015). Además, hay poca evidencia científica con respecto a estos productos y por tanto, pueden ser peligrosos y los resultados no tan buenos (Demarco, Meireles, & Masotti, 2009). La legislación europea indica que deben ser administrados bajo supervisión profesional. La FDA y ADA también indican que estos productos resultan beneficiosos bajo supervisión científica.

Hoy en día, el mercado del aclaramiento dental ha evolucionado a cuatro categorías: aclaramiento de oficina (prescrito y aplicado por el profesional), aclaramiento ambulatorio o domiciliario para uso en casa (prescrito por el profesional y aplicado por el paciente), productos de aclaramiento *over-the-counter* o productos comprados por el consumidor (prescritos y aplicados por el paciente), y otras opciones no dentales (ADA, 2009).

Precisamente, la moda más reciente es el acceso a tratamientos o kits de aclaramiento dental en establecimientos no-dentales como centros comerciales, salones de belleza, spas e incluso cruceros. Los efectos adversos producidos por estos, generalmente no son reportados por los pacientes y desde luego, no tomados en cuenta por la FDA. La ADA recomienda realizarse tratamientos de aclaramiento dental bajo la responsabilidad y supervisión de un profesional odontólogo, especialmente en aquellos pacientes que presentan sensibilidad dental, restauraciones filtradas, manchas extremadamente oscuras y/o piezas oscuras de manera individual (ADA, 2009).

2.2 Pigmentaciones dentarias y su etiología

El objetivo del aclaramiento dental es mejorar la cromática de los dientes, la cual se ve afectada por pigmentaciones o cambios de color de la estructura dentaria debido al depósito de manchas en esmalte o dentina de etiología diversa, que afectan su estética. Las técnicas de aclaramiento que, en la actualidad involucran a los peróxidos de hidrógeno y carbamida, disminuyen precisamente la presencia de estas manchas o pigmentaciones en las piezas dentarias vitales y no vitales. Para el éxito del tratamiento aclarador seleccionado es necesario un correcto diagnóstico, entendimiento de la etiología de las manchas o pigmentaciones de las piezas dentarias, las mismas que se producen por varias causas a mencionar (Huayllucu Choque, 2012):

1. Pigmentaciones Intrínsecas
 - a. Congénitas
 - b. Adquiridas
 - i. Pre-eruptivas
 - ii. Post-eruptivas
2. Pigmentaciones extrínsecas

(Huayllucu Choque, 2012)

2.2.1 Pigmentaciones intrínsecas

2.2.1.1. Pigmentaciones intrínsecas congénitas.

Las pigmentaciones intrínsecas congénitas están asociadas a alteraciones de la pieza dentaria durante la formación de la misma como hipoplasias del esmalte, amelogénesis imperfecta, dentinogénesis imperfecta y displasia dentinal (Huayllucu Choque, 2012).

2.2.1.2. Pigmentaciones intrínsecas adquiridas.

Las pigmentaciones intrínsecas adquiridas pueden ser pre o posteruptivas. Las pre-eruptivas son a causa de enfermedades hemáticas, metabólicas, traumáticas, genéticas, nutricionales, endocrinas, infectivas, por intoxicaciones, por el consumo excesivo de medicamentos como las tetraciclinas y el flúor, o por causas idiopáticas (Huayllucu Choque, 2012) (López, González, & Dobarganes, 2016).

Las pigmentaciones intrínsecas adquiridas post-eruptivas son causadas frecuentemente por la caries dental en su fase inicial no cavitada, también por necrosis pulpar, hemorragia pulpar, por iatrogenias endodónticas, por la exposición a metales, por procesos consuntivos dentarios como erosión, atrición, abrasión y otras lesiones traumáticas y el proceso de envejecimiento del diente (Huayllucu Choque, 2012) (López, González, & Dobarganes, 2016) (Meneses, Llamosas, & Quintanar, 2013).

2.2.2. Pigmentaciones extrínsecas

Las pigmentaciones extrínsecas son relacionadas a la adherencia de pigmentos en la superficie de la pieza dentaria como por el consumo de café, vino, mates, cigarrillos y por la falta de higiene, entre otros (Huayllucu Choque, 2012).

2.3. Agentes aclaradores

El peróxido de carbamida es el agente aclarador, en la actualidad, más utilizado ya que presenta baja incidencia de daños en los dientes y en los tejidos blandos, aplicándose en concentraciones del 10 al 20% mediante técnica domiciliaria y en concentraciones de hasta un 35% para técnica de oficina, en dientes vitales (Huayllucu Choque, 2012).

A pesar de que en la actualidad se prefiera al peróxido de carbamida como agente activo del aclaramiento, químicamente, éste está compuesto por aproximadamente 3.5 partes de peróxido de hidrógeno y 6.5 partes de urea, de manera que un gel con 10% de peróxido de carbamida provee un 3,5% de peróxido de hidrógeno. Por tanto, el verdadero ingrediente activo del aclaramiento es el peróxido de hidrógeno. Usualmente, concentraciones de peróxido de hidrógeno empleadas en el aclaramiento de oficina son de 25% a 40%, mientras que las concentraciones para el aclaramiento domiciliar son de 3% a 9%. Sin embargo, la tendencia reciente ha sido elevar las concentraciones de este peróxido de hidrógeno para aclaramientos domiciliarios a concentraciones de hasta un 15%. Estos están actualmente disponibles directamente para los consumidores, para su uso en casa (Li & Greenwall, 2013).

2.4. Mecanismos de acción de los agentes aclaradores

Las manchas son moléculas orgánicas complejas y de elevado peso molecular, que reflejan una longitud de onda de luz específica (Arrieta, González, & Luna, 2011). Los dientes son permeables a los fluidos, particularmente en sus espacios interprismáticos e intertubulares. Los peróxidos, en sus varias concentraciones, generan un proceso de oxidación en la matriz orgánica de esos espacios. El peróxido de hidrógeno posee alto poder de penetración debido a que se descompone en agua y oxígeno, con bajo peso molecular y capacidad de penetrar en el esmalte y los túbulos dentinarios, oxidando los pigmentos orgánicos (López, González, & Dobarganes, 2016) (Khoroushi, Mazaheri, & Samimi, 2016).

El peróxido de carbamida se disocia en peróxido de hidrógeno y urea, y el peróxido de hidrógeno es el responsable del efecto aclarador. Un 10% del peróxido de carbamida se descompone en un 3% de peróxido de hidrógeno y 7% de urea (Strassler, 2009).

El peróxido de hidrógeno entonces, capta electrones del medio quedando reducido mientras que las moléculas de pigmentos de cadenas moleculares largas que se encuentran inmersas en la estructura funcionan como agente reductor que suministra electrones de su estructura química al medio siendo oxidado, generándose un rompimiento de enlaces simples y dobles de las cadenas conjugadas extensas (Baldión Elorza, 2013).

El peróxido de hidrógeno sufre una disociación iónica, que da lugar a la formación del anión perhidroxilo, que por sí mismo puede ser un elemento activo en el proceso del aclaramiento, pero también puede convertirse en un donante de electrones, iniciando la formación de radicales libres tipo anión superóxido y anión hidroxilo. La mayoría de los agentes aclaradores tienen un pH ácido aunque actualmente muchos vienen ya con un pH neutro. Son varias las reacciones que pueden aumentar o disminuir la eficacia del aclaramiento, dependiendo de las condiciones ambientales como la temperatura, el pH o la luz ultravioleta (Arrieta, González, & Luna, 2011) (Chávez Pérez, 2014).

Como resultado obtenemos una conversión de pigmentos oscuros y cromóforos que frecuentemente incluyen heteroátomos, carbonilos y anillos fenílicos, a estructuras de cadenas moleculares lineales, no saturadas, hidrofílicas y débilmente pigmentadas que facilitan el paso de la luz a través de la estructura del esmalte dental y que son invisibles para la vista (Baldión Elorza, 2013) (Strassler, 2009).

2.5. Técnicas de aclaramiento

Las diferentes técnicas de aclaramiento varían según la vitalidad de las piezas dentarias, pudiendo éstas ser en piezas vitales o piezas no vitales.

2.5.1. Aclaramiento de oficina.

Prescrito y aplicado por el profesional, utiliza peróxidos de alta concentración para un efecto más rápido, ya sea peróxido de hidrógeno hasta un 38% o peróxido de carbamida hasta un 35% (Strassler, 2009). Generalmente, estos son potenciados por alguna fuente de luz. Este uso de luz es controversial, ya que algunos estudios indican que aumenta la efectividad y la velocidad del procedimiento, mientras otros estudios no han encontrado que esto ofrezca ningún efecto visible (Tavares, Stultz, & Newman, 2003) (Luk, Tam, & Hubert, 2004) (Ontiveros & Paravina, 2009). En esto, surge una preocupación más bien con el aumento de la temperatura intrapulpal y el aumento de la sensibilidad dentaria al usar fuentes de luz. Además, otros estudios indican que aumenta el riesgo de microfiltración al emplear fuentes de luz (Baik, Rueggeberg, & Liewehr, 2001) (Buchalla & Attin, 2007) (Bulucu, Ozsezer, Ertas, & Yüksel, 2008). Sin embargo, a pesar que la evidencia no es definitiva al indicar o no el uso de fuentes de luz con el procedimiento aclarador, muchas veces los pacientes lo prefieren. Por tanto, es una forma de marketing y de satisfacer al paciente (Strassler, 2009).

2.5.2. Aclaramiento domiciliario.

Ordenado por el profesional y aplicado por el paciente en casa, es la técnica más empleada por su fácil aplicación y bajo costo, y produce mínimos daños a los tejidos involucrados. Muy útil para aquellas manchas dentarias muy oscuras como las producidas por tetraciclinas, hierro y flúor (Huayllucu Choque, 2012). Se utiliza peróxidos de baja concentración, pudiendo ser peróxido de hidrógeno o peróxido de carbamida. Los resultados son iguales a los obtenidos con la técnica de aclaramiento de oficina pero no inmediatos sino

a largo plazo (Matis, Mousa, Cochran, & Eckert, 2000) (Leonard, Sharma, & Haywood, 1998). Para esto, el odontólogo dispensa una cubeta individual fabricada por él mismo o cubetas prefabricadas y predosificadas. Las cuales sirven para trasladar el agente aclarador a la boca del paciente en casa durante varias horas o toda la noche y varias semanas o meses dependiendo de la intensidad de la mancha o pigmentación dentaria (con vitalidad pulpar) (Huayllucu Choque, 2012) (Strassler, 2009). Generalmente, la comodidad que se ofrecerá al paciente y el éxito del tratamiento sin efectos adversos como la irritación gingival, con las cubetas fabricadas por el odontólogo, dependerá de una buena impresión y técnica de elaboración. Mientras que las cubetas prefabricadas y predosificadas ofrecen precisamente la ventaja de un buen ajuste a la dentición del paciente y una cantidad limitada de gel aclarador que pueda regarse. Entre otras ventajas que ofrecen estas cubetas prefabricadas y predosificadas es que evita la necesidad de tomar una impresión, hacer un modelo, y el tiempo y costo de la fabricación del acetato. Las cubetas prefabricadas están disponibles en varios tamaños, son flexibles y fáciles de utilizar, el paciente no tiene que preocuparse en dispensar la dosis adecuada en la cubeta. Son desechables y no requieren de limpieza y almacenamiento, evitan el riesgo de contaminación cruzada y evitan el inconveniente que se crea si el paciente pierde la cubeta (Strassler, 2009).

2.6. Efectos secundarios de los agentes aclaradores

2.6.1. Efectos sobre esmalte y dentina.

El peróxido de hidrógeno altera el comportamiento mecánico de los dientes disminuyendo la dureza y el módulo de elasticidad del esmalte y dentina. La dureza del esmalte se ve disminuida en un 13-23% y su módulo de elasticidad en un 18-32%. La dureza de la dentina disminuye en un 29-55% y su módulo de elasticidad en un 19-43% (Nizam, Lim, Chang, & Yap, 2005). En otros estudios, el peróxido de hidrógeno afecta al módulo de elasticidad del esmalte mientras que al de la dentina no lo afecta. El peróxido de carbamida afecta al módulo de elasticidad de la dentina mientras que al del esmalte no lo afecta. Según los autores, esto puede deberse a una pérdida o desnaturalización de las proteínas, particularmente colágeno tipo I (Zimmerman, Datko, Cupelli, Alapati, Dean, & Kennedy, 2011).

La variación producida en la composición inorgánica de las estructuras dentales son en cuanto a la disminución de calcio y fósforo, modificación morfológica de muchos cristales en la capa superficial (Abreu, Sasaki, Amaral, Flório, & Basting, 2011).

El peróxido de hidrógeno en altas concentraciones y períodos largos de tiempo también afecta a la morfología del esmalte produciendo porosidades, depresiones, cráteres, incrementando la profundidad de los surcos y removiendo parcialmente la capa prismática formadora del esmalte de manera irreversible (Meneses, Llamosas, & Quintanar, 2013). De igual forma, el peróxido de carbamida, produciendo asperezas, poros, cracks, fisuras, arrugas y depresiones no reversibles (Lima & cols, 2009).

El peróxido de carbamida produce urea, ésta aumenta la permeabilidad adamantina, afectando no solo a la superficie sino también la porción interprismática del esmalte y generando alteraciones micro estructurales severas con poca capacidad remineralizante.

Además desnaturaliza las proteínas de la parte orgánica del esmalte, con pequeña pérdida de calcio aunque clínicamente insignificante (McCracken & Haywood, 1996) (Sasaki, 2009).

El grado de alteración que sufre el esmalte en cuanto al aumento en su porosidad, desmineralización, disminución en su concentración protéica, degradación de su matriz orgánica, modificación del calcio y fosfato, depende del tipo de agente aclarador, peróxido de hidrógeno o carbamida, su concentración alta o baja, el pH ácido o neutro, el contenido o no de flúor u otros agentes remineralizantes, técnica de aplicación ya sea oficina o domiciliario; y tiempo de aplicación corto o prolongado (Mohammed, 2014) (Dickinson & Mann, 2004).

Los aclaradores de baja concentración no producen alteraciones significantes en esmalte y dentina. No ocasionan cambios a nivel de la microdureza o morfología del esmalte. Es así que, el peróxido de carbamida, que se descompone en urea, la cual se descompone en dióxido de carbono y amoníaco, implica una propiedad alcalina que aumenta el pH del esmalte, reduciendo los efectos adversos (Abouassi & cols, 2011). Similarmente, concentraciones bajas de peróxido de hidrógeno no produce cambios en la superficie o sub superficie del esmalte ya que puede mantener un pH neutro (Delfino & cols., 2009). Aunque un 7,5% de peróxido de hidrógeno, aún bajo valores de pH críticos, gesta una reducción insignificante de la microdureza adamantina (Maia, Baratieri, Caldeira de Andrada, Monteiro, & Cardoso Vieira, 2008), si suscita un cambio en su textura superficial y en su composición química manifestado como pérdida de Ca, Mg y K (Cakir, FY, Korkmaz, Firat, SS, & Gurgan, 2011).

Otros autores que en sus investigaciones emplearon varias concentraciones bajas de peróxido de hidrógeno y carbamida, no han encontrado ningún efecto adverso en cuanto a la microdureza del esmalte y dentina, morfología adamantina, penetración a la pulpa y la composición elemental, enfatizando sin embargo que un período más largo de exposición si puede producir alteraciones (Zanet, 2011) (Sasaki, 2009).

Entonces, el período de exposición pasa a ser otro factor a tomarse en cuenta. Períodos prolongados de contacto entre el agente aclarante y el esmalte, desmineraliza y altera la superficie del esmalte (Bollineni, Kumar, Venugopal, Ravikishore, Ravisekhar, & Kumar, 2014).

Otro factor que puede afectar a la estructura adamantina es el aumento de la temperatura durante el proceso de aclaramiento. Fotones incidentes interactúan con el aclarador, las moléculas aclarantes se descomponen y la energía de los fotones se convierten en calor. Este proceso es el mecanismo de activación principal al proceso aclarador asistido por luz. Después de aumentar la absorción de luz y la generación de calor, algunas sustancias aclarantes se mezclan con colorantes específicos, como el caroteno para aumentar la absorción de luz azul (Saeid, Reza, Nasim, Katayoun, & Aldo, 2015).

2.6.2. Efectos sobre la pulpa.

El peróxido de hidrógeno tiene la capacidad de llegar a la cámara pulpar de los dientes vitales a aclarar, donde iones hidroxilos pueden actuar como radicales libres que producen estrés oxidativo en las células pulpares, como resultado se da una reducción en la proliferación celular, su metabolismo y viabilidad. Se reduce la capacidad reparativa de la pulpa y se induce una reacción inflamatoria, responsable de la sensibilidad dental. La reacción inflamatoria libera factores como adenosina trifosfato, neuropéptidos, prostaglandinas que excitan o sensibilizan a los nociceptores pulpares. Otro mediador de la inflamación, no secretado por las células mastoides, es la sustancia P. Esta es responsable de la regulación del flujo sanguíneo y de la permeabilidad vascular durante la inflamación pulpar. Por tanto, la reacción inflamatoria induce también vasodilatación y aumento en el flujo sanguíneo. Este aumento en el flujo sanguíneo, aumenta la permeabilidad vascular y produce cambios en la presión de la cámara pulpar, comprimiendo a las venas y

posteriormente, resultando en necrosis pulpar por falta de irrigación (Cartagena, Parreiras, Loguercio, Reis, & Campanha, 2015) (Magalhães Vaz, et al., 2016).

El peróxido de hidrógeno genera un daño notable en las células pulpares con inflamación moderada y sitios de necrosis pulpar especialmente con aclaramiento de oficina y aplicación de luz, ya que aumentan la permeabilidad de la pulpa y potencian los efectos del peróxido de hidrógeno en la misma. La combinación de peróxido de hidrógeno con calor tiene un efecto destructivo en las enzimas pulpares, desactivándolas y consecuentemente interrumpiendo la actividad celular normal (Cartagena, Parreiras, Loguercio, Reis, & Campanha, 2015) (Magalhães Vaz, et al., 2016).

La capacidad de penetración del peróxido de hidrógeno difiere entre los agentes aclaradores y depende de su concentración y su tiempo de aplicación, como también del grupo dentario y la presencia o ausencia de restauraciones. De manera que, a menor concentración del agente aclarador y/o menor tiempo de aplicación, menos el daño a las células pulpares (Magalhães Vaz, et al., 2016).

Componentes en los geles aclaradores como gluconato de calcio, disminuyen la permeabilidad dental y bloquean los defectos superficiales en el esmalte, lo cual reduce la penetración del peróxido de hidrógeno a la pulpa y provee más tiempo para que las células pulpares produzcan suficientes peroxidasas, catalasas y oxigenasas para proteger al tejido conectivo de daño inmediato causado por el peróxido de hidrógeno (Roderjan, Stanislawczuk, Hebling, de Souza Costa, Reis, & Loguercio, 2015).

2.6.3. Efectos gingivales.

Cuando el peróxido entra en contacto con la encía, mucosa y semi-mucosa del labio puede producirse desde una inflamación leve con ligera molestia a lesiones ulcerativas por una mala protección con barrera de tejidos en las regiones perisurculares de la encía. Puede afectar al

paciente por uno o dos días. Para evitar esta complicación es necesario un aislamiento absoluto y usar protectores de látex para labios (Juárez, Andaracua, & Barrera, 2014).

Cuando se realiza aclaramiento en dientes vitales con el uso del protector nocturno, debe asegurarse la perfecta adaptación de éste a los márgenes gingivales (Lozada & García, 2000).

2.6.4. Sensibilidad dental.

Los estudios clínicos a doble ciego indican que aproximadamente un 55% a 75% de los pacientes experimentan sensibilidad dentinaria (Lahoud, Mendoza, Uriarte, & Munive, 2008). Otros autores concuerdan en que más del 70% de los pacientes quienes reciben aclaramiento, sufren sensibilidad dental. Esto es debido a la difusión fácil y rápida de las moléculas de peróxido de hidrógeno y urea a través del esmalte a la dentina, que a su vez, puede ocurrir en cuestión de minutos (Cartagena, Parreiras, Loguercio, Reis, & Campanha, 2015) (Lahoud, Mendoza, Uriarte, & Munive, 2008). Las reacciones químicas de la combinación molecular y la presencia de radicales libres en la estructura del esmalte, y muy próximo a los túbulos dentinarios, pueden ocasionar el aumento de la sensibilidad en los dientes (Bestard & Molero, 2016). Según otros autores, en el caso de los aclaramientos caseros, las fuerzas de la cubeta sobre el borde gingival libre, las fuerzas de oclusión, la presión de la saliva pueden ser factores causales de sensibilidad (Lahoud, Mendoza, Uriarte, & Munive, 2008).

Para evitar esto, se debe reducir el tiempo de aplicación y distanciar las sesiones o al terminar cada sesión, utilizar flúor tópico (Bestard & Molero, 2016). Otro método consiste en emplear fluoruro de sodio o nitrato de potasio aplicado en las cubetas como pretratamiento. El flúor ocluye los túbulos dentinarios, restringiendo el ingreso o flujo de fluido. El nitrato de potasio atraviesa libremente el diente hasta la pulpa y previene la repolarización de las fibras amielínicas en el nervio, produciendo un efecto anestésico en el diente (Lahoud, Mendoza, Uriarte, & Munive, 2008).

En casos aislados de dientes resquebrajados, esmalte fisurado, cavidades abiertas, restauraciones mal hechas o viejas, recesiones gingivales con exposición del cuello dentario, en los que aumenta o se prolonga la sensibilidad dental después del tratamiento, se debe realizar un correcto diagnóstico previo (López, González, & Dobarganes, 2016).

2.6.5. Efectos sobre los materiales de restauración.

Muchos estudios demuestran cambios a nivel de varios tipos de resinas compuestas tras el contacto de éstas con un agente aclarador. Estos son, disminución en su microdureza, resistencia al desgaste y resistencia a fuerzas de cizallamiento por erosión de su matriz orgánica y deterioro de sus enlaces covalentes haciéndolas más susceptibles al desgaste con partículas de alimentos, abrasivos de pastas dentales y dentífricos, y microfiltración; sin diferencia significativa entre los diferentes tipos de agente aclarador o tipo de resina (Oliveira, Caldeira, & Michelis, 2011) (Kamangar & cols, 2013) (Bagueri & cols, 2014) (Veena, Taposh, Gunjan, Naseem, & Suresh, 2015) (Mahmoud, Siavash, Narmin, Mohammad, Mostafa, & Ayda, 2016). Aunque otros autores indican que depende del tipo de resina y tiempo de exposición al agente aclarador (Wang, 2011) (Bagueri & cols, 2014) (Mahmoud, Siavash, Narmin, Mohammad, Mostafa, & Ayda, 2016).

El peróxido de carbamida fluorado aumenta la microdureza de materiales restaurativos estéticos mientras que el peróxido de carbamida no fluorado reduce la microdureza de los mismos materiales restaurativos estéticos (Alaghehmand, 2013).

Los composites de microrelleno son más afectados que los composites de nanorelleno, después de un aclaramiento. Por ejemplo, los composites de nanorelleno sufren mayor cambio de color que los de microrelleno. Esto se debe a la oxidación de escasos pigmentos superficiales que generan especies de color menos intenso o a la oxidación de compuestos aminos responsables de la estabilidad del color en el tiempo (Veena, Taposh, Gunjan,

Naseem, & Suresh, 2015) (Anagnostou, Chelioti, Chioti, & Kakaboura, 2010) (Rattacaso, Fonseca, Aguilar, Consani, & Carvalho, 2011).

2.6.6. Alteración sobre las fuerzas de adhesión.

Las fuerzas de adhesión postaclaramiento se encuentran disminuidas por la presencia de peróxido residual u oxígeno liberado por los agentes aclaradores que inhiben el proceso de polimerización de los sistemas adhesivos y las resinas compuestas e interrumpen la conformación de la red tridimensional de la cadena larga de polímero de las resinas, disminuyendo su grado de conversión. A esto se añade la alteración de la estructura superficial del esmalte y desnaturalización de sus proteínas más un grabado ácido postaclaramiento que genera una pérdida estructural en los límites de los prismas del esmalte y una formación inadecuada de las interdigitaciones de resina, afectando las cualidades de retención de los sistemas adhesivos (Baldión Elorza, 2013) (Baldión, Viteri, & Lozano, 2012).

Investigaciones reportaron la presencia de tags de resina más pequeños y escasos al realizar adhesión en un área adamantina previamente aclarada, disminuía fuerza de adhesión, y áreas sin adhesión donde la resina presenta una apariencia menos homogénea y granular (Sundfeld, Briso, De Sá, Sundfeld, & Bedran-Russo, 2005) (Andrighetto, y otros, 2016).

Basados en lo mencionado, la disminución en la resistencia de unión en dientes con aclaramiento previo se puede atribuir en general a dos posibles factores: la modificación microestructural de la superficie y la difusión de peróxido residual y de los radicales libres de oxígeno en la estructura dental (Baldión Elorza, 2013).

Como consecuencia, los procedimientos restaurativos deben postergarse hasta cuatro semanas después del aclaramiento dental, ya que la reducción de la resistencia de unión ha

demostrado ser transitoria por un proceso de remineralización que permite el remplazo de iones de fosfato, calcio y otros minerales perdidos, por los mismos elementos u otros iones provenientes de la saliva; incluyendo los de fluoruro, que van a fomentar la formación de cristales aportando una matriz más consolidada para la adhesión (Baldión, Viteri, & Lozano, 2012) (Baldión Elorza, 2013).

Una menor concentración del peróxido de hidrógeno también disminuye la posibilidad de daño estructural de la superficie y sub superficie del esmalte dental a comparación de los peróxidos de alta concentración (Baldión Elorza, 2013). Asimismo, bajas concentraciones de peróxido de carbamida como al 10%, se descompone en 3% de peróxido de hidrógeno y 7% de urea, por lo que la cantidad de moléculas de oxígeno gaseoso liberadas se reduce, disminuyendo la posibilidad de daños estructurales de la superficie y sub superficie del esmalte. Correspondientemente un 10% de peróxido de hidrógeno, que es igual de eficiente que un 10% de peróxido de carbamida, no afecta a la adhesión con resinas compuestas sin importar el intervalo de tiempo postaclaramiento y el procedimiento adhesivo, tomando en consideración las condiciones bucales normales como la saliva y el cepillado con pastas fluoradas (Donly, Kennedy, Segura, & Gerlach, 2005) (Cura, Fuentes, & Ceballos, 2015). Un análisis microscópico *in vivo* realizado por Berga, Forner y Amengual (2007), empleando réplicas de superficies dentarias aclaradas con productos de uso en casa de baja concentración determinó que no hubo cambios morfológicos en el esmalte aclarado.

2.7. Mecanismos para mejorar las fuerzas de adhesión postaclaramiento

Se han sugerido ciertas técnicas a fin de realizar procedimientos adhesivos inmediatamente después del aclaramiento, como remover la capa externa superficial del esmalte, aplicar etanol o bicarbonato de sodio o vitamina E, usar fluoruros para estabilizar el proceso cíclico de intercambio iónico al cual es sometido el diente, y usar agentes

antioxidantes como el ascorbato de sodio. Esta última técnica, se plantea como una alternativa para eliminar las moléculas residuales de la superficie del esmalte y recuperar la resistencia de unión de las resinas compuestas al esmalte dental (Baldión Elorza, 2013).

2.7.1. Flúor en la composición de los agentes aclaradores.

El flúor en la composición del agente aclarador produce menos desmineralización y crea mayor posibilidad de remineralización adamantina postaclaramiento. El contenido de flúor en el agente aclarador produce cristales de fluorapatita y calcio fluorado en el esmalte. Cuando un agente aclarador produce desmineralización en el esmalte, se inducen cambios iónicos que aumentan la ingesta de mineral, lo cual reemplaza la pérdida de minerales durante el aclaramiento (Cakir, Korkmaz, Firat, SS, & Gurgan, 2011). La presencia constante de saliva y flúor previenen la desmineralización adamantina depositando cristales de calcio y flúor (China, Souza, Gomes, Alexandrino, & Silva, 2014).

En una investigación sobre el esmalte en 60 incisivos, el peróxido de carbamida al 35% con flúor neutro aumentó la dureza adamantina por la saturación iónica que produce el aclarador en el esmalte durante el aclaramiento (China, Souza, Gomes, Alexandrino, & Silva, 2014).

En otra investigación tomaron 24 terceros molares extraídos y los trataron con peróxido de carbamida al 10%, con y sin flúor, y reportó que a pesar que la saliva aumenta la microdureza del esmalte aclarado por su aporte de calcio y fósforo, la remineralización no siempre es completa. Los agentes remineralizantes como el flúor y nitrato de potasio, son empleados de manera que la susceptibilidad del esmalte a la desmineralización sea baja. Por tanto, flúor al 0,463% añadido al peróxido de hidrógeno al 10% tiene un efecto remineralizante sobre el esmalte, sin afectar sus propiedades aclarantes (Bollineni, Kumar, Venugopal, Ravikishore, Ravisekhar, & Kumar, 2014).

2.7.2. Tiempo de espera.

Es fundamental tener en cuenta que el mejor efecto reparador puede ser el tiempo de recuperación postaclaramiento, que permite la remineralización con la saliva y la posibilidad de liberación del peróxido residual (Baldion & cols, 2011).

El peróxido residual penetra en el esmalte, dentina e incluso pulpa dental, lo que dificulta su liberación a través del tiempo, a lo que se puede atribuir la disminución en la adhesión (Baldión Elorza, 2013).

Algunos autores argumentan que la reducción en la adhesión se puede dar hasta cuatro semanas después de la aplicación del agente aclarador por dos razones: la primera, la alteración microestructural de la superficie y sub superficie del esmalte y desnaturalización de sus proteínas; y la segunda, una de carácter residual, debido a la penetración de radicales de oxígeno en el esmalte, que pueden inhibir la polimerización (Baldión Elorza, 2013).

Los valores de resistencia de unión al corte postaclaramiento son dependientes del tiempo, por lo que se recomienda esperar hasta cuatro semanas después del aclaramiento dental para poder hacer restauraciones adhesivas satisfactorias en esmalte y dentina. El grado de conversión de los sistemas adhesivos aplicados postaclaramiento es bajo, debido a la inhibición de la polimerización por el oxígeno residual impregnado en la estructura dental y que un tiempo de espera hasta cuatro semanas puede mejorar el grado de conversión de los adhesivos. Asimismo, otros autores, atribuyen este efecto al cambio en la composición química de la estructura del esmalte posterior al aclaramiento dental (Baldión Elorza, 2013).

2.7.3. Agentes antioxidantes.

El ascorbato de sodio ha sido probado como agente inactivador del oxígeno residual, capaz de revertir el efecto negativo de los agentes aclaradores sobre la resistencia de unión al esmalte, obteniendo hasta el momento, buenos resultados. Se ha comprobado que con un tiempo de espera de 24 horas y el uso de un agente antioxidante como el ascorbato de sodio se inhibe la disminución en la resistencia de unión de las resinas compuestas postaclaramiento (Baldión, Viteri, & Lozano, 2012) (Feiz, Khoroushi, & Gheisarifar, 2011).

El ascorbato de sodio es una sal del ácido ascórbico, con un pH neutro y con la capacidad antioxidante que neutraliza y revierte los efectos oxidativos de los agentes aclaradores en las estructuras dentales. Consecuentemente, permite la polimerización de los adhesivos sin interrupción. Estudios han analizado las diferentes presentaciones del ascorbato de sodio en solución o gel y no han encontrado diferencia en la efectividad de ambas presentaciones. Sin embargo, la presentación en solución es más difícil de aplicar por su alta fluidez, debiendo ser aplicada una mayor cantidad de veces previo a la adhesión. En cambio, la presentación en gel debe ser aplicada por mayor tiempo debido a su baja capacidad de penetración o difusión por los aditivos. Ésta además, puede ser aplicada mediante cubetas que generalmente se emplean para el aclaramiento domiciliario, así reduciendo el tiempo en el sillón (Rodrigues Nascimento, y otros, 2015).

En cuanto a la concentración del ascorbato de sodio, se ha sugerido que concentraciones menores a un 10% no tienen ningún efecto neutralizante. Mientras que concentraciones mayores son igual de eficientes que la concentración al 10% (Rodrigues Nascimento, Reis Guerreiro, Carvalho, Forçaa, Silva E Souza Júnior, & Loretto, 2015). Al evaluar la eficacia del ascorbato de sodio al 10% y al 20% en su presentación líquida y en gel tras usar peróxido de carbamida al 10%, dan buenos resultados con la presentación en gel sin importar la concentración. Al modificar a menores concentraciones de ascorbato de sodio al 2,5, 5 y

10%, se dan mejores resultados de resistencia de unión al microcizallamiento con la concentración al 10% (Bittencourt, Dominguez, Mongruel Gomes, & Nelson, 2013).

El tiempo requerido para que el ascorbato de sodio genere una completa recuperación de los dientes aclarados varía entre 1 minuto a 40 horas (Rodrigues Nascimentoa, Reis Guerreiroa, Carvalhoa, Forçaa, Silva E Souza Júniora, & Lorettoa, 2015). Dabas, Patil y Upin (2011) probaron el tiempo de aplicación del ascorbato de sodio en gel al 10% por 30, 60 y 120 minutos y determinaron que el aumento en la resistencia adhesiva postaclaramiento es directamente proporcional al tiempo de aplicación del ascorbato. Similarmente, Kaya, Turkun y Arici (2008) aplicaron en su estudio ascorbato de sodio al 10% en gel por 10, 60, 120, 240 y 480 minutos postaclaramiento previo a procedimientos adhesivos e indican que a mayor tiempo de aplicación, mayor la resistencia adhesiva. Otros sugieren que el ascorbato de sodio debe permanecer en contacto con el diente por al menos un tercio del tiempo del tratamiento aclarador. Siendo por tanto, muy variable e indefinido el tiempo de aplicación del ascorbato de sodio (Rodrigues Nascimentoa, Reis Guerreiroa, Carvalhoa, Forçaa, Silva E Souza Júniora, & Lorettoa, 2015).

Por otro lado, se ha reportado que el número de aplicaciones es más importante que el tiempo de contacto con el diente debido a que la reacción del ascorbato de sodio alcanza su pico en un minuto y luego la reacción disminuye substancialmente (Rodrigues Nascimentoa, Reis Guerreiroa, Carvalhoa, Forçaa, Silva E Souza Júniora, & Lorettoa, 2015).

Más allá de los diferentes protocolos para la aplicación del ascorbato de sodio, hay otros factores que pueden contribuir a los diferentes resultados de los varios estudios. La durabilidad del antioxidante puede ser afectada por las condiciones de almacenamiento (temperatura, tiempo, luz, exposición). También, el método de carga puede influenciar las medidas de fuerza relativa. Además, características dentinales como grosor, dureza y concentración de calcio puede influenciar en la fuerza de adhesión cuando es probado en

dentina (Rodrigues Nascimento, Reis Guerreiro, Carvalho, Força, Silva E Souza Júnior, & Loretto, 2015).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de Investigación

Estudio *in vitro* porque se llevará a cabo en incisivos mandibulares de bovino extraídos, de tipo experimental porque éstos serán sometidos a pruebas mecánicas de cizallamiento; correlacional ya que se evaluará la relación de algunas variables; y analítico, porque examinaremos los resultados obtenidos y lo proyectaremos a la clínica.

3.2. Muestra

El material que se usó como muestra fueron 100 dientes bovinos. Se usaron dientes bovinos por ser dientes de mayor tamaño que los dientes de humano, haciendo su manipulación más fácil. Además, son de fácil obtención ya que a diario se sacrifican estos animales de los cuales se pueden obtener sus dientes. Estos dientes carecen de caries ya que, por el tipo de dieta, cantidad de saliva y cantidad de movimientos efectuados por la lengua hacen que su prevalencia sea menor en éstos dientes que en los dientes humanos. Finalmente, muchos autores coinciden en que estos dientes de bovino tienen similitud tanto macroscópica como microscópica con los dientes humanos (Posada, Sanches, Gallego, Pelaez Vargas, Restrepo, & Lopez, 2006). Entre estas, propiedades físicas y químicas de los dientes bovinos como su composición, densidad, profundidad y diámetro como también dureza adamantina, son similares a los dientes de humano, incluso similares fuerzas de unión microtensiles (Pimenta Dutra, et al., 2017).

3.2.1. Criterios de inclusión.

- Dientes incisivos mandibulares de bovino
- Dientes con coronas clínicas grandes
- Dientes libres de hipoplasias
- Dientes libres de pigmentaciones
- Dientes con ausencia de fracturas, fisuras, grietas o erosiones
- Dientes sin desgaste incisal
- Almacenados un tiempo no mayor a dos meses

(Figura 1)



Figura 1 Muestra bajo los criterios de inclusión

Fuente: María Bravo

Elaboración: María Bravo

3.2.2. Criterios de exclusión.

- Dientes temporales
- Almacenados un tiempo mayor a dos meses

3.3. Metodología

3.3.1. Recolección de los dientes y manejo.

Los dientes fueron extraídos con un protocolo similar al de exodoncia de dientes humanos, con elevador recto y fórceps 151. Luego se eliminó todo el tejido residual blando con ultrasonido, cepillo profiláctico y polvo de piedra pómez (Figura 2.). Se lavaron y almacenaron en un recipiente plástico con suero fisiológico y bajo refrigeración (Figura 3.). El suero fisiológico se cambió todos los días por una semana.



Figura 2. Muestra. Extracción de dientes bovinos

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo



Figura 3. Almacenamiento de las muestras en suero fisiológico

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

Posteriormente, se separaron las coronas de las raíces en su unión amelocementaria utilizando una máquina para corte de dientes *Isomet 1000 Precision saw* en el laboratorio de investigaciones de la Facultad de Odontología, USFQ (Figura 4.). Esta consiste en un disco para corte continuo de dientes que gira a una velocidad de 600 revoluciones por minuto con irrigación simultánea, diseñada para el corte de estos dientes (Figura 5.). Entonces, se retiró la pulpa cameral con un explorador dental y tiranervios (Figura 6. y 7.), se limpió con cucharilla y lima endodóntica K 110 (Figura 8.), se irrigó con suero fisiológico y agua (Figura 9.), se secó con aire (Figura 10.) y se selló con silicona de condensación para evitar una futura penetración de monómero acrílico de autopolimerización en la misma (Figura 12.).



Figura 4. Máquina Isomet 1000 Precision Saw

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

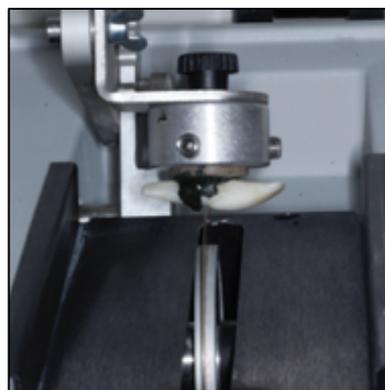


Figura 5. Corte de dientes con Isomet 1000 Precision saw

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo



Figura 6. Corte a nivel de unión amelocementaria de las muestras

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

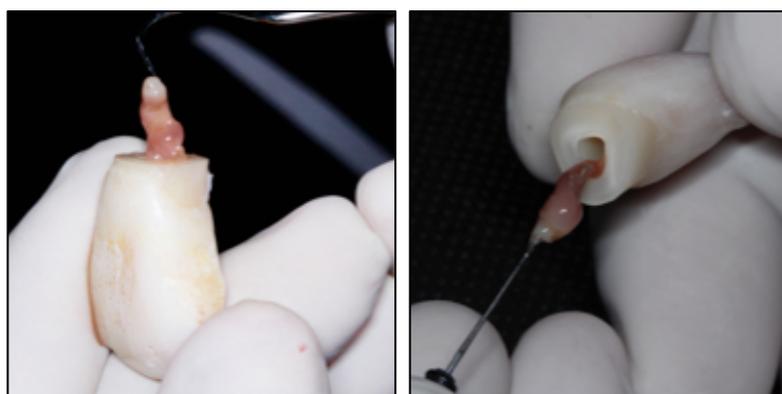


Figura 7. Retiro de pulpa cameral de la muestra con explorador y tiranervios

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo



Figura 8. Limpieza de cámara pulpar de la muestra con lima K 110

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

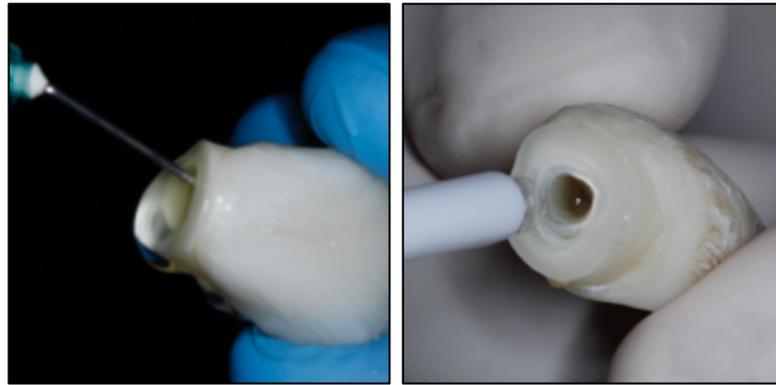


Figura 9. Irrigación con suero fisiológico y agua de la cámara pulpar de la muestra

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

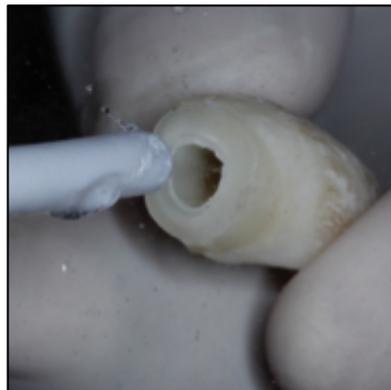


Figura 10. Secado con aire de la cámara pulpar de la muestra

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo



Figura 11. Cámaras pulpares limpias de las muestras

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

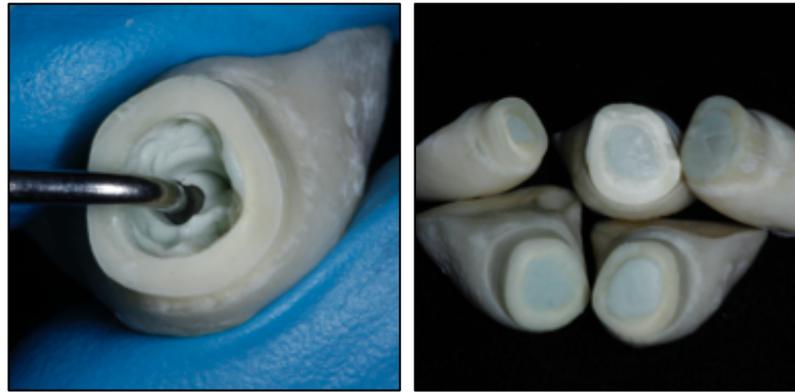


Figura 12. Sellado con silicona de condensación de las cámaras pulpares de las muestras

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

Se confeccionó una matriz siguiendo el diseño del estudio de Jiménez Delgado (2014) de acero inoxidable en la mecánica industrial "Las Herrerías", en forma de cubo de 3,5cm x 3,5cm de diámetro (Figura 13.) para la colocación en el mismo de resina acrílica de autopolimerización, en la cual se sumergieron las coronas preparadas de los dientes bovinos con su superficie vestibular expuesta y la lingual incrustada, ofreciéndonos retención y fijeza (Figuras 14, 15 y 16.).

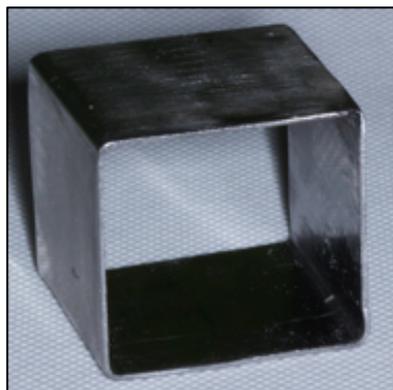


Figura 13. Molde de acero inoxidable de 3,5cm x 3,5cm

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

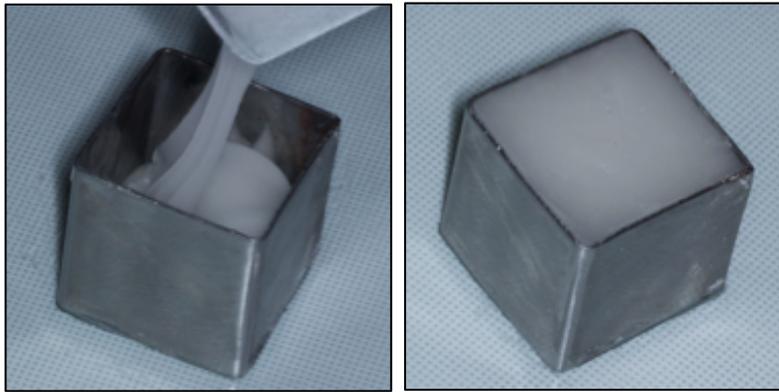


Figura 14. Colocación de resina acrílica de autopolimerización

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

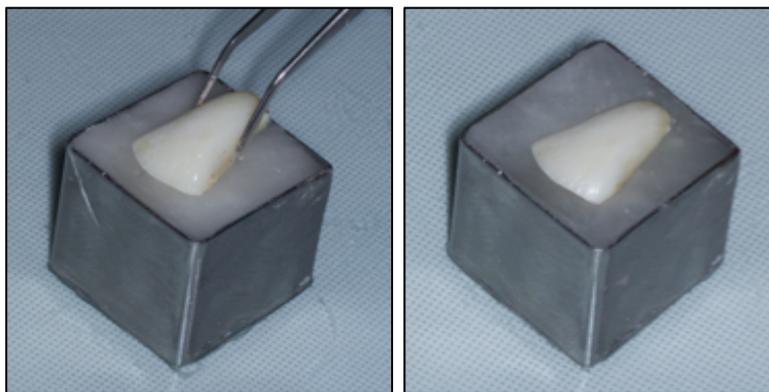


Figura 15. Colocación de las coronas preparadas de los dientes bovinos con su superficie vestibular expuesta y la lingual sumergida

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

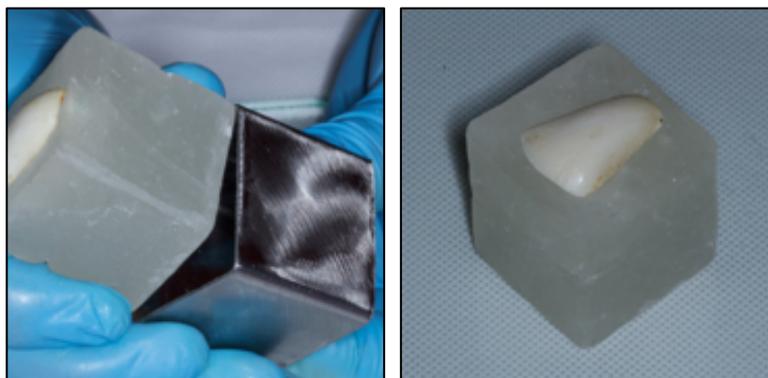


Figura 16. Retiro de los cubos de acrílico ya con la muestra sumergida

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

Una vez preparadas las muestras, se continuó su almacenamiento en un recipiente plástico con suero fisiológico, cambiándolo todos los días, y manteniéndolas en refrigeración por un período no mayor a 2 semanas.

3.4. Determinación de Variables

Con un total de 100 muestras se dividieron de forma aleatoria en 4 grupos de 25 muestras cada uno (n:25), quedando cada grupo constituido de la siguiente manera (Tabla 1.)

Tabla 1. Grupos de estudio y tratamiento

Grupo	Número de muestras	de Tratamiento
1 (control)	25	Adhesión.
2	25	Aclaramiento con peróxido de hidrógeno 40%, tiempo de espera de 24 horas, aplicación de ascorbato de sodio al 10% y adhesión.
3	25	Aclaramiento con peróxido de hidrógeno 10%, tiempo de espera de 24 horas, aplicación de ascorbato de sodio al 10% y adhesión.
4	25	Aclaramiento con peróxido de carbamida al 15%, tiempo de espera de 24 horas, aplicación de ascorbato de sodio al 10% y adhesión.

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

Todas las muestras, fueron almacenadas en saliva artificial al no estar en tratamiento durante las diferentes aplicaciones de los aclaradores, del agente antioxidante y después del procedimiento adhesivo. Posteriormente, fueron sometidas a carga mecánica para medir la resistencia de las fuerzas de adhesión.

3.5. Procedimientos

3.5.1. Aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 40%.

Este procedimiento se realizó en el grupo 2. Se enjuagaron y secaron las muestras, y se aplicó el peróxido de hidrógeno al 40% *Opalescence Boost, Ultradent* (Figura 17.), siguiendo las instrucciones del fabricante (Figura 18.). Se realizaron tres aplicaciones, cada una de 20 minutos. Se lavó con abundante agua (Figura 19.) y se sumergieron completamente las muestras en saliva artificial en un recipiente plástico bajo refrigeración (Figura 20.). Este procedimiento se repitió 3 veces, una vez cada semana, cambiando la saliva artificial todos los días.



Figura 17. Opalescence Boost, Ultradent

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

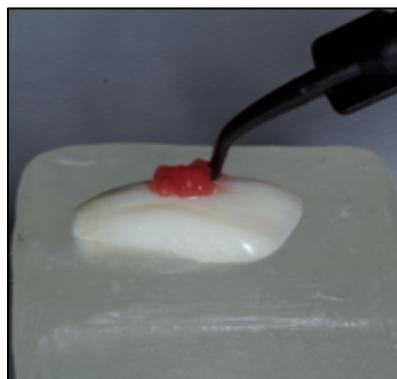


Figura 18. Aplicación de Opalescence Boost, Ultradent

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

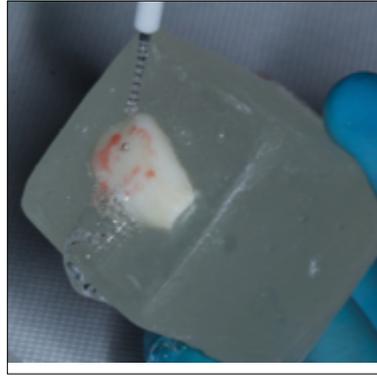


Figura 19. Lavado con agua del Opalescence Boost, Ultradent

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

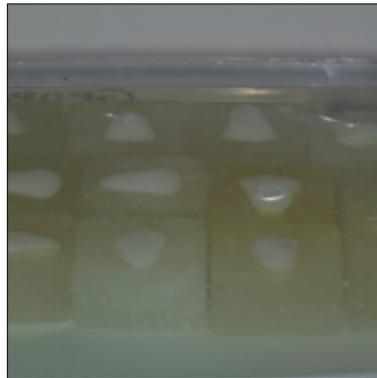


Figura 20. Almacenamiento de las muestras en saliva artificial

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

3.5.2. Aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 10%.

Este procedimiento se realizó en el grupo 3. Se tomaron las muestras, se las enjuagó y secó, y se aplicó el peróxido de hidrógeno al 10% *Opalescence Go, Ultradent*. Esta presentación consiste en cubetas de silicona ajustables cuyo interior contiene una banda llamada *ultrafit* predosificada con el agente aclarador (Figura 21.). Por tanto, se tomó la banda *ultrafit*, se la recortó con tijeras al tamaño adecuado para la superficie vestibular de cada muestra y se la ajustó a la misma (Figura 22.). Se dejó entonces actuar al agente aclarador por un tiempo de 2 horas. Luego se retiraron estas banditas y se lavaron las

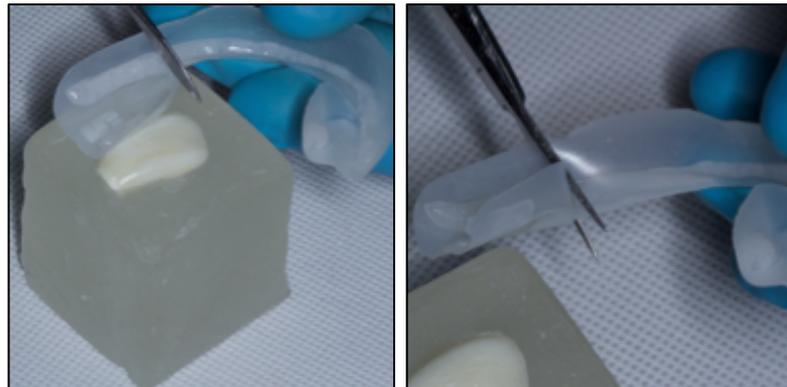
muestras con abundante agua para retirar completamente el aclarador (Figura 23.). Inmediatamente, se colocaron las muestras en saliva artificial (Figura 24.). Este procedimiento se repitió durante 10 días consecutivos, asimismo almacenando las muestras en saliva artificial, nueva cada día, y bajo refrigeración.



Figura 21. Opalescence Go 10%, Ultradent

Fuente: María Bravo

Elaboración: María Bravo



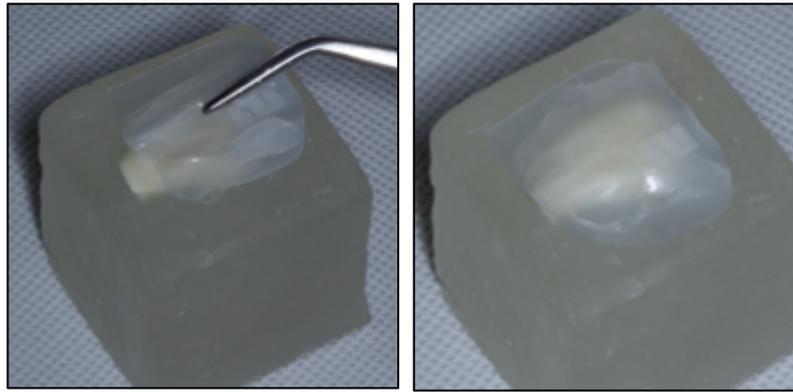


Figura 22. Aplicación de Opalescence Go 10%, Ultradent

Fuente: María Bravo

Elaboración: María Bravo



Figura 23. Retiro y lavado del Opalescence Go 10%, Ultradent

Fuente: María Bravo

Elaboración: María Bravo

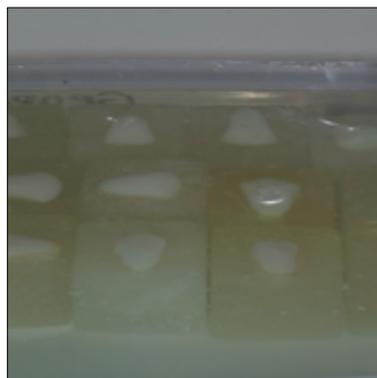


Figura 24. Almacenamiento de muestras en saliva artificial

Fuente: María Bravo

Elaboración: María Bravo

3.5.3. Aclaramiento con peróxido de carbamida al 15%.

Este procedimiento se realizó en el grupo 4. Primero las muestras fueron enjuagadas y secadas y entonces se aplicó el peróxido de carbamida al 15% *Opalescence PF 15, Ultradent* (Figura 25.) siguiendo las instrucciones del fabricante. Este se aplicó directamente mediante la jeringa y se dejó actuar por 4 horas (Figura 26.). Finalizado este tiempo, se lavaron las muestras con abundante agua para retirar el agente aclarador de las mismas (Figura 27.), se las sumergió en saliva artificial (Figura 28.) y se las refrigeró. Este procedimiento se repitió por 12 días consecutivos, cambiando la saliva artificial todos los días.



Figura 25. Opalescence PF 15%, Ultradent

Fuente: María Bravo

Elaboración: María Bravo

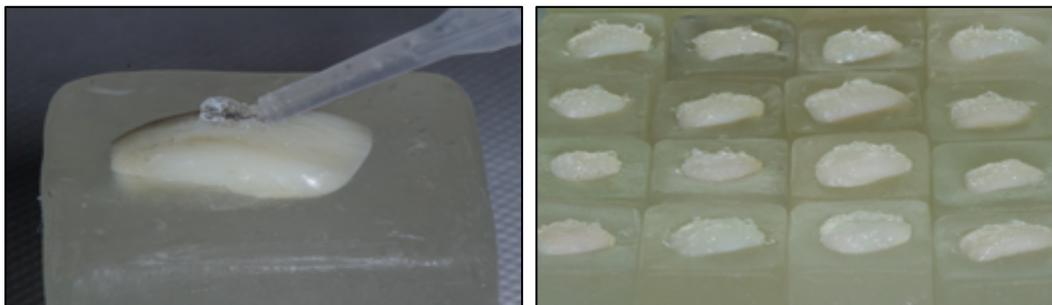


Figura 26. Aplicación de Opalescence PF 15%, Ultradent

Fuente: María Bravo

Elaboración: María Bravo

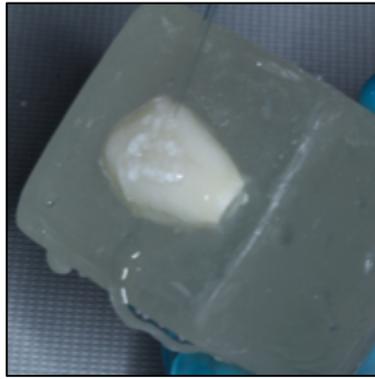


Figura 27. Lavado del Opalescence PF 15%, Ultradent

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

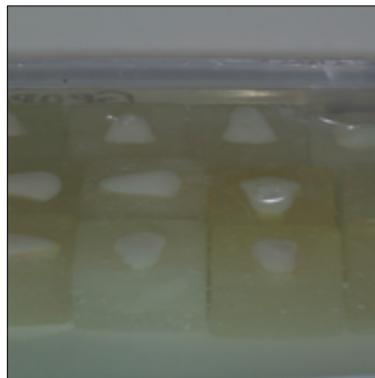


Figura 28. Almacenamiento de las muestras en saliva artificial

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

3.5.4. Inmersión en saliva artificial.

La saliva tiene una acción remineralizadora que puede ser suficiente para proveer la disociación de los agentes aclaradores (Freitas de Arce, Nunes, Baggio, Dos Santos, Bovi, & Lovadino, 2013).

Para este estudio, la saliva artificial fue preparada por "La Botica Olmedo", empleando la siguiente fórmula:

- 19g de bicarbonato de sodio
- 10g de cloruro de potasio

- 0.19g de cloruro de magnesio
- 2g de cloruro de calcio
- 2,4g de fosfato
- 10L de agua destilada
- Ajustado con ácido láctico un pH de 6,6

Las muestras del grupo 1 fueron almacenadas en saliva artificial durante el tiempo que duraron los tratamientos aclaradores en los otros grupos por un período de 18 días y luego de realizar adhesión, por un período adicional de 7 días. Es decir, un período total de 25 días (Figura 29.).

Las muestras del grupo 2 fueron almacenadas en saliva artificial cuando no estaban en contacto con el agente aclarador y posteriormente durante el tiempo de espera y al no estar en contacto con el ascorbato de sodio 10%, por un período total de 18 días. Luego, de realizar el procedimiento adhesivo, las muestras permanecieron inmersas en saliva por un período adicional de 7 días. Por tanto, un período total de 25 días.

Las muestras del grupo 3, fueron almacenadas en saliva artificial cuando no estaban en contacto con el agente aclarador, durante el tiempo de espera, al no estar en contacto con el ascorbato de sodio 10%, y por un tiempo adicional después del procedimiento adhesivo, por un período total de 20 días. De la misma manera, las muestras del grupo 4 por un período total de 22 días.

La saliva artificial fue cambiada diariamente durante estos períodos de tiempo. Después las muestras fueron removidas de la saliva y la superficie del esmalte fué enjuagada con agua en spray por 30 segundos para el procedimiento de adhesión.



Figura 29. Inmersión de las muestras en saliva artificial.

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

3.5.5. Tiempo de espera.

Varios autores indican que el tiempo de espera postaclaramiento antes de aplicar un agente antioxidante o realizar un procedimiento adhesivo es primordial para obtener buenos resultados de adhesión, pudiendo ser desde 24 horas hasta cuatro semanas (Unlu, Kont, Cobankara, Ozer, 2008) (Vohra & Kasah, 2014) (Munavalli, y otros, 2015) (Pimentel, y otros, 2015) . El estudio de Jiménez Delgado (2014) concluye que el tiempo de espera previo a la ejecución de los procedimientos adhesivos ayuda a elevar los niveles de adhesión.

En el presente estudio se tuvo un tiempo de espera de 24 horas, y para esto, las muestras permanecieron almacenadas en saliva artificial.

3.5.6. Aplicación del ascorbato de sodio 10%.

Culminado el tiempo de espera, en los grupos 2-4, se aplicó el ascorbato de sodio al 10% (Figura 30.). Este fué previamente preparado en gel por el Ingeniero Químico Andrés Astudillo de la siguiente manera: se disolvió 100g de ascorbato de sodio en 250ml de agua destilada, posterior a la dilución se adicionó 500ml de una solución con 100g de carbomer, a

dicha mezcla se adicionó 250ml de una solución con 13,4ml de trietanolamina (equivalente a 15g) y se envasó. Entonces fué colocado en jeringas para su fácil aplicación (Figura 31.). Se dispersó el gel en la superficie vestibular de cada muestra y se dejó actuar por 4 horas (Figura 32.). Finalizadas las 4 horas, se retiró el gel de cada muestra, lavando con abundante agua. Luego, las muestras se almacenaron en saliva artificial y en refrigeración. Este procedimiento se repitió de forma consecutiva dos veces, cambiando la saliva artificial cada día y manteniendo en refrigeración.

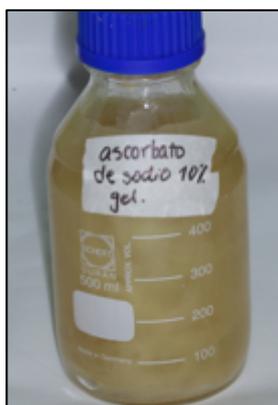


Figura 30. Ascorbato de sodio 10% en gel

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo



Figura 31. Colocación de ascorbato de sodio en jeringas. Se puede observar su alta viscosidad.

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo



Figura 32. Aplicación del Ascorbato de sodio 10% en gel.

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

3.5.7. Adhesión.

Estos procedimientos se realizaron en todos los grupos 1-4. Se tomaron las muestras y se enjuagó la saliva artificial con un spray de agua por 30 segundos. Sobre las superficies vestibulares de cada muestra, se realizó una profilaxis con una pasta de abrasión desinfectante (*Concepsis Scrub, Ultradent*) y cepillo profiláctico (Figura 34.), se lavó con agua y se secó; se desinfectó con gluconato de clorhexidina al 2% (*Concepsis, Ultradent*) (Figura 35.); y se colocó un grabador ácido, ácido ortofosfórico al 35% (*Ultraetch, Ultradent*) por 20 segundos (Figura 36.). Este grabador ácido, se enjuagó con abundante agua por 40 segundos, y se secó hasta remover toda el agua visible con torundas de algodón para no desecar (Figura 37.). Consecutivamente, se aplicó una capa uniforme de adhesivo (*Peak Universal Bond, Ultradent*), una corriente muy suave de aire seco por 10 segundos para remover el disolvente de alcohol dejando una superficie brillante sin excesos, y se fotocuró con lámpara VALO (*Ultradent*) por 10 segundos (Figura 38.). Todos estos procesos de profilaxis, desinfección, grabado ácido, aplicación de adhesivo y fotocurado se realizaron siguiendo las instrucciones del fabricante.

Subsecuentemente, se colocó la resina compuesta (*Amelogen Plus, Ultradent*). Esta fué aplicada en una primera capa de 1,5mm de grosor y luego capas de 2mm de grosor, con la ayuda de un aplicador de resina y una matriz metálica diseñada para el estudio previamente envaselinada (Figura 39.). Esta matriz, siguiendo el diseño del estudio de Ortega Moncayo (2014), fue confeccionada en la mecánica industrial "Las Herrerías", y consiste en dos piezas que encajan una con la otra para formar un agujero que se apoya sobre toda la superficie vestibular de cada muestra, mide 3,8cm de largo, 3,5cm de ancho y 3mm de espesor; el agujero mide 3mm de diámetro y 3mm de profundidad (Figura 33.). En este agujero se depositó la resina. Esto ayudó a reducir el factor C de contracción por polimerización de la misma (Cedillo Valencia, 2010). Cada incremento de resina colocado, se fotocuró con lámpara VALO por 20 segundos siguiendo las instrucciones de uso del fabricante (Figura 40.).

Finalmente, se retiró la matriz quedando la resina bien adherida a la muestra (Figura 41.). Entonces se almacenaron las muestras completamente en saliva artificial en un recipiente plástico, la misma que fué cambiada todos los días por 7 días hasta llevarlas a las pruebas de cizallamiento.

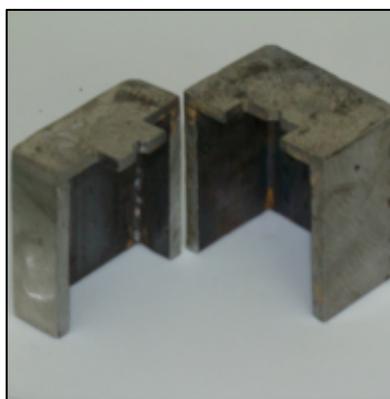


Figura 33. Matriz metálica diseñada para la colocación de resina. Mide 3.8cm de largo, 3,5cm de ancho y 3mm de espesor, con un agujero en el centro de 3mm de diámetro y 3mm de profundidad.

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo



Figura 34. Profilaxis con Concepsis Scrub, Ultradent.

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo



Figura 35. Desinfección con Concepsis, Ultradent.

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

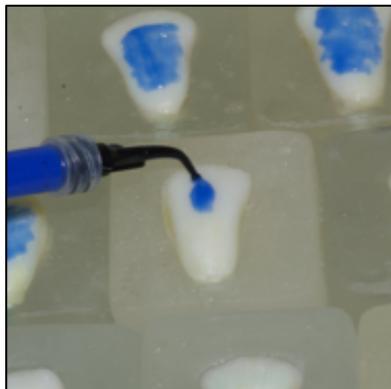


Figura 36. Grabado Ácido con ácido ortofosfórico al 35%, Ultraetch.

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

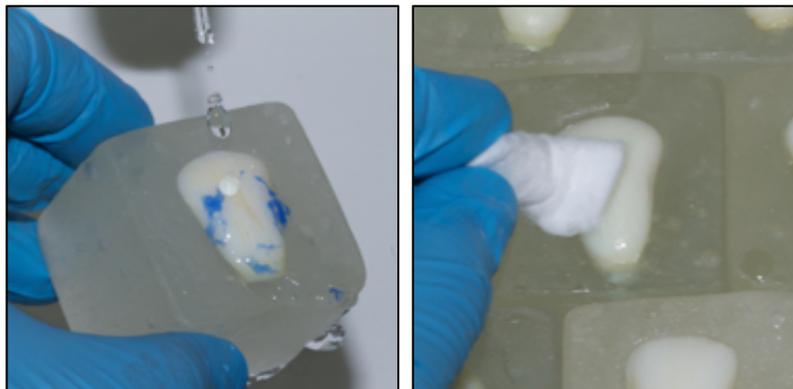


Figura 37. Lavado y secado de ácido ortofosfórico al 35%.

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

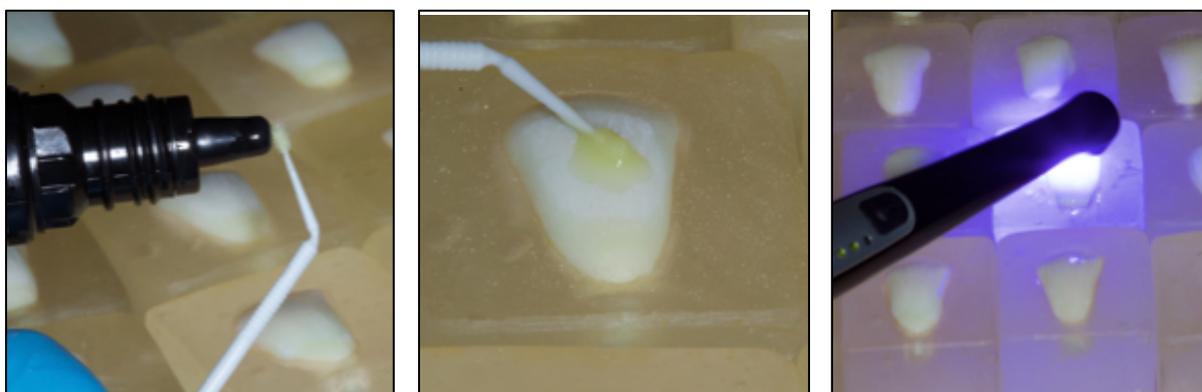


Figura 38. Aplicación del adhesivo Peak Universal Bond, Ultradent y fotopolimerización con lámpara VALO, Ultradent.

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

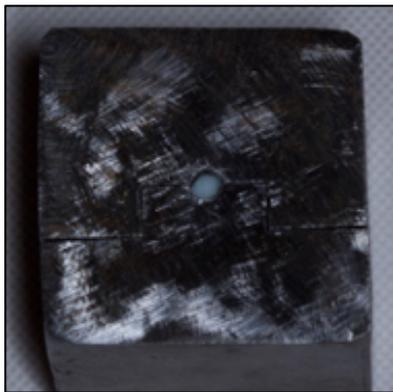


Figura 39. Posicionamiento de matriz metálica a la muestra.

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

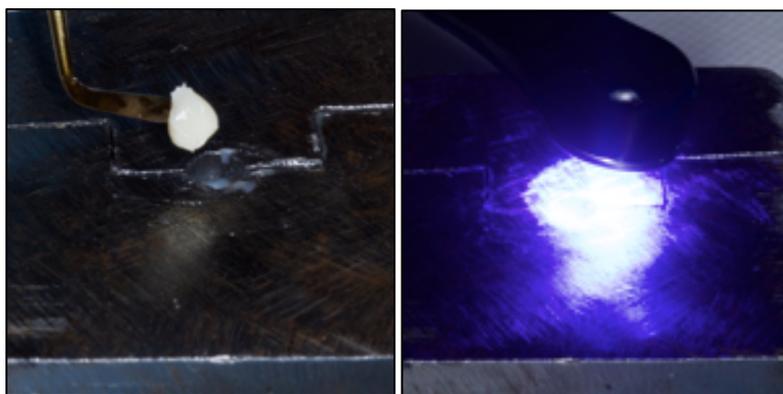


Figura 40. Colocación de resina Amelogen Plus, Ultradent y fotopolimerización con lámpara VALO, Ultradent.

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

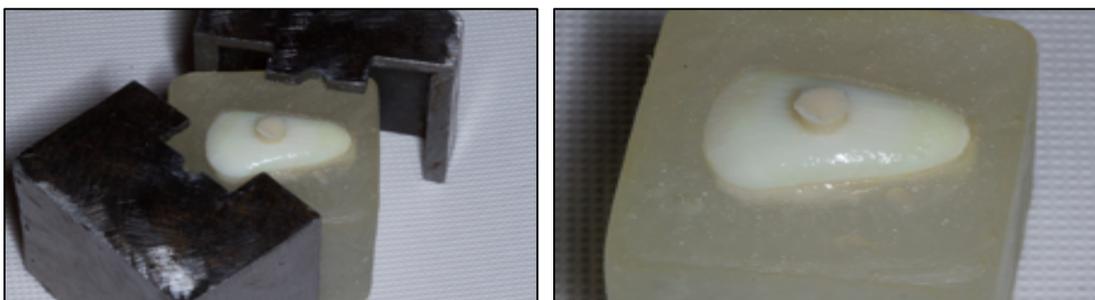


Figura 41. Retiro de matriz metálica y muestra con resina colocada.

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

3.5.8. Proceso de cizallamiento

Las pruebas de cizallamiento para medir la fuerza de adhesión se realizaron en la máquina universal de ensayos del laboratorio de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la USFQ. Esta máquina cuenta con un programa computacional específico para este tipo de pruebas, mediante una carga estática vertical inmediatamente sobre el cuerpo de resina adherido a la muestra dental, a una velocidad de 3 milímetros/minuto.

Los datos de cada muestra resultantes fueron almacenados en una carpeta de Microsoft Excel, en Newtons (N). Estos fueron sometidos a un análisis estadístico.

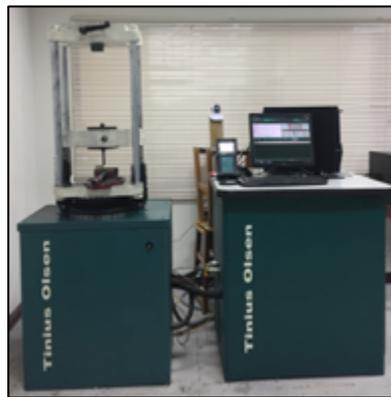


Figura 42. Máquina de Ensayos Universales

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo



Figura 43. Aplicación de la fuerza sobre la resina.

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

4. RESULTADOS

Cada una de las muestras fueron sometidas a una carga mecánica para medir la resistencia de las fuerzas de adhesión. Los datos obtenidos fueron suministrados mediante un informe técnico que fue ejecutado y entregado por el Ingeniero Westly Castro, encargado del laboratorio de ensayos mecánicos de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la USFQ. Estos datos refieren la fuerza de adhesión y fueron organizados en una base de datos en programa de estadística SPSS con el cual se estimaron las medidas descriptivas y se realizó la prueba de ANOVA.

Para empezar los valores fueron tomados en Newtons (N), luego mediante una fórmula matemática fueron transformados a Megapascuales (MPa), para poder ser evaluados y sometidos al análisis de este estudio.

- MPa = mega pascal
- N = medida de Newtons obtenida por el equipo
- A = área del círculo
- $\pi = \text{pi } 3.1416$
- $d^2 = \text{diámetro de la muestra al cuadrado}$
- $d^2 = 9$

$$MPa = N/Am^2$$

$$A = \pi d^2/4$$

Tabla 2. Resultados de equivalencia a MPa

	Mpa G1	Mpa G2	Mpa G3	Mpa G4
Muestra 1	40,89	2,41	34,80	32,26
Muestra 2	34,38	13,44	22,49	61,12
Muestra 3	30,27	39,05	33,67	36,22
Muestra 4	14,15	34,80	37,91	32,11
Muestra 5	50,93	33,67	30,84	11,18
Muestra 6	45,70	29,57	22,78	11,18
Muestra 7	37,63	42,30	30,84	28,29
Muestra 8	33,25	37,35	25,61	14,01
Muestra 9	39,47	30,98	47,11	31,55
Muestra 10	64,79	18,53	39,33	29,14
Muestra 11	34,66	20,94	37,07	21,36
Muestra 12	35,23	28,15	35,51	40,46
Muestra 13	37,63	22,49	22,49	38,48
Muestra 14	32,96	21,08	29,28	32,26
Muestra 15	19,95	35,93	30,27	44,00
Muestra 16	34,94	23,34	31,97	40,18
Muestra 17	32,96	31,55	43,29	28,29
Muestra 18	29,00	37,91	32,96	12,87
Muestra 19	38,48	46,12	22,07	31,69
Muestra 20	22,64	29,00	47,11	22,35
Muestra 21	27,02	46,97	38,90	23,06
Muestra 22	40,89	5,23	24,90	33,10
Muestra 23	36,22	29,00	25,18	33,25
Muestra 24	32,82	51,92	34,94	46,40
Muestra 25	33,81	37,49	27,02	27,73

Fuente: María Bravo

Elaboración: María Bravo

El grupo control registró valores de resistencia adhesiva que están entre 14 y 65 MPa siendo éste último el valor más alto en relación a los otros grupos; en el grupo 2 se obtuvieron valores entre 2 y 52 MPa; en el grupo 3 se obtuvieron valores entre 22 y 47 MPa; y en el grupo 4 se obtuvieron valores entre 11 y 61 MPa. Así pues, en general como se observa a continuación en la figura 44, existe un comportamiento parecido en cuanto a las medidas de cada grupo considerado en el estudio.

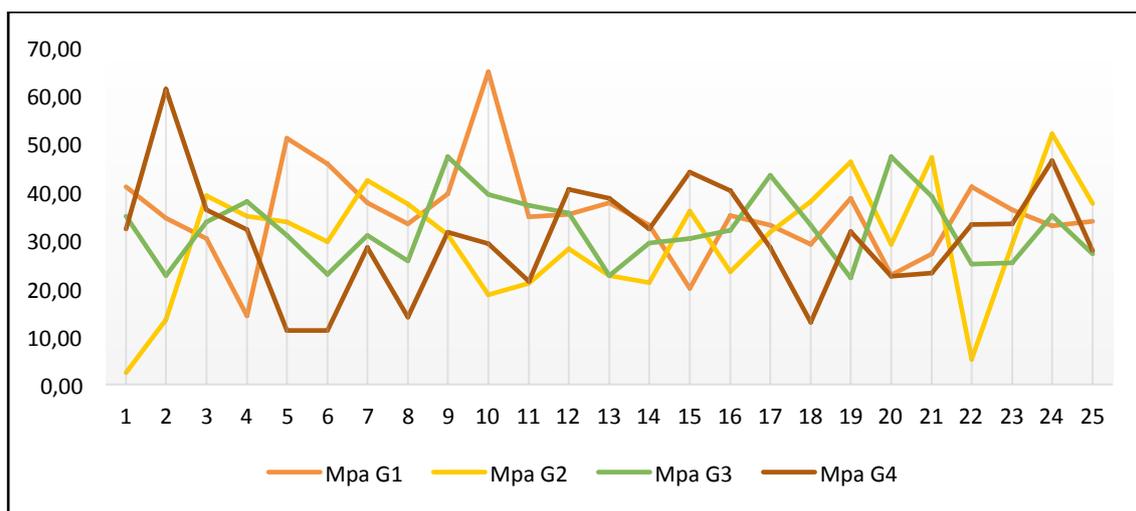


Figura 44. Resultados de la resistencia adhesiva (MPa) por grupo

Fuente: María Bravo

Elaboración: María Bravo

Los valores medios de la resistencia de adhesión por grupo indican los siguientes valores (tabla 3):

Tabla 3. Estadísticos de la resistencia adhesiva (MPa) por grupo

Estadísticos descriptivos							
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
MPa_G1 CONTROL	25	51	14	65	35,23	9,843	96,890
MPa_G2	25	50	2	52	29,97	12,175	148,241
MPa_G3	25	25	22	47	32,33	7,405	54,830
MPa_G4	25	50	11	61	30,50	11,622	135,060
N válido (por lista)	25						

Fuente: María Bravo

Elaboración: María Bravo

En base a los valores medios de cada grupo y como se puede observar en la figura 45 subsiguiente, el grupo 1 de control registra el valor medio más alto seguido por el grupo 3 (peróxido de hidrógeno 10%) y el grupo 4 (peróxido de carbamida 15%), mientras que el

grupo 2 (peróxido de hidrógeno 40%) registra el valor medio más bajo en relación a los demás grupos.

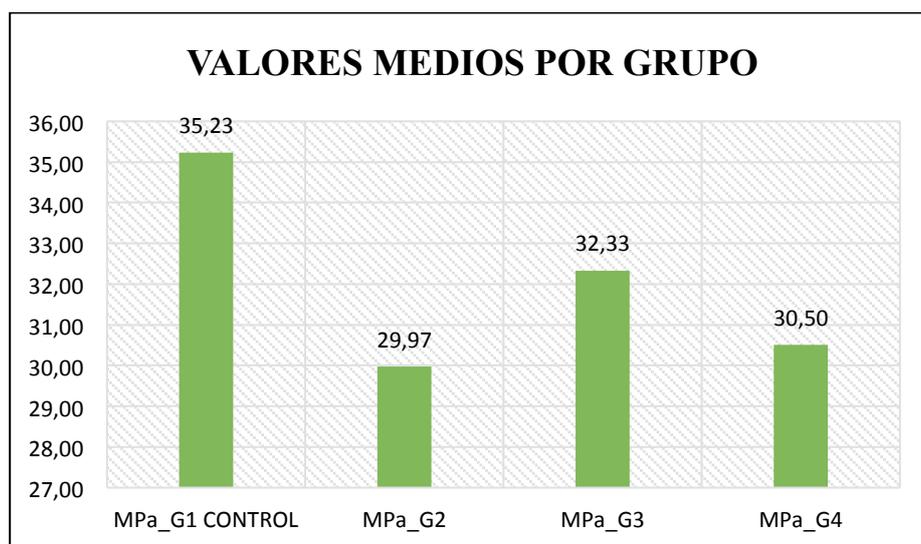


Figura 45. Valor medio de la resistencia adhesiva (MPa) por grupo

Fuente: María Bravo

Elaboración: María Bravo

Se realizó la prueba de homogeneidad de varianza de Levene que se puede observar en la tabla 4. para determinar diferencias estadísticas entre las medidas de los cuatro grupos. Entonces al ser $0,259 > 0,05$, no existe diferencia estadística significativa entre las medias de los cuatro grupos de estudio, es decir los valores de las medias tienen un comportamiento similar al momento de compararlas.

Tabla 4. Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas			
MPAS de los grupos			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,363	3	96	0,259

Fuente: María Bravo

Elaboración: María Bravo

A continuación se desarrolló una prueba de normalidad para asegurar y mostrar que los datos considerados en el estudio siguen una distribución normal; por lo tanto como indica la tabla 5, específicamente el estadístico de Shapiro-Wilk, todos los valores son mayores a 0,05, pudiendo concluir que efectivamente los datos de la muestra siguen una distribución normal y es posible asegurar resultados confiables con el análisis ANOVA que se realiza sucesivamente (tabla 6).

Tabla 5. Prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad							
GRUPOS		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MPAS	G1 CONTROL	,163	25	,084	,922	25	,156
	G2	,121	25	,200*	,972	25	,690
	G3	,098	25	,200*	,950	25	,246
	G4	,127	25	,200*	,953	25	,299

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

Tabla 6. Análisis ANOVA

ANOVA					
MPAS	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	422,357	3	140,786	1,295	,281
Dentro de grupos	10440,523	96	108,755		
Total	10862,880	99			

Fuente: María Bravo
Elaboración: María Bravo

Al tener un valor de significancia de $0,281 > 0,05$ se confirma que los resultados de la prueba anterior, no hay diferencia estadística significativa entre las medias de los grupos. Se

puede afirmar y confirmar que estadísticamente no hay una diferencia marcada entre los grupos y todos siguen un comportamiento similar.

5. DISCUSIÓN

Los dientes influyen enormemente en la estética facial, y estos a su vez pueden presentar discromías por múltiples causas. El aclaramiento dental es una técnica en el campo odontológico que trata las discromías. Es por esto que el interés, tanto del odontólogo como del paciente por la técnica de aclaramiento dental se ha ido incrementando y ha conducido a un mayor acercamiento a la misma (López, González, & Dobarganes, 2016).

Han surgido en el mercado odontológico muchos tratamientos nuevos que el odontólogo debe conocer antes de aplicarlos ya que los agentes aclaradores son agentes activos no siempre inocuos capaces de producir aclaramiento sino también iatrogenias al no emplearlas con las indicaciones establecidas (López, González, & Dobarganes, 2016).

En la actualidad se prefiere al peróxido de carbamida como agente aclarador, ya que es el que presenta menor incidencia de afectación a los dientes y tejidos blandos. Este se aplica generalmente en concentraciones de 10 y 20% mediante técnica domiciliaria y de 35% para técnica de oficina (Huayllucu Choque, 2012).

El peróxido de hidrógeno se emplea en concentraciones de 25% y 40% para uso en oficina y de 3% y 9% para uso domiciliario. Sin embargo, la tendencia reciente ha sido elevar sus concentraciones hasta un 15% para uso domiciliario, los cuales están disponibles directamente para los consumidores (Li & Greenwall, 2013)

El peróxido de carbamida esta químicamente compuesto por aproximadamente 3.5 partes de peróxido de hidrógeno y 6.5 partes de urea, de manera que un gel con 10% de peróxido de carbamida provee un 3,5% de peróxido de hidrógeno. El verdadero ingrediente activo del aclaramiento es el peróxido de hidrógeno, éste inicia el proceso de degradación de las moléculas orgánicas complejas y de elevado peso molecular mediante un mecanismo de

oxidación que produce estructuras de carbono hidrófilas, no pigmentadas y con enlaces de carbono saturados (López, González, & Dobarganes, 2016).

Los agentes aclaradores que se emplearon en este estudio fueron: peróxido de hidrógeno al 40% (*Opalescence Boost*, Ultradent), peróxido de hidrógeno al 10% (*Opalescence Go*, Ultradent) que es un nuevo agente para uso domiciliario y peróxido de carbamida al 15% (*Opalescence PF 15%*, Ultradent), aplicados a dientes de bovino.

Estudios han demostrado que el aclaramiento produce una disminución considerable en la resistencia adhesiva después del mismo. En 1992, Titley encuentra valores de resistencia de unión al micro cizallamiento en el esmalte disminuidos significativamente tras la aplicación de peróxido de carbamida al 10% en diferentes tiempos. En 1993, García-Godoy y colaboradores también encuentran una resistencia de unión al micro cizallamiento disminuida después de 24 horas de aplicación de peróxido de hidrógeno. En 1995, Ben-Amar encuentra una reducción significativa de la resistencia de unión al micro cizallamiento 72 horas después de aclaramiento. En 2008, Unlu asimismo encuentra una disminución estadísticamente significativa de la resistencia de unión de resina compuesta posterior al aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 35% y peróxido de carbamida al 10% (Bittencourt, Dominguez, Mongruel Gomes, & Nelson, 2013).

El problema de la disminución de los valores de resistencia de unión se debe al oxígeno residual del proceso oxidativo del aclaramiento. Este oxígeno residual impregnado en la estructura dental, inhibe la polimerización de los sistemas adhesivos aplicados postaclaramiento (Baldión Elorza, 2013). Es por esto que la teoría del oxígeno residual como argumento en la disminución de la resistencia de unión es la más aceptada (Bittencourt, Dominguez, Mongruel Gomes, & Nelson, 2013).

Consecuentemente, se han propuesto formas con base en la literatura científica para disminuir los efectos del oxígeno residual como remoción superficial del esmalte, utilización de adhesivos con solventes orgánicos y nanorelleno, flúor en la composición de los agentes aclaradores, tiempos de espera y aplicación de un agente antioxidante (Bittencourt, Dominguez, Mongruel Gomes, & Nelson, 2013).

En 2009 Wilson y colaboradores incorporan ascorbato de sodio en su estudio, encontrando un aumento significativo en la resistencia de unión entre resina y esmalte (Bittencourt, Dominguez, Mongruel Gomes, & Nelson, 2013). En las investigaciones se han empleado varias concentraciones (10, 16, 20%) y presentaciones (líquido y gel) siendo la concentración que mejor funciona al 10% sin importar el tipo de presentación. Con la diferencia que la presentación en gel puede ser aplicada mediante cubetas que generalmente se emplean para el aclaramiento domiciliario, así reduciendo el tiempo en el sillón (Bittencourt, Dominguez, Mongruel Gomes, & Nelson, 2013) (Rodrigues Nascimentoa, Reis Guerreiroa, Carvalho, Forçaa, Silva E Souza Júniora, & Lorettoa, 2015).

Ahora bien, el tiempo de aplicación y/o número de aplicaciones que se debe realizar con el ascorbato de sodio es controversial. Aunque el tiempo de aplicación del ascorbato que se ha reportado varía entre 1 minuto a 40 horas, algunos autores indican que mientras mayor es el tiempo de aplicación del ascorbato, mayor resistencia adhesiva se obtiene en los procedimientos adhesivos en dientes aclarados. Otros sugieren que el ascorbato de sodio permanezca en contacto con el diente aclarado por lo menos un tercio del tiempo de aplicación del aclarador (Dabas Deepti, 2011)(Kaya AD, 2008) (Rodrigues Nascimentoa, Reis Guerreiroa, Carvalho, Forçaa, Silva E Souza Júniora, & Lorettoa, 2015). Contradictoriamente, está también indicado que el número de aplicaciones es más importante que el tiempo de contacto con el diente debido a que la reacción del ascorbato de sodio alcanza su pico en un minuto y luego la reacción disminuye substancialmente (Rodrigues

Nascimentoa, Reis Guerreiroa, Carvalhoa, Forçaa, Silva E Souza Júniora, & Lorettoa, 2015). En este estudio, precisamente se probaron dos aplicaciones del ascorbato de sodio por un tiempo de cuatro horas cada una en los grupos experimentales, obteniendo valores equitativamente comparables con los del grupo control.

El mejor efecto reparador es el tiempo de recuperación postaclaramiento, que posibilita la liberación de radicales libres del oxígeno residual y remineralización con la saliva (Baldion & cols, 2011). Esto último se replica en los estudios con saliva artificial. El tiempo de espera para realizar adhesión posterior al aclaramiento sugerido es mínimo 7 días. Sin embargo, hay un requerimiento clínico por disminuir en lo posible este tiempo de espera. Por lo que las investigaciones han optado por combinar el tiempo de espera con la aplicación de agentes antioxidantes para obtener resultados óptimos de resistencia adhesiva (Cavalli, Arrais, Giannini, & Ambrosano, 2004) (Suliman, Mc Donald, Rees, & Addy, 2005) (Sundfeld, Briso, De Sá, Sundfeld, & Bedran-Russo, 2005) (Tam, 2001).

El estudio de Jiménez Delgado (2014) combina el tiempo de espera de 48 horas con la aplicación del ascorbato de sodio al 10% durante 10 minutos previo a realizar adhesión en dientes aclarados; y demuestra niveles de adhesión elevados. En este estudio se empleó un tiempo de espera de 24 horas previo a la aplicación del ascorbato de sodio, y asimismo se contrarrestó la oxidación postaclaramiento. Los valores de resistencia adhesiva que se obtuvieron en los grupos experimentales no presentaron diferencia significativa entre ellos ni con los del grupo control, demostrándose que se obtienen valores de adhesión muy parecidos al de los dientes no aclarados al combinar un tiempo de espera de 24 horas y dos aplicaciones de ascorbato de sodio 10% en gel por un tiempo de cuatro horas cada una para conseguir eliminar el efecto oxidativo que producen los tratamientos aclaradores, y así, poder realizar adecuadamente los posteriores procedimientos adhesivos.

6. CONCLUSIONES

- I. Un tiempo de espera de 24 horas previo la aplicación del ascorbato de sodio al 10% en gel por 4 horas diarias, provoca una acción re mineralizadora y contrarresta la liberación del peróxido residual.
- II. Los resultados estadísticos demuestran que no hay diferencia significativa en cuanto a la resistencia adhesiva entre el grupo control y los grupos experimentales, y a su vez entre éstos últimos.
- III. Por tanto, cualesquiera que sean los principios activos de los agentes aclaradores: peróxido de hidrógeno 10% y 40% y peróxido de carbamida en cubeta al 15% y cualesquiera que sea su porcentaje de concentración, no influyen en los resultados obtenidos en esta investigación pues se demuestra que el tiempo de espera previo a un procedimiento de adhesión en dientes aclarados, es lo más importante para alcanzar valores similares al del grupo control cuyos dientes no fueron aclarados.

7. RECOMENDACIONES

1. En futuras investigaciones, se debería tomar en consideración el tipo de agente aclarador que se emplea ya que está indicado que bajas concentraciones de éstos o flúor entre otros agentes remineralizantes en su composición no afectan significativamente al esmalte.
2. Se ha reportado que el número de aplicaciones es más importante que el tiempo de contacto con el diente debido a que la reacción del ascorbato de sodio alcanza su pico en un minuto y luego la reacción disminuye substancialmente (Rodrigues Nascimento, Reis Guerreiro, Carvalho, Forçaa, Silva E Souza Júnior, & Loretto, 2015). En este estudio se corroboró esto realizando dos aplicaciones del ascorbato de sodio 10% en gel, al ser esta una investigación pionera amerita más investigaciones con esta técnica.
3. Estudios sugieren que el ascorbato de sodio permanezca en contacto con el diente postaclaramiento, por lo menos un tercio del tiempo de aplicación del aclarador (Rodrigues Nascimento, Reis Guerreiro, Carvalho, Forçaa, Silva E Souza Júnior, & Loretto, 2015). En este estudio, el ascorbato de sodio fue aplicado por un tiempo total de 8 horas, pretendiendo aumentar su eficacia en la disminución de la afectación en la resistencia adhesiva en dientes aclarados, pues al incrementar su viscosidad, se asegura que no tenga escurrimientos, ni derrames; con la presentación en gel, la cubeta prefabricada como medio de transporte del mismo, además facilita su uso en el domicilio, u oficina, con un ahorro considerable de costos y de tiempo del profesional pues no se requiere de impresiones ni de modelos de yeso para la elaboración de cubetas personalizadas, pretendiéndose finalmente conseguir un acortamiento considerable del tiempo de espera antes de realizar tratamientos adhesivos. Por lo que

se recomienda en futuras investigaciones establecer un tiempo promedio de aplicación que permita sólo con una espera de 48 horas después de terminado el aclaramiento, lograr una adhesión segura, con resultados estéticos predecibles que satisfagan tanto al profesional como a los pacientes.

8. BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

Abouassi, & cols. (2011). Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide on enamel surface: an in vitro study. *Clin Oral Invest*(15), 673-680.

Abreu, D., Sasaki, R., Amaral, F., Flório, F., & Basting, R. (2011). Effect of home-use and in-office bleaching agents containing hydrogen peroxide associated with amorphous calcium phosphate on enamel microhardness and surface roughness. *J Esthet Restor Dent*(23), 158–168.

ADA, A. D. (2009). Tooth Whitening/Bleaching: Treatment considerations for Dentists and their patients. . *ADA*, 1-12.

Alaghehmand, H. (2013). Effect of fluoride-free and fluoridated carbamide peroxide gels on the hardness and surface roughness of aesthetic restorative materials. *Department of Esthetic and Restorative Dentistry, Dental Materials Research Center, Dental School, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran, 24(4)*, 478-483.

Anagnostou, M., Chelioti, G., Chioti, S., & Kakaboura, A. (2010). Effect of tooth-bleaching methods on gloss and color of resin composites. *J Dent.*, 38(2), 129-136.

Andrighetto, A. R., De Leão Withers, E. H., Grando, K. G., Ambrosio, A. R., Shimizu, R. H., & Melo, A. C. (2016). Assessing the effects of hydrogen peroxide bleaching agent on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Indian Journal of Dental Research*, 27(4), 410-414.

Arens, D. (1972). Personal communication. *Personal communication* , 1.

Arrieta, V. K., González, M. F., & Luna, R. L. (2011). Exploración del riesgo para fluorosis dental en niños de las clínicas odontológicas universidad de Cartagena. *Rev. salud pública [revista en scielo].*, 13(4), 1.

Bagueri, R. y. (2014). Effect of a Home Bleaching Agent on the Fracture Toughness of Resin Composites: using short rod design. *J Dent Shiraz Univ Med Sci.*, 15(2), 74-80.

Bagueri, R., & cols. (2014). Effect of a Home Bleaching Agent on the Fracture Toughness of Resin Composites: using short rod design. *J Dent Shiraz Univ Med Sci.*, 15(2), 74-80.

Baik, J., Rueggeberg, F., & Liewehr, F. (2001). Effect of light-enhanced bleaching on in vitro surface and intrapulpal temperature rise. *J Esthet Restor Dent.*, 13(6), 370-378.

- Baldión Elorza, P. A. (2013). Influencia del tiempo posblanqueamiento sobre la adhesión de una resina compuesta al esmalte dental. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*, 25(1), 92-116.
- Baldión Elorza, P. A., Viteri Lucero, L. N., & Lozano Torres, E. (2012). EFFECT OF PEROXIDASE ON COMPOSITE RESIN ADHESION TO DENTAL ENAMEL AFTER WHITENING1. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*, 24(1), 8-21.
- Baldion, & cols. (2011). Efecto de los fluoruros en la composición química del esmalte dental pos blanqueamiento. *Univ Odontol*, 30(65), 41-49.
- Baldión, E. P., Viteri, L. L., & Lozano, T. E. (2012). EFFECT OF PEROXIDASE ON COMPOSITE RESIN ADHESION TO DENTAL ENAMEL AFTER WHITENING1. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*, 24(1), 8-21.
- Berga Caballero, A., Forner Navarro, L., & Amengual Lorenzo, J. (2007). In vivo evaluation of the effects of 10% carbamide peroxide and 3.5% hydrogen peroxide on the enamel surface. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*(12), 404-407.
- Bestard Echevarría, D., & Molero Porto, V. (2016). Therapeutic alternative for the decoloration of a tooth with pulp dystrophy caused by orthodontic forces: a case report . *AMC* , 19(1), 1.
- Bestard, E. D., & Molero, P. V. (2016). Therapeutic alternative for the decoloration of a tooth with pulp dystrophy caused by orthodontic forces: a case report. *AMC*, 19(1), 1.
- Bittencourt, B. F., Dominguez, J. A., Mongruel Gomes, O. M., & Nelson, S. (2013). Post-whitening adhesion and time intervals: a topic review. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*, 24(2), 336-346.
- Bollineni, S., Kumar, J. R., Venugopal, L., Ravikishore, R. I., Ravisekhar, B. P., & Kumar, S. S. (2014). Role of fluoridated carbamide peroxide whitening gel in the remineralization of demineralized enamel: an in vitro study. *J Int Soc Prev community dent*, 4(2), 117-121.
- Bollineni, S., Kumar, J. R., Venugopal, L., Ravikishore, R. I., Ravisekhar, B. P., & Kumar, S. S. (2014). Role of fluoridated carbamide peroxide whitening gel in the remineralization of demineralized enamel: an in vitro study. *J Int Soc Prev community dent*, 4(2), 117-121.
- Bowles, & Ugwuneri. (1987). Penetration of pulp chamber by hydrogen peroxide after vital bleaching. *Journal of Endodontics*(131), 375-377.

- Buchalla, W., & Attin, T. (2007). External bleaching therapy with activation by heat, light or laser – a systematic review. *Dent Mater*, 23(5), 586-596.
- Bulucu, B., Ozsezer, E., Ertas, E., & Yüksel, G. (2008). The effect of different light sources on microleakage of bleached enamel. *Dent Mater J.*, 27(4), 598-604.
- Cadenaro, y. c. (2010). An in vivo study of the effect of a 38 percent hydrogen peroxide in-office whitening agent on enamel. *JADA*, 141(4), 449-454.
- Cakir, & cols. (2011). Chemical analysis of enamel and dentin following the application of three different at-home bleaching systems. *Operative Dentistry*, 36(5), 529-536.
- Cakir, FY, Korkmaz, Y., Firat, E., SS, O., & Gurgan, S. (2011). Chemical analysis of enamel and dentin following the application of three different at-home bleaching systems. *Operative Dentistry*, 36(5), 529-536.
- Cartagena, A. F., Parreiras, S. O., Loguercio, A. D., Reis, A., & Campanha, N. H. (2015). In-office bleaching effects on the pulp flow and tooth sensitivity – case series. *Brazilian Oral research*, 9(9), 1-6.
- Cedillo Valencia, J. d. (2010). Factor C en operatoria dental. *ADM*, 67(2), 83-87.
- Chávez Pérez, R. (2014). Tratamiento con ácido clorhídrico en paciente con fluorosis dental . *Revista ADM* , 71(4), 1.
- China, A., & cols. (2014). Effect of fluoride gels on microhardness and surface roughness of bleached enamel. *The Open Dentistry Journal*(8), 188-193.
- China, L. A., Souza, N. M., Gomes, Y. d., Alexandrino, L. D., & Silva, C. M. (2014). Effect of fluoride gels on microhardness and surface roughness of bleached enamel. *The Open Dentistry Journal*(8), 188-193.
- Cohen, S., & Parkins, F. (1970). Bleaching tetracycline-stained vital teeth. *Oral Surgery*(29), 465-471.
- Cura, Fuentes, & Ceballos. (2015). Effect of low-concentration bleaching products on enamel bond strength at different elapsed times after bleaching treatment. *Dental Materials Journal*, 34(2), 203–210.
- Cura, M. M., Fuentes, V., & Ceballos, L. (2015). Efecto of low-concentration bleaching products on enamel bond strenght at different elapsed times after bleaching treatment. *Dental Materials Journal*, 34(2), 203-210.

- Dabas Deepti, P. A. (2011). Evaluation of the effect of concentration and duration of application of sodium ascorbate hydrogel on the bond strength of composite resin to bleached enamel. *J Conserv Dent*, 14(4), 365-360.
- Delfino, & cols. (2009). Effectiveness of home bleaching agents in discolored teeth and influence on enamel microhardness. *J Appl Oral Sci*, 17(4), 284-288.
- Demarco, F. F., Meireles, S. S., & Masotti, A. S. (2009). Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Brazilian Oral Research. Version online scielo ISSN 1807-3107*, 23, 1.
- Dickinson, M., & Mann, A. (2004). Nanomechanics and chemistry of caries-like lesions in dental enamel. *Materials Research Society Proceedings*, 29.
- Donly, K. J., Kennedy, P., Segura, A., & Gerlach, R. W. (2005). Effectiveness and Safety of Tooth Bleaching in Teenagers. *Pediatr Dent*(27), 298-302.
- Feinman, R., Goldstein, R., & Garber, D. (1987). Bleaching of vital teeth: technique. *Quintessence International* (1), 10.
- Feiz, A., Khoroushi, M., & Gheisarifar, M. (2011). Bond strength of composite resin to bleached dentin: effect of using antioxidant versus buffering agent. *Journal of Dentistry*, 8(2), 60-66.
- Freitas de Arce, M. B., Nunes, L. L., Baggio, A. F., Dos Santos, B. C., Bovi, A. G., & Lovadino, J. R. (2013). Effectiveness of dental bleaching in depth after using different bleaching agents. *J Clin Exp Dent.* , 5(2), 100-107.
- Garretson, J. (1895). A system of oral surgery. *Philadelphia: JB 6th Edition* , 1.
- Gerlach, R., Gibb, R., & Sagel, P. (2000). A randomized clinical trial comparing a novel 5.3% hydrogen peroxide whitening strip to 10%, 15% and 20% carbamide peroxide tray-based bleaching systems. *Compend Contin Educ Dent*, 21(29), 22-28.
- Haywood, & Heymann. (1989). Nightguard vital bleaching. *Quintessence International*(20), 173-176.
- Haywood, V. (1991). Nightguard vital bleaching: a history and products update. Part 1. *Esthet Dent Update*(2), 63-66.
- Haywood, V. (2006). Taking the pain out of whitening. *Quintessence International*, 32.

- Huayllucu Choque, E. G. (2012). Blanqueamiento de dientes vitales . *Revista de Actualización Clínica*, 22, 1130-1134.
- Hurd, A., Palacios, J., Pallottini, G., González, J., Malaver, P., & López, C. (2015). Efecto del aclaramiento dental con peróxido de hidrógeno a diferentes concentraciones sobre la superficie del esmalte: un estudio in vitro. *Journal Odont Col.*, 8(16), 8-30.
- Jaramillo Betancourt, M. (8 de Febrero de 2013). Evaluación de la eficacia del ascorbato de sodio en tratamientos adhesivos sobre dientes aclarados, análisis in vitro mediante pruebas de cizallamiento. Cumbayá, Quito, Ecuador.
- Jimenez Delgado, I. L. (2014). Evaluación del efecto de un agente antioxidante en procedimientos adhesivos sobre dientes aclarados con técnica combinada. Análisis in vitro mediante pruebas de cizallamiento” . *Repositorio de tesis USFQ*, 5-85.
- Juárez, B. N., Andaracua, G. S., & Barrera, Z. D. (2014). Blanqueamiento dental intrínseco utilizando técnica termo-catalítica: Presentación de un caso clínico. *Rev. Odont. Mex (scielo)*, 18(3), 1.
- Kamangar, H. y. (2013). Effect of 38% carbamide peroxide on the microleakage of silorane-based versus methacrylate-based composite restorations. . *Restorative Dentistry and Endodontics*, 39(3), 172-179.
- Kamangar, H., & cols. (2013). Effect of 38% carbamide peroxide on the microleakage of silorane-based versus methacrylate-based composite restorations. *Restorative Dentistry and Endodontics*, 39(3), 172-179.
- Kaya AD, T. M. (2008). Reversal of compromised bonding in bleached enamel using antioxidant gel. . *Operative Dentistry*, 34(4), 441-447.
- Khoroushi, M., Mazaheri, H., & Samimi, P. (2016). Fracture toughness of bleached enamel: Effect of applying three different nanobiomaterials by nanoindentation test. *Contemp Clin Dent.*, 7(2), 209-215.
- Kimyai, S., & Valizadeh, H. (2008). Comparison of the effect of hydrogel and a solution of sodium ascorbate on dentincomposite bond strength after bleaching. *J Contemp Dent Pract*, 9(2), 105-112.
- Lahoud Salem, V., Mendoza Zapata, J., Uriarte Mora, C., & Munive Degregori, A. (2008). Evaluación de los efectos clínicos del blanqueamiento dental aplicando dos técnicas diferentes. *Odontol. Sanmarquina*, 11(2), 74-77.

- Lahoud, S. V., Mendoza, Z. J., Uriarte, M. C., & Munive, D. A. (2008). Evaluación de los efectos clínicos del blanqueamiento dental aplicando dos técnicas diferentes. *Odontol. Sanmarquina*, 11(2), 74-77.
- Leonard, R., Sharma, A., & Haywood, V. (1998). Use of different concentrations of carbamide peroxide for bleaching teeth: an in vitro study. *Quintessence International*(29), 503-507.
- Li, Y., & Greenwall, L. (2013). Safety issues of tooth whitening using peroxide-based materials. *British dental journal*, 215(1), 29-33.
- Lia Mondelli, R. F., Taisa, R., Conti Garrido, F. A., Rizzante, P., Magalhães, A. C., Fraga Soares Bombonatti, J., & Kiyoshi Ishikiriama, S. (2015). Do different bleaching protocols affect the enamel microhardness? *Eur J Dent*, 9(1), 25-30.
- Lima, & cols. (2009). Efficacy of 35% hydrogen peroxide on human enamel: in vitro evaluation in different tooth areas. *Acta Odontologica Latinoamericana*, 22(3), 163-170.
- López, L. N., González, V. L., & Dobarganes, C. A. (2016). Rechromias in vital teeth with coloration change. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta ISSN 1029-3027*, 41(11), 1-11.
- Loyola Araneda, N. (13 de Febrero de 2013). Estudio comparativo in vitro de dos agentes blanqueadores de distinta concentración sobre la micromorfología del esmalte bovino. Santiago de Chile, Provincia de Santiago, Chile.
- Lozada, O., & García, C. (2000). RIESGOS Y BENEFICIOS DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL. *Acta Odontologica Venezolana*, 38(1), 1.
- Luk, K., Tam, L., & Hubert, M. (2004). Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc*, 135(2), 194-201.
- Magalhães Vaz, M., Gonzaga Lopes, L., Carvalho Cardoso, P., Batista de Souza, J., Carvalho Batista, A., Lago Costa, N., . . . Estrela, C. (2016). Inflammatory response of human dental pulp to at-home and in-office tooth bleaching. *J Appl Oral Sci.*, 24(5), 509–517.
- Mahmoud, B., Siavash, S. O., Narmin, M., Mohammad, E. E., Mostafa, G., & Ayda, S. O. (2016). Effect of different bleaching strategies on microhardness of a silorane-based composite resin. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, 10(4), 213-219.

- Maia, E., Baratieri, L. N., Caldeira de Andrada, M. A., Monteiro, S., & Cardoso Vieira, L. C. (2008). The influence of two home-applied bleaching agents on enamel microhardness: An in situ study. *Journal of Dentistry*(36), 2-7.
- Matis, B., Mousa, H., Cochran, M., & Eckert, G. (2000). Clinical evaluation of bleaching agents of different concentrations. *Quintessence International*(31), 303-310.
- McCracken, M., & Haywood, V. (1996). Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *Journal of Dentistry* , 24(6), 395-398.
- Meneses, E. C., Llamosas, H. E., & Quintanar, Z. R. (2013). Análisis morfológico y químico mediante microscopia electrónica del esmalte de dientes sometidos a blanqueamiento. *Rev ADM [revista en internet]*, 70(3), 1.
- Mohammed, Q. A. (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *The Saudi Dental Journal*(26), 33-46.
- Munavalli, A., Ponnappa, K.C., Nitin, M., Ramesh, S., Sharanappa, K., Nisham, A. (2015). Effect of 10% sodium ascorbate on shear bond strength of bleached teeth- an in-vitro study. *Journal of clinical and diagnostic research*, 9(7), 31-33.
- Nakamichi, I., Iwaku, M., & Fusayama, T. (1983). Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test . *J Dent Res* , 62(10), 1076-1081. .
- Nizam, B., Lim, C., Chang, H., & Yap, A. (2005). Nanoindentation study of human premolars subjected to bleaching agent. *J. Biomech.*(38), 2204–2211.
- Oliveira, M. T., Caldeira de Andrade, m. A., & Michelis, M. (2011). Oxygen release, microleakage and shear bond strength of composite restorations after home dental bleaching. *Rev Odonto Cienc*, 26(1), 45-49.
- Oliveira, M. T., Caldeira, d. A., & Michelis, M. (2011). Oxygen release, microleakage and shear bond strength of composite restorations after home dental bleaching. *Rev Odonto Cienc*, 26(1), 45-49.
- Ontiveros, J., & Paravina, R. (2009). Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. *J Dent*, 1.
- Pimenta Dutra, A. C., Castro Albuquerque, R., Dos Santos Alves Morgan, L. F., Magela Pereira, G., Eduardo, N., Rebello Horta, M. C., & Ferreira Silveira, F. (2017). Effecto of bleaching agents on enamel surface of bovine teeth, A SEM study. . *J Clin Exp Dent*, 9(1), 46-50.

- Pimentel, A.H., Valente, L.L., Isolan, C.P., Munchow, E.A., Piva, E., Ratto de Morales, R. (2015). Effect of waiting time for placing resin composite restorations after bleaching on enamel bond strength. *Applied Adhesion Science*, 3(23) <https://doi.org/10.1186/s40563-015-0051-3>.
- Posada, M. C., Sanches, C. F., Gallego, G. J., Pelaez Vargas, A., Restrepo, L. F., & Lopez, J. D. (2006). Dientes de bovino como sustituto de dientes humanos para su uso en la odontología. Revisión de literatura. *Revista CES odontología*, 9(1), 63-68.
- Rattacaso, R., da Fonseca Roberti Garcia, L., Aguilar, F., Consani, S., & de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza, F. (2011). Bleaching agent action on color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to accelerated artificial aging. *Eur J Dent*, 5, 143-149.
- Rattacaso, R., Fonseca, R. G., Aguilar, F., Consani, S., & Carvalho, P. P.-d.-S. (2011). Bleaching agent action on color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to accelerated artificial aging. *Eur J Dent*, 5, 143-149.
- Roderjan, D. A., Stanislawczuk, R., Hebling, J., de Souza Costa, C. A., Reis, A., & Loguercio, A. D. (2015). Response of Human Pulp to Different In-Office Bleaching Techniques: Preliminary Findings. *Brazilian Dental Journal*, 26(3), 242-248.
- Rodrigues Nascimentoa, G. C., Reis Guerreiroa, M. Y., Carvalhoa, F. F., Forçaa, A. R., Silva E Souza Júniora, M. H., & Lorettoa, S. C. (2015). Does sodium ascorbate improve bond strength after dental bleaching techniques? *Journal of Dental Science*, 30(4), 205-210.
- Ros Santana, M., Martin Gomar, J., & Andres Poveda, M. (2005). Whitening. Bibliographic Revision. *Clinica Estomatologica de Especialidades Manuel de Jesús Cedeño Bayamo-Granma*(9), 4.
- Saeid, N., Reza, F., Nasim, N., Katayoun, A. K., & Aldo, B. J. (2015). Effects of the bleaching procedures on enamel micro-hardness: Plasma Arc and diode laser comparison. *JMLL*, 24(3), 173-177.
- Sasaki, y. c. (2009). Micromorphology and microhardness of enamel after treatment with home-use bleaching agents containing 10% carbamide peroxide and 7.5% hydrogen peroxide. *J Appl Oral Sci*, 17(6), 611-616.
- Soares Gomes de Medeiros, C. (2 de Junio de 2008). Efecto del peróxido de hidrógeno y carbamida sobre la capacidad descalcificante del ácido fosfórico sobre el esmalte. Granada, Anda Lucía, España.

- Strassler, H. E. (2009). The Science and Art of Tooth Whitening. *The Academy of Dental Therapeutics and Stomatology. A peer-reviewed publication* , 2-9.
- Sulieman, M., Mc Donald, M., Rees, J., & Addy, M. (2005). Comparison of three in office bleaching systems based on 35% hydrogen peroxide with different light activators. . *American Journal of Dentistry*, 18(3), 194-197.
- Sundfeld, R., Briso, A., De Sá, P., Sundfeld, M., & Bedran-Russo, A. (2005). Effect of time interval between bleaching and bonding on tag formation. *Bull Tokyo Dent Coll*(46), 1-6.
- Tavares, M., Stultz, J., & Newman, M. (2003). Light augments tooth whitening with peroxide. *J Am Dent Assoc*, 134(2), 167-175.
- Türkün, M., Celik, E., Kaya, A., & M., A. (2009). Can the hidrogel form of sodium ascorbate be used to reverse compromised bond strength after bleaching? *J Adhes Dent*, 11(1), 35-40.
- Unlu, N., Cobankara, F.K., Ozer, F. (2008). Effect of elapsed time following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 84B(2), 363-368.
- Veena, J., Taposh, K. D., Gunjan, P., Naseem, S., & Suresh, R. (2015). Comparative evaluation of effects of bleaching on color stability and marginal adaptation of discolored direct and indirect composite laminate veneers under in vivo conditions. *J Indian Prosthodont Soc*, 15(1), 46-52.
- Wainwright, W., & Lemoine, F. (1950). Rapid diffuse penetration of intact enamel and dentin by carbón 14-labeled urea. *Journal of Dental American Association* (41), 135.
- Wang, L. y. (2011). Effect of Bleaching Gels on Surface Roughness of Nanofilled Composite Resins. *European Journal of Dentistry*, 5, 173-179.
- Wilkins, E. M. (2009). Whitening. Bibliographic Revision. *Lippincott, Williams and Wilkins; Wolters Kluwer. 10th Edition*, 1.
- Zanet, C. y. (2011). In vitro evaluation of the microhardness of bovine enamel exposed to acid solutions after bleaching. *Brazilian Oral Research*, 25(6), 1.
- Zaragoza, V. (1984). Bleaching of vital teeth: technique. *Estomodeo*(9), 7-30.

Zimmerman, B., Datko, L., Cupelli, M., Alapati, S., Dean, D., & Kennedy, M. (2011). Alteration of Dentin-Enamel Mechanical Properties Due to Dental Whitening Treatments. *J Mech Behav Biomed Mater.*, 3(4), 339-346.