

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**



TESIS:

**“ESTUDIO IN VITRO DEL EFECTO ANTIOXIDANTE DEL  
ASCORBATO DE SODIO AL 10% Y LA INFLUENCIA DE UN  
INTERVALO DE 7 DIAS, EN RESINAS COMPUESTAS DE DIENTES  
BOVINOS TRATADOS CON PERÓXIDO DE HIDROGENO AL 35%,  
MEDIANTE RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO Y GRADO DE  
MICROFILTRACIÓN MARGINAL. TACNA 2013”**

Tesis para optar El Título Profesional de Cirujano Dentista

Presentado Por:

Bach. Colque Rojas, Sallyh Mercy

Asesor: C.D.MG. Esp. Pango Palza,

Dante

**Tacna – Perú**  
**2014**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis y el trabajo de todos estos años a mis padres,  
por ser mi arnés en mí camino, los escultores de mi persona  
y la más grande bendición en mi vida.  
Y con enorme gratitud a Valeria.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por todo lo que me ha dado en la vida.

A mis padres por su incondicional apoyo y su desmedida preocupación.

Al C.D. Dante Pango García, por su tiempo dedicado a escuchar mis inquietudes, por su paciencia y apoyo en este trabajo.

Al Prof. Alfredo Quispe, responsable del laboratorio de química orgánica de la UNJBG, por su desinteresada colaboración y aporte con sus conocimientos, por que sin su ayuda habría sido imposible la culminación del presente.

Al Lic. Andrés Guerrero, profesor de física de la Facultad de Ciencias de la UNJBG, por su tiempo dedicado y su apoyo deliberado.

Al C.D. Mauricio Acosta Moscoso, por su aporte y guía en el desarrollo de la investigación.

A la Lic. Rosa Gragea, encargada del laboratorio de Biología de la UPT por su apoyo.

A la Ing. Dina Cotrado Flores; directora de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por su apoyo y facilidades en el desarrollo de la presente investigación

A la C.D. Carmen Lazo Cama, gerente de la CLINICA DENTAL “SONREIR”, por su disponibilidad y acceso a las instalaciones de su clínica.

A la C.D. Romina Arce Gómez, por su colaboración desinteresada, por resolver mis dudas en el camino y sobre todo por su amistad.

A mi compañera y amiga Karen, por ser la mejor compañía en este camino que llevo la investigación.

A todos mis profesores y amigos que de una u otra forma me brindaron su ayuda e hicieron posible la realización de esta investigación.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>15</b>
1.1 Fundamentación del Problema	16
1.2 Formulación del Problema	19
1.3 Objetivos de la Investigación	20
1.3.1. Objetivo General	20
1.3.2. Objetivos Específicos	20
1.4 Justificación	21
1.5 Definición de términos	22
<b>CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>25</b>
2.1 Antecedentes de la investigación	26
2.2 Marco teórico	36
2.2.1. Características De Dientes Bovinos	36
2.2.2. Clareamiento dental: Peróxido de Hidrógeno	48
2.2.3. Antioxidantes: Ascorbato de Sodio	69
2.2.4. Adhesión Dental	74
2.2.5. Microfiltración en Odontología	81
2.2.6. Fuerzas de cizallamiento en odontología odontología	88
<b>CAPÍTULO III: HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES</b>	<b>95</b>
3.1 Hipótesis	96

3.2	Operacionalización de las variables	96
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>		<b>98</b>
4.1	Diseño	99
4.2	Ámbito de estudio	99
4.3	Población y muestra	100
	4.3.1 Criterios de Inclusión	100
	4.3.2 Criterios de Exclusión	100
4.4	Instrumentos de Recolección de datos	101
<b>CAPÍTULO V: PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS</b>		<b>128</b>
5.1.	Material	129
5.2.	Campo De Verificación	131
5.3.	Estrategia Para Manejar Los Resultados	133
<b>RESULTADOS</b>		<b>135</b>
<b>COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS</b>		<b>150</b>
<b>DISCUSIÓN</b>		<b>152</b>
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>157</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>		<b>160</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>163</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>178</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
<b>Tabla N° 1:</b> Cuadro comparativo de la formula dentaria de los dientes bovinos y los dientes humanos.	38
<b>Tabla N° 2.</b> Comparación entre el tamaño de los túbulos dentinales de los dientes de bovino y los dientes humanos según su localización.	44
<b>Tabla N° 3:</b> Comparación de cantidad de los túbulos dentinales de los dientes de bovino y los dientes humanos según su localización.	45
<b>Tabla N° 4:</b> Diferentes marcas de productos para blanqueamiento dental, disponibles en el mercado.	68
<b>Tabla N° 5:</b> Clasificación de adhesivos: ventajas y desventajas.	89
<b>Tabla N° 6:</b> Valores de resistencia a tensiones, flexural, módulo elástico de Materiales Dentales restauradores (Resina, Ionómero)	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
<b>Figura N° 1:</b> Incisivos Inferiores de Origen Bovino	37
<b>Figura N° 2:</b> Incisivo inferior central	40
<b>Figura N°3:</b> Recolección de muestras	101
<b>Figura N° 4:</b> Selección de muestras según criterios de inclusión	101
<b>Figura N° 5:</b> Sellado de ápice de muestras	102
<b>Figura N° 6:</b> Confección de troqueles	102
<b>Figura N°7:</b> Kit de Clareamiento WHITENESS HP MAXX.	103
<b>Figura N° 8:</b> Fase Peróxido	103
<b>Figura N°9:</b> Aplicación fase espesante	104
<b>Figura N° 10:</b> Mezcla de soluciones del gel de peróxido de hidrógeno	104
<b>Figura N° 11:</b> Aplicación del gel de peróxido de hidrógeno	105
<b>Figura N° 12:</b> Activación por 20min del gel de peróxido de hidrógeno	105
<b>Figura N° 13:</b> Remover el gel de peróxido de hidrogeno	106
<b>Figura N° 14:</b> Retiro del gel de peróxido de hidrogeno	106
<b>Figura N° 15:</b> Reacción de ácido ascórbico e hidróxido de sodio	107
<b>Figura N° 16:</b> Ascorbato de sodio en solución.	108
<b>Figura N° 17:</b> Presentación de Ácido Ascórbico 1Kg.	109
<b>Figura N° 18:</b> Tratamiento de Ascorbato de Sodio 90%	109
<b>Figura N° 19:</b> Preparación de solución de Ascorbato de Sodio al 10%	109
<b>Figura N° 20:</b> Aplicación de Ascorbato de Sodio al 10%.	110
<b>Figura N°21:</b> Fresa calibrada, Tigger	111
<b>Figura N° 22 :</b> Tallado de cavidad con piedra de diamante calibrada	112
<b>Figura N°23:</b> Aplicación de Ácido grabador al 37%	112
<b>Figura N° 24:</b> A. Matriz de cilindro de resina, B. Preparación del cilindro de resina y C. Cilindro desmontado y calibrado.	113

<b>Figura N° 25:</b> Aplicación de ácido grabado al 37% en superficie vestibular	114
<b>Figura N°26:</b> Aplicación de barniz transparente.	115
<b>Figura N° 27:</b> Termociclador acondicionado para el estudio	116
<b>Figura N° 28:</b> Termómetro electrónico	116
<b>Figura N° 29:</b> Temporizador de celular para medición de tiempos de Termociclado	117
<b>Figura N° 30:</b> Termociclado de muestras	117
<b>Figura N° 31:</b> Disco de acero y mandril para micromotor	118
<b>Figura N° 32:</b> Muestras cortadas y codificadas en recipientes	118
<b>Figura N° 33:</b> Muestras preparadas para tinción con azul de metileno	119
<b>Figura N° 34:</b> Muestras sumergidas en azul de metileno al 2%	120
<b>Figura N° 35:</b> Esquema de grados de microfiltración	121
<b>Figura N°36:</b> Microfiltración marginal grado 0	122
<b>Figura N°37:</b> Microfiltración marginal grado 1	122
<b>Figura N° 38:</b> Microfiltración marginal grado 2	123
<b>Figura N° 39:</b> Microfiltración marginal grado 3	123
<b>Figura N° 40:</b> Bloque de acrílico con muestras para ensayo de resistencia de fuerzas de cizallamiento.	124
<b>Figura N° 41:</b> Muestra montada para ensayo con aplicador de fuerzas puntuales.	124
<b>Figura N° 42:</b> Ensayo de resistencia a fuerzas de cizallamiento	125
<b>Figura N° 43:</b> Kit de Clareamiento WHITENESS HIP MAXX. FGM	178
<b>Figura N° 44:</b> Acido Ascórbico (presentación 1 Kg) LINROS INTERINSUMOS. LOTE 201207C84.	178
<b>Figura N° 45:</b> Acido Gel 37% Condicionador dental. MAQUIRA.	179
<b>Figura N° 46:</b> Opti bond S. KERR .	179
<b>Figura N° 47:</b> KERCULITE Precis Enamel A1. KERR	180



<b>Figura N° 48:</b> CAMARA SECADOR	181
<b>Figura N° 49:</b> Balanza analítica (Max 160 gr)	181
<b>Figura N° 50:</b> Termociclador y Termómetro electrónico	182
<b>Figura N° 51:</b> Maquina de ensayos “Aplicador de fuerzas puntuales”	182
<b>Figura N° 52:</b> Microscopio estereoscópico	183

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pag.</b>
<b>ANEXO 01:</b> Ficha de recolección de muestras	176
<b>ANEXO 02:</b> Ficha de recolección de datos	177
<b>ANEXO 03:</b> Materiales empleados en estudio	178
<b>ANEXO 04:</b> Equipos empleados en estudio	181

## RESUMEN

**OBJETIVO:** Comparar el efecto del ascorbato de sodio entre la influencia de 7 días, mediante resistencia al cizallamiento y grado de microfiltración de resinas tratadas previamente con peróxido de hidrogeno al 35%.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** 60 dientes bovinos se dividieron en cuatro grupos (n=15); Grupo A = Resina, Grupo B = Peróxido de hidrógeno 35% + Resina (<1 día), Grupo C = Peróxido de hidrógeno 35% + Ascorbato de sodio 10% + Resina (<1 día) y Grupo D = Peróxido de hidrogeno 35% + Resina (7 días). Se adhirió en vestibular un cilindro resina HERCULITE KERR de 3 x 2,5mm (diámetro). En lingual se preparó cavidades de 2x1.5mm y se restauraron. Se termociclo 80 veces (5°C – 55°C +/- 5°C con intervalos de 36°C). Se cortaron y la porción lingual se sumergió en azul de metileno al 2% (24 horas) y mediante microscopio estereoscópico se evaluó la microfiltración marginal. La porción vestibular, fue llevada a una máquina de ensayos “aplicador de fuerzas puntuales” (1mm/min), para hallar la resistencia al cizallamiento.

**RESULTADOS:** Resistencia al cizallamiento: grupo A 22.47Mpa, grupo B 11.11Mpa, grupo C 17.8Mpa y grupo D 18.33Mpa. Evaluación de microfiltración marginal: grupo A grado I en 38.9%, grupo B grado III en 56.3 %, grupo C no presento microfiltración en 40% y grupo D grado III y grado I (33.3%).

**CONCLUSIONES:** El ascorbato de sodio al 10% y el intervalo de 7 días incrementan la resistencia al cizallamiento y disminuyen el grado de microfiltración de forma similar, ocasionado por peróxido de hidrogeno en resinas.

**Palabras Clave:** Peróxido de hidrógeno, ascorbato de sodio, cizallamiento y microfiltración

## ABSTRACT

**OBJECTIVE:** Compare the effect of the sodium ascorbate from the influence of 7 days, through resistance at shearing and microfiltration degree of resins pre treated with hydrogen peroxide at 35% resin.

**MATERIALS AND METHODS:** 60 bovine teeth were divided into four groups (n = 15) Resin Group A = Group B = 35 % Hydrogen Peroxide + Resin (<1 day), Group C = 35 % Hydrogen Peroxide + ascorbate Resin + 10% sodium (< 1 day), and Group D = 35 % hydrogen Peroxide + Resin (7 days). Acceded vestibular HERCULITE one resin cylinder 3x2 KERR, 5mm (diameter). In 2x1.5mm lingual cavities were prepared and restored. Thermocycler was 80 times (5 ° C - 55 ° C + / - 5 ° C at intervals of 36 ° C). Were cut and the lingual portion were immersed in methylene blue, 2% (24 hours) and using the stereomicroscope, microleakage were evaluated. The vestibular portion, was taken to a testing machine " applicator of point forces " (1mm/min), to find the resistance at shearing.

**RESULTS:** Shear: 22.47Mpa group A, group B 11.11Mpa, group C and group D 17.8Mpa 18.33Mpa. Evaluation of the marginal microleakage: group A 38.9 % grade I, grade III in group B 56.3 %, group C microfiltration not present in 40 % and group D grade III and grade I (33.3 %).

**CONCLUSIONS:** Sodium ascorbate at 10% and the range of 7 days increases the resistance at shearing and microfiltration similarly, caused by hydrogen peroxide in resins.

**Keywords:** hydrogen peroxide, sodium ascorbate, shear and microfiltration

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de los tratamientos odontológicos ha cambiado según el paso del tiempo, por ello su demanda ha pasado a ser conservadora y sobre todo estética. El requerimiento de dientes más blancos se ha convertido en una de las mayores preocupaciones en la población en general, pues la decoloración de los dientes interfiere negativamente con la sonrisa<sup>1</sup>.

Como resultado, los profesionales en odontología han diversificado sus prácticas ofreciendo nuevos tratamientos cosméticos y preventivos. Los nuevos productos de cuidado oral para el consumidor también han entrado en el mercado a un paso récord. Durante el 2005, el clareamiento dental representó un mercado de dos mil millones de dólares<sup>2</sup>. Para mantener el paso y la ciencia de la salud oral, el clareamiento dental también se ha vuelto más sofisticada e intensa.

La odontología estética cuenta con distintas medidas correctivas como carillas, coronas, restauraciones de resina además del clareamiento dental. Este último procedimiento representa una opción conservadora y de fácil manejo, características que lo han convertido en un tratamiento muy popular.

Los ingredientes fundamentales en los agentes modernos de clareado dental se consideraron efectivos, y se estuvieron utilizando desde hace más de un siglo<sup>3</sup>.

Entre los principales productos para este tipo de tratamiento se encuentran el peróxido de hidrogeno y el peróxido de carbamida, los cuales se han venido

---

<sup>1</sup>Lynch E. Use Of Ozone To Whiten Teeth. United States 6,877,985. April 12, 2005.

<sup>2</sup>Shephard, D. Tooth Whitening Choosing The Best Method. [www.toothwhiteningvault.com/articles/tooth-whitening-choosing-the-bestmethod](http://www.toothwhiteningvault.com/articles/tooth-whitening-choosing-the-bestmethod). Accessed November 2006.

<sup>3</sup>Strassler HE. What's up with whitening? An update on professionally dispensed vital bleaching. ADTS. [www.ineedce.com](http://www.ineedce.com). Accessed November 2006.

usando en distintas concentraciones y técnicas para aclarar el esmalte dental proporcionando resultados satisfactorios para el paciente.

Dentro de las desventajas, la más frecuente es la sensibilidad post operatoria que el paciente puede presentar durante y finalizado el tratamiento. Sin embargo, estudios han demostrado los efectos adversos del clareamiento sobre la adhesión al esmalte y dentina.

Por ello, el propósito del estudio fue comparar el efecto antioxidante del ascorbato de sodio sobre el efecto producido por el peróxido de hidrogeno, entre el efecto del tiempo en intervalo de 7 días después de la aplicación. Todo esto por medio de pruebas a la resistencia al cizallamiento a través de una máquina de ensayos mecánicos “Aplicador de fuerzas puntuales” y medición del grado de microfiltración marginal de resinas compuestas en esmalte y dentina.

Con el fin de proponer alternativas que se encuentren disponibles en la ciudad de Tacna y aseguren la vida útil de un resina compuesta en boca. Certificando características de adhesión dental de un valor adecuado frente a la resistencia al cizallamiento y mínima microfiltración marginas de resinas compuestas realizadas tras un tratamiento de clareamiento dental.

**CAPÍTULO I:**  
**EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA**

La preocupación por la estética dental en la población ha llevado a ser del clareamiento dental, uno de los tratamientos más solicitado en la consulta odontológica (48,1%) según Tin-Oo y colaboradores<sup>4</sup>. Más aún porque es la alternativa más conservadora entre los tratamientos estéticos, y es utilizado adicionalmente con otros procedimientos<sup>5</sup>; como cambio de restauraciones antiguas en el sector anterior, restauraciones cervicales, carillas de resina, hasta precediendo tratamientos de ortodoncia<sup>6</sup>.

Esta situación clínica, coloca al profesional en una difícil postura al realizar técnicas de clareamiento dental y procedimientos basados en adhesión dental; más aún cuando la disponibilidad de tiempo del paciente es limitada.

Como se conoce, el mecanismo de acción de los agentes clareadores se basa en la introducción de grandes cantidades de radicales de oxígeno a la superficie dental para remover los pigmentos<sup>7</sup>.

Debido a que el esmalte dental presenta una gran porosidad y permeabilidad, las moléculas de los geles a base de peróxido de hidrogeno

---

<sup>4</sup>Tin-Oo MM, Saddki N, Hassan N. Factors influencing patient satisfaction with dental appearance and treatment they desire to improve aesthetics. BMC Oral Health 2011; 11(1): 6.

<sup>5</sup> Machado J, Machado M, Herman R, Sversut R, Duarte J, Mazza M. The influence of time interval between bleaching and enamel bonding. J Esthet Restor Dent 2007; 19:111–119

<sup>6</sup> Nour El-din AK, Miller BH, Griggs JA, Wakefield C. Immediate bonding to bleached enamel. Oper Dent 2006; 31(1): 106-114.

<sup>7</sup> Suelieman M, Addy M, Macdonald E, Ress J. The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro. Journal of Dentistry (2005) 33, 33-40



penetran a la porción orgánica del esmalte y pasan hasta la dentina<sup>8</sup> debido a su bajo peso molecular<sup>9</sup>. Estas moléculas interactúan bajo el proceso oxidativo con las moléculas cromófonas en esmalte y dentina, ocasionando degradación en moléculas menores y consecuentemente alteran la pigmentación del elemento dental para poder difundirlas a la superficie oral nuevamente.

Pero esto, produce alteraciones del esmalte reportadas en algunos estudios que incluyen incremento de la porosidad, formación de fisuras, pérdida y erosión de la capa aprismática del esmalte; daño que es reparado después de 90 días<sup>10</sup>, y zonas de desmineralización de las áreas interprismáticas<sup>11</sup>.

También, alteraciones de sus propiedades mecánicas y cambios en su composición química, como reducción en las proporciones de calcio y fósforo, retención de oxígeno y sustancias relacionadas al clareador en el esmalte que inhiben la polimerización<sup>12</sup> y permanecen de dos a cuatro semanas después de concluido el tratamiento de clareamiento dental<sup>9</sup>.

Si bien no existe un argumento válido que explique la reducción de la resistencia de unión después de la aplicación de clareamiento dental, la

---

<sup>8</sup> Maryline Minoux, DMD, y René Serfaty, DMD, PhD. Blanqueamiento en dientes vitales. Quintessence (ed. esp.) Volumen 22, Número 8, 2009.

<sup>9</sup> Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM. The effect of elapsed times following bleaching on enamel bond strength of resin composite. Oper Dent 2001; 26(6): 597-602.

<sup>10</sup> Worschech CC, Rodrigues JA, Martins LRM, Ambrosano GMB. Brushing Effect of Abrasive Dentifrices during At-home Bleaching with 10% Carbamide Peroxide on Enamel Surface Roughness. J Contemp Dent Pract 2006 February; (7)1:025-034.

<sup>11</sup> Akal N, Over H, Olmez A, Bodur, H. Effects of carbamide peroxide containing bleaching agents on the morphology and subsurface hardness of enamel. J Clin Pediatric Dent 2001; 25: 293-296.

<sup>12</sup> Baldión Elorza Paula Alejandra, Viteri Lucero Laura Nathalia, Lozano Torres Edilberto. “Efecto de la peroxidasa sobre la adhesión de una resina compuesta al esmalte dental posblanqueamiento”. Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia - Vol. 24 N.º 1 - Segundo semestre, 2012

teoría del “Oxígeno Residual” es la más aceptada. Donde los poros del esmalte, la dentina y el fluido dentinario funcionan como un reservorio de peróxido/oxígeno, resultando en una concentración de oxígeno en la superficie del esmalte e inhibiendo completamente la polimerización.

Muchos autores afirman que disminuyen la adhesión de los composites a esmalte<sup>8, 12, 13, 14</sup>, y dentina, en piezas vitales y no vitales clareados<sup>15</sup>.

Esta disminución en los valores de adhesión, provoca microfiltración marginal permitiendo la filtración de bacterias, moléculas e iones por la interface diente-restauración, ocasionando sensibilidad postoperatoria; caries, pigmentación de los márgenes de la restauración y daños pulpares irreversibles<sup>16</sup>.

Así también puede provocar alteraciones en los materiales restauradores pre existente al clareamiento, aumentando la rugosidad superficial<sup>17</sup>, porosidad y la dureza superficial<sup>18</sup>.

---

<sup>13</sup>Soares Diana Gabriela, Dias Ribeiro Ana Paula, Tomoko Sacono Nancy, Vieira Soares Rafaela Christina, Hebling Josimeri, De Souza Costa Carlos Alberto. Efecto Del Blanqueamiento Dental Con Peroxido De Hidrógeno Al 35% En La Resistencia De Unión De Dientes Restaurados Con Resina Compuesta. Revista Científica RODYB Volumen II, Numero 1, Enero-Abril 2013. Brasil

<sup>14</sup>Miranda Zárate, Ana María; Nima Bermejo, Gabriel; Bazán Ponce de León, Juan E.; Saravia Rojas, Miguel A. Efectos de un blanqueamiento dental con ozono y otro con peróxido de carbamida al 22% sobre la fuerza de adhesión al esmalte en diferentes intervalos de tiempo. Acta Odontológica Venezolana - VOLUMEN 47 N° 4 / 2009.

<sup>15</sup>Sanae Shinohara, M.; Augusto Rodrigues, J.; André Freire Pimenta, L. “Microfiltración in vitro de restauraciones de composite tras blanqueamiento no vital”. Quintessence. Publicación Internacional de Odontología, 2003 FEB; XVI (2)

<sup>16</sup>Hosaka K, Nakajima M, Takahashi, Itoh S, Ikeda M, Tagami J, et al. Relationship between mechanical properties of one---step self---etch adhesives and water sorption. Dent Mater. 2010; 26: 360-7.

<sup>17</sup> Suárez Mallo, B.; Martín Biedma, B.; Varela Patiño, P.; González Bahillo, J.; Rivas Lombardero, P.; Ruíz Piñón, M.; Rodríguez Nogueira, J. “Estudio del efecto de un agente blanqueante sobre el color y la rugosidad de las resinas compuestas”. Revista Europea de Odonto-Estomatología, 2004 JUL-AGO; XVI (4)

<sup>18</sup>Dutra AR, Branco JRT, Alvim HH, Poletto LTA, Albuquerque RC. Of hydrogen peroxide topical application on the enamel and composite resin surfaces and interface. Indian J Dent Res. 2009; 20:65-70.

Diversos autores plantean soluciones a fin de revertir la disminución en la adhesión de resinas compuestas, algunos han referido que los valores de resistencia adhesiva dentales vuelven a niveles normales entre 24 horas<sup>19</sup>, 3 semanas después del clareamiento<sup>12</sup>, siete días<sup>20</sup>; siendo este último el tiempo mínimo que permite la difusión del peróxido residual de la superficie de esmalte clareada hacia el exterior<sup>21</sup>.

También se ha propuesto el tratamiento intermedio de un antioxidante neutral como el ascorbato sódico<sup>22</sup>; el cual, actúa cediendo un electrón a los radicales libres producidos por los geles de peróxido de hidrógeno. Siendo estas propuestas las más efectivas y accesibles en la ciudad de Tacna.

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existirán diferencias significativas entre la aplicación inmediata del ascorbato de sodio al 10% y la aplicación posterior a 7 días, de resinas compuestas a dientes bovinos tratadas con peróxido de hidrógeno al 35%, mediante ensayos de resistencia al cizallamiento y evaluación del grado de microfiltración?

---

<sup>19</sup>Dishman MV, Covey DA, Baughan LW. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. *Dent Mater.* 1994;10:33-36.

<sup>20</sup>Bittencourt, Marcos Eugenio; Sandini Trentin, Micheline; Sandini Linden, Maria Salete; Bosco de Oliveira Lima Arsati, Ynara; Mantovani Gomes França, Fabiana; Martão Flório, Flávia; Tarkany Basting, Roberta. “Estudio in situ de la influencia del tiempo transcurrido después del blanqueamiento dental sobre la resistencia a las fuerzas de cizalla de las restauraciones con composite basado en resina”. *The Journal of the American Dental Association (JADA)*, 2010 JUN; 5 (3)

<sup>21</sup>Adibfar A, Steele A, Torneck CD, Titley KC, Ruse D. Leaching of hydrogen peroxide from bleached bovine enamel. *J Endod* 1992; 18:488-491.

<sup>22</sup>Rodriguez Dominguez, Luis Gerardo. Efecto de un agente antioxidante sobre la adhesión a esmalte tratado con peróxido de hidrógeno al 38%. *Revista Odontologica ORAL*, año 11 numero 35. 2010

### **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Comparar la aplicación inmediata del ascorbato de sodio al 10% y la aplicación posterior a 7 días, de resinas compuestas a dientes bovinos tratados con peróxido de hidrógeno al 35%, mediante ensayos de resistencia al cizallamiento y evaluación del grado de microfiltración.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la resistencia al cizallamiento de resinas compuestas de dientes bovinos tratados previamente con peróxido de hidrógeno al 35% con tratamiento intermedio de ascorbato de sodio y sin ascorbato de sodio.
- Determinar el grado de microfiltración de resinas compuestas de dientes bovinos tratados con peróxido de hidrógeno al 35% con tratamiento intermedio de ascorbato de sodio y sin ascorbato de sodio.
- Determinar la resistencia al cizallamiento de resinas compuestas de dientes bovinos tratados con peróxido de hidrógeno al 35% en diferentes intervalos de tiempo; inmediatamente y a los 7 días.
- Determinar el grado de microfiltración de resinas compuestas de dientes bovinos tratados con peróxido de hidrógeno al 35% en diferentes intervalos de tiempo; inmediatamente y a los 7 días.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

En la práctica clínica es frecuente realizar restauraciones adhesivas sumadas a clareamiento dental, desarrollados de modo consecutivo. A pesar que se conoce que el clareamiento dental, ocasiona cambios estructurales y químicos en el esmalte y dentina; que si bien, son reparados en un periodo de entre una a tres semanas. Los efectos del peróxido de hidrógeno después del clareamiento dental son negativos para la adhesión de resinas compuestas, por la acción residual de los radicales libres en esmalte y dentina, que inhiben total o parcialmente la fotopolimerización de las resinas compuestas.

Esto ocasiona microfiltración marginal y disminución en la resistencia a fuerzas cizallamiento, que permite la filtración de bacterias; moléculas e iones por la interfase diente y restauración, que conducen a sensibilidad postoperatoria, caries, pigmentación de los márgenes de la restauración; hasta daños pulpares irreversibles.

Ante ello, esta investigación eligió y comparó dos de varias alternativas; las cuales se analizó la de mayor efectividad, mediante ensayos de resistencia al cizallamiento y evaluación del grado de microfiltración.

El uso del ascorbato de sodio, porque revierte la reducción de la fuerza de adhesión inducida por el aclaramiento dental, cediendo un electrón a los radicales libres. Y un intervalo de 7 días, que representa el mínimo para alcanzar valores adecuados de resistencia de la unión al esmalte y dentina.

Por tal fin, no solo se evaluó mediante ensayo de resistencia al cizallamiento, como lo indican estudios realizados anteriormente; si no que se evaluó el grado de microfiltración, por ser este factor importante en el

manejo clínico que no se ha tratado en estudios anteriores, que puede presentarse incluso en resinas que alcancen valores adecuados de resistencia al cizallamiento.

Además, no se ha evaluado el efecto del ascorbato de sodio y el intervalo de 7 días mediante grado de microfiltración marginal.

## 1.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Adhesión dental:** La Sociedad Americana de Materiales define la adhesión desde dos puntos de vista, como fenómeno y como material. Como fenómeno, se trata del estado en que dos superficies se mantienen unidas por fuerzas interfaciales, como material, se define como una sustancia capaz de mantener materiales juntos mediante la unión superficial<sup>23</sup>.
- **Antioxidante:** Un antioxidante es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de un sustrato oxidable, actuando como donador de electrones (agente reductor)<sup>24</sup>.
- **Ascorbato de sodio:** Es una sal sódica del ácido ascórbico y de fórmula  $C_6H_7NaO_6$ . Se emplea en la industria alimentaria por sus funciones antisépticas, antioxidantes, y conservantes. En este caso, suele aparecer con la denominación: E 30<sup>25</sup>.

---

<sup>23</sup> Osorio R, Toledano M. Adhesión en Odontología. Arte y Ciencia de los materiales Odontologicos. Madrid. Ediciones Avances Medico-Dentales S.L.2000:181-216.

<sup>24</sup> Miquel J. Envejecimiento celular y molecular: Teorías del envejecimiento. En: guillen F,Ruiperez I(eds).Manual de Geriatria 3º edición. Barcelona: Masson;2002.p.29-42.

<sup>25</sup> Chiara Arrigonia, Davide Camozzia, Barbara Imbertia, Sara Manterob and Andrea Remuzzia (February 2006). «The effect of sodium ascorbate on the mechanical properties of hyaluronan-based vascular constructs». *Biomaterials* **27** (4): pp. 623–630

- **Clareamiento dental:** Es una técnica basada en un proceso químico de óxido-reducción que busca el aclaramiento de pigmentaciones de la superficie del esmalte dental<sup>26</sup>
- **Ensayos de resistencia al cizallamiento:** Es uno de los más simples y ampliamente utilizado. En este experimento, la unión es rota por una fuerza aplicada paralelamente a la interfase adhesiva. Para la realización de este ensayo, especímenes en forma de cilindro con diámetro de 3 a 4 mm son unidos a un sustrato plano por medio de un adhesivo, para entonces ser aplicada una carga a través de una barra metálica, un pedazo de alambre de acero o matriz de acero acoplada a una máquina de ensayo universal, induciendo el rompimiento de la unión través de una tensión de cizallamiento<sup>27</sup>.
- **Dientes bovinos:** Los dientes humanos son similares morfológica e histológicamente a los de algunos mamíferos, pero los dientes bovinos presentan algunas características especiales como son: la composición histológica y su forma anatómica, que entre otras características, los hacen ideales para su utilización como sustituto de los dientes humanos en investigaciones sobre materiales dentales<sup>28</sup>.
- **Microfiltración marginal:** El ingreso de fluidos orales en el espacio entre la estructura dentaria y el material restaurador. La microfiltración es un proceso dinámico que puede o no, disminuir con el tiempo, como

---

<sup>26</sup> Hunsaker KJ, Christensen GJ. Tooth bleaching chemicals influence of teeth and restorations. J Dent Res. 1990; 9: 303.

<sup>27</sup> García F. C. P., D'Alpino P. H. P., Terada R. S. S. Testes mecânicos para avaliação laboratorial da união resina/dentina. Rev Fac Odontol Bauru, 2002; 10(3): 118-27

<sup>28</sup> Posada Maria Claudia, Sánchez Cesar Fernando, Gallego Gabriel Jaime, Peláez Vargas Alejandro, Restrepo Urrego Luis Felipe, Lopez Palacio Juan Diego. Dientes de bovino como sustituto de dientes humanos para su uso en la odontología. CES Odontología 2006; 19(1) : 63-68.

un resultado a la exposición a la saliva, película y placa bacteriana, con cambios que pueden alterar el espacio entre el diente y la restauración<sup>29</sup>.

- **Peróxido de hidrógeno:** Es un oxidante y actúa sobre la estructura orgánica de los tejidos duros del diente, a través del esmalte y los túbulos dentinales, haciendo que se degraden lentamente hasta convertirlos en otros productos químicos (reacción de óxido-reducción)<sup>30</sup>.
- **Radicales libres:** Desde el punto de vista químico, es cualquier especie (átomo, molécula o ion) que contenga un electrón desapareado en su órbita más externa, y que sea capaz, a su vez de existir en forma independiente (libre). Desde el punto de vista molecular, actúan como potentes agentes oxidantes y son causa de envejecimiento al combinarse con moléculas esenciales, como el DNA y proteínas, a las cuales desactivan. Los radicales libres se forman a partir de moléculas estables por procesos de fisión homolítica y reacciones de transferencia de electrones. Se producen en el organismo continuamente por medio de reacciones bioquímicas de oxidación-reducción con oxígeno (redox)<sup>31</sup>.
- **Resina compuesta:** Es un material de gran densidad de entrecruzamiento polimérico, reforzado con partículas de relleno que se unen a la matriz por un agente de conexión<sup>32</sup>.

---

<sup>29</sup> Beñaldo Fuentes, Clinton Rodrigo. Estudio comparativo in vitro de la microfiltración de restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo convencional y otras realizadas con un sistema adhesivo con nanorelleno. Tesis 2005 – Chile.

<sup>30</sup> Posso Moreno Sandra Lorena, Ramírez Ramírez Diana Ximena, Rosas Jaimes Jimena Alexandra y Güiza Cristancho Edgar Humberto. “Comparación del blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno al 25% en consultorio, utilizando o no activación con lámpara de luz halógena”.Univ Odontol. 2010 Ene-Jun; 29(62): 19-25. ISSN 0120-4319

<sup>31</sup> Federación americana para la investigación del Envejecimiento. Rev Journal of Cell Biologu.(n° 130 pags. 247-258/ 2007).

<sup>32</sup> RALPH H. ESQUIVEL J. 2004.



**CAPÍTULO II:**  
**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

**Gökçe B. y colaboradores en su estudio “EFECTO DEL TRATAMIENTO ANTIOXIDANTE EN LA FUERZA DE UNIÓN DE UNA RESINA DE CEMENTACIÓN PARA ESMALTE BLANQUEADO<sup>33</sup>” 2008**, investigó comparativamente el efecto del tratamiento antioxidante y el retraso en la unión después del clareamiento con peróxido de carbamida en la resistencia al cizallamiento de una resina de cementación al esmalte. Para ello empleó 40 superficies planas de esmalte, preparadas a partir molares humanos recién extraídos; y las dividió en tres grupos de clareamiento (n = 10) y un grupo control (n = 10 ). Grupo 1 consistió en muestras unidas inmediatamente después del clareamiento, grupo 2 los especímenes fueron tratados con un agente antioxidante (ascorbato de sodio 10 %), grupo 3 se sumergieron en la saliva artificial 1 semana después del clareamiento; y grupo 4 no se clarearon y fueron inmersos en saliva artificial durante 1 semana antes de la unión. Se prepararon 40 bloques cerámicos (Emperatriz 2, Ivoclar) y se cementaron a los dientes usando un cemento de resina de curado dual (Variolink II, Ivoclar). Los especímenes se termociclaron y midieron mediante las pruebas de “resistencia al cizallamiento”, utilizando una máquina de prueba universal (velocidad de la cruceta: 0.5mm/min). Mientras el análisis de fractura de las superficies unidas se realizó utilizando un microscopio electrónico de barrido. Para el análisis estadístico por Mann -Whitney U -

---

<sup>33</sup>Gökçe B, Cömlekoğlu ME, Ozpınar B, Türkün M, Kaya AD. Efecto Del Tratamiento Antioxidante En La Fuerza De Unión De Una Resina De Cementación Para Esmalte Blanqueado. J Dent. 2008 Oct;36(10):780-5. doi: 10.1016/j.jdent.2008.05.008. Epub 2008 Jun 25

test de Kruskall -Wallis U-tests. Así demostró que la fuerza de adhesión al cizallamiento fueron significativamente menores en el grupo 1 y el grupo de ascorbato de sodio al 10 % (grupo 2) demostraron la fuerza de adhesión significativamente más altas que las muestras del grupo control ( $p < 0,05$ ), no se encontraron diferencias significativas entre los grupo tardío y el grupo control. Por tal concluyó que el uso de ascorbato de sodio con una concentración de 10 % puede ser fiable para invertir la resistencia de la unión comprometida.

**Kunt GE, Yilmaz N, Sen S, Dede Do en su estudio “EFFECT OF ANTIOXIDANT TREATMENT ON THE SHEAR BOND STRENGTH OF COMPOSITE RESIN TO BLEACHED ENAMEL<sup>34</sup> (Efecto del tratamiento antioxidante en la adhesión de resinas en esmalte clareado)” 2011**, examinaron el tratamiento antioxidante en la resistencia al cizallamiento de composite al esmalte después del clareamiento con dos sistemas de clareamiento diferentes. Para ello utilizó 70 superficies de esmalte planas que preparó a partir molares humanos recién extraídos utilizando una sierra de diamante de baja velocidad. Dividieron en siete grupos al azar ( $n = 10$ ) para aplicar diferentes procedimientos: el clareamiento con White Smile y la unión con la resina compuesta (G1), el clareamiento con White Smile, el tratamiento con ácido ascórbico y la unión con la resina compuesta ( G2 ), el clareamiento con White Smile, inmersión en saliva artificial durante 2 semanas y unión con resina compuesta (G3), el clareamiento con Opalesence y la unión con la resina compuesta (G4), el clareamiento con Opalesence, el tratamiento con ácido ascórbico y la unión con la resina compuesta (G5) y el clareamiento con Opalesence , inmersión

---

<sup>34</sup>Kunt GE, Yilmaz N, Sen S, Dede DO “effect of antioxidant treatment on the shear bond strength of composite RESIN TO BLEACHED ENAMEL Acta Odontol Scand 2011 Sep;69(5):287-91. doi: 10.3109/00016357.2011.568958. Epub 2011 Mar 23.

en saliva artificial durante 2 semanas y la unión con resina compuesta (G6) . Otro grupo fue utilizado como un grupo de control. La prueba de adhesión al cizallamiento se realizó en todas las muestras y los datos se analizaron mediante ANOVA y el test de Bonferroni ( $p < 0,05$ ). Encontró que la fuerza de adhesión de las muestras clareadas fueron significativamente más bajas que los de las muestras no clareada; y concluyó que el tratamiento con ácido ascórbico al 10% era un método eficaz para revertir la resistencia de la unión comprometida.

**Nihan Gönüloğlu Eda Güler, Özgün Yusuf Ozyılmaz y Çağın Yücel Ali en su estudio “EFFECT OF SODIUM ASCORBATE ON THE BOND STRENGTH OF SILORANE AND METHACRYLATE COMPOSITES AFTER VITAL BLEACHING<sup>35</sup> (Efecto del ascorbato de sodio en la adhesión del silorano y metacrilato en resinas después de clareamiento vital )” 2013**, investigó el efecto de ascorbato de sodio (SA) en el medidor de fuerzas puntuales de microtensión (MTBSS) de diferentes compuestos de esmalte bovino después del clareamiento vital con peróxido de hidrógeno (HP) y peróxido de carbamida (CP) . Empleó 30 incisivos bovinos, divididos aleatoriamente en cinco grupos; el grupo 1 no se trató con ninguna aplicación de clareamiento (de control), grupo 2 con 35 % de solo HP, grupo 3 con HP 35 % + SA 10 % durante 10 minutos (HP + SA), grupo 4 con PC 16 % solo, y grupo 4 con PC 16 % + SA 10 % durante 10 minutos (CP + SA). Restauró los especímenes con adhesivo Silorane y composite Filtek Silorane (designado como S/grupo) o con Clearfil SE bonos y Filtek Supreme XT (designados como F/grupo), seccionó las muestras ( $n = 10$  por grupo; área de sección transversal de  $1 \text{ mm}^2$ ) y los llevó en una máquina universal de ensayos a  $1 \text{ mm} / \text{min}$  cruceta velocidad.

---

<sup>35</sup> Nihan Gönüloğlu Eda Güler, Özgün Yusuf Ozyılmaz y Çağın Yücel Ali. “Effect of sodium ascorbate on the bond strength of silorane and methacrylate composites after vital bleaching”. Brazil Oral Res., (São Paulo) 2013 Jul-Aug;27(4):299-304

La aplicación de SA 10 % inmediatamente después de clareamiento con PC 16 % o HP 35 % aumentó el esmalte MTBS, independientemente de la resina compuesta y adhesivo utilizado. Los valores Mtbs resultantes fueron similares a los de los grupos de control. El uso de 16 % de PC y 35 % de HP solo disminuyó el esmalte MTBS, independientemente de que el adhesivo / resina de compuesto utilizado, con  $F / CP + SA = F / HP + SA = F / CP = S / CP + SA = S / HP + SA = S / C > S / CP = S / HP = F / CP = F / HP$  ( $p < 0,05$ ) . Y llegó a la conclusión de que la aplicación de SA durante 10 minutos inmediatamente después del clareamiento vital aumenta el BS esmalte para materiales compuestos de dimetacrilato y por motivos de silorano.

**Freire Andrea , Taborda Durski Marcelo, Ingberman Max, Nakao Lia, Vieirs Sergio; en su estudio “DETERMINANDO EL USO DE ASCORBATO DE SODIO AL 35 % PARA REMOVER EL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO RESIDUAL DESPUÉS DE UN BLANQUEAMIENTO EN EL CONSULTORIO<sup>36</sup>” 2012**, cuantificaron la cantidad de peróxido de hidrogeno remanente después de un clareamiento en el consultorio y para investigar la efectividad del ascorbato de sodio en la remoción del agente clareador de la dentina. Para ello seccionó 70 terceros molares humanos extraídos para formar bloques de dentina de 4x4x2 milímetros y los organizó en ocho grupos como sigue: grupo 1, sin clareamiento; grupo 2, clareamiento (peróxido de hidrogeno al 35 por ciento) y medición diaria; grupo 3, clareamiento mas una aplicación de AS por 60; grupo 4, clareamiento mas una aplicación de AS por 10 minutos; grupo 5, clareamiento mas dos aplicaciones de AS por 10 minutos cada una;

---

<sup>36</sup>Freire Andrea , Taborda Durski Marcelo, Ingberman Max, Nakao Lia, Vieirs Sergio; en su estudio. Determinando el uso de ascorbato de sodio al 35 por ciento para remover el peróxido de hidrógeno residual después de un blanqueamiento en el consultorio. JADA Mexico, año 4, volumen 4, número 4- diciembre 2011-febrero 2012.

grupo 6, clareamiento mas dos aplicaciones de AS por 5 minutos cada una; grupo 7, clareamiento mas tres aplicaciones de AS por un minuto cada una; grupo 8, clareamiento mas dos aplicaciones de AS por un minuto cada una. Cuantificaron la cantidad de peróxido de hidrógeno residual empleando un análisis colorimétrico con peroxidasa de rábano picante y diclorhidrato. Empleo la prueba de Kruskal-Wallis ( $=.05$ ), y los resultados mostraron que no hubo peróxido de hidrogeno después de 120 horas en el grupo 2 y en sus puntos de medición respectivos en los grupos 5, 6, 7 y 8, mientras que el peróxido de hidrogeno solo fue removido parcialmente en los grupos 3 y 4. Y concluyó que dos aplicaciones de AS al 35 por ciento por un minuto cada una produjeron el mismo resultado, que el observado después de cinco días después del clareamiento sin ninguna aplicación de AS.

**Jaramillo Betancourt Mayra Alejandra en su tesis “EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL ASCORBATO DE SODIO EN TRATAMIENTOS ADHESIVOS SOBRE DIENTES ACLARADOS, ANÁLISIS IN VITRO MEDIANTE PRUEBAS DE CIZALLAMIENTO<sup>37</sup>” 2012,** determinó el efecto del antioxidante ascorbato de sodio al 10% por 10 minutos en pruebas de cizallamiento sobre la fuerza de adhesión de la resina al esmalte aclarado con peróxido de hidrógeno y de carbamida. 100 incisivos bovinos no cariados se dividieron en 5 grupos constituidos por 20 especímenes. El Grupo A denominado grupo control, los Grupos B y D tratados con peróxido de hidrógeno al 38% y peróxido de carbamida al 10% respectivamente, y los Grupos C y E expuestos a peróxido de hidrógeno al 38% y peróxido de carbamida al 10% respectivamente y posteriormente tratados con ascorbato de sodio al 10% por 10 minutos. Durante el proceso de aclaramiento los especímenes fueron almacenados en saliva artificial,

---

<sup>37</sup>Jaramillo Betancourt Mayra Alejandra. Tesis “Evaluación De La Eficacia Del Ascorbato De Sodio En Tratamientos Adhesivos Sobre Dientes Aclarados, Análisis In Vitro Mediante Pruebas De Cizallamiento. Quito - 2012

misma que fue cambiada diariamente. Obtenidos mediante el análisis de ANOVA que los grupos sometidos a aclaramiento presentaron una reducción en la fuerza de adhesión, sin embargo estos valores fueron revertidos al ser tratados con ascorbato de sodio al 10% por 10 minutos después del tratamiento de aclaramiento dental.

**Rodríguez, D.L.G y colaboradores en su estudio EFECTO DE AGENTES ANTIOXIDANTES SOBRE LA ADHESIÓN A ESMALTE TRATADO CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 38%<sup>22</sup>” 2010,** comparó el efecto de agentes antioxidantes sobre la resistencia al cizallamiento de resinas compuestas en esmalte sometido a clareamiento dental. Para ello empleó 48 molares que fueron divididos aleatoriamente en cuatro grupos (n=12). El grupo 1 (control negativo) no recibió clareamiento. El grupo 2 (control positivo) recibió clareamiento (peróxido de hidrógeno al 38%). El grupo 3 y 4 recibieron peróxido de hidrógeno al 38% as ascorbato de sodio al 10% y catalasa respectivamente durante 10 minutos. Los dientes fueron grabados durante 15 segundos con ácido fosfórico al 35% y unidos a un tubo de resina compuesta. La fuerza de adhesión al cizallamiento fue probada en una Maquina Universal de Pruebas (1mm/min). De donde el grupo 1 presento 19.87 (+/- 5.87) Mpa; grupo 2 9.45 (+/- 3.52) Mpa; grupo 3 18.67 (+/- 6.21) Mpa y grupo 4 13.95 (+/- 6.61). Usó ANOVA de una vía y prueba de Fisher PLSD (alfa 0.05) para el análisis y obtuvo que la utilización de antioxidantes (ascorbato de sodio o catalasa) incrementan la fuerza de adhesión de resinas compuestas en esmalte tratado con peróxido de hidrógeno al 38% (P=0.0001).

**Dias Neves LagoAndréae, Silva Virgínia Angélica, Moreira de Freitas Patricia, Garone-Netto Narciso, en su estudio “THE INFLUENCE OF TIME INTERVAL BETWEEN BLEACHING AND RESTORATIVE**

**PROCEDURES ON ENAMEL BOND STRENGTH<sup>38</sup> (La influencia del intervalo de tiempo entre el blanqueo y los procedimientos de restauración de la fuerza de unión del esmalte)” 2012**, evaluó la fuerza de unión de una resina composite al esmalte bovino clareado con peróxido de hidrógeno al 35 %. Utilizó un sistema de grabado y enjuague adhesivo empleado inmediatamente, 7 y 14 días después de la clareamiento. Veinte dientes bovinos se distribuyeron aleatoriamente en 4 grupos (n = 5), el control experimental 3 y 1. G1: sin clarear restauración + 14 días después del almacenamiento en saliva artificial (de control); G2: restauración clareada + inmediatamente después del clareamiento; G3: restauración clareada + 7 días después de la decoloración; G4 : clarqueada + restauración 14 días después del clareamiento . Las superficies del esmalte bucal fueron destruidas ya 25 mm <sup>2</sup> de superficie de cada una de estas regiones se exponen a fin de estandarizar la región experimental. La resistencia de la unión se evaluó mediante una prueba de microtensión (1,0 mm / min) 24 h después de los procedimientos de restauración. El modo de fallo se evaluó mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). No encontró diferencias significativas en la resistencia de la unión esmalte entre los grupos G1, G3 y G4, halló un predominio de adhesivo y (+ adhesivo cohesivo) Fallo mixto en todos los grupos. Por lo tanto, concluyó que el período de 7 días después del final del clareo con peróxido de hidrógeno al 35 % fue suficiente para alcanzar los valores adecuados de resistencia de la unión al esmalte.

**Bittencourt, Marcos Eugenio y Col<sup>20</sup> en su investigación “ESTUDIO IN SITU DE LA INFLUENCIA DEL TIEMPO TRANSCURRIDO**

---

<sup>38</sup>Dias Neves LagoAndréae, Silva Virgínia Angélica, Moreira de Freitas Patricia, Garone-Netto Narciso, n su estudio “The Influence Of Time Interval Between Bleaching And Restorative Procedures On Enamel Bond Strength”. BRITISH JOURNAL OF COSMETIC DENTISTRY. VOLUME 1 •NUMBER 1, January 2012\_e1.



**DESPUÉS DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL SOBRE LA RESISTENCIA A LAS FUERZAS DE CIZALLA DE LAS RESTAURACIONES CON COMPOSITE BASADO EN RESINA”**

**2010**, estudiaron la resistencia a las fuerzas de cizalla de las restauraciones con composite basado en resina en función del intervalo de tiempo transcurrido después del clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35%. Seleccionó 20 pacientes, una semana antes de realizar un tratamiento de clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35%, los autores fijaron aleatoriamente bloques de esmalte y dentina sobre la superficie bucal de dientes posteriores maxilares. Después del tratamiento, retiró un bloque de dentina o esmalte y lo prepararon para los test de fuerza adhesiva, considerando los siguientes grupos: sin clareamiento (control), inmediatamente después del, siete días después del clareamiento, 14 días después del clareamiento y 21 días después del clareamiento. Empleó el análisis de varianza y la prueba de Tukey mostraron diferencias significativas entre los distintos grupos ( $P < 0,05$ ), observándose la menor adherencia al esmalte y la dentina, del composite basado en resina, inmediatamente después del clareamiento. Concluyeron que el peróxido de hidrógeno al 35% reduce la fuerza de adhesión al esmalte y la dentina y que es necesario esperar siete días antes de realizar procedimientos de restauración adhesiva.

**Mejía Aquiles Pedro Bernal y Chávez Zelada Germán estudiaron “MICROFILTRACIÓN MARGINAL POST CLAREAMIENTO CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO Y PERÓXIDO DE CARBAMIDA EN OBTURACIONES CON RESINA COMPUESTA”<sup>39</sup> 2010**; donde evaluó

---

<sup>39</sup>Bernal Mejía Aquiles Pedro, Chávez Zelada Germán. Microfiltración Marginal Post Clareamiento Con Peróxido De Hidrógeno Y Peróxido De Carbamida En Obturaciones Con Resina Compuesta. Kiru 8(2), 2011.

la microfiltración en cavidades clase I, obturadas con resina compuesta Filtec 250 3M después del uso de clareadores dentarios (con peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida). Para lo cual preparó 60 cavidades clase I en dientes humanos extraídos con fines ortodónticos y los distribuyó al azar en tres (03) grupos (n=20); grupo 1: después de realizada la restauración, fue sometida a clareamiento con peróxido de hidrógeno; grupo 2: después de realizada la restauración fue sometida a clareamiento con peróxido de carbamida (Nightwithe) y el grupo 3 fue el control. Los tres grupos fueron colocados en saliva artificial a 37°C por 24 horas y posteriormente se introdujeron en azul de metileno por 30 minutos e inmediatamente lavados con agua destilada; luego realizó cortes mesiodistales a cada una de las piezas dentales. Uso para la comparación de la microfiltración la prueba estadística “t” de Student, a un nivel de confianza de 95% y con un margen de error del 5%. Obtuvo microfiltración marginal estadísticamente significativa con respecto al grupo control en los grupos 1 y 2 (peróxido de hidrogeno y peróxido de carbamida); además pudo observar mayor microfiltración en el grupo 2 (peróxido de carbamida), pero esta no tenía diferencia estadísticamente significativa con respecto al grupo 1 (peróxido de hidrógeno).

**Pereira Fuentealba, Leandro en su estudio “MICROFILTRACION MARGINAL DE RESINAS COMPUESTAS TRAS LA APLICACIÓN DE AGENTES BLANQUEADORES: ESTUDIO EN VITRO<sup>40</sup>” 2010,** evaluó el efecto de la concentración de agentes clareadores en la microfiltración marginal de resinas compuestas directas. Para ello selecciono 30 dientes correspondientes a 18 incisivos, 9 caninos y 3 premolares sanos, en los cuales se realizaron cavidades clase V con margen incisal/oclusal en esmalte y margen cervical en dentina radicular y se

---

<sup>40</sup>Pereira Fuentealba, Leandro. “Microfiltracion marginal de resinas compuestas tras la aplicación de agentes blanqueadores: Estudio en vitro”. Tesis de Universidad de Talca - Chile 2010

restauron con composite Filtek™ Z250 3M ESPE. Se dividieron aleatoriamente en tres grupos: Grupo A tratado con peróxido de carbamida al 15% por 10 horas durante 14 días, Grupo B tratado con peróxido de carbamida al 38% por 60 minutos durante 3 días y Grupo C o control que no fue tratado. Los dientes fueron almacenados en suero fisiológico (NaCl 0.9%) a 37° excepto durante la aplicación del tratamiento. Posteriormente se realizó la inmersión de los especímenes en azul de metileno al 0.2% por 48 horas, tras lo cual se procedió al corte y análisis bajo microscopio (10x) para asignar valores de microfiltración según el grado de penetración de la tinción en la interfase diente-restauración. Los resultados de este estudio mostraron diferencias estadísticamente significativas en los niveles de microfiltración marginal en esmalte y en dentina al comparar, mediante el test de Mann – Whitney y el test de Kruskal – Wallis, también se encontraron diferencias significativas tanto en esmalte (p=0.005) como en dentina (p=0.000). En relación al análisis por grupo se observó que tanto en el grupo tratado con peróxido de carbamida al 38% como en el grupo control hubo mayor tendencia a la microfiltración a nivel cervical con diferencias estadísticamente significativas. Se presentan diferencias estadísticamente significativas en los niveles de microfiltración sobre todo con el grupo tratado con peróxido de carbamida al 15%.

**Llambés Arenas, Gonzalo en su estudio “ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS AUTOGRABANTES SOBRE DIENTES SOMETIDOS A BLANQUEAMIENTO<sup>41</sup>” 2009,** analizó la adaptación marginal que tienen los sistemas adhesivos autograbantes, cuando los tejidos dentarios han sido sometidos a un tratamiento con agentes

---

<sup>41</sup>Llambés Arenas, Gonzalo en su estudio “Análisis De Los Sistemas Adhesivos Autograbantes Sobre Dientes Sometidos A Blanqueamiento”. Tesis Doctoral de la Universidad de Valencia, Servei de Publicacions 2009.

clareadores, mediante la preparación de 80 dientes, 160 cavidades (2 cavidades preparadas por diente) y el tamaño muestral para cada uno de los grupos de estudio fue 5 dientes, 10 cavidades por grupo; donde todos los dientes del grupo fueron sometidos a clareamiento dental con peróxido de carbamida al 22% durante 1 hora, 1 vez al día, durante 21 días. A las dos semanas se les realizaron las cavidades, que posteriormente se trataron con diferentes adhesivos de solventes orgánicos e inorgánicos, así como composite de diferentes rellenos. Encontró que la interfase producida por los adhesivos autograbantes, los patrones de grabado no muestran diferencias significativas entre los grupos clareados y los no clareados, pero sí se encuentran diferencias entre los adhesivos autograbantes y los de grabado total, siendo más profundos y presentando penetraciones de resina en la dentina más numerosas en los especímenes obturados con adhesivos monocomponentes.

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. CARACTERÍSTICAS DE DIENTES BOVINOS**

Los bovinos son animales heterodontes, ya que tienen dientes con formas y funciones diferentes. Entre estos presentan: los incisivos con forma plana y un borde cortante situados en el maxilar inferior, que a diferencia de los humanos, no están presentes en el maxilar superior dejando así un espacio sin dientes denominado “Barra”.

No poseen caninos, pero si molares y premolares, que son voluminosos y tienen una superficie plana para triturar. Además de ser heterodontes, este tipo de animales son difiodontes, ya que tienen

dientes deciduos y de adulto pero incompletos; presentando únicamente en la dentición adulta<sup>42</sup>.

Como los incisivos son los dientes que más nos interesan por la similitud anatómica, estructural a los dientes de humano y por ser la clase empleada en el desarrollo de la presente investigación nos limitaremos a describirlos especialmente a ellos.

**a. Descripción cronológica y Morfológica:** Los incisivos son ocho dientes ubicados en la parte anterior de la mandíbula y están dispuestos en arco, con una parte cóncava hacia el interior de la boca y una parte convexa hacia los labios siguiendo un patrón similar al de los humanos.

Los que forman el par central se denominan incisivos, pinzas o paletas (11); el par siguiente (uno a cada lado de los incisivos) son los primero medianos (12); le siguen los segundos medianos (13) y finalmente los extremos (14). El tamaño de estos dientes decrece desde los incisivos hacia los dientes extremos.

La arcada dentaria en el animal joven tiene la forma de media luna alargada, mientras que el animal viejo tiende a hacerse recta<sup>43</sup>.



**Figura N° 1:** Incisivos Inferiores de Origen Bovino  
(Fuente propia del autor).

---

<sup>42</sup>Dyce, Sack and Wensing. “Anatomía veterinaria” 2da Edición. Mc Graw Hill Interamericana. 1999.

<sup>43</sup> Sisson S y Grossman J. “Anatomía de los animales domésticos” 5ta Edición. Masson 2000 Tomo I, cap 29.

Los incisivos en conjunto, están desviados hacia adelante y no están sujetos con firmeza en sus alveolos, ya que, por no haber incisivos en el maxilar superior, tienen una ligera movilidad para no herir la mucosa del rodete dentaria, ayudados a la vez por la disposición en bisel de la cara lingual de estos dientes.

En cuanto a la formula dental de los bovinos, es muy similar a los de los humanos, pudiéndose comparar en la cantidad de dientes que representan según la dentición. A continuación se presenta un cuadro comparativo entre ambos<sup>44</sup>:

<b>DENTICIÓN PERMANENTE</b>	<b>BOVINO</b>	<b>HUMANO</b>
Incisivos superiores	0	4
incisivos inferiores	8	4
Caninos superiores	0	2
Caninos inferiores	0	2
Premolares superiores	6	4
Premolares inferiores	6	4
Molares superiores	6	6
Molares inferiores	6	6
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>32</b>

**Tabla N° 1:** Cuadro comparativo de la formula dentaria de los dientes bovinos y los dientes humanos.

---

<sup>44</sup>Gazquez Ay Blanco A.”Tratado de histología veterinaria. Masson 2004 Cap 11.

**b. Descripción Macroscópica:** Presentan al igual que los dientes humanos, una corona y una raíz con un estrechamiento entre los dos llamado cuello; y una pulpa de un tamaño mayor que los dientes humanos; a su vez están conformados por: esmalte, dentina y cemento, que según estudios realizados por Soto y Col<sup>45</sup>, Puentes y Col<sup>46</sup>, y Nakamishi<sup>47</sup> en 1983, no tendrían una diferencia morfológica con los dientes humanos.

Los incisivos tienen una forma trapezoidal o de una pala; siendo el extremo la corona del diente y el mango de la pala la raíz del diente. La corona, en el diente tiene una forma casi triangular, con su mayor longitud aproximada mesiodistal de 14mm en el tercio incisal, de 12mm en el tercio medio y de 10 mm en el tercio cervical, la altura cervico-incisal de aproximadamente 21mm y un grosor vestíbulo lingual de 8.5mm.

En su parte más ancha es más o menos incurvado hacia afuera y hacia arriba, de modo que no aplica directamente su borde superior contra la mandíbula superior, donde por el rozamiento y choque con los dientes se ha desarrollado como un callo denominado: El rodete dentario.

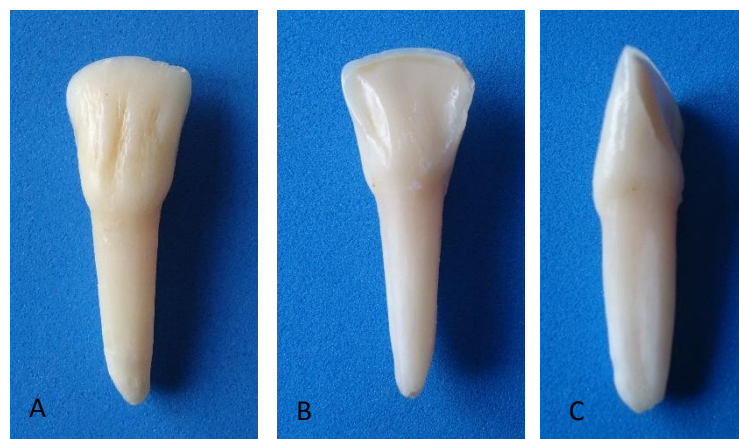
---

<sup>45</sup> Soto A., Carlos; Stanke C., Felipe; Rioseco S., Macarena. Diente de bovino, una alternativa a los dientes humanos como sustrato en investigación: revisión bibliográfica / Bovine teeth, an alternative to the human teeth in research: bibliographic review. Rev. Fac. Odontol. Univ. Chile;18(1):19-29, ene.-jun. 2000. tab

<sup>46</sup> Puentes H y Rincon L. Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales. Rev Fed Odont Colombiana. 2004; 20:9-10.

<sup>47</sup> Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as posible substitutes in the adhesión test. J Dent Res 1983; 62 (10):81.

Los incisivos presentan una cara anterior o labial, convexa en todos los sentidos y algo estriada de arriba abajo en un diente nuevo; una cara posterior o lingual que está dispuesta casi en bisel, es un poco cóncava y en ella se observa una ondulación, no muy pronunciada, con dos pequeños surcos a sus lados, dispuesta desde la base de la corona al borde superior, denominada aval o mamelón. Presentan también un borde superior convexo cortante en un diente nuevo, pero que pronto se aplana a causa del desgaste por el uso, y dos bordes laterales<sup>42, 43</sup>.



**Figura 2:** **A.** Incisivo inferior central (cara vestibular), **B.** Incisivo inferior central (cara lingual), **C.** Incisivo inferior (cara lateral). **Fuente Propia del autor**

Respecto a su composición, presentan al igual que los humanos esmalte. Este es una sustancia vidriosa, blanca y muy dura, la cual forma una capa más o menos fina sobre la corona, terminando a la altura del cuello. El esmalte que recubre la cara lingual es poco espeso.



La dentina es dura y blanca, ligeramente amarillenta; que en capas más o menos gruesas dan forma a todo el diente y presenta una cavidad interna, ocupada por la pulpa dentaria<sup>44</sup>.

El cemento que cubre la raíz, es una sustancia menos dura que la dentina y su estructura se asemeja al hueso. En el bovino se presenta algo de cemento sobre la corona a diferencia que en los humanos, pero este no se debe confundir con el sarro que con frecuencia se deposita por encima de las encías, que toma un color casi negro.

La raíz de los incisivos de bovino, en su mayoría, tiene forma cónica con una leve dilaceración hacia mesial. Esta tiene una longitud mayor que la altura de la corona, siendo una y media veces mayor que la corona, especialmente en los dientes gastados; su longitud aproximada es de 26.5mm de cervical al ápice; una distancia mesiodistal aproximada en el tercio coronal de 9mm, en tercio medio de 6,5 mm y en el tercio apical de 4mm, y un grosor vestíbulo lingual de aproximadamente 7mm en su parte más ancha.

La pulpa dentaria, que está contenida en la cavidad del diente y que la llena por completo, en esta se aloja vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios. A nivel histológico, en este tejido e puede identificar la misma disposición y cantidad de elementos constitutivos de la pulpa humana, como son: la zona odontoblástica, la zona poco celular, la zona celular y la zona central de la pulpa<sup>45</sup>.

**c. Descripción Microscópica:**

- **Esmalte:** La unidad básica del esmalte bovino, al igual que en el humano, es el prisma o varilla del esmalte, la cual se crea por las interrelaciones de las direcciones de los cristales. Estas interacciones complejas de los cristales dan lugar a características estructurales que se observan tanto en el esmalte bovino como humano, tales como las estrías de Retzuis, las estrías transversales y las bandas de Hunter-Schereger<sup>46</sup>.

En los dientes bovinos la unión amelodentinaria correspondiente a la dentina que sostiene el esmalte. En ella, al igual que en los dientes humanos, se observa una serie de festones con extensiones de túbulos dentinarios que algunas veces cruzan el límite y pasan al esmalte, tomando el nombre de husos adamantinos.

En el análisis químico por espectrometría de emisión, los componentes inorgánicos del esmalte humano y bovino son los mismos pero con pequeñas diferencias en la concentración de elementos tales como el Magnesio (5% en esmalte humano y 7% en esmalte bovino), el plomo (70 partes por millón en humano y 50 ppm en bovino), la plata (5ppm en humano y 10 ppm en bovino) y el estroncio (500 ppm en humano y 700 ppm en bovino)

- **Dentina:** Cuando se observan los dientes de bovino mediante microscopia óptica y electrónica, se ve que la

dentina de bovino al igual que la de los humanos está formada principalmente por los túbulos dentinarios.

Estos túbulos atraviesan todo su espesor siguiendo un trayecto en S levemente acentuada, desde la unión amelodentinaria hasta la pulpa. Se reconocen tres tipos de dentina compuestos principalmente por colágeno tipo I y son: la dentina primaria y junto a la predentina, la dentina secundaria y la dentina terciaria.

A diferencia de los dientes humanos no se encuentra dentina interglobular. Con respecto a la disposición de los túbulos dentinales, en bovinos es más regular que en humanos<sup>46</sup>.

Por el gran tamaño de los dientes de bovino, el diámetro y la cantidad de los túbulos dentinarios es mayor que el de los dientes humanos, especialmente en la dentina radicular<sup>48</sup>.

Schilke y col<sup>48</sup>, realizaron un estudio para comparar el número y el diámetro de los túbulos dentinarios de los dientes de bovino y humano. En este estudio utilizaron diente sin erupcionar de humanos y de bovinos, los cuales antes de ser extraídos se examinaron por medio de un escaneado de microscopia electrónica, y luego de su extracción, fueron preparados para realizarles microfotografías. Por medio de estas, a un magnificación de 500x contaron el número de túbulos dentinarios, y con

---

<sup>48</sup>Schilke R, Lisson JA, Baus O, Geurtsen W. Compararison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. Arch Oral Biol. 2000; 45 (5):355-356.

un magnificación de 15000x midieron el diámetro de los mismos.

Con este estudio corroboraron que el tamaño de los dientes de bovino es mayor que los humanos, pero no encontraron diferencias significativas entre el diámetro de los túbulos dentinarios y la cantidad de estos a nivel coronal en dentina de dientes de bovino con respecto a la dentina de los dientes humanos.

Al comparar el diámetro de los túbulos dentinales cerca de la pulpa, se encuentra que para los dientes de bovino es de 2.4-2.8 micras y en humanos es de 2.5 micras; en la porción media de la dentina, para bovinos es de 2-2.4 micras y en humanos es de 1.2-1.5 micras; y en la unión amelodentinaria, para bovinos es de 1.6-1.9 micras en humanos es de 900 nanómetros.

<b>UBICACIÓN</b>	<b>BOVINO (MICRAS)</b>	<b>HUMANO (MICRAS)</b>
Cerca A Pulpa	2.4.-2.8	2.5
Porción media de dentina	2-2.5	1.2-1.5
Unión amelodentinaria	1.6.-1.9	900nm

**Tabla N° 2.** Comparación entre el tamaño de los túbulos dentinales de los dientes de bovino y los dientes humanos según su localización.

En cuanto a la cantidad de túbulos dentinarios en la porción coronal, se encuentra que para los dientes de bovino es de aproximadamente 2400-26026 túbulos por milímetro cuadrado cerca del esmalte y en humanos es de aproximadamente 20000-23000 túbulos por mm cuadrado; y cerca de la pulpa para bovinos es de 29433-30381 túbulos dentinarios por mm cuadrado y para humanos es de 42000-45000 por mm cuadrado<sup>48</sup>.

<b>UBICACIÓN</b>	<b>BOVINO mm<sup>2</sup></b>	<b>HUMANO mm<sup>2</sup></b>
Porción coronal	24000-26026	20000-23000
Porción cerca a pulpa	29433-30381	42000-45000

**Tabla N° 3:** Comparación de cantidad de los túbulos dentinales de los dientes de bovino y los dientes humanos según su localización.

Puentes y col<sup>46</sup>, realizaron un estudio donde evaluaron la composición química, la resistencia a la compresión y el modulo elástico del esmalte y la dentina de los incisivos de bovino. En este estudio utilizaron dientes de bovino recién extraído a los cuales se les realizo análisis macroscópico, análisis microscópico, pruebas mecánicas y análisis químico con espectrografía de emisión.

Ellos en este estudio encontraron con respecto a la descripción radiográfica, que el esmalte de bovino es más radiopaco que el resto de los tejidos por su mayor cantidad de componentes

inorgánicos, seguido por el hueso; y que la imagen radiolúcida de menor intensidad observada fue la dentina, seguida del cemento, la pulpa, el espacio del ligamento periodontal y la sutura media mandibular.

Según las propiedades mecánicas encontraron diferencias entre la dentina de bovino y la dentina humana siendo así: la resistencia compresiva promedio para la dentina de bovino es de 204.13 Mpa diferente a la dentina humano que es de 297 Mpa; para el modulo elástico encontraron que en bovinos es de 9.48 Gpa diferente al de la dentina humana que es de 18.3 Gpa; y en cuanto al análisis químico con espectrografía de emisión encontraron que tanto en los dientes bovinos y humanos hay una gran similitud en el tipo de elementos constitutivos.

Por ello indica Posada, María Claudia y col<sup>28</sup>, en su estudio que los dientes de bovino con respecto a los dientes humanos presentan muchas ventajas para su uso como sustituto de dientes de humano para la investigación de materiales dentales:

- Por ser dientes de mayor tamaño hacen que su manipulación más fácil.
- Su fácil obtención; debido a que a diario se sacrifican cientos de animales de los cuales se pueden obtener sus dientes.
- La ausencia de caries, ya que por el tipo de dieta, la cantidad de saliva y la cantidad de movimientos efectuados

por la lengua hace que su incidencia sea menor que en los humanos.

- Su similitud tanto macroscópica como microscópica con los dientes humanos.

d. **Comparación de dientes bovinos y humanos para investigaciones<sup>45</sup> de Adhesión dental:** Como consecuencia del auge de la Odontología preventiva y conservadora es que cada vez se cuenta con menos dientes humanos extraídos para los estudios odontológicos. Surge la necesidad de buscar dientes que sean homologables a los dientes humanos. Según numerosas investigaciones los dientes de bovino serían los de primera selección por ser de fácil obtención y por tener muy pocas o ninguna diferencia tanto a nivel macro como microscópico con respecto a los dientes humanos.

Podemos decir que tanto al MEB como la microscopía óptica, el esmalte y dentina humano y bovino presentan las mismas estructuras. En relación a la adhesión de la resina compuesta a esmalte humano y bovino, no existen diferencias estadísticamente significativas, observándose un ligero aumento en la adhesión a esmalte de bovino que a esmalte humano. A pesar de esto, ambos tipos de esmaltes serían esencialmente comparables en lo referente a la adhesión.

Al análisis químico comparativo del esmalte humano y bovino grabado y no grabado, existen diferencias que pueden justificar la mayor adhesión de las resinas compuestas al esmalte bovino. Se observa una disminución importante en el porcentaje de algunos elementos cuando se somete el esmalte a la técnica de

grabado ácido, especialmente del ion calcio. Las mayores diferencias en el análisis comparativo del esmalte humano y bovino sin grabado ácido se observa en el ion zinc.

El tiempo de grabado ácido de 30 seg en diente bovino demostró ser el más efectivo ya que presentó los mejores valores en cuanto a la resistencia a la fuerza de cizallamiento en comparación con los tiempos de 15, 60 y 0 seg respectivamente.

### **2.2.2. CLAREAMIENTO DENTAL: PERÓXIDO DE HIDRÓGENO**

Desde 1880 la estética ha sido un tópico importante en la odontología y ha estado acompañada no solo de los diferentes tipos de restauraciones dentales sino de sustancias oxidantes clareadoras. En ese entonces, los odontólogos eran buenos químicos y se encargaban de preparar y mezclar los biomateriales aplicados en el consultorio. A partir de 1900 con la industrialización el profesional se limita a ser un usuario de las casas comerciales<sup>49</sup>.

Con el crecimiento económico de los Estados Unidos posterior a la segunda guerra mundial el peróxido de Hidrógeno y el éter para dientes vitales y el Perborato de Sodio para dientes no vitales, se convirtieron en las sustancias de elección para tratar dientes pigmentados por fluorosis, tetraciclina o con tratamientos de conducto defectuosos.

---

<sup>49</sup>Haywood VB. History, safety and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard bleaching technique. Quintessence Int. 1992;23:471-488.



Klusmier en 1960 describió por primera vez la técnica para clareamiento ambulatorio de dientes vitales que consistía en cargar una cubeta de acetato con material clareador y llevarla a la boca durante la noche, y la cual fue popularizada en 1996 como la técnica de cubeta<sup>49</sup>.

Sin embargo, aunque la técnica tuvo gran éxito inicialmente, la presencia de irritaciones y sensibilidad de los tejidos en algunos pacientes así como el prolongado tiempo requerido para obtener un aclaramiento dental, llevaron a que se desarrollara la técnica de clareamiento en el consultorio con resultados más acelerados en el cambio del color<sup>50</sup>.

**2.2.2.1. Técnicas de clareamiento:** Básicamente, existen tres enfoques fundamentales para el clareamiento dental en dientes vitales: clareamiento en la consulta, clareamiento con férula nocturna y supervisión clínica, y uso de productos clareamiento comerciales<sup>51</sup>.

- En la técnica de férula nocturna, el gel que contiene el peróxido de hidrógeno se aplica sobre los dientes con la ayuda de una cubeta fabricada a medida. La férula normalmente se usa por la noche durante al menos dos semanas.

En esta técnica, la concentración del peróxido de carbamida en el gel es relativamente baja (10% a

---

<sup>50</sup>Sun G.El papel de los láseres en odontología estética.Dent Clinic.North Am.2000;40 (4):899-918.

<sup>51</sup>Heymann HO. Tooth whitening: Facts and fallacies. Br Dent J 2005;198:514.

15%), lo que corresponde a una concentración de peróxido de hidrógeno del 3% al 5%<sup>52</sup>.

- La técnica de clareamiento en consulta, se emplea una concentración más elevada de peróxido de hidrógeno (25% a 35%) durante un período de tiempo más corto, y a menudo se emplea una fuente de calor o de luz para acelerar el clareamiento dental<sup>53</sup>.

**2.2.2.2. Mecanismo de Acción:** A pesar de que el peróxido de hidrógeno ha sido empleado con éxito en odontología durante muchos años, el mecanismo por el que se produce el clareamiento no se comprende claramente todavía.

Son varias las reacciones que pueden ser responsables de la eficacia de clareamiento, dependiendo de las condiciones ambientales, como temperatura, pH, luz ultravioleta (UV), y presencia de algunos iones. En condiciones alcalinas, el peróxido de hidrógeno puede sufrir una disociación iónica que da lugar a la formación del anión perhidróxilo.

El anión perhidróxilo ( $\text{HO}_2^-$ ) por sí mismo puede ser un elemento activo en el proceso de clareamiento<sup>54</sup> pero

---

<sup>52</sup>Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 2. Night Guard Vital Bleaching and non-vital bleaching. Dent Update 2005;32:39-40, 42-44, 46.

<sup>53</sup>Goodson JM, Tavares M, Sweeney M, et al. Tooth whitening: Tooth color changes following treatment by peroxide and light. J Clin Dent 2005;16: 78-82.

<sup>54</sup>McGuckin RS, Babin JF, Meyer BJ. Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching. J Prosthet Dent 1992;68:754-760.

también puede convertirse en un donante de electrones iniciando la formación de radicales libres.

La mayoría de los productos de clareamiento tienen un pH ácido, algunos de ellos (especialmente cuando la concentración del peróxido de hidrógeno es baja) podrían también tener un pH básico. Además, se ha demostrado que en los 15 min siguientes al clareamiento dental con peróxido de carbamida al 10% aumenta el pH de la saliva y del interior de la cubeta. Este aumento del pH parece deberse al amonio que se origina por degradación de la urea del peróxido de carbamida<sup>8</sup>.

De acuerdo con estos estudios, en la cubeta puede encontrarse un pH moderadamente básico, lo que sugiere que en determinadas condiciones la disociación aniónica del peróxido de hidrógeno podría contribuir al clareamiento dental.

Además de la disociación aniónica, el peróxido de hidrógeno puede sufrir también un fenómeno conocido como fragmentación homolítica. Esta reacción es promovida fundamentalmente por las temperaturas elevadas y por la luz ultravioleta y dar lugar a la aparición de un potente agente oxidante denominado radical hidróxilo<sup>55</sup> (HO).

---

<sup>55</sup>Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characteri-zation of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. Quintessence Int 1993;24: 39-44.

Tras ello se produce una reacción en cadena que forma nuevos radicales libres de oxígeno, como el radical perhidróxilo (HO<sub>2</sub>) y el anión superóxido<sup>56</sup> (O<sub>2</sub><sup>-</sup>).

Los radicales libres son muy inestables debido a que contienen uno o más electrones libres en su orbital atómico. Para estabilizar su estructura molecular, tienen tendencia a ganar un electrón de un compuesto adyacente.

Por lo tanto, hay fuertes agentes oxidativos. Los dobles enlaces conjugados con átomos de carbono, nitrógeno y oxígeno son poderosos donantes de electrones y representan el principal objetivo de acción del peróxido.

Estos dobles enlaces son esenciales en las moléculas orgánicas que generan el color y que conocemos como cromóforos. Dificultando la conjugación de electrones de los dobles enlaces, los radicales libres cambian la energía de absorción de la molécula. Esto resulta en una desviación del espectro de absorción visible del compuesto de una longitud de onda más larga a una más corta, conduciendo así a la producción de compuestos menos cromatogénicos.

No se conoce todavía bien la naturaleza molecular precisa de los cromóforos localizados dentro del diente; por lo tanto en estas moléculas cromatogénicas sólo puede hacerse una extrapolación del mecanismo general de acción del peróxido de hidrógeno.

---

<sup>56</sup>Valko M, Izakovic M, Mazur M, Rhodes CJ, Telser J. Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence. *Mol Cell Biochem* 2004;266:37-56.

Por otro lado, lo que sigue sin conocerse todavía es el grado de degradación de los cromóforos de los dientes respecto a las condiciones de clareamiento concentración de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, tiempo de exposición, presencia de un catalizador, así como hasta qué punto se puede revertir esta reacción de oxidación.

### **2.2.2.3. Efectos del Peróxido de Hidrógeno:**

- a. **Sobre esmalte y dentina:** Se ha demostrado que los radicales libres, además de afectar a las moléculas pigmentadas, pueden afectar también a los lípidos y proteínas que son componentes orgánicos de los tejidos duros dentales<sup>57</sup>. Por ello se ha planteado la hipótesis de que uno de los posibles efectos adversos de los productos de clareamiento sería la alteración de la dentina y el esmalte.

Las alteraciones morfológicas de la superficie del esmalte se han evaluado mediante diferentes técnicas, concretamente mediante microscopio electrónico de barrido y análisis perfilométrico. Varios estudios han revelado ausencia de cambios micromorfológicos significativos asociados al proceso de clareamiento empleando peróxido de carbamida al 10%, peróxido de

---

<sup>57</sup>Hegedus C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. J Dent 1999;27:509-515.

carbamida al 20%, e incluso peróxido de hidrógeno al 35%<sup>58</sup>.

Sin embargo, otros estudios han descrito alteraciones morfológicas leves de la superficie del esmalte después de clareamiento dental con peróxido de carbamida al 10% o peróxido de hidrógeno al 35%. Entre los defectos advertidos se encontraban alteración de la rugosidad de la superficie y grietas más profundas, así como aumento discreto y no uniforme de la porosidad de la superficie.

Según Bistey et al<sup>59</sup>, las alteraciones del esmalte después de un clareamiento dental eran proporcionales al tiempo de tratamiento y a la concentración de peróxido de hidrógeno empleada.

De hecho, el aumento en la profundidad de los surcos observados por Espectroscopia de Infrarrojos Transformada de Fourier (IRTF) era más pronunciado cuando se empleaba peróxido de hidrógeno al 30% que cuando se empleaba peróxido de carbamida al 10%<sup>64</sup>. Varios estudios han confirmado el efecto nocivo de las altas concentraciones de peróxido de hidrógeno sobre la integridad de la superficie del esmalte; sin embargo, algunos autores han reseñado también alteraciones en la

---

<sup>58</sup>Yurdukoru B, Akoren AC, Unsal MK. Alterations in human enamel surface morphology following the use of an office bleaching agent and consecutive application of 37% phosphoric acid in vivo. *J Clin Dent* 2003;14:103-107.

<sup>59</sup>Bistey T, Nagy IP, Simo A, Hegedus C. In vitro FT-IR study of the effects of hydrogen peroxide on superficial tooth enamel. *J Dent* 2007;35:325-330.

morfología de la superficie del esmalte incluso con exposiciones a peróxido de carbamida al 10%<sup>60</sup>.

También se han encontrado resultados contradictorios respecto a la modificación de la microdureza de la superficie del esmalte. De hecho, mientras algunos estudios han demostrado no encontrar cambios asociados al clareamiento dental cuando se empleaba una concentración de peróxido de carbamida de entre el 10% y el 15%os estudios han demostrado que las mismas concentraciones de peróxido de carbamida podían conducir a una disminución de la microdureza del esmalte.

La disminución de la microdureza del esmalte está en relación con procesos de desmineralización o pérdida de contenido mineral de la estructura dentaria externa. De la misma manera, Efeoglu et al<sup>61</sup> observaron que la aplicación de peróxido de carbamida al 10% disminuía el contenido mineral en hidroxiapatita en las 50 µm más externas del esmalte.

También se ha descrito la pérdida de pequeñas cantidades de fósforo y/o calcio del esmalte tras la exposición a soluciones de peróxido de carbamida al 10%; sin embargo, los autores concluyeron que estos

---

<sup>60</sup>Josey AL, Meyers IA, Romaniuk K, Symons AL. The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. J Oral Rehabil 1996;23:244-250.

<sup>61</sup>Efeoglu N, Wood D, Efeoglu C. Microcomputerised tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel. J Dent 2005;33:561-567.

cambios químicos en el esmalte no eran clínicamente significativos.

El bajo peso molecular del peróxido de hidrógeno y sus productos derivados les permite difundir a través del esmalte y la dentina. Mediante aplicación directa de peróxido de carbamida al 10% sobre la dentina, algunos estudios han demostrado una disminución de la microdureza de la misma<sup>62</sup>, mientras que otros estudios no han encontrado tal disminución.

En su estudio in vitro, Tam et al<sup>63</sup> demostraron que la aplicación directa de peróxido de carbamida al 10% sobre la dentina disminuía la resistencia flexural y el módulo de este tejido.

Sin embargo, cuando el peróxido de carbamida al 10% se aplicaba sobre el esmalte de dientes intactos, éste no afectaba a las propiedades mecánicas de la dentina subyacente. De la misma manera que ocurre con el esmalte, no está claro si es la fase inorgánica de la dentina o la fase orgánica la que se ve afectada.

De hecho, Rotstein<sup>64</sup> encontraron una reducción significativa de la relación calcio/fósforo de la dentina

---

<sup>62</sup>Arcari GM, Baratieri LN, Maia HP, De Freitas SF. Influence of the duration of treatment using a 10% carbamide peroxide bleaching gel on dentin surface microhardness: An in situ study. *Quintessence Int* 2005;36:15-24.

<sup>63</sup>Tam LE, Abdool R, El-Badrawy W. Flexural strength and modulus properties of carbamide peroxide- treated bovine dentin. *J Esthet Restor Dent* 2005; 17:359-367.

<sup>64</sup>Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A, Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod* 1996;22:23-25.



después del tratamiento con peróxido de carbamida al 10% o peróxido de hidrógeno al 30%, mientras que Kawamoto y Tsujimoto<sup>65</sup> sugirieron que el peróxido de hidrógeno no influía en la hidroxiapatita pero sí alteraba los componentes orgánicos de la dentina.

La variabilidad de los resultados obtenidos por los diferentes estudios que han estudiado los efectos de los productos de clareamiento sobre la estructura del esmalte puede explicarse por la metodología empleada: tipo de dientes, medio de almacenamiento, tiempo de exposición, composición de los agentes de clareamiento comercializados, y pH de la solución<sup>8</sup>.

Se ha encontrado una gran variación del pH en los diferentes geles de clareamiento disponibles, y se ha sugerido que tanto la disminución de la microdureza del esmalte como la alteración de la morfología de la superficie pueden atribuirse, hasta cierto punto, a las propiedades acidógenas de algunos agentes de clareamiento<sup>66</sup>.

Sin embargo, los defectos observados después del clareamiento de dientes vitales son (1) menos severos que los producidos por la aplicación de gel de ácido fosfórico al 37% y (2) no parecen aumentar la susceptibilidad del esmalte a la caries. Además, algunos

---

<sup>65</sup> Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. J Endod 2004;30:45-50.

<sup>66</sup> Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. Quintessence Int 1993;24: 39-44.

estudios han postulado que los efectos de los productos de clareamiento sobre el esmalte y la dentina pueden ser contrarrestados por el potencial de remineralización de la saliva.

La presencia de flúor en algunos productos de clareamiento podría conducir también a un efecto de remineralización y por lo tanto a un aumento de la microdureza del esmalte durante el tratamiento y el período de postratamiento.

En conjunto, la enorme cantidad de datos obtenidos en estos estudios ha demostrado que el clareamiento de dientes vitales no conlleva alteraciones de los tejidos duros dentales o en todo caso alteraciones muy pequeñas.

Sin embargo, en vista de la disparidad de estos estudios, sería interesante estandarizar los protocolos de tratamiento de cara a (1) comparar directamente el reactivo empleado e (2) identificar un grupo susceptible de la población.

- b. Sobre la adhesión dental:** El esmalte dental presenta una gran porosidad y permeabilidad. El conocimiento sobre el grado de esta característica no se tiene por completo, pero se toma como base para argumentar el modo de acción del peróxido de hidrógeno y su proceso oxidativo, el cual penetra por la porción orgánica del

esmalte y pasa hasta dentina debido a su bajo peso molecular<sup>67</sup>.

Estas moléculas interactúan bajo el proceso oxidativo con las moléculas cromófonas en esmalte y dentina, ocasionando la división o ruptura de estas para poder difundirlas a la superficie oral nuevamente, demostrado en el estudio de Dietschi y colaboradores<sup>68</sup> en 2006, previa pigmentaciones de sangre en esmalte y dentina utilizando varios protocolos de clareamiento.

Los procesos de adhesión a las estructuras dentales se fundamentan en un grabado ácido del esmalte o dentina, para hacer una remoción del contenido orgánico de la estructura, formando irregularidades que ocasionan favorecimiento a la penetración de los monómeros resinosos, desde los estudios de Titley<sup>69</sup> en 1992, que evaluó peróxido de carbamida 10% con pH 4,2 y estabilizando el mismo a 7,2 en diferentes tiempos de aplicación y, encontró que los valores de resistencia de unión al microcizallamiento en el esmalte disminuía significativamente.

---

<sup>67</sup> Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM. The effect of elapsed times following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent* 2001; 26(6): 597-602

<sup>68</sup> Dietschi D, Rossier S, Krejci I. In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products. *Quintessence Int* 2006; 37(7): 515-526.

<sup>69</sup> Titley KC, Torneck CD, Ruse ND. The effect of carbamide peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res* 1992; 71(1): 20-24.

García-Godoy y colaboradores<sup>70</sup>; en 1993, encontraron disminución de la resistencia de unión al microcizallamiento después de aplicar 24 horas un peróxido de hidrógeno; Ben-Amar<sup>71</sup>, en 1995, evaluó resistencia de unión al microcizallamiento 72 horas después de aclaramiento en dientes anteriores extraídos y hechas las restauraciones, encontró reducción significativa.

Unlu<sup>72</sup>, en 2008, hizo por medio de microcizallamiento en esmalte, la evaluación de resistencia de unión de resina compuesta posterior al procedimiento de aclaramiento con peróxido de carbamida 10% y peróxido de hidrógeno 35% en 4 tiempos diferentes: inmediato, 24 horas, una y dos semanas, y encontró, que los valores inmediatos tienen disminución estadísticamente significativa en los dos grupos experimentales, 24 horas después, los valores eran bajos, pero sin significancia estadística, a una y dos semanas los valores eran muy parecidos al grupo control en el que no fue hecho ningún tipo de procedimiento adhesivo.

---

<sup>70</sup>García-Godoy F, Dodge WW, Donohue M, O'Quinn JA. Composite resin bond strength after enamel bleaching. *Oper Dent* 1993; 18(4): 144-147.

<sup>71</sup>Ben-Amar A, Liberman R, Gorfil C, Bernstein Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. *Am J Dent* 1995; 8(1): 29-32.

<sup>72</sup>Unlu N, Cobankara FK, Ozer F. Effect of elapsed times following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008; 84(2): 363-368.

No existe un argumento válido para aclarar la reducción de la resistencia de unión después de la aplicación de clareamiento dental.

Lai y colaboradores<sup>73</sup> en 2002 reportan, al hacer pruebas de resistencia de unión a microtracción en grupos con aplicación de ascorbato de sodio y otro donde no fue aplicado, que hubo disminución de la resistencia de unión después de la aplicación de clareamientos de peróxido de carbamida 10%, y encontraron por medio de imágenes de microscopia electrónica de barrido mayor depósito de plata en la interfase adhesiva en la que no fue aplicado ascorbato de sodio.

Y describieron mayor número de estructuras nodulares en toda la interfase adhesiva, observando el grado de conversión de monómeros del adhesivo, y encontraron disminución significativa en el grupo sin ascorbato de sodio, lo que lleva a pensar que el problema de la disminución de los valores de resistencia unión se debe al oxígeno residual del proceso oxidativo.

Perdigão y colaboradores<sup>74</sup>, en 1998, hicieron clareamientos con peróxido de carbamida 10% y posterior a esto efectuaron procedimientos adhesivos,

---

<sup>73</sup>Lai SC, Tay FR, Cheung GS, Mak YF, Carvalho RM, Wei SH et al. Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *J Dent Res* 2002; 81(7): 477-481.

<sup>74</sup>Perdigão J, Francci C, Swift JR, Ambrose WW, Lopes M. Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. *Am J Dent* 1998; 11(6): 291-301.

en otro grupo colocaron oxígeno, calcio y fósforo y también confección de restauración bajo procedimientos adhesivos, en el grupo control hicieron procedimientos adhesivos, evaluando concentraciones de oxígeno en la interfase adhesiva y resistencia de unión, concluyendo que el aumento de oxígeno en la interfase adhesiva no disminuyó los valores de resistencia de unión, y, el grupo clareado sí obtuvo valores bajos; en su discusión explican que esto se debe a los cambios morfológicos encontrados en la estructura del esmalte, produciendo esta dificultad para la interacción del adhesivo, cambios morfológicos observados por Domínguez y colaboradores<sup>75</sup> en 2012, en esmalte tanto por microscopia electrónica de barrido como con microscopia de fuerza atómica.

La teoría del oxígeno residual como argumento en la disminución de la resistencia de unión es la más aceptada, no se debe olvidar que en algún porcentaje los efectos sobre el esmalte presentan también alguna interferencia mecánica, las microporosidades en los prismas del esmalte y en la región interprismática pueden servir como puntos de estrés y causar fractura prematura en los testes in vitro; esto es respaldado por los estudios de Nour El-Din y colaboradores<sup>6</sup> en 2006 y Muraguchi y colaboradores<sup>76</sup> en 2007 que, al analizar el

---

<sup>75</sup>Domínguez JA, Bittencourt B, Michel M, Sabino N, Gomes JC, Gomes OM. Ultrastructural evaluation of enamel after dental bleaching associated with fluoride. *Microsc Res Tech.* 2012; 75(8): 1093-1098.

<sup>76</sup>Muraguchi K, Shigenobu S, Susuki S, Tanaka T. Improvement of bonding to bleached bovine tooth surfaces by ascorbic acid treatment. *Dent Mater J* 2007; 26(6): 875-881.

tipo de fractura, encontraron en un porcentaje mayor fractura adhesiva en la interfase adhesiva.

De igual forma estudios encontraron menor penetración de tags para la unión micromecánica en el sustrato (esmalte-dentina) clareado<sup>77</sup>.

**2.2.2.4. Propuestas sobre procedimientos para adhesión inmediata al clareamiento dental:** En nuestros tiempos, el paciente quiere permanecer el menor tiempo posible en el consultorio, en ese orden de ideas se enumeran algunas propuestas con base en la literatura para disminuir los efectos del oxígeno residual y las microporosidades:

- a. **Tratamiento de superficie:** Kaya y Türkün<sup>78</sup>, en 2003, evaluaron el tratamiento de dentina después de clareamiento con butylhydroxyanisole, encontrando disminución significativa de resistencia de unión al microcizallamiento, estos procedimientos demostraron no tener ningún efecto en el aumento de la resistencia de unión después de los procedimientos de clareamiento dental en adhesión inmediata.

---

<sup>77</sup>Sundfeld RH, Briso AL, De Sa PM, Sundfeld ML, Bedran-Russo AK. Effect of time interval between bleaching and bonding on tag formation. Bull Tokyo Dent Coll 2005; 46 (1-2): 1-6.

<sup>78</sup>Kaya AD, Türkün M. Reversal of dentin bonding to bleached teeth. Oper Dent 2003; 28(6): 825-829.

Kum y colaboradores<sup>79</sup>, en 2004, evaluaron la aplicación de catalasa en un grupo, en otro etanol 70% y en la última humedad relativa con agua después de hacer clareamiento dental, obteniendo resultados bajos de resistencia de unión al microcizallamiento.

Torres, Koga y Borges<sup>80</sup>, en 2006, evaluaron la aplicación de catalasa, glutathione peroxidasa, acetona, etanol absoluto y bicarbonato de sodio al 7%, y encontraron los mismos resultados, bajos valores de resistencia de unión al microcizallamiento, esto lleva a pensar que ninguno de estos productos puede ayudar a mejorar la resistencia de unión inmediata después del clareamiento.

- b. **Remoción superficial del esmalte:** Cvitko y colaboradores<sup>81</sup> hicieron la remoción de 0,5 a 1 mm de esmalte, y encontraron un aumento de los valores de resistencia de unión, en su discusión sugieren hacer decorticaciones con valores menores a 0,5 mm; Wilson y colaboradores<sup>82</sup>, en 2009, propusieron no hacer este

---

<sup>79</sup>Kum KY, Lim KR, Lee CY, Park KH, Safavi KE, Fouad AF et al. Effects of removing residual peroxide and other oxygen radicals on the shear bond strength and failure modes at resin-tooth interface after tooth bleaching. *Am J Dent* 2004; 17(4): 267-270.

<sup>80</sup>Torres CRG, Koga AF, Borges AB. The effects of antioxidant agents as neutralizers of bleaching agents on enamel bond strength. *Braz J Oral Sci* 2006; 5(16): 971-976.

<sup>81</sup>Cvitko E, Denehy GE, Swift JR, Pires JA. Bond strength of composite resin to enamel bleached with carbamide peroxide. *J Esthet Dent* 1991; 3(3): 100-102.

<sup>82</sup>Wilson D, Xu C, Hong L, Wang Y. Effects of different preparation procedures during tooth whitening on enamel bonding. *J Mater Sci Mater Med* 2009; 20(4): 1001-1007.



procedimiento clínico con base en la filosofía de la odontología moderna, intentar conservar lo que más se pueda, de tejido sano.

- c. **Utilización de adhesivos con solventes orgánicos y nanorelleno:** Lai y colaboradores<sup>73</sup>, en 2002, utilizaron adhesivo Prime & Bond® NT™, debido a su nanorelleno y solvente a base de agua, evaluando resistencia de unión después del aclaramiento dental, sin tener éxito para encontrar valores de resistencia de unión aceptable.

Shinohara y colaboradores<sup>83</sup>, en 2004, evaluaron in vitro por medio de microcizallamiento posclareamiento, grupos restaurados con adhesivos que presentaban solventes diferentes: 1) agua; 2) alcohol; 3) acetona, encontraron en sus resultados que ningún solvente revirtió los bajos valores de resistencia de unión después de hacer clareamiento con peróxido de carbamida 37%.

Moule y colaboradores<sup>84</sup>, en 2007, evaluaron al microcizallamiento en el esmalte con adhesivos autograbadores posaclaramiento, encontrando disminución significativa en los valores de resistencia

---

<sup>83</sup>Shinohara MS, Peris AR, Rodrigues JA, Pimenta LA, Ambrosano GM. The effect of non-vital bleaching on the shear bond strength of composite resin using three adhesive systems. *J Adhes Dent* 2004; 6(3): 205-209.

<sup>84</sup>Moule CA, Angelis F, Kim GH, Le S, Malipatil S, Foo MS et al. Resin bonding using an all-etch or self-etch adhesive to enamel after carbamide peroxide and/or CPP-ACP treatment. *Aust Dent J* 2007; 52(2): 133-137.

de unión; resultados confirmados absolutamente por Khoroushi y Saneie<sup>85</sup> en 2012, quienes estudiaron la utilización de adhesivos de tres pasos, de dos pasos y de paso único, encontrando bajos valores de resistencia de unión en todos los grupos.

- d. **Utilización de flúor en la composición de los agentes de clareamiento:** Metz y colaboradores<sup>86</sup>, en 2007, hicieron un estudio ex vivo, evaluando primeros premolares con indicación de extracción con fines ortodónticos, colocando en la superficie vestibular, cilindros de resina después del procedimiento de aclaramiento con peróxido de carbamida al 15%, sin ningún producto adicional y otro grupo con peróxido de carbamida el cual presentaba incorporados flúor y nitrato de potasio, encontraron reducción significativa de la resistencia de unión en todos los grupos experimentales.

Chuang y colaboradores<sup>87</sup>, en 2009, evaluaron la resistencia de unión a la microtracción después del procedimiento de aclaramiento con peróxido de carbamida 10%; un grupo experimental con flúor al 0,11% y otro grupo experimental 0,37%, un grupo

---

<sup>85</sup>Khoroushi M, Saneie T. Post-bleaching application of an antioxidant on dentin bond strength of three dental adhesives. *Dent Res J* 2012; 9(1): 46-53.

<sup>86</sup>Metz MJ, Cochran MA, Matis BA, González C, Platt JA, Pund MR. Clinical evaluation of 15% carbamide peroxide on the surface microhardness and shear bond strength of human enamel. *Oper Dent* 2007; 32(5): 427-436.

<sup>87</sup>Chuang SF, Chen HP, Chang CH, Liu JK. Effect of fluoridated carbamide peroxide gels on enamel microtensile bond strength. *Eur J Oral Sci* 2009; 117(4): 435-441.

control sin ningún tipo de clareador, y encontraron valores muy similares entre el grupo que presentaba flúor 0,37% comparado con el grupo control, y el clareador con flúor 0,11% disminuyó significativamente los valores de resistencia de unión.

e. **Tiempos de espera:** Sundfeld y colaboradores<sup>88</sup>, en 2005, evaluaron la penetración del adhesivo por medio de microscopia electrónica de barrido en 4 tiempos experimentales (inmediato, 7, 14 y 21 días) después de hacer clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%, y encontraron entre sus resultados que 7 días, es el tiempo mínimo de espera para obtener resultados similares a los del grupo control, estos resultados son confirmados por Bulut, donde Türkün y Kaya<sup>89</sup>, en 2006, evaluaron con microcizallamiento posaclaramiento obteniendo los mejores resultados en adhesión en brackets, una semana después de aplicación del gel clareador.

f. **Aplicación de agente antioxidante:** Estudios como el de Türkün y colaboradores<sup>90</sup> y de Gökçe y colaboradores<sup>32</sup> han sugerido el uso de ascorbato de sodio como método eficaz para revertir el efecto

---

<sup>88</sup>Sundfeld RH, Briso AL, De Sa PM, Sundfeld ML, Bedran-Russo AK. Effect of time interval between bleaching and bonding on tag formation. Bull Tokyo Dent Coll 2005; 46 (1-2): 1-6.

<sup>89</sup>Bulut h, Türkün M, Kaya AD. Effect of an antioxidizing agent on the shear bond strength of brackets bonded to bleached human enamel. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006; 129(2): 266-722.

<sup>90</sup>Türkün M, Kaya AD. Effect of 10% sodium ascorbate on the shear bond strength of composite resin to bleached bovine enamel. J Oral Rehabil 2004; 31(12): 1184-1191.

oxidante de sustancias clareadoras, mientras que Rotstein y colaboradores<sup>91</sup> encontraron que, la catalasa aplicada tópicamente por tres minutos fue efectiva en eliminar totalmente el peróxido de hidrógeno residual contenido en las estructuras dentarias después de la aplicación del peróxido de hidrógeno a nivel intracoronal.

**2.2.2.5. Presentaciones Comerciales:** En el mercado existen diferentes marcas de aclaramiento como indica la tabla n° 4, y según la marca varía su eficacia.

<b>MARCA COMERCIAL</b>	<b>ACLARADOR Y CONCENTRACIÓN</b>	<b>FABRICANTE</b>
<b>Whiteness HP Maxx</b>	Peróxido de hidrógeno al 35%	FGM
<b>Opalescence Xtra</b>	Peróxido de hidrógeno al 35%	Ultradent
<b>Opalescence Xtra Bosst</b>	Peróxido de hidrógeno al 38%	Ultradent
<b>Pola Office</b>	Peróxido de hidrógeno al 35%	SDI
<b>Apolo Elite</b>	Peróxido de hidrógeno al 35%	DMC

**Tabla N° 4:** Diferentes marcas de productos para clareamiento dental, disponibles en el mercado.

<sup>91</sup>Rotstein I. Role of catalase in the elimination of residual hydrogen peroxide following tooth bleaching. J Endod 1993; 19(11): 567-569.

### **2.2.3. AGENTES ANTIOXIDANTES: ASCORBATO DE SODIO 10%**

Un antioxidante con función biológica se define como aquella sustancia que presente en concentraciones muy pequeñas comparadas con la de un sustrato oxidable, disminuye o evita la oxidación del sustrato toda vez que resulta un agente reductor más potente<sup>92</sup> En bioquímica inorgánica puede considerarse como un donador de electrones capaz de evitar una reacción en cadena de oxidorreducción.

**2.2.3.1. Clasificación:** De acuerdo con el mecanismo de acción, se pueden considerar dos tipos de antioxidantes<sup>93</sup>:

- Antioxidantes preventivos: Estos actúan al inicio de una cadena de oxidación para reducir o impedir el comienzo de una cadena de oxidorreducción. Como ejemplos se pueden considerar los reductores de peróxidos orgánicos e inorgánicos (enzimas glutatión peroxidasa, catalasa y peroxidasa).
- Antioxidantes secundarios. Son interruptores que actúan al bloquear en alguna etapa la cadena de oxidación ya iniciada al captar radicales libres y al

---

<sup>92</sup>Pioch Th, D`Souza PD, Staehle HJ, Duschner H. Resin- dentine interface studied by SEM&CLSM. European Microscopy and Analysis 1996; 17-18.

<sup>93</sup>Hagger O. Utilization of the energy of swelling for the acceleration of sulfinic acid- controlled polimerization of metyl methacrylate at room temperature.Helm Chim Acta 1951; 34:1872- 6.

acortar la longitud de la cadena de oxidación y sus consecuencias (vitaminas E y C y la enzima superóxido dismutasa).

Otra manera de clasificar a los antioxidantes considera su estructura química y su función biológica, en este sentido, pueden ser:

- Enzimas: Dentro de estas tenemos a la glutatión peroxidasa, la catalasa y la superóxido dismutasa.
- Compuestos no enzimáticos. Como las vitaminas C y E, el  $\beta$ - caroteno, ácido úrico, bilirrubina, entre otros.

**2.2.3.2. Ascorbato de Sodio:** Es una sal sódica del ácido ascórbico (vitamina C) y de fórmula  $C_6H_7NaO_6$ . Se emplea en la industria alimentaria por sus funciones antisépticas, antioxidantes, y conservantes.

- Propiedades:** Se trata de un polvo blanco de textura cristalina, suele ponerse oscuro al ser expuesto a la luz. Puede obtenerse y encontrarse trazas de ascorbato en algunas frutas y verduras. Se suele sintetizar mediante un proceso químico combinado en el que primero se fermenta glucosa y posteriormente se aplica una oxidación química.

El ascorbato sódico proporciona por regla general unos 131 mg de sodio por miligramo de ácido ascórbico (un gramo de ascorbato contiene 889 mg de ácido ascórbico y 111 mg de sodio). El pH de la

solución de ascorbato es de 5,5 a 5,9. En medio alcalino se oxida rápidamente.

- b. **Usos:** Se suele emplear como un conservante alimentario empleado como antioxidante habitual en la industria alimentaria, un caso habitual es encontrarlo como aditivo mejorador del pan. En la industria recolectora de frutas evita el cambio de color por oxidación denominado “pardeamiento”.

Se suele añadir en los alimentos tratados con nitritos con el objeto de reducir la generación de nitrosaminas (un cancerígeno), de esta forma se encuentra habitualmente en los embutidos y fiambres. De la misma forma se suele emplear en la industria alimentaria como un regulador de acidez.

Su empleo se ha demostrado previene el ataque de corazón. Su empleo suele evitar las infecciones crónicas. No obstante el uso reiterado del ascorbato sódico puede tener ciertos efectos residuales adversos.

- c. **Efecto sobre peróxido de hidrogeno:** Kaya e Türkün<sup>94</sup>, en 2003, evaluaron 4 grupos experimentales 1) aplicación de peróxido de hidrogeno al 35%; 2) peróxido de hidrógeno al 35%, posterior a este, ascorbato de sodio al 10%; 3) peróxido de carbamida al 10%, y 4) peróxido de carbamida al 10%, después

---

<sup>94</sup>Kaya AD, Türkün M. Reversal of dentin bonding to bleached teeth. Oper Dent 2003; 28(6): 825-829.

ascorbato de sodio al 10%, y encontraron entre sus resultados leve reversión de los valores de resistencia de unión en los grupos que utilizaron ascorbato de sodio Türküm y Kaya<sup>93</sup>, en 2004, evaluaron el efecto de aplicación de ascorbato de sodio líquido después de tres concentraciones diferentes de peróxido de carbamida (10, 16 y 22%), sobre resistencia de unión al microcizallamiento, sin encontrar ningún resultado positivo. Observando los resultados tan ambiguos, Kum y colaboradores<sup>95</sup>, en 2004, evaluaron la resistencia de unión al sellamiento de otros antioxidantes como, catalasa, etanol y agua, y encontraron resultado desfavorable.

En 2006, Kimyai y colaboradores<sup>96</sup> evaluaron el ascorbato de sodio después de aplicación de peróxido de carbamida al 10%, aumentando la concentración (10 y 20%) y su presentación (líquido y gel) y encontraron buenos resultados con la presentación en gel y sin importar la concentración, comparados con el grupo control sin tratamiento.

Türkün y colaboradores<sup>97</sup>, en 2009, modificaron a menores concentraciones de ascorbato de sodio (2,5, 5 y 10%) y encontraron que los mejores resultados de

---

<sup>95</sup>Torres CRG, Koga AF, Borges AB. The effects of antioxidant agents as neutralizers of bleaching agents on enamel bond strength. *Braz J Oral Sci* 2006; 5(16): 971-976.

<sup>96</sup>Kimyai S, Valizadeh H. Comparison of the effect of hydrogel and a solution of sodium ascorbate on dentincomposite bond strength after bleaching. *J Contemp Dent Pract* 2008 1; 9(2): 105-12.

<sup>97</sup>Türkün M, Celik EU, Kaya AD, Arici M. Can the hidrojel form of sodium ascorbate be used to reverse compromised bond strength after bleaching? *J Adhes Dent* 2009; 11(1): 35-40.



resistencia de unión al microcizallamiento fueron con la concentración al 10%.

Sasaki y colaboradores<sup>98</sup>, en 2009, evaluaron el ascorbato de sodio en dos presentaciones (líquido y gel) también, vitamina E líquida y gel, y encontraron resultados similares entre los dos antioxidantes; así que y colaboradores<sup>99</sup>, en 2011, continuaron evaluando el ascorbato de sodio al 10% en clareamientos caseros y de consultorio, demostrando su eficiencia para adhesión inmediata en ambas modalidades.

Khoroushi y Aghelinejad<sup>100</sup>, en 2011, evaluaron el efecto del ascorbato de sodio al 10% sobre la resistencia de unión al sellamiento de tres tipos de adhesivos (1, 2 y 3 pasos), después de la aplicación de peróxido de carbamida al 20% el cual contiene 0,11% de flúor en su composición, y encontraron buenos resultados de resistencia de unión menos en el adhesivo autograbadador (1 paso).

---

<sup>98</sup>Sasaki RT, Flório FM, Basting RT. Effect of 10% sodium ascorbate and 10% alpha-tocopherol in different formulations on the shear bond strength of enamel and dentin submitted to a home use bleaching treatment. *Oper Dent* 2009; 34(6): 746-752.

<sup>99</sup>Kunt GE, Yılmaz N, Sen S, Dede DÖ. Effect of antioxidant treatment on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel. *Acta Odontol Scand* 2011; 69(5): 287-291.

<sup>100</sup>Khoroushi M, Aghelinejad S. Effect of postbleaching application of an antioxidant on enamel bond strength of three different adhesives. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011; 16(7): e990-996.

Dabas y colaboradores<sup>101</sup>, en 2011, evaluaron el efecto del ascorbato de sodio modificando su concentración (10 y 20%) y los tiempos de aplicación (30, 60 y 120 min), y encontraron valores de resistencia de unión a microcizallamientos buenos, sin importar la concentración ni tiempo de trabajo.

#### **2.2.4. ADHESIÓN DENTAL**

La adhesión a la estructura dentaria tiene varios beneficios entre los cuales están el sellado de la cavidad, lo cual protege la pulpa del diente, elimina la iniciación de caries interna a la cavidad, previene la pigmentación de los márgenes cavitarios por microfiltración, permite el desarrollo de procedimientos operatorios innovativos y más conservadores, logra en alguna medida reforzar la estructura dentaria remanente debido a la integración del material restaurador y los tejidos duros del diente y finalmente, permite la realización de restauraciones de alta estética.

A pesar de lo anterior, existen aún muchas preguntas acerca de la eficacia a largo plazo de estos procedimientos y de cuáles son los materiales o combinación de ellos que mejor sirven a una situación particular y cuánta confianza debe depositarse en la adhesión en sí misma.

Sin embargo, la fuerza de unión a la estructura dentaria sólo tiene relevancia en el contexto clínico, las propiedades del diente en unión con las del material restaurador bajo condiciones funcionales, determinan el nivel necesario de fuerza de unión.

---

<sup>101</sup> Dabas D, Patil AC, Uppin VM. 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 2011; 14(4): 356-360.

**2.2.4.1. Unión al esmalte:** La unión al esmalte grabado es uno de los procedimientos más usados y exitosos de la odontología y es parte rutinaria de la práctica odontológica moderna. El tratamiento superficial del esmalte con ácido como el ácido fosfórico, genera una remoción selectiva de los cristales de hidroxiapatita ocasionando una gran microporosidad y el aumento de la energía superficial que permite que monómeros hidrofóbicos de los composites se distribuyan fácilmente sobre la superficie y penetren las microporosidades, los cuales al ser polimerizados forman una fuerte unión micromecánica.

Para mejorar la capacidad de los monómeros de humedecer la superficie y penetrar en las microporosidades debido a su mayor viscosidad comparada con la del esmalte, los sistemas adhesivos han incorporado resinas con y sin relleno que actúan como agentes intermediarios entre el esmalte y el composite. Las uniones que se forman entre un adhesivo polimérico de baja viscosidad y una superficie de esmalte son fundamentalmente de tipo mecánico y dependen de la penetración de la resina en las irregularidades de la superficie del esmalte<sup>102</sup>.

---

<sup>102</sup>Morioki, Fujitani et al. Effect of acid etching on the dental pulp in adhesive composite restorations. Int Dent J, 1992, 42:3-11.

**2.2.4.2. Unión a dentina:** La unión a dentina resulta de la formación de una capa híbrida sobre la superficie dentinaria, la cual consta de monómeros polimerizados dentro de un enmallado colágeno de la dentina formando una traba micromecánica.

La unión a dentina involucra tres elementos: un agente ácido, un agente acondicionador (primer) y la incorporación de una resina de unión dentro de la estructura superficial. El agente ácido remueve el smear layer y desmineraliza parcialmente la dentina superficial creando espacio entre la malla colágena, a diferencia del esmalte, en la dentina se produce una menor energía superficial por lo cual se aplica un acondicionador dentinario que consiste en una o varias moléculas con carácter hidrofílico e hidrofóbico, las cuales penetran en la malla colágena favoreciendo la unión al material restaurador.

En la actualidad se cuenta con acondicionadores de autograbado que combinan la desmineralización y acondicionamiento en un solo material, bien sea porque las moléculas acondicionadoras son de naturaleza acídica o porque están combinadas con otros componentes acídicos.

El paso final es la incorporación de una resina de unión a la superficie dentinaria, lo cual es facilitado por la restauración de la energía superficial por el acondicionador; la resina de unión penetra en la malla

colágena y al polimerizarse forma una traba micromecánica, esta capa de resina infiltrada que varía desde menos de una micra hasta varias micras de espesor dependiendo de la dentina y de los sistemas de unión, es compatible con el composite dando lugar a una copolimerización que une el composite a la superficie de la dentina.

No se recomienda grabar la dentina igual que el esmalte, ya que los túbulos dentinarios llegan hasta la cámara pulpar y contienen líquido tisular; para lograr adhesión a dentina basta decalcificar la dentina intertubular hasta una profundidad de 1.5 mm<sup>103</sup>. La morfología de la dentina varía por zonas, así mismo la adhesión también es diferente en zonas de gran densidad tubular y en las zonas escleróticas.

Los adhesivos dentinales tienen dos formas de lograr microrretención, el primer método es removiendo el smear layer completamente y desmineralizando la superficie intacta y el segundo método usa el smear layer como sustrato de adhesión. Los sistemas de un solo paso se aplican sobre el smear layer incorporándolo en la capa híbrida<sup>104</sup>.

La adhesión a esmalte es una técnica confiable ya que éste es un tejido compuesto por material inorgánico (Hidroxiapatita), pero la adhesión a dentina representa un

---

<sup>103</sup> Tay, Franklin. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: depth of penetration dentin smear layers. Dental materials 2001; 17: 296-308

<sup>104</sup> Tay, Franklin. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: depth of penetration dentin smear layers. Dental materials 2001; 17: 296-308

gran reto al ser tejido orgánico húmedo que contiene un gran porcentaje de agua y colágeno tipo I y está conformado por un laberinto tubular que contiene los procesos odontoblásticos que se comunican con la pulpa.

Esta peculiaridad hace que la dentina sea un tejido permeable donde el movimiento de fluidos entre la cámara pulpar y la superficie externa puede ocurrir debido a la diferencia de presión hidrostática entre las dos, provocando la sensibilidad que aparece cuando se ha perdido esmalte; el movimiento de fluidos hacia fuera también produce una superficie húmeda que puede afectar la unión del adhesivo.

Otra característica de la dentina es la capa de smear layer que se forma en la superficie dentinal después de la instrumentación la cual ocluye los túbulos disminuyendo su permeabilidad en un 86%. El smear layer se ha definido como "detritos calcificados resultantes de la instrumentación de la dentina, esmalte o cemento", el smear layer está compuesto por hidroxiapatita, colágeno alterado y en la superficie colágeno desnaturalizado y su morfología está determinada por el tipo de instrumento utilizado y por la zona de la dentina donde es formado.

La penetración de los ácidos ocurre inicialmente a lo largo de los túbulos, la dentina peritubular más mineralizada es grabada más profundamente que la intertubular. La interacción de los agentes grabadores con la dentina está limitada por el efecto amortiguador de la hidroxiapatita y los componentes proteicos de la dentina: los agentes

ácidos (ácidos fosfórico, maléico, nítrico o cítrico) remueven el smear layer, desmineralizan la superficie de la dentina, abren los túbulos dentinales e incrementan la microporosidad de la dentina intertubular.

Cuando se utiliza ácido sobre la dentina se ha encontrado que la presencia de cristales de hidroxiapatita puede estabilizar el colágeno y prevenir su desnaturalización y colapso. Algunos iones positivos como el calcio, hierro y aluminio que contienen algunos grabadores pueden estabilizar el colágeno y disminuir la profundidad de la desmineralización de la dentina.

La matriz de dentina desmineralizada se ha descrito como fácilmente colapsable cuando se seca con aire después de lavar con agua. Los adhesivos actuales contienen como solvente acetona o etanol que son capaces de eliminar el agua desde la superficie dentinal y desde la malla colágena promoviendo la penetración de los monómeros a través de la red colágena.

	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<b>Tipo I</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Efectividad comprobada en estudios clínicos</li> <li>2. Experiencia prolongada con resultados excelentes</li> <li>3. Extandar de oro con el que se comparan nuevos desarrollos</li> <li>4. Se utilizan en sistema de autopolimerización como de fotocurado</li> <li>5. En inserción rígida o plástica</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Técnica sensible: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La dentina debe mantenerse hidratada</li> <li>○ Se realiza en varios pasos que deben seguirse con rigor</li> </ul> </li> </ol>
<b>Tipo II</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Técnica de menos pasos en consecuencia se tienen menos sesgos de ejecución y es más rápida.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En algunos sistemas es necesario el uso de un activador (adicional) cuando se utilizan con resinas de polimerización dual.</li> <li>2. La dentina debe mantenerse hidratada.</li> </ol>
<b>Tipo III</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La desmineralización de la dentina y su imprimación se producen en forma simultánea</li> <li>2. Baja sensibilidad postoperatoria.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variabilidad en los valores de unión con el esmalte</li> <li>2. No todos son efectivos en la unión con resinas ó cementos de curado dual.</li> </ol>
<b>Tipo IV</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rápidos y fáciles de usar</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Baja eficiencia en la adhesión dental en función del tiempo.</li> <li>2. Incompatibles con cementos o resinas de curado dual.</li> </ol>

**Tabla N° 5:** Clasificación de adhesivos: ventajas y desventajas.



## 2.2.5. MICROFILTRACIÓN EN ODONTOLOGÍA

**2.2.5.1. Definición:** La microfiltración marginal es el ingreso de fluidos orales en el espacio entre la estructura dentaria y el material restaurador. Es un proceso dinámico que puede o no, disminuir con el tiempo, como un resultado a la exposición a la saliva, película y placa bacteriana, con cambios que pueden alterar el espacio entre el diente y la restauración<sup>105</sup>.

Al probar un nuevo material de obturación, una de las características más valoradas es su capacidad de sellado marginal<sup>106</sup>. Pues, es de conocimiento general el efecto que la filtración bacteriana tiene sobre el complejo dentino-pulpar, y su prevención es prioritaria en la odontología restauradora.

Ya en 1861, en un trabajo realizado por Tomes (citado por Taylor y Lynch<sup>106</sup>, 1992), se examinaban con microscopio los márgenes de las restauraciones de amalgama. Posteriormente se comenzó a experimentar con la filtración de colorantes indicadores en los márgenes de las restauraciones.

Desde estos primeros trabajos, incontables investigadores se han dedicado a demostrar la filtración de los materiales y a mejorar el sellado marginal<sup>107</sup>. Una prueba del éxito en este

---

<sup>105</sup> Beñaldo Fuentes, Clinton Rodrigo. Estudio comparativo in vitro de la microfiltración de restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo convencional y otras realizadas con un sistema adhesivo con nanorelleno. Tesis 2005 – Chile.

<sup>106</sup> Taylor MJ y Lynch E. Microleakage. J Dent 1992, 20: 3-10.

<sup>107</sup> Del-Nero MO, Conejo B y de la Macorra JC. Estudio in vitro de las variaciones de la permeabilidad dentinaria tras la obturación mediante cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables. Av Odontoest 1994, 10:677-683

campo es que se haya generalizado desde hace tiempo el término de "microfiltración", que se define como el paso de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la pared cavitaria y el material de restauración<sup>108</sup>.

Actualmente los métodos de trabajo han llegado a una discriminación tal, que se propone el término de "nanofiltración" para tratar de la filtración en el seno de la capa híbrida, en su capa porosa, basal<sup>109</sup>, sin necesidad de la existencia de un espacio mensurable y continuo entre la restauración y el diente.

**2.2.5.2. Factores de Microfiltración:** La integridad marginal de una restauración depende de factores como el tipo de adhesivo y de material restaurativo, sus propiedades físicas, interacciones entre materiales y propiedades físicas del tejido en la interacción con el medio oral. Dentro de los factores que influyen en el grado de adaptación de un material para obturación, se tienen:

- Coeficiente de expansión térmica.
- Cambios dimensionales en el proceso de endurecimiento dentro de la cavidad.
- Viscosidad.
- Tipo de monómeros.
- Porcentaje de relleno.
- Módulo elástico.

---

<sup>108</sup> Kidd EAM. Microleakage: a review. J Dent 1976, 4: 199-205.

<sup>109</sup> Gómez S, Miguel A, De la Macorra JC. Estudio de la microfiltración: modificación a un método. AVANCES EN ODONTOESTOMATOLOGÍA VOL. 13 - Num. 4 – 1997.

La manifestación usual de la contracción de polimerización de un material es la aparición de un gap en los márgenes de la restauración, el cual clínicamente puede aparecer coloreado.

Estas separaciones pueden ser del orden de las 21 – 22  $\mu\text{m}$ , cuando no se ha hecho adhesión a dentina y de un décimo de este valor cuando se ha acondicionado la dentina; una reducción mayor se consigue además haciendo obturaciones por incrementos pequeños del material restaurador y usando materiales intermedios (liners) en las paredes de cavidad. Estos materiales por tener bajos módulos elásticos permiten que el estrés de polimerización del material restaurador se disipe en ellos, previniendo la formación de gaps.

El uso de la técnica de grabado total (Bertolotti 1990, Fusayama 1992), la aplicación de imprimadores que contienen acetona o alcohol (Gwinnett 1992) que facilitan la conformación de la capa híbrida, ha resultado en un incremento significativo en la fuerza de unión, en reducción de la microfiltración y en restauraciones libres de gaps in-vivo, pero a pesar de esto hay presencia de sensibilidad postoperatoria y la sensibilidad es una manifestación de la microfiltración en la mayoría de los casos (Cox 1992), lo cual puede atribuirse al uso inadecuado de la fuente de fotocurado o por la evaporación incompleta del solvente del primer antes de aplicar la resina adhesiva.

El grado de contracción de un material se relaciona con el grado de polimerización y las uniones cruzadas en el material, las propiedades físicas del material, el grado de polimerización, el espesor de capa al aplicar y polimerizar el material.

También existe el llamado factor de configuración (factor C) que es la relación entre el área adherida y el área libre de un material de restauración, el cual indica la conveniencia de polimerizar el material por capas y por paredes de la cavidad de tal manera que exista siempre una mayor área libre del material, la cual le permite contraerse sin generar gaps.

**2.2.5.3. Consecuencias de la Microfiltración:** La microfiltración marginal alrededor de las restauraciones dentales ha sido implicada en una variedad de condiciones clínicas como sensibilidad pos-operatoria, hipersensibilidad crónica, caries secundaria y patología pulpar.

Ésta se define como el paso no detectable clínicamente de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre una pared cavitaria y el material restaurativo<sup>110</sup>, ocasionando coloración y deterioro de los márgenes de la restauración, caries secundaria en la interfase diente-restauración, hipersensibilidad del diente restaurado y el desarrollo de

---

<sup>110</sup> Alani, H.A. and Toh, C. Detection of microleakage around dental restorations: a review. Operative dentistry, vol 22, 1.997 pp173-85.

patologías pulpares<sup>111</sup>. Se ha demostrado que factores como el grabado ácido o la capacidad irritativa de los materiales restaurativos juegan un menor papel como agentes causales del daño pulpar que la filtración de bacterias alrededor de una restauración con inadecuado sellado marginal.

**2.2.5.4. Métodos de estudio de la Microfiltración:** Los diferentes métodos de estudio de la microfiltración los podemos agrupar de la siguiente manera<sup>114</sup>:

- Aire a presión.
- Estudios bacteriológicos.
- Estudios con radioisótopos.
- Análisis de la activación de neutrones.
- Estudios electroquímicos.
- Microscopio electrónico de barrido.
- Marcadores químicos.
- Estudios de penetración de colorantes

De ellos, unos están en desuso, como los métodos con aire a presión o los estudios electroquímicos, otros por su sofisticación o no están al alcance de casi nadie o no son operativos, como ocurre con los estudios con radioisótopos o los análisis de la activación de neutrones, y los hay también muy poco específicos, como los estudios bacteriológicos. Los estudios de penetración de colorantes son los más utilizados por ser los más disponibles y sencillos.

---

<sup>111</sup> Tay, FR and Gwinnet, Pang. Variability in microleakage observed in a total etch wet-bonding technique under different handling conditions. Journal dental research, vol 74:5, 1.995 pp. 1168-78

**2.2.5.5. Evaluación de Microfiltración por tinciones:** Consiste en la introducción del diente extraído y restaurado en una solución del colorante por un tiempo predeterminado.

Las muestras pueden sufrir o no termociclado o ciclado mecánico antes ó durante la inmersión en el colorante. Aunque Después de un lavado exterior, se secciona la muestra y se observa con determinada magnificación. Así se determina la extensión de la filtración a lo largo de la interfase, al resaltarse el colorante en contraste con el color del diente. Para ello, el colorante ha debido ser arrastrado, con su vehículo, a través del espacio de la interfase, depositándose en ella y no siendo eliminado en los procesos posteriores (lavado, corte).

La elección de los colorantes suele ser arbitraria, sin tener en cuenta el tamaño de las partículas ni sus comportamientos en distintas situaciones.

Por ejemplo, el azul de anilina se decolora en un pH alcalino, como es el caso de una base de hidróxido de calcio. No hay estandarización en las concentraciones y los tiempos utilizados, lo cual hace imposible la comparación de resultados entre distintos trabajos. La velocidad de penetración de un colorante varía mucho según la concentración a la que se encuentre.

El método de tinción con azul de metileno, ha sido utilizado en muchas investigaciones debido a que se considera de

mejor penetración que otras tinciones y que los radioisótopos. El azul de metileno posee mayor permeabilidad que los radioisótopos y por su contraste es preferido frente a otras tinciones<sup>112</sup>.

La visualización de la microfiltración se hace en cortes generalmente arbitrarios, lo cual por un lado nos da una visión bidimensional de la restauración y de la filtración, y por otro hace que los datos que obtenemos sean parciales ya que no vemos toda la interfase, sino solamente las zonas que coinciden con los cortes. El sistema más utilizado es el de un solo corte central.

Como no se trabaja en condiciones fisiológicas, el tiempo y las condiciones de almacenaje de los dientes así como la ausencia de la presión intrapulpar que mantiene el fluido dentinario fisiológico pueden alejar los resultados de la realidad.

**2.2.5.6. Azul de Metileno:** Su nombre técnico es cloruro de metiltionina, es un compuesto químico heterocíclico aromático con fórmula molecular:  $C_{16}H_{18}ClN_3S$ . Posee peso molecular de 319,85 g/mol este colorante tiene carga positiva (acidófilo) y se une a compuestos cargados negativamente.

Esta sustancia tiene forma de cristales o polvo cristalino y presenta un color verde oscuro, con brillo bronceado. Es

---

<sup>112</sup>Angel Victoria Eugenia. Comparación entre la filtración marginal y la disolución del IRM, RID y coltosol. Revista CES Odontología 1999Vol 12- N° 1: 30-31

inodoro y estable al aire. Sus soluciones en agua o en alcohol son de color azul profundo. Es fácilmente soluble en el agua (40 g/l en agua a 20°C) y en cloroformo; también es moderadamente soluble en alcohol.

En el área de salud se usa en<sup>113</sup>:

- Se usa principalmente como antiséptico y cicatrizante interno, y muchas veces se usa en las observaciones en microscopio.
- Se usa para el tratamiento de metahemoglobinemia, síndrome vasopléjico, encefalopatía inducida por ifosfamida y envenenamiento con cianuro.
- Se usa como tintura en aplicaciones terapéuticas y diagnósticas.
- Es un inhibidor de monoamino oxidasa (IMAO) potente y reversible.

## **2.2.6. FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN ODONTOLOGÍA**

La evaluación en laboratorio de sistemas adhesivos es importante para un análisis previo del material estudiado, para que en un corto espacio de tiempo, los fabricantes puedan evaluar sus materiales, corregir deficiencias e implementar mejoras, partiendo, entonces para un estudio clínico, mucho más honeroso y extenso en lo que se refiere al tiempo.

---

<sup>113</sup>U.S. Department of Health and Human Services. Food and drug Administration. Comunicado de la FDA sobre la seguridad de los medicamentos: Posibles reacciones graves en el SNC cuando se administra azul de metileno a pacientes que toman ciertos medicamentos psiquiátricos.2011



Las experiencias de laboratorio producen un importante parámetro de análisis, una vez que si un material presenta un eficiente desempeño in vitro, probablemente, resultará en una mejor performance clínica<sup>114</sup>.

Para evaluación de la unión de sistemas adhesivos a la estructura dentaria, los experimentos mecánicos se fundamentan en la aplicación de fuerzas de desplazamiento sobre la unión, con la intención de simular los mismos esfuerzos sufridos por la restauración durante su función en el medio bucal.

Entretanto, las fuerzas y tensiones ejercidas sobre una restauración colocada en un individuo, y que sea sometida a esfuerzos masticatorios, son de una naturaleza compleja, por tanto ninguno de estos experimentos simula adecuadamente las fuerzas intrabucales.

**2.2.6.1. Pruebas de cizallamiento:** La ISO (International Organization for Standardization) creó una norma con el objetivo de estandarizar los experimentos de Resistencia del área de unión a la estructura dental, incluyendo los experimentos de cizallamiento<sup>115</sup>. A pesar de esto, lo que se encuentra en la literatura es una heterogeneidad en los experimentos de adhesión a la estructura dental.

---

<sup>114</sup>Al-Salehi S. K., Burke F.J.T. Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. Quintessence Int, 1997, 28(11): 717-23.

<sup>115</sup>INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - Guidance on testing of adhesion to tooth structure. ISO/ TC106/SC 1 n 236, resolution 61. - CD TR11405, December, 1994

El experimento de cizallamiento es uno de los más simples y ampliamente utilizado. En este experimento, la unión es rota por una fuerza aplicada paralelamente a la interfase adhesiva. Para la realización de este ensayo, especímenes en forma de cilindro con diámetro de 3 a 4 mm son unidos a un sustrato plano por medio de un adhesivo, para entonces ser aplicada una carga a través de una barra metálica, un pedazo de alambre de acero o matriz de acero acoplada a una máquina de ensayo universal, induciendo el rompimiento de la unión a través de una tensión de cizallamiento<sup>116</sup>.

Los experimentos de cizallamiento inducen a la unión a fallar en un plano determinado por el ensayo y no por las propias características de la interfase adhesiva, o sea, la fractura se inicia en el punto donde el vástago aplica una fuerza, por tanto la fractura ni siempre ocurre en el punto más frágil, más si en los defectos introducidos en la interface diente/restauración durante el preparo de la muestra.

Todavía presenta varias limitaciones de estandarización, pues dispone de diferentes formas de las puntas aplicándolas de tensión, además de que ocurra posiblemente variación en la distancia de las mismas en relación a la base

---

<sup>116</sup>Garcia F.C.P., D´Alpino P.H.P., Terada R.S.S. Testes mecânicos para avaliação laboratorial da união resina/dentina. Rev Fac Odontol Bauru, 2002, 10(3): 118-27.

del material. Cuanta mayor esta distancia, menor será la resistencia al cizallamiento en la interfase analizada<sup>117</sup>.

- a. **Control ISO:** ISO 11405:2003 proporciona orientación sobre la selección del sustrato, el almacenamiento y manipulación, así como las características esenciales de los diferentes métodos de ensayo para pruebas de calidad de la unión adhesiva entre los materiales dentales y dientes estructura restaurativa, es decir, el esmalte y la dentina. Especifica dos mediciones pruebas de resistencia adhesiva (resistencia a la tracción y de corte), una prueba para la medición de las brechas marginales alrededor de los rellenos y una prueba de microfiltración, así como dar recomendaciones sobre pruebas de uso clínico para dichos materiales. También se presentan algunos métodos de ensayo específicos para mediciones de fuerza de adhesión.

**2.2.6.2. Fuerzas de cizallamiento:** Fuerza interna que desarrolla un cuerpo como respuesta a una fuerza cortante y que es tangencial a la superficie sobre la que actúa. También llamada esfuerzo cortante.

---

<sup>117</sup>Viégas Montenegro Robinsom, Da Cunha Uchôa Roseanne, Lira Montenegro Sheila Cristhinne, Lira Arine, Japiassú Marcus, Fonseca da Silveira Márcia, Brito Pereira de Melo Ângelo. Analisis comparativo entre los experimentos mecanicos de cizallamiento y microcizallamiento. Acta odontol. venez v.46 n.4 Caracas 2008

**2.2.6.3. Máquinas para ensayos:** Comprender los mecanismos de las actividades cotidianas como comer y limpiar, pueden ayudar a los dentistas y cirujanos orales a encontrar los métodos óptimos para mantener una buena salud dental. Además de las consideraciones estéticas, restauraciones dentales como las coronas tienen que garantizar una larga vida sin dolor y de correcto servicio. Evaluar el comportamiento mecánico de los materiales utilizados en la restauración es importante para determinar su función.

Además del comportamiento a la fatiga y el desgaste de los materiales de restauración y prótesis, la durabilidad de los adhesivos utilizados son vitales para la longevidad de los implantes.

**2.2.6.5. Valores de Fuerzas Unión en Materiales:** La fuerza de unión es la medida de la adhesión interfacial entre un sustrato y el material unido mediante un agente adhesivo (fuerza de fractura dividida por el área unida), en la práctica la fractura puede presentarse en el material unido, en el sustrato ó en ambos y puede extenderse más allá del área inicialmente unida. Normalmente la falla en los IV se presenta en el cuerpo del material (falla cohesiva) y no en la interfase. Las fuerzas de unión de los composites híbridos son cerca de un 50% mayor que las de los composites de microrrelleno.

Dado que la intensidad de diferentes lámparas y la opacidad de los materiales varían significativamente, es importante controlar el espesor del material y los tiempos de curado para mejorar las fuerzas de unión. Al realizar medidas de la fuerza de unión con aislamiento absoluto del campo operatorio y con rollos de algodón se observa disminución en el segundo caso, probablemente debida a contaminación inadvertida o a la dificultad de mantener una superficie totalmente seca en presencia de la alta humedad intraoral.

El tiempo de grabado ácido del esmalte se ha reducido de 60 a 15 segundos, dado que las fuerzas de unión encontradas con ambos tiempos resultan similares. Los patrones de grabado del esmalte no se ven afectados por el tiempo (entre 15 y 60 sgs.) de grabado excepto por la profundidad del grabado alrededor de las varillas, sin que se afecte la fuerza de unión. Así mismo, la fuerza de unión parece verse afectada significativamente por la concentración del ácido fosfórico. El mejor test de fuerza de unión es el éxito bajo condiciones clínicas, y en substratos estables como es el esmalte dental, una fuerza de unión de 18 MPa es suficiente y probablemente superior a la requerida.

Los IV convencionales tienen una fuerza de unión entre 3 y 6 MPa, aunque esta puede ser probablemente una fuerza de la dureza del material mismo ya que las fallas en este material son normalmente cohesivas. En los IV híbridos se consiguen fuerzas de unión hasta de 20 MPa cuando se graba el esmalte con ácido fosfórico al 35%.

Con la mayoría de sistemas modernos de adhesión a dentina se consiguen fuerzas de unión que exceden los 15 MPa. Para obtener una adecuada unión a dentina es determinante un adecuado precurado del agente adhesivo antes de la colocación del material restaurador, igualmente el adhesivo debe tener un espesor de capa mayor de 15  $\mu\text{m}$ . para evitar la disminución de la fuerza de unión debido a la inhibición superficial por el oxígeno ambiental.

Por otro lado, la permeabilidad dentinaria parece afectar la fuerza de unión, de tal modo que algunos adhesivos de últimas generaciones han incluido moléculas de copolímeros en el primer para estabilizarlo.

	<b>Resistencia Tensil diametral Mpa.</b>	<b>Resistencia Flexural MPa.</b>	<b>Módulo elástico GPa.</b>	<b>Contracción volumétrica libre %</b>
Composite híbrido	80	150	18	3
Composite modificado	40	80	8	3
Ionómero tipo II convencional	14	15	8	3
Ionómero híbrido tipo II	40	60	4	3.5
Dentina	50	260	18	-

**Cuadro N° 6:** Valores de resistencia a tensiones, flexural, módulo elástico de Materiales Dentales restauradores (Resina, Ionómero)

**CAPÍTULO III:**  
**HIPÓTESIS, VARIABLES Y**  
**DEFINICIONES OPERACIONALES**

### CAPÍTULO III:

#### HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES

##### 3.1 HIPÓTESIS

La presente se planteó la siguiente hipótesis, respecto a si la resistencia a fuerzas de cizallamiento de una resina compuesta colocada después de 7 días al tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35% no tiene diferencia significativa respecto al efecto de ascorbato de sodio empleado inmediatamente después del tratamiento.

Así mismo, el grado de microfiltración de una resina compuesta colocada después de 7 días al tratamiento con peróxido de hidrogeno al 35% % no tiene diferencia significativa respecto al efecto de ascorbato de sodio empleado inmediatamente después del tratamiento.

##### 3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	INDICADOR	CATEGORIZACION	ESCALA DE MEDICION
<b>RESISTENCIA A FUERZAS DE CIZALLAMIENTO</b>	Aplicador de fuerzas puntuales	Se consignará valor exacto en MPa.	De razón
<b>MICROFILTRACIÓN</b>	Índice de microfiltración	<b>Grado 0:</b> Sin filtración	Intervalos
		<b>Grado 1:</b> Se extiende hasta la mitad de la restauración en la pared ocluso-gingival (Menor de 1.25mm)	



“ESTUDIO IN VITRO DEL EFECTO ANTIOXIDANTE DEL ASCORBATO DE SODIO AL 10% Y LA INFLUENCIA DE UN INTERVALO DE 7 DIAS, EN RESINAS COMPUESTAS DE DIENTES BOVINOS TRATADOS CON PERÓXIDO DE HIDROGENO AL 35%, MEDIANTE RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO Y GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL. TACNA 2013”

		<b>Grado 2:</b> Se extiende hasta la pared ocluso-gingival (Más de 1.25mm)	
		<b>Grado 3:</b> Incluye la pared axial.	
<b>TIEMPO</b>	Intervalo de tiempo	Inmediatamente después	Nominal
		7 días	
<b>ANTIOXIDANTE</b>	Selección	Con ascorbato de sodio	Nominal
		Sin ascorbato de sodio	
<b>GRUPO DE ESTUDIO</b>	Selección aleatoria	Grupo A	Nominal
		Grupo B	
		Grupo C	
		Grupo D	

**CAPÍTULO IV:**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

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

### **4.1 DISEÑO**

El presente es un estudio de las siguientes características:

- **Experimental – In Vitro:** Porque se desarrolló en laboratorio el efecto antioxidante del ascorbato de sodio y la influencia de intervalo de 7 días; de resinas compuestas de dientes bovinos tratados con peróxido de hidrogeno al 35%, donde el investigador tuvo un papel activo.
- **Analítico - Comparativa:** Porque se determinó y comparó el efecto antioxidante del ascorbato de sodio al 10% entre la influencia de un intervalo de 7 días, en resinas compuestas realizadas en dientes tratados con peróxido de hidrogeno.
- **Prospectivo – Transversal:** Porque se registraron los datos a medida que ocurrieron y las variables fueron estudiadas en simultáneo.

### **4.2 ÁMBITO DE ESTUDIO**

Incisivos inferiores de origen bovino; extraídos sanos obtenidos de animales sacrificados, conservados en un periodo no mayor a 2 meses.

### 4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Se seleccionaron 60 incisivos dentales de origen bovinos, los cuales fueron extraídos y preparados para el desarrollo del estudio.

Se lavaron con agua corriente y fueron almacenadas en solución de cloruro de sodio al 0.9%, por un tiempo no mayor a 2 meses.

Los dientes bovinos son de fácil obtención a partir de reses sacrificadas para el consumo humano. Por ello Posada María Claudia y Col<sup>28</sup>, propone y defiende el uso de los dientes bovinos como sustitutos ideales de los dientes humanos en pruebas de adhesión, concluyendo que no existe diferencia de adhesión tanto para el esmalte humano como para el bovino. Las 60 piezas dentales bovinas, se dividieron en cuatro grupos de modo aleatorio, como se muestra a continuación:

- **Grupo A:** Grupo - Resina Compuesta (15 piezas dentales).
  
- **Grupo B:** Grupo Peróxido de hidrogeno + Resina <1 día (15 piezas dentales).
  
- **Grupo C:** Grupo Peróxido de hidrogeno + Ascorbato de sodio+ Resina <1 día (15 piezas dentales).
  
- **Grupo D:** Grupo Peróxido de hidrogeno + Resina 7 días (15 piezas dentales).

#### 4.3.1. Criterios de Inclusión

- Incisivos mandibulares bovinos.
- Piezas que mostraron poco o ningún desgaste
- Piezas que presentaron áreas libres de hipoplasia.
- Piezas almacenadas por un tiempo no mayor a 2 meses.

#### **4.3.2. Criterios de Exclusión**

- Destrucción coronaria
- Presencia de grietas o irregularidades graves.
- Presencia de hipoplasia en las piezas.
- Presencia de fisuras profundas

#### **4.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

##### **4.4.1. Instrumento Documental:**

- Ficha de observación in vitro

##### **4.4.2. Instrumentos Mecánicos:**

- Cámara fotográfica digital
- Aplicador de fuerzas puntuales
- Microscopio estereoscópico
- Termociclador
- Computadora
- Unidad dental
- Lámpara de luz halógena para clareamiento

##### **4.4.3. Procedimientos y técnica**

**4.4.3.1. Obtención de la muestra y selección:** Se seleccionaron 60 piezas dentales de origen bovino sanas, cuyos ápices fueron sellados con resina compuesta. Las piezas se almacenaron en un recipiente de vidrio, con suero fisiológico, por un periodo menor a 2 meses antes de la ejecución de las pruebas “in vitro”.



**Figura N°3:** Recolección de muestras  
(Fuente propia del autor).



**Figura N° 4:** Selección de muestras según criterios de inclusión. (Fuente propia del autor).

**4.4.3.2. Preparación previa de los especímenes:** Se retiró la pulpa coronal con un explorador dental y se lavaron las cámaras pulpares con agua, posteriormente se selló el ápice con resina de fotocurado para evitar la penetración de los monómeros acrílicos de auto-polimerización en las cámaras pulpares.

Se confeccionaron troqueles a cada pieza, de modo que el tercio cervical de la raíz y las coronas dentales queden libres, para ello se empleóacrílico transparente de autocurado de diferentes colores para distinguir cada grupo de estudio (amarillo, morado, azul y verde).

Posteriormente se almacenaron las muestras en suero fisiológico hasta ser utilizadas.



**Figura N° 5:** Sellado de ápice de muestras (Fuente propia del autor).



**Figura N° 6:** Confección de troqueles: Grupo A, Grupo B, Grupo C y Grupo D (Fuente propia del autor).

**4.4.3.3. Clareamiento Dental:** Los grupo B, C y D de la investigación fueron sometidos a clareamiento dental; de los cuales, la muestras del grupo D fueron clareadas con siete días de anticipación respecto a las muestras de los grupos B y C, posterior a ello fueron almacenadas durante este tiempo en suero fisiológico (cloruro de sodio 0,09%) Para este procedimiento se empleó gel de peróxido de hidrógeno al 35% de la marca FGM el producto WHITENESS HP MAXX.



**Figura N°7:** Kit de Clareamiento WHITENESS HP MAXX. (Fuente propia del autor).

Utilizando la placa de mezcla que acompaña el kit, se mezcló la fase Peróxido (fase 1) con la fase Espesante (fase 2) en la proporción de 3 gotas de peróxido para 1 gota de espesante, según como indica el fabricante.





**Figura N° 8:** Fase Peróxido. (Fuente propia del autor).



**Figura N°9:** Aplicación fase espesante.

(Fuente propia del autor).

Se mezcló vigorosamente el frasco del espesante antes de utilizarlo con la ayuda de un pincel o espátula. Se aplicó una gota por medio de la espátula de plástico que cubriera en promedio 3mm de diámetro de la superficie vestibular (en la zona central) y lingual (a 3mm del lóbulo lingual) de los dientes a ser clareados.



**Figura N° 10:** Mezcla de soluciones del gel de peróxido de hidrógeno. (Fuente propia del autor).

La capa de gel tuvo entre 0.5 y 1mm de espesor. Inmediatamente después se inició la aplicación de luz, se aplicó la luz durante 20 segundos sobre cada diente alternadamente, manteniéndose una distancia de 5 a 10mm de la superficie del gel.



**Figura N° 11:** Aplicación del gel de peróxido de hidrógeno. (Fuente propia del autor).



**Figura N° 12:** Activación por 20min del gel de peróxido de hidrógeno. (Fuente propia del autor).

Se dejó el gel permanecer sobre la superficie dental por 15 minutos desde el inicio de su aplicación, y posteriormente con la ayuda de un explorador se movió el gel sobre los dientes de tres a cuatro veces para liberar eventuales burbujas de oxígeno generadas y renovar así el mejor contacto posible del gel con los dientes.



**Figura N° 13:** Remover el gel de peróxido de hidrogeno. (Fuente propia del autor).

Al final del tiempo, se procedió a limpiarlos con una torunda de algodón y agua destilada; se volvió a aplicar el producto por dos periodos más de 15 minutos. Finalmente se lavó los dientes, y se aplicó DESENSIBILIZE KF2% por 10 minutos, según como indica el fabricante y enseguida se realizó el pulido de los dientes con discos de fieltro. Para ser almacenados el resto del día en suero fisiológico.



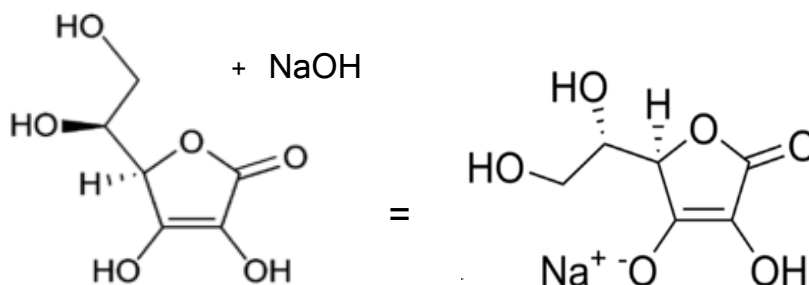
**Figura N° 14:** Retiro del gel de peróxido de hidrogeno.  
(Fuente propia del autor).

**4.4.3.4. Aplicación del Antioxidante:** Terminado el clareamiento dental, solo el grupo C fue tratado con ascorbato de sodio al 10% durante 10min. Para ello, el profesor Alfredo Quispe encargado del laboratorio de química orgánica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, preparó la solución de Ascorbato de Sodio al 10% por proceso de disolución a partir del ácido ascórbico e hidróxido de sodio, mediante técnica de

neutralización iónica y secación por cámara secador según la siguiente proporción:

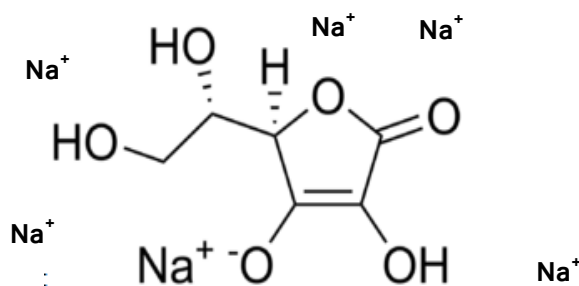
1 mol de ácido ascórbico = 1 mol de hidroxilo de sodio

En tal la reacción según formula desarrollada se explica del modo siguiente:



**Figura N° 15:** Reacción de Ácido ascórbico e hidróxido de sodio. (Fuente propia del autor)

En su forma diluida se libera el radical Na<sup>+</sup>, generando un extremo reductor en el ascorbato de sodio, el cuales produce el efecto antioxidante.



**Figura N° 16:** Ascorbato de sodio en solución. (Fuente propia del autor)

La molécula de sodio desplaza a un H y forma ascorbato de sodio + agua, en su forma sólida.

Mediante el anterior mecanismo se preparó ascorbato de sodio al 90% de pureza. Del cual se empleó 22,22mg para ser disuelto en 200mg de agua destilada; y obtener la concentración de 10%.



**Figura N° 17:** Presentación de Ácido Ascórbico 1Kg.  
(Fuente propia del autor)



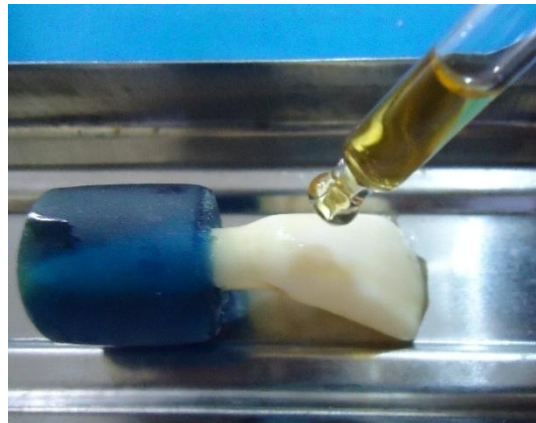
**Figura N° 18:** Tratamiento de Ascorbato de Sodio 90%. (Fuente propia del autor)





**Figura N° 19:** Preparación de solución de Ascorbato de Sodio al 10%.  
(Fuente propia del autor)

Este se aplicó con una gotero, gota a gota con una velocidad de 1ml por minuto sobre la superficie de esmalte de las caras vestibular y lingual de las piezas bovinas; se agitó continuamente con un microbrush. Transcurridos los 10 minutos se enjuagó las superficies del esmalte con agua destilada por 30 segundos.



**Figura N° 20:** Aplicación de Ascorbato de Sodio al 10%. (Fuente propia del autor).

**4.4.3.5. Tallado de cavidad:** El tallado de las cavidades fue realizado por un solo operador, en una sola sesión todas las muestras de los cuatro grupos.

Para este procedimiento las muestras del grupo A fueron conservadas en suero fisiológico hasta el presente procedimiento, las muestras del grupo B fueron tratadas con peróxido de hidrogeno al 35%, las muestras del grupo C fueron tratadas con peróxido de hidrogeno al 35% y posterior a ello una aplicación de ascorbato de sodio al 10%; las muestras del grupo D fueron tratadas con peróxido de hidrogeno al 35% y luego conservadas en suero fisiológico durante 7 días.

Se realizaron cavidades clase V en la cara lingual de las piezas dentales del modo siguiente:

De dimensión de 2mm en sentido mesiodistal, 2mm en sentido cervico-incisal/oclusal y de 1,5 de profundidad, por medio de piedras de dimanantetigger calibradas, empleando una para cada 5 tallados.



**Figura N° 21:** Fresa calibrada, Tigger.

(Fuente propia del autor).





**Figura N° 22 :** Tallado de cavidad con piedra de diamante calibrada. (Fuente propia del autor).

**4.4.3.6. Restauraciones con Resina Compuesta en cara lingual:** Los grupos A, B,C y D se restauraron sobre el tallado realizado en la cara lingual.

Se procedió a aplicar ácido grabador al 37% (Acido GEL 37%- Condicionador Dental. MAQUIRA) en toda la cavidad durante 15 segundos, transcurrido ese tiempo se retiró el ácido con una torunda y se lavó 15 segundos con agua destilada aplicada con una jeringa.



**Figura N° 23:** Aplicación de Ácido grabador al 37%.  
(Fuente propia del autor)

Se secó la superficie de la cavidad con una torunda de papel tissue y un leve aire de la jeringa triple.

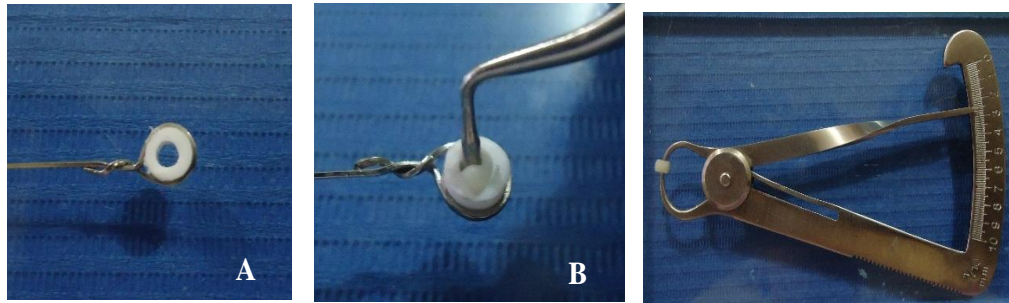
Se procedió a aplicar el adhesivo OPTIBOND S KERR de solvente orgánico con ayuda de un microbrush de color amarillo durante 3 segundos, se aplicó levemente aire de la jeringa triple y se fotopolimerizó durante 20 segundos por medio de la lámpara de luz halógena inalámbrica (LITE Q LD-107).

Posteriormente se aplicó la resina nanohíbrida “HERCULITE Précis KERR (Enamel A1)” por medio de 2 incrementos oblicuos de 1,5 mm en promedio y se procedió a fotopolimerizar durante 30 segundos en cada incremento.

Y finalmente se pulió la resina con gomas de tres granos diferentes, montadas en micromotor.

#### **4.4.3.7. Restauraciones con Resinas Compuesta en cara**

**Vestibular:** Los cuatro grupos recibieron un bloque de resina adherida en la cara vestibular. Para ello se prepararon cilindros de resina, por medio de una matriz de plástico, de proporciones de 2,5 mm de diámetro y 3mm de alto.



**Figura N° 24:** A. Matriz de cilindro de resina, B. Preparación del cilindro de resina y C. Cilindro desmontado y calibrado. (Fuente propia del autor).

La aplicación de composite, se hizo previo posicionamiento de una matriz de plástico que delimita la zona de trabajo que tiene 4mm de diámetro.

En la cara más recta y regular de la superficie de esmalte forme un ángulo de 90° con la base del cilindro, para efectuar de manera más fiable las pruebas mecánicas tensionales.

Se procedió a aplicar ácido grabador al 37% (Ácido GEL 37%- Condicionador Dental. MAQUIRA) en toda la cavidad durante 15 segundos; según indicación del fabricante, transcurrido ese tiempo se retiró el ácido con una torunda de algodón y se lavó durante 15 segundos con agua destilada aplicada con una jeringa de 20ml.



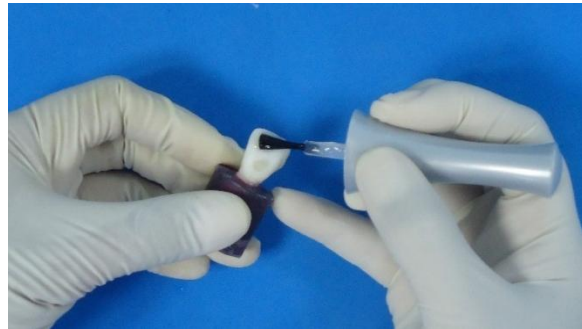
**Figura N° 25:** Aplicación de ácido grabado al 37% en superficie vestibular. (Fuente propia del autor).

Se secó la superficie de la cavidad con una torunda de papel tissue y un leve aire de la jeringa triple.

Se aplicó el adhesivo OPTIBOND S KERR, seguido de 2 cortos y moderados chorros de aire, hasta que desapareció la apariencia “lechosa” y la superficie se tornó brillante, la misma que quedó imperturbable por 15 segundos, seguido de secado con aire ligero por 5 segundos para evaporar el solvente.

Se posicionó el cilindro de resina (HERCULITE PRECIS KERR) y se fotocuro por 20 segundos.

**4.4.3.8. Aplicación de barniz y conservación:** Terminada las restauraciones por la caras vestibular y lingual, se aplicó una capa de barniz de uñas transparente en toda la pieza dental, excepto dos milímetros antes de las restauraciones. Una vez seco el barniz las muestras fueron conservadas en suero fisiológico a temperatura ambiente durante 24 horas.



**Figura N°26:** Aplicación de barniz transparente.  
(Fuente propia del autor).

#### 4.4.3.9. Termociclado:

Para este procedimiento se adaptó un conservador de alimentos de una casa rodante, con algunos aditamentos como: dos motores pequeños de pecera para mantener en movimiento del agua y asemejar condiciones intrabucales.



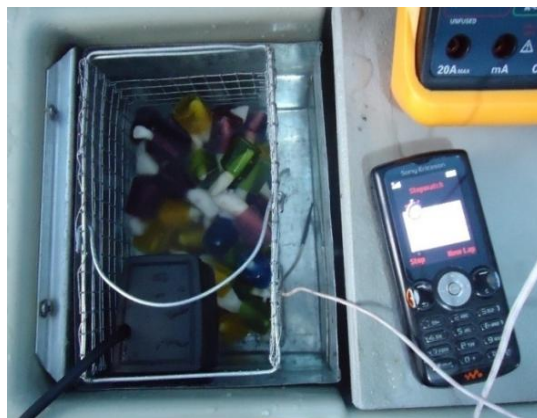
**Figura N° 27:** Termociclador acondicionado para el estudio. (Fuente propia del autor).

Se realizaron 80 ciclos, que comprendió cada ciclo de 3 minutos, 1 minuto de  $5^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , 1 minuto  $55^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , y un intermedio de 1 minuto en agua a  $37^{\circ}\text{C}$ , la temperatura se controló mediante un termómetro electrónico.



**Figura N° 28:** Termómetro electrónico. (Fuente propia del autor).

Los tiempos se controlaron con un cronómetro digital de celular (Sonny Ericsson W810).



**Figura N° 29:** Temporizador de celular para medición de tiempos de termociclado. (Fuente propia del autor).





**Figura N° 30:** Termociclado de muestras. (Fuente propia del autor).

**4.4.3.10. Corte de muestras:** Terminado el termociclado se procedió a separar las coronas de las raíces, y cortar las piezas en sentido mesio-distal, con disco de acero biactivos montados en de micromotor.



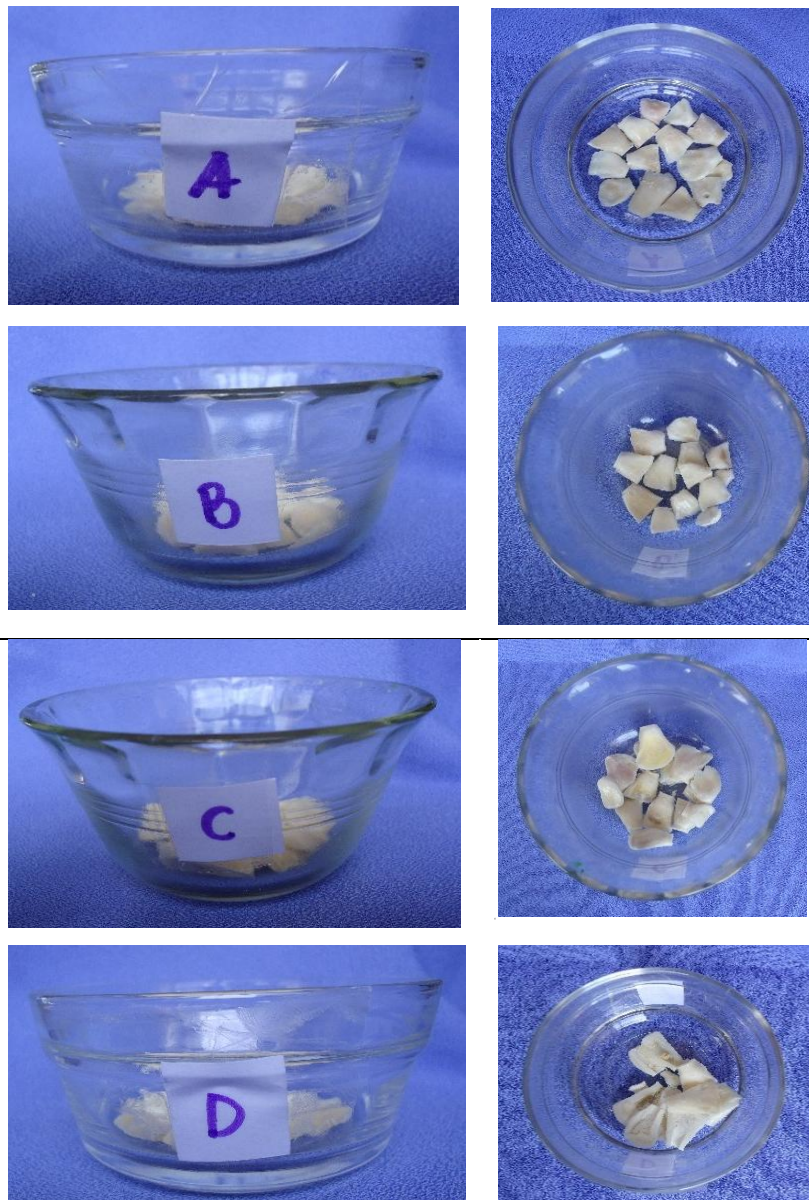
**Figura N° 31:** Disco de acero y mandril para micromotor. (Fuente propia del autor).



**Figura N° 32:** Muestras cortadas y codificadas en recipientes. (Fuente propia del autor).

**4.4.3.11. Tinción con Azul de Metileno al 2%:** La porción de las caras linguales de los cuatro grupos fueron colocadas en recipientes de vidrio y distribuidas según grupos, luego de haber aplicado una segunda capa de barniz de uñas en la cara posterior a la restauración.





**Figura N° 33:** Muestras preparadas para tinción con azul de metileno. (Fuente propia del autor).

Se sumergieron en azul de metileno al 2% a 37°C en una estufa por 24 horas, las muestras estarán constantemente en la misma solución. Transcurrido este tiempo se lavaron con agua destilada y fueron secadas con papel toalla.

**4.4.3.12. Evaluación de Microfiltración:** Se procedió a cortar las muestras en sentido vestíbulo lingual/palatino, por medio de discos biactivo de acero montado en micromotor a baja velocidad e irrigados con agua mediante una jeringa.

Luego fueron lavados con agua corriente, secados en papel toalla y colocados en recipientes de plásticos por cada grupo de muestra, rotulados según letras del grupo (A, B, C y D) y número de muestra del 1 al 15.

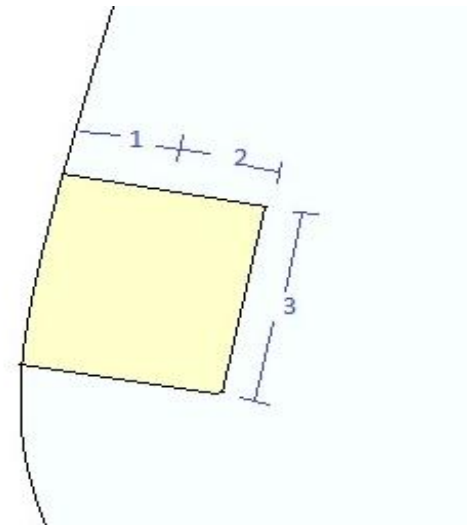


**Figura N° 34:** Muestras sumergidas en azul de metileno al 2% (Fuente propia del autor)

Posteriormente cada muestra fue evaluada individualmente, con un microscopio estereoscópico a 40x aumentos.

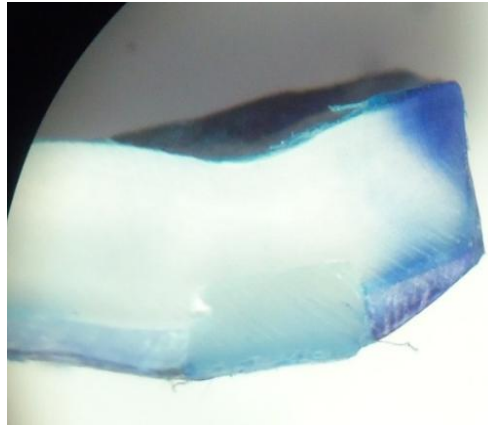
La microfiltración fue evaluada con un método cualitativo de la penetración del agente colorante, asignando un valor determinado dependiendo del grado de penetración, basándose en la siguiente escala:

- Grado 0: Sin filtración
- Grado 1: Se extiende hasta la mitad de la restauración en la pared ocluso-gingival (Menor de 1.25mm)
- Grado 2: Se extiende hasta la pared ocluso-gingival (Más de 1.25mm)
- Grado 3: Incluye la pared axial.

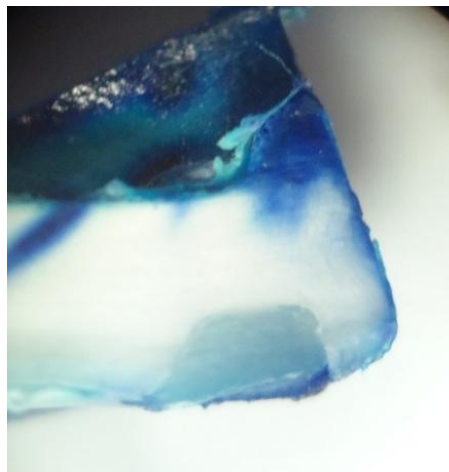


**Figura N° 35:** Esquema de grados de microfiltración.  
(Fuente propia del autor).

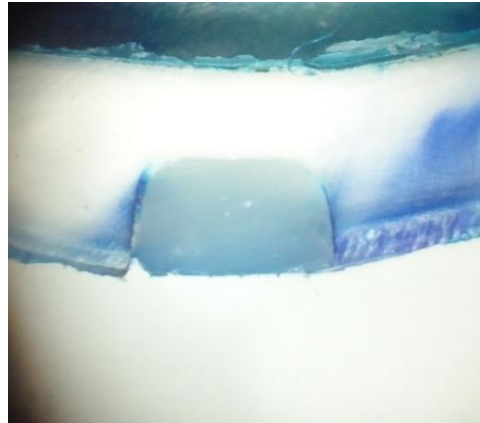
Posterior a ello, se anotaron los resultados de cada muestra en la ficha elaborada para este fin.



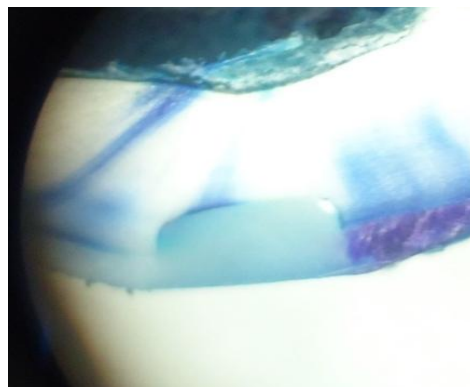
**Figura N° 36:** Microfiltración marginal grado 0. (Fuente propia del autor).



**Figura N° 37:** Microfiltración marginal grado 1. (Fuente propia del autor).



**Figura N° 38:** Microfiltración marginal grado 2. (Fuente propia del autor).



**Figura N° 39:** Microfiltración marginal grado 3. (Fuente propia del autor).

#### **4.4.3.13. Evaluación de Fuerzas de cizallamiento:**

La porción vestibular de la muestras se prepararon para el ensayo de resistencia a fuerzas de cizallamiento, mediante una máquina de ensayos “aplicador de fuerzas puntuales”. Las muestras se incluyeron en un bloque de acrílico de autocurado de 3x2x1 cm.





**Figura N° 40:** Bloque de acrílico con muestras para ensayo de resistencia de fuerzas de cizallamiento.  
(Fuente propia del autor).

Las muestras preparadas para este ensayo (aquellas que poseen un cilindro de resina adherido en vestibular de 2.5mm y 3 mm de alto) fueron colocadas en un dispositivo diseñado para esta investigación, el cual se sujeta en la rama superior y posiciona la muestra en la máquina de ensayos “aplicador de fuerzas puntuales”.



**Figura N° 41:** Muestra montada para ensayo con aplicador de fuerzas puntuales. (Fuente propia del autor).

Mediante una máquina de ensayos “aplicador de fuerzas puntuales” se aplicó fuerzas tensionales a velocidad de 1 milímetro/minuto, la cual indicó el valor en newtons de la fuerza necesaria para desprender el cilindro de resina del tejido dental, para luego convertirla a megapascales.

Esta medida obtenida en Newtons será convertida en pascales:

$$1 \text{ pascal (Pa)} = 1 \text{ newton por metro cuadrado (N/m}^2\text{)}$$

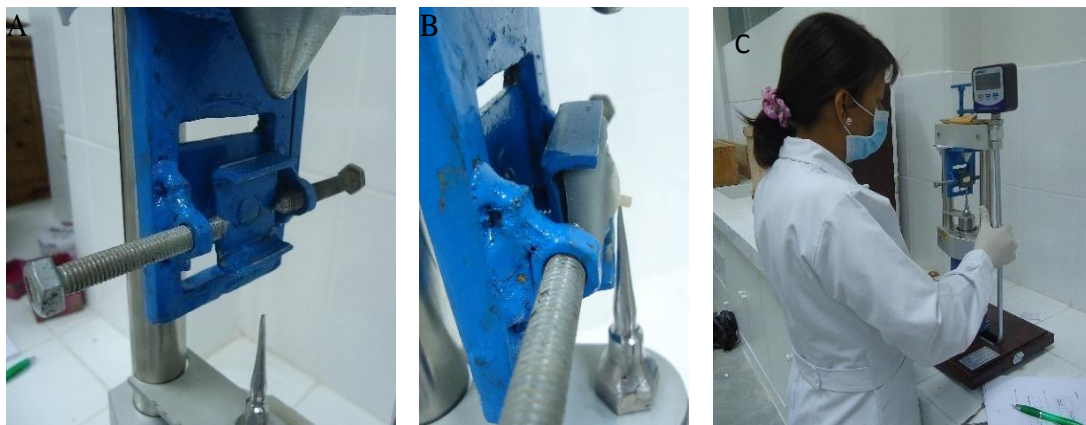
**Donde:**

N= Resultado obtenido

$m^2$ = Área de cilindro (4.7124 mm<sup>2</sup>)

Y esto a su vez a Mega pascales:

$$1 \text{ pascales} = 0.000001 \text{ Megapascales}$$



**Figura N° 42:** Ensayo de resistencia a fuerzas de cizallamiento. A. Aditamento para posicionamiento, B. Muestra montada, C. Ejecución de ensayo. (Fuente propia del autor).

**CAPÍTULO V:**  
**PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE**  
**DATOS**



## **CAPÍTULO V: PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

### **5.1. MATERIAL**

#### **5.1.1. Para la recolección del grupo de estudio:**

- Envase de vidrio
- Suero fisiológico al 0,9%
- Pinza
- Guantes
- Barbijos

#### **5.1.2. Preparación de muestras:**

- Acrílico transparente autocurado
- Tinte para acrílico transparente
- Mango de bisturí y hoja de bisturí n°15
- Silicona pesada
- Espátula de cera.
- Campos descartables
- Mandil, barbijo y guantes.

#### **5.1.3. Para el tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35%:**

- Campos descartables
- Kit de clareamiento (Marca FGM, producto WHITENESS HP MAXX).
- Lámpara de luz halógena para clareamiento Bright Maxx de marca MMOptics
- Espátula de plástico
- Gomas de pulido
- Algodón

- Trípode dental
- Mandil, barbijo y guantes

**5.1.4. Para la aplicación de antioxidante:**

- Ácido ascórbico (LINROS INSUMOS)
- Campo descartable
- Guantes
- Pinzas
- Gotero
- Torundas de algodón

**5.1.5. Para la aplicación de restauración adhesiva**

- Campo descartable
- Unidad dental (FareDent)
- Pieza de mano de alta velocidad (UNIKE CAVO)
- Piedras de diamante grano medio “marcadores de profundidad TIGGER MDT
- Ácido fosfórico (Acido gel 37%. MAQUIRA )
- Adhesivo dental (Opti bond S - KERR)
- Resina de fotocurado (Herculite Precis Enamel A1 - KERR )
- Lámpara de luz halógena led Q LD-107
- Microbush
- Trípode dental
- Base para posicionar muestras

**5.1.6. Para la conservación de las primeras 24 horas**

- Suero fisiológico 0.09%
- Envase de plástico
- Pinza de algodón

**5.1.7. Para el termociclado:**

- Conservador de alimentos
- Motores pequeños de pecera
- Hervidor eléctrico
- Bolsa de cubos de hielo
- Termómetro eléctrico (Voltímetro CHALIMEX)
- Rejillas de metal
- Cronómetro de celular SONY ERICSSON W810

**5.1.8. Corte de muestras**

- Micromotor
- Discos de acero biactivos
- Mandril
- Unidad dental
- Tapers rotulados
- Barniz de uñas transparente

**5.1.9. Para el análisis de fuerzas de cizallamiento**

- Recipiente de plástico
- Base metálica (fabricada para el estudio)
- Medidor de fuerzas puntuales
- Guantes descartables
- Mandil
- Púa metálica (fabricada para el estudio)
- Cámara fotográfica digital SONY CYBER-SHOT

## 5.2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

### 5.2.1. Ubicación Espacial:

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Tacna, en la Clínica Docente Odontológica, en el Laboratorio de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, y en el laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la universidad Privada de Tacna

Así como en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Escuela Profesional de Física y la Escuela Profesional de Química de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Y la clínica dental “SONREIR” de la Dra. Carmen Lazo Cama.

### 5.2.2. Unidades de Estudio:

Para la presente investigación se seleccionaron 60 piezas dentales bovinas (incisivos) extraídos. Cada muestra de cada grupo se enumeró del 1 al 15.

- **Grupo A:** Grupo Control - Resina Compuesta  
15 piezas dentales con restauración adhesiva en cavidad clase V en la cara lingual y adhesión de un cilindro de resina en la cara vestibular.
  
- **Grupo B:** Peróxido de hidrogeno 35% + Resina (< 1 día)  
15 piezas dentales recibirán restauración adhesiva en cavidad clase V en la cara lingual y adhesión de un cilindro de resina en la cara vestibular en un tiempo menor a 1 día posterior al tratamiento con peróxido de hidrogeno al 35%.

- **Grupo C:** Peróxido de hidrogeno + Ascorbato de sodio + Resina (< 1 día)  
15 piezas dentales recibirán restauración adhesiva en cavidad clase V en la cara lingual y adhesión de un cilindro de resina en la cara vestibular en un tiempo menor a un día después del tratamiento con peróxido de hidrogeno al 35%.
  
- **Grupo D:** Peróxido de hidrogeno + Resina (7 días)  
15 piezas dentales recibirán restauraciones adhesivas en cavidades clase V en la cara lingual y adhesión de un cilindro de resina en la cara vestibular, 7 días posterior a el tratamiento con peróxido de hidrogeno al 35%.

### **5.3. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS**

#### **5.3.1. A nivel de sistematización**

##### **5.3.1.1. Tipo de Procesamiento de Datos:**

- Matriz de registro y control computarizado

##### **5.3.1.2. Plan de Operaciones**

Clasificación de datos:

- Recuentos y codificación
- Análisis: utilizando tablas de frecuencia simple y medidas de tendencia central.
- Cuadros para poder analizar los daños obtenidos
- Gráficos: barras de error al 95% de confianza.

### **5.3.2. A nivel de datos de estudio**

**5.3.2.1. Modalidades Interpretativas:** Para las pruebas de cizallamiento se empleó una máquina de ensayos “aplicador de fuerzas puntuales” con el cual se obtuvieron valores expresados en newtons (N), los cuales fueron convertidos en megapascales (Mpa) con el fin de valorar la resistencia a fuerzas de cizallamiento de las muestras.

Para la evaluación del grado de microfiltración marginal, se empleó un microscopio estereoscópico con aumento 40x, por medio del cual se observó la microfiltración marginal según grados (de 0 a 3).

## **RESULTADOS**

**TABLA N° 1**  
**DISTRIBUCIÓN DE MUESTRAS EN GRUPOS DE ESTUDIO**

<b>GRUPOS DE ESTUDIO</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Grupo A</b>	Resina	15	25.0%
<b>Grupo B</b>	Peroxido de hidrógeno 35% + Resina (< 1 día)	15	25.0%
<b>Grupo C</b>	Peroxido de hidrógeno 35% + Ascobato de sodio 10% + Resina (<1día)	15	25.0%
<b>Grupo D</b>	Peroxido de hidrogeno 35% + Resina (7 días)	15	25.0%
<b>Total</b>		60	100.0%

Fuente: Ficha de control

En la tabla n°1 se observa la distribución de 60 muestras que fueron seleccionadas según los criterios de inclusión y exclusión, las cuales fueron asignadas en cuatro grupos en forma equitativa de 25% cada uno, según como sigue:

El Grupo A (grupo control) comprendió en 15 piezas dentales que recibieron resina compuesta a modo de una restauración en una cavidad clase V en la cara lingual y la adhesión de un bloque de resina en la cara vestibular.

El Grupo B (Peróxido de hidrógeno al 35% + Resina <1día) comprendió en 15 piezas dentales que fueron tratadas con peróxido de hidrógeno al 35% y en un tiempo menor a un día recibieron resina compuesta a modo de una restauración en una cavidad clase V en la cara lingual y la adhesión de un bloque de resina en la cara vestibular.

El Grupo C (Peróxido de hidrógeno + Ascorbato de sodio + Resina <1día) comprendió en 15 piezas que fueron tratadas con peróxido de hidrógeno al 35%, en un tiempo menor a un día se les aplicó ascorbato de sodio al 10% e



inmediatamente después recibieron resina compuesta a modo de una restauración en una cavidad clase V en la cara lingual y la adhesión de un bloque de resina en la cara vestibular.

El Grupo D (Peróxido de hidrógeno + Resina (7 días) comprendió en 15 piezas dentales que fueron tratadas con peróxido de hidrógeno al 35%, se conservaron en suero fisiológico durante siete días y luego recibieron resina compuesta a modo de una restauración en una cavidad clase V en la cara lingual y la adhesión de un bloque de resina en la cara vestibular.

**TABLA N° 2**  
**PROMEDIO DE RESISTENCIA A FUERZAS DE CIZALLAMIENTO**  
**SEGÚN GRUPOS DE ESTUDIO**

PRUEBA DE CIZALLAMIENTO	GRUPOS DE ESTUDIO			
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Media	22.47	11.11	17.07	18.33
Mínimo	14.00	6.00	9.00	8.00
Máximo	38.00	17.00	27.00	31.00
Desviación típica	7.18	3.89	5.98	6.26

p=0.000

Fuente: Ficha de Recolección de Datos

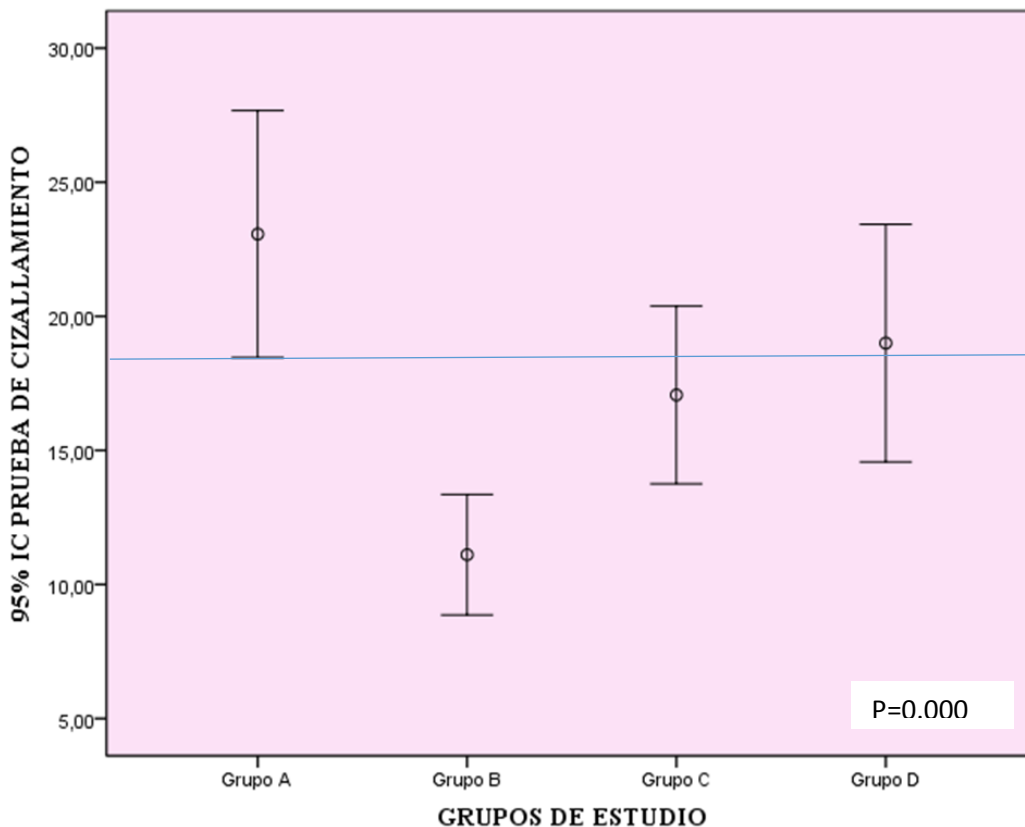
**Observaciones:** En el grupo B se ensayaron solo 14 muestras, debido a que una de ella se desprendió por sí sola durante el termociclado.

En la tabla n° 2 se observa los valores mínimos, máximos y media de los grupos de estudio; grupo A, grupo B, grupo C y D; respecto a los resultados de pruebas de cizallamiento.

El promedio de resistencia al cizallamiento encontrada en el grupo A, fue de 22.47 Mpa con valor mínimo de 14Mpa y valor máximo de 38 Mpa. El promedio de resistencia al cizallamiento encontrada en el grupo B fue de 11.11 Mpa; con valor mínimo de 6Mpa y valor máximo de 17 Mpa.

El promedio de resistencia al cizallamiento encontrada en el grupo C, fue de 17.07 Mpa; con valor mínimo de 9Mpa y valor máximo de 27 Mpa. El promedio de resistencia al cizallamiento encontrada en el grupo D, fue de 18.33 Mpa; con valor mínimo de 8Mpa y valor máximo de 31 Mpa.

**GRÁFICO N° 1**  
**COMPARACIÓN DE RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO SEGÚN**  
**LOS GRUPOS DE ESTUDIO**



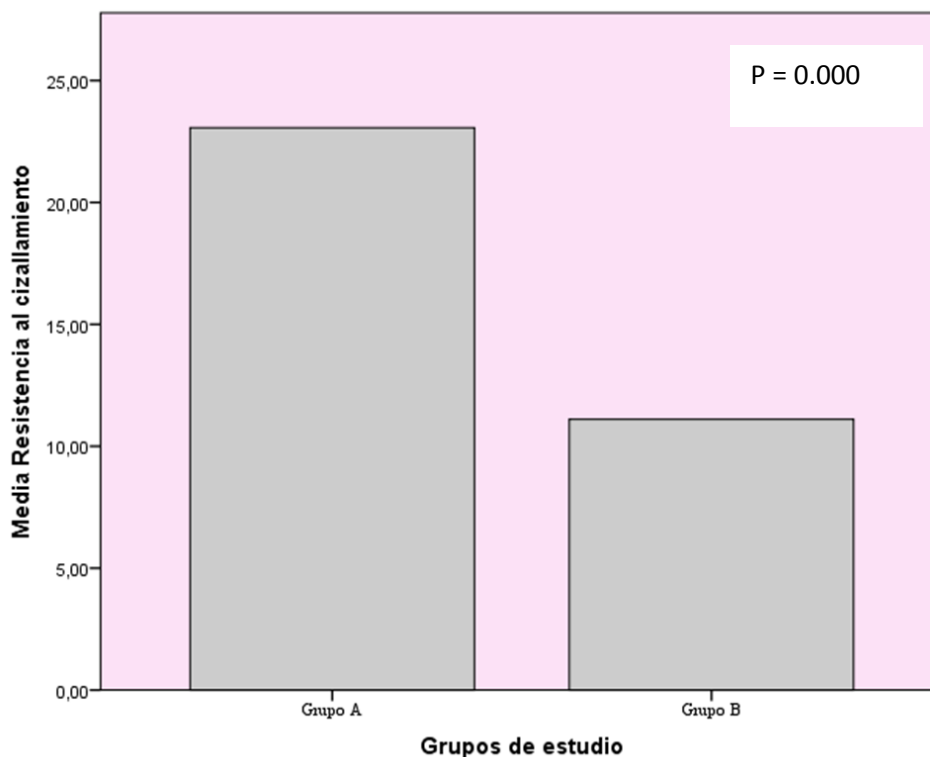
En el gráfico n°1 se observa la distribución de los resultados de la prueba de cizallamiento según grupos de estudio con un intervalo de confianza de 95%, que indica que hay diferencia significativa ( $P=0.000$ ) en los resultados de los cuatro grupos de estudio.

El grupo B, al cual se aplicó peróxido de hidrógeno al 35% y la adhesión de una resina en un tiempo menor a un día, muestra una significativa disminución de la resistencia a fuerzas de cizallamiento respecto a los demás grupos.

Mientras que el grupo C y D muestran resultados con valores similares; aunque el valor promedio del grupo D supera al valor mínimo del grupo A (control). Comprobando que respecto al grupo control; el grupo D, en el cual se realizó la adhesión de resina compuesta 7 días después del clareamiento, tuvo mejor desempeño que el grupo C, el cual recibió el tratamiento con ascorbato de sodio al 10% entre la aplicación de peróxido de hidrógeno y la adhesión de resina compuesta.

## GRÁFICO N° 2

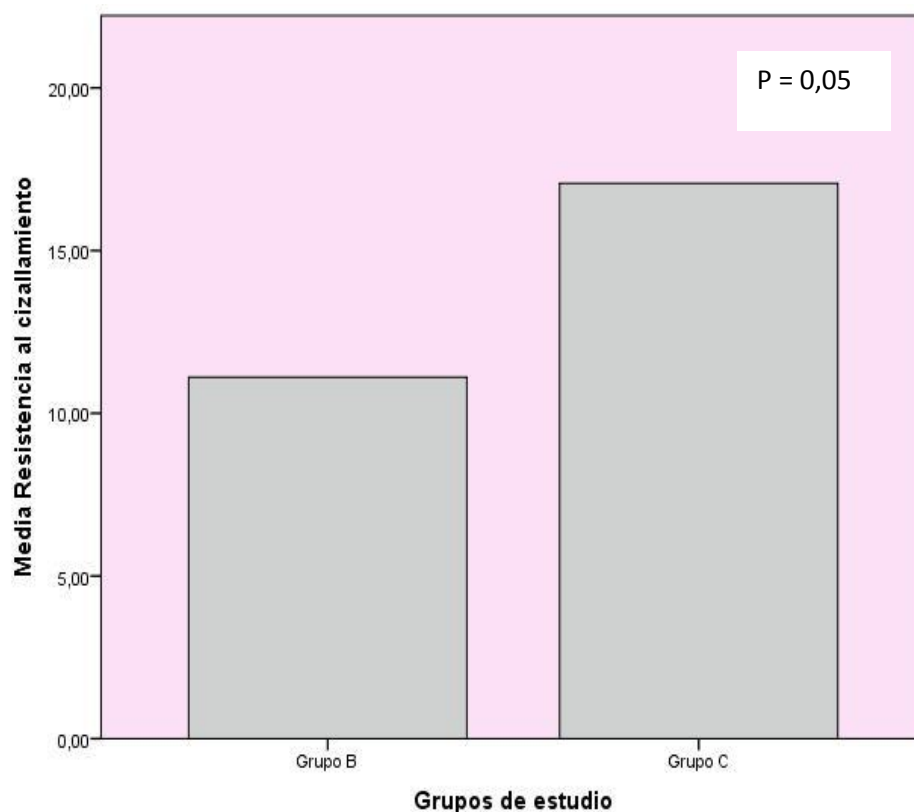
### COMPARACIÓN DE RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO SEGÚN LOS GRUPOS DE ESTUDIO: GRUPO A (RESINA) Y GRUPO B (PRÓXIDO DE HIDRÓGENO + RESINA <1DÍA)



En el gráfico n°2 se observan los promedios de los grupos A (Resina) a modo control y Grupo B (Peróxido de Hidrógeno + Resina < 1 día), señalando que el tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35% provoca disminución significativa ( $p=0.000$ ) en la resistencia al cizallamiento de resinas compuestas realizadas inmediatamente después al clareamiento.

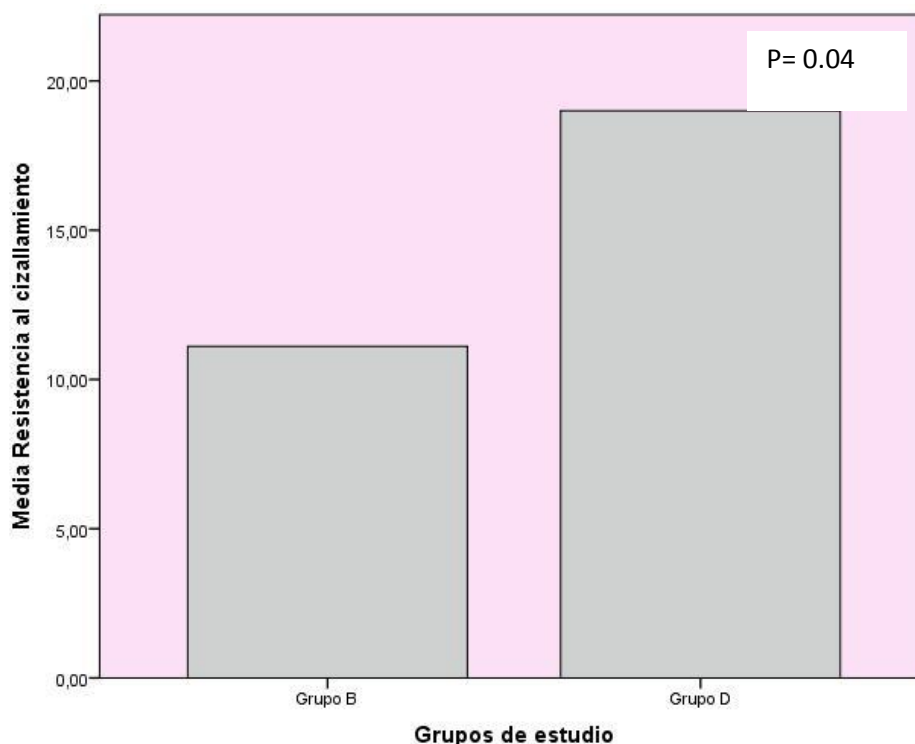
### GRÁFICO N° 3

#### COMPARACIÓN DE RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO SEGÚN APLICACIÓN DE ANTIOXIDANTE: SIN APLICACIÓN (GRUPO B) Y CON APLICACIÓN (GRUPO C)



En el gráfico n° 3 se observan los promedios del grupo B (Peróxido de hidrógeno + Resina < 1día) y grupo C (Peróxido de hidrógeno + Ascorbato de sodio + Resina < 1día); señalando que la aplicación de ascorbato de sodio al 10% presenta diferencias significativas ( $p=0,05$ ) respecto al grupo que no recibió la aplicación de ascorbato de sodio, en ensayos de resistencia al cizallamiento.

**GRÁFICO N° 4**  
**COMPARACIÓN DE RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO SEGÚN TIEMPO ENTRE CLAREAMIENTO Y ADHESIÓN: MENOR A 1 DÍA (GRUPO B) E INTERVALO DE 7 DÍAS (GRUPO D)**

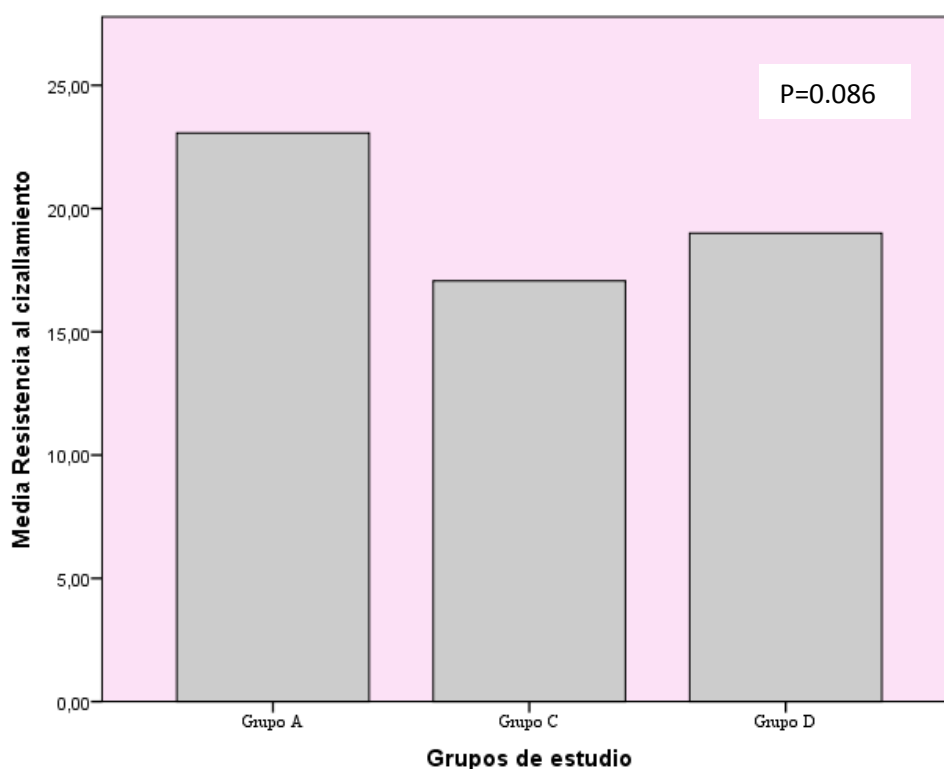


En el gráfico n° 4 se observan los promedios del grupo B (Peróxido de hidrógeno + Resina < 1día) y grupo D (Peróxido de hidrógeno + Resina 7 días); señalando que un intervalo de 7 días presenta diferencias significativas ( $p=0,04$ ) respecto al grupo menor a un día, en ensayos de resistencia al cizallamiento.



### GRÁFICO N° 5

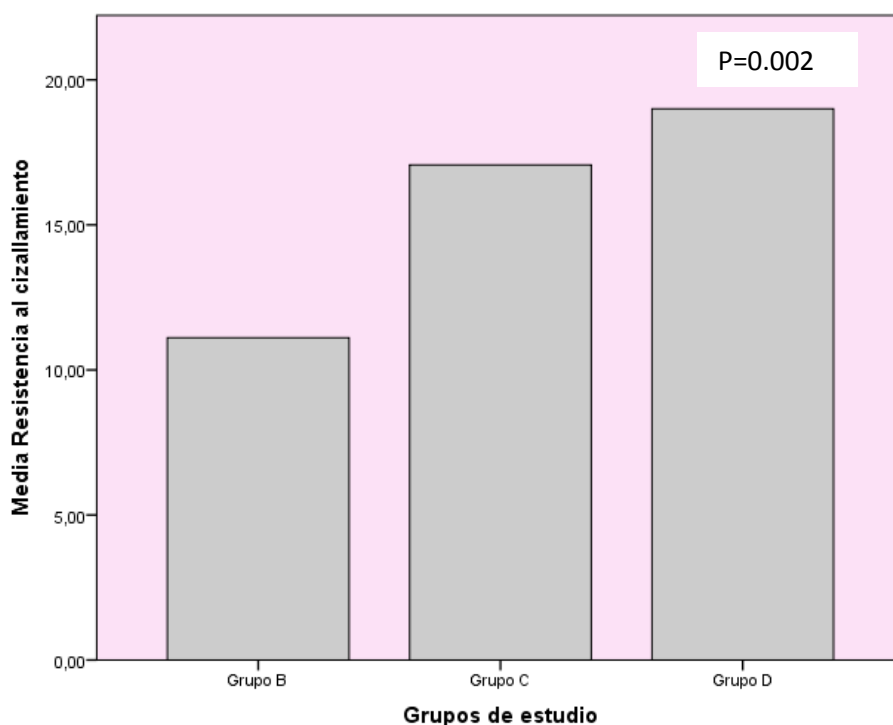
**COMPARACIÓN DE RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO SEGÚN LOS GRUPOS DE ESTUDIO: GRUPO A (CONTROL), GRUPO C (PERÓXIDO DE HIDRÓGENO + ASCORBATO DE SODIO + RESINA <1DÍA) Y GRUPO D (PERÓXIDO DE HIDRÓGENO + RESINA 7DÍAS)**



En el gráfico n°5 se observan los promedios de los grupos A (Resina) a modo control, Grupo C (Peróxido de Hidrógeno+ Ascorbato de sodio+ Resina < 1 día) y Grupo D (Peróxido de Hidrógeno+ Resina < 7 días); señalando que el tratamiento con ascorbato de sodio al 10% y un intervalo de 7 días, no presenta diferencias significativas ( $p=0.086$ ) en la comparación al grupo control, respecto a la resistencia al cizallamiento.

### GRÁFICO N° 6

#### COMPARACIÓN DE RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO SEGÚN TRATAMIENTO ENTRE CLAREAMIENTO Y ADHESIÓN: SIN TRATAMIENTO (GRUPO B), TRATAMIENTO CON ASCORBATO DE SODIO (GRUPO C) Y TRATAMIENTO DE INTERVALO DE 7 DÍAS (GRUPO D)



En el gráfico n°6 se observan los promedios de los grupos B (Peróxido de Hidrógeno+ Resina <1día), Grupo C (Peróxido de Hidrógeno+ Ascorbato de sodio+ Resina < 1 día) y Grupo D (Peróxido de Hidrógeno+ Resina < 7 días); señalando que el tratamiento con ascorbato de sodio al 10% y un intervalo de 7 días, presentan diferencias significativas ( $p=0.002$ ) en la resistencia al cizallamiento, en relación al grupo que recibió la resina compuesta inmediatamente después al tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35% y sin ser tratada con ascorbato de sodio al 10%.

**TABLA N° 3**  
**DISCREPANCIA DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE**  
**MICROFILTRACIÓN SEGÚN GRUPOS DE ESTUDIO**

GRADO DE MICROFILTRACIÓN	GRUPOS DE ESTUDIO								TOTAL	
	GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C		GRUPO D			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Sin filtración	5	33.3%	2	13.3%	6	40.0%	2	13.3%	15	100.0%
Grado I	7	38.9%	2	11.1%	4	22.2%	5	27.8%	18	100.0%
Grado II	2	18.2%	2	18.2%	4	36.4%	3	27.3%	11	100.0%
Grado III	1	6.3%	9	56.3%	1	6.3%	5	31.3%	16	100.0%
<b>Total</b>	15	25.0%	15	25.0%	15	25.0%	15	25.0%	60	100.0%

**P=0.032**

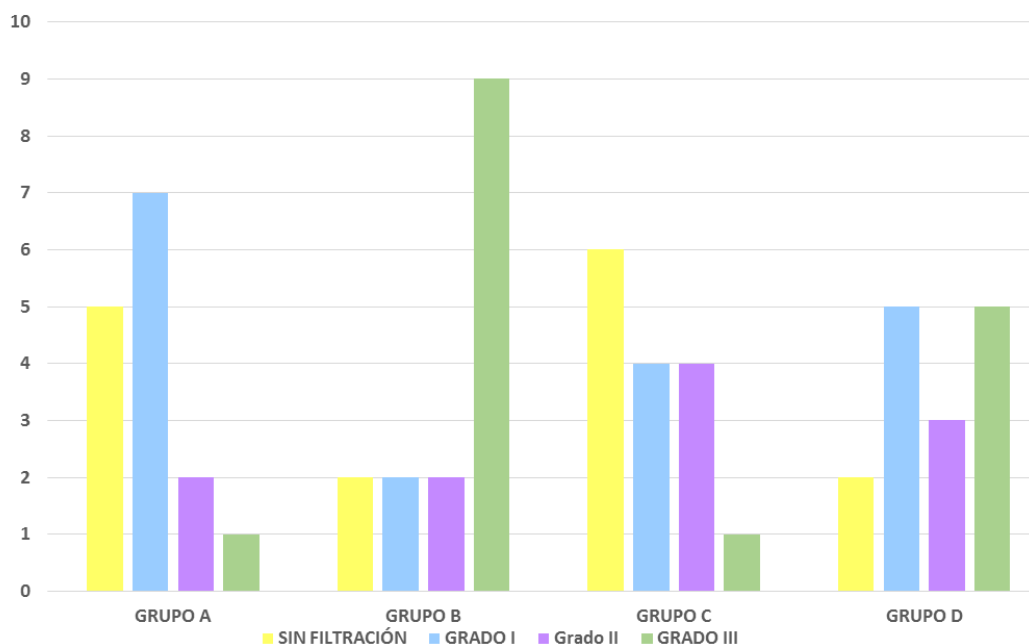
En la tabla n° 3 se muestran las frecuencias de los grados de microfiltración obtenidas en los grupos de estudio.

Demostrando que existen diferencias significativas ( $p=0.032$ ) en los grupos de estudio, siendo el grupo B diferente a los grupos A, C y D; en tanto que no se halló diferencias significativas entre los grupo A, C y D.

El grado de microfiltración marginal en el grupo A presentó grado I en el 38.9% de las muestras, el grupo B presenta grado III en el 56.3 % de las muestras, el grupo C no presentó microfiltración en el 40% de las muestras; y el grupo D presentó grado III y grado I en ambos porcentajes (33.3%).

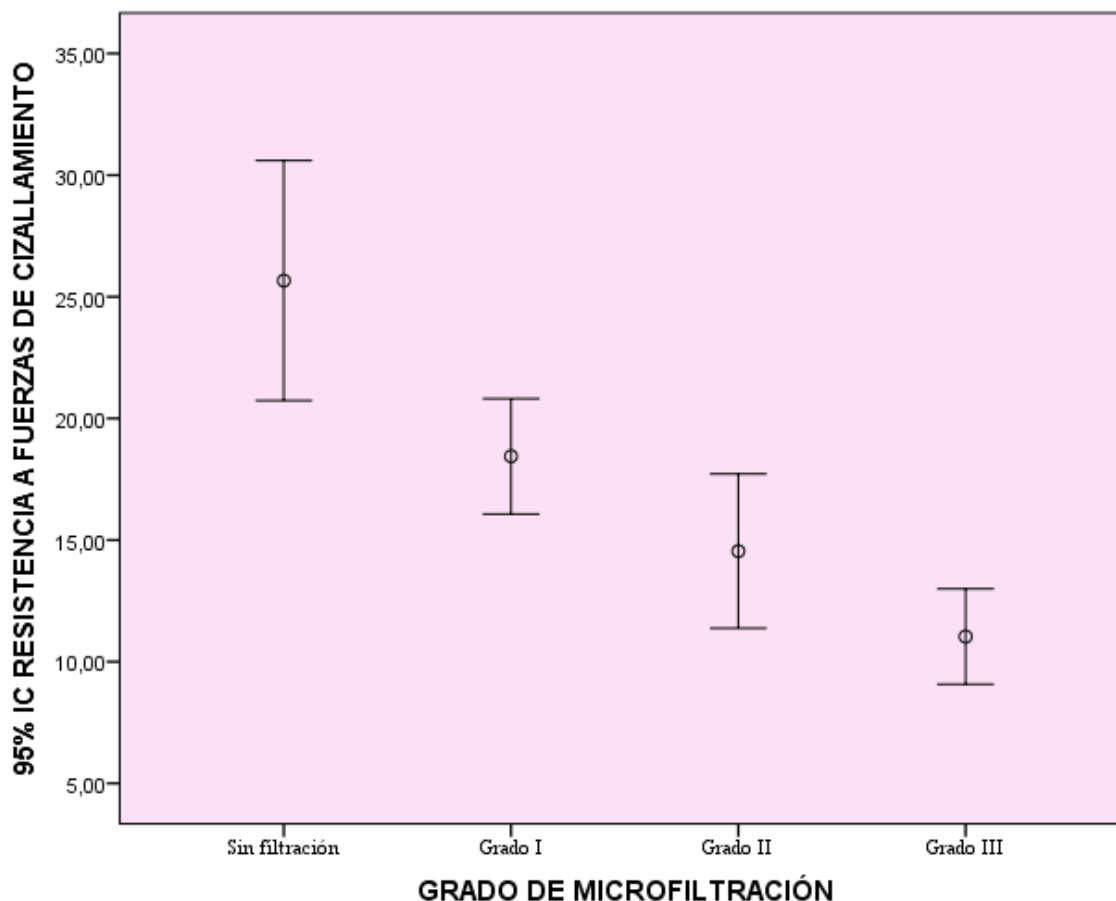
### GRÁFICO N° 7

#### COMPARACIÓN DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN DE LOS GRUPOS DE ESTUDIO



En el gráfico n°2 se observa la comparación entre los grados de microfiltración obtenidos de los cuatro grupos de estudio. Se observa que en el grupo A el grado de microfiltración marginal más frecuente es el grado 1, en el grupo B el grado de microfiltración marginal más frecuente es el grado 3, en el grupo C la mayor frecuencia se produjo en ausencia de microfiltración marginal, mientras que el grupo D el grado de microfiltración marginal más frecuente se encontró en el grado I y III.

**GRÁFICO N° 8**  
**RELACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO ENTRE EL GRADO DE MICROFILTRACIÓN**



En este gráfico podemos observar la relación de grados de microfiltración entre resistencia a fuerzas de cizallamiento a un intervalo del 95 % de confianza. Se muestra que a mayor grado de microfiltración la resistencia a fuerzas de cizallamiento disminuye, lo cual indica una relación inversamente proporcional entre ambos resultados.

## COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

**H<sub>1</sub>:** La resistencia a fuerzas de cizallamiento de una resina compuesta colocada después de 7 días al tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35% no tiene diferencia significativa respecto al efecto de ascorbato de sodio empleado inmediatamente después del tratamiento.

**X=** Resistencia al cizallamiento: Con intervalo de 7 días.

**Y=** Resistencia al cizallamiento: Con tratamiento de ascorbato de sodio

**H<sub>0</sub>: X ≠ Y**

**H<sub>1</sub>: X = Y**

**H<sub>2</sub>:** El grado de microfiltración de una resina compuesta colocada después de 7 días al tratamiento con peróxido de hidrogeno al 35% % no tiene diferencia significativa respecto al efecto de ascorbato de sodio empleado inmediatamente después del tratamiento.

**Z=** Grado de microfiltración: Con intervalo de 7 días.

**W=** Grado de microfiltración: Con tratamiento de ascorbato de sodio

**H<sub>0</sub> : Z ≠ W**

**H<sub>1</sub> : Z = W**

H<sub>1</sub>: Aceptar H<sub>1</sub>

Se logró demostrar con la prueba estadística de Diferencia de medias, que no existe diferencia significativa entre X y Y, ya que se encontró un valor P de 0.086 (Ver gráfico n° 5)

H<sub>2</sub>: Aceptar H<sub>1</sub>

Se demostró que no hay diferencia significativa entre Z y W. (Ver tabla N° 3)

Por tanto nuestras hipótesis quedan demostradas.

## **DISCUSIÓN**



## DISCUSIÓN

El clareamiento dental es uno de los tratamientos más solicitados en la actualidad en la consultad dental, por ser el procedimiento menos invasivo para mejorar la estética. El compuesto a partir del cual se produce el clareamiento dental es el peróxido de hidrógeno, en cual se difunde por el tejido dental y se disocia en radicales libres, estos radicales libres funcionan entonces rompiendo los dobles enlaces carbono-carbono que se encuentran en las manchas orgánicas de doble enlace en los dientes.

Por otro lado, el empleo de dientes bovinos en estudios in vitro se ha incrementado debido a razones éticas y de fácil acceso. Por ello la presente investigación ha utilizado muestras de origen bovino, por poseer características anatómicas, microscópicas estructurales y químicas, similares a la estructura dental.

Con el fin de simular condiciones orales se termociclaron las muestras del estudio, lo cual permitió el envejecimiento del material, debido a que el agua caliente acelera la hidrólisis de los componentes de la interfase; y el estrés generado en la interfase debido al mayor coeficiente de expansión térmica de las resinas compuestas en relación a la estructura dentaria.

La técnica de aplicación del gel de peróxido de hidrógeno, se realizó de acuerdo a las indicaciones del producto; considerando tiempo de aplicación, numero de aplicaciones y tiempo de activación mediante lámpara de luz halógena.

Respecto a la técnica de adhesión realizadas en la cara vestibular y lingual, se optó por seguir las instrucciones del fabricante proporcionados por el producto, por ser una técnica sugerida por la casa comercial para alcanzar los resultados garantizados por el fabricante.

El diseño y proporciones de los bloques de resina preparadas para el ensayo de resistencia al cizallamiento se establecieron teniendo en cuenta profundidad de fotocurado (no mayor a 4mm), espesor mínimo para alcanzar la resistencia a fuerzas tensionales esperada (mayor a 2mm) y tiempo de polimerización.

La elección del colorante es crucial al realizar pruebas de microfiltración, pues se debe tener en cuenta las características, pues los colorantes con pH ácidos y bajo peso molecular pueden mostrar falsos resultados debido a su interacción con en la interface resina-diente. En este estudio se empleó azul de metileno, por presentar características físicas y químicas cercanas a la saliva humana en relación a otros colorantes.

En el presente estudio comparamos el efecto antioxidante del ascorbato de sodio al 10% entre la influencia de un intervalo de siete días en resinas compuestas en dientes bovinos anteriores, mediante ensayo de resistencia a fuerzas de cizallamiento y evaluación del grado de microfiltración.

En base a nuestros resultados en el ensayo de resistencia a fuerzas de cizallamiento podemos señalar que; el peróxido de hidrógeno al 35% produce disminución significativa en resinas compuestas realizadas inmediatamente después; de 22.47Mpa (grupo control) a 11.11Mpa. Mientras que, los resultados del tratamiento intermedio de ascorbato de sodio al 10% durante 10 minutos alcanzo un valor promedio de 17.07 Mpa; y la influencia de un intervalo de 7 días entre la aplicación del peróxido de hidrógeno al 35 % y la realización de una resina compuesta, alcanzó 18.33 Mpa.

A diferencia de lo encontrado por GÖKÇE B. y col<sup>33</sup>. (2008), que realizaron una investigación comparativa del efecto del tratamiento antioxidante y el retraso (7 días) en la unión después del clareamiento con peróxido de carbamida en la resistencia al cizallamiento (SBS) de una resina en esmalte, y encontró que entre

los grupo tardío y el grupo control no hay diferencias significativas, mientras que el uso de ascorbato de sodio al 10 % si tuvo diferencias significativas respecto al grupo control, siendo fiable para invertir la resistencia de la unión comprometida. Esta diferencia en ambos estudios podría ser debido a que se empleó peróxido de carbamida en tiempos mayores en el estudio realizado por GÖKÇE.

Así como en el estudio FREIRE y col<sup>36</sup> (2012) mostraron que no hubo peróxido de hidrogeno después de 120 horas y que dos aplicaciones de AS al 35 % por un minuto cada una produjeron el mismo resultado, que el observado después de cinco días después del clareamiento sin ninguna aplicación de ascorbato de sodio (SA).

En estudios realizados por NIHAN GÖNÜLOL EDA GÜLER y col<sup>35</sup>. (2013) y JARAMILLO BETANCOURT<sup>37</sup> (2012) y RODRÍGUEZ y col<sup>22</sup> (2010) mostraron resultados similares, indicando que el efecto del ascorbato de sodio es un método eficaz para revertir la disminución de resistencia al cizallamiento comprometida a causa del efecto del peróxido de hidrógeno al 35%. Además en el estudio de Kunt<sup>34</sup> GE. (2011) se empleó ácido ascórbico al 10% como agente antioxidante, siendo este la forma ácida del ascorbato de sodio; y también se halló resultados similares al presente estudio.

Por otro lado, referente al factor tiempo los estudios de DIAS NEVES y col<sup>38</sup> (2012) y BITTENCOURT y col<sup>20</sup> (2010), hallaron resultados similares, demostrando que un intervalo de 7 días es suficiente para alcanzar valores de resistencia al cizallamiento adecuados o compatibles con el grupo control.

En base a nuestros resultados obtenidos en el presente estudio respecto al grado de microfiltración marginal; podemos señalar que el grado de microfiltración aumenta en resinas compuestas realizadas inmediatamente después al tratamiento con peróxido de hidrogeno, encontrándose en el 56.3 % de las muestras grado III.

Sin embargo, el tratamiento con ascorbato de sodio al 10% durante 10 minutos, mejora la microfiltración marginal (40% de las muestras no presentaron microfiltración), así como la influencia de un intervalo de 7 días entre ambos tratamientos mejora la microfiltración marginal (33.33% de las muestras grado III y 33.33% de las muestras grado I).

A diferencia de LLAMBÉS ARENAS<sup>41</sup> (2009), analizó la adaptación marginal que tienen los sistemas adhesivos autograbantes, cuando los tejidos dentarios han sido sometidos a un tratamiento con agentes clareadores, y encontró que la interfase producida por los adhesivos autograbantes, los patrones de grabado no muestran diferencias significativas entre los grupos clareados y los no clareados, pero sí se encuentran diferencias entre los adhesivos autograbantes y los de grabado total, siendo más profundos y presentando penetraciones de resina en la dentina más numerosas.

En los estudios ejecutados por MEJÍA AQUILES y col<sup>39</sup> (2010) y PEREIRA FUENTEALBA y col<sup>40</sup> (2010), al igual que en el presente estudio; mostraron que el tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35% aumenta el grado de microfiltración en resinas realizadas inmediatamente después al clareamiento; a pesar de indicar tiempos y concentraciones diferentes en el tratamiento con la tinción, 30 minutos en 2% de azul de metileno y 48 horas en 0.2% de azul de metileno respectivamente.

## **CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

Bajo la metodología dispuesta para el presente estudio se llegan a las siguientes conclusiones:

- La diferencia entre el efecto antioxidante del ascorbato de sodio al 10% y la influencia de un periodo de 7 días en resinas compuestas de dientes bovinos tratados con peróxido de hidrogeno al 35%, mediante ensayo de resistencia al cizallamiento y evaluación del grado de microfiltración no es significativa ( $p > 0.005$ ).
- La resistencia al cizallamiento de resinas compuestas realizadas inmediatamente después al tratamiento con peróxido de hidrogeno al 35% sin ascorbato de sodio es de 11.11 Mpa y con tratamiento intermedio de ascorbato de sodio es de 17.8 Mpa.
- El grado de microfiltración marginal de resinas compuestas realizadas inmediatamente después al tratamiento con peróxido de hidrogeno al 35% sin ascorbato de sodio presentó grado III en el 56.3 % de las muestras y con tratamiento intermedio de ascorbato de sodio no presentó microfiltración en el 40% de las muestras.
- La resistencia al cizallamiento de resinas compuestas realizadas inmediatamente después al tratamiento con peróxido de hidrogeno al 35% es de 11.11 Mpa y empleando un intervalo de 7 días entre ambos tratamientos es de 18.33 Mpa.

- El grado de microfiltración de resinas compuestas realizadas inmediatamente después al tratamiento con peróxido de hidrogeno al 35% presentó grado III en el 56.3% de las muestras y empleando un intervalos de 7 días entre ambos tratamiento presentó grado III y grado I en ambos porcentajes (33.3%).

## **RECOMENDACIONES**



## RECOMENDACIONES

- Después de analizar los resultados de los grupos experimentales se recomienda realizar una investigación, que evalúe la resistencia al cizallamiento y grado de microfiltración del efecto antioxidante del ascorbato de sodio al 10% durante 10 minutos sumado a la influencia del intervalo de 7 días en resinas tratadas con peróxido de hidrógeno al 35%.
- Se sugiere realizar estudios similares utilizando peróxido de carbamida, evaluando el efecto del ascorbato de sodio y la influencia de un intervalo de 7 días.
- Se sugiere realizar estudios similares empleando peróxido de hidrógeno o carbamida mediante la técnica de clareamiento con férula nocturna, evaluando el efecto del ascorbato de sodio y la influencia de un intervalo de 7 días.
- Debido a encontrar no disponible la venta de ascorbato de sodio en el mercado peruano, para este estudio se preparó dicho antioxidante a partir de ácido ascórbico mediante cámara secador; se recomienda comparar el efecto del ascorbato de sodio preparado por medio de cámara secador, rotavapor y cámara al vacío.
- Se recomienda realizar estudios comparativos del efecto del ascorbato de sodio al 10%, obtenido a partir del ácido ascórbico y de origen industrial.
- Se recomienda evaluar los efectos del ascorbato de sodio y la influencia de un intervalo de 7 días en estudios frente a los efectos originados por el peróxido de hidrógeno al 35%, mediante microscopio electrónico de barrido.

- Se recomienda evaluar los efectos del ascorbato de sodio y la influencia de un intervalo de 7 días en estudios frente a los efectos originados por el peróxido de hidrógeno al 35%, mediante microscopia confocal por fluorescencia.
- Ante la diversidad de tinciones para el estudio de microfiltración marginal, se recomienda hacer un estudio comparativo utilizando azul de metileno, fucsina y tinta china.
- Debido a la diversidad de tiempos de sumersión en la tinción y concentraciones diferentes que se emplea para el procedimiento de tinción de azul de metileno, se recomienda realizar un estudio comparativo de la influencia de tiempos y concentraciones diferentes.
- Se recomienda estudios *in vivo*, que evalúen el efecto antioxidante del ascorbato de sodio al 10% y la influencia de un intervalo de 7 días.

## **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

1. Lynch E. Use Of Ozone To Whiten Teeth. United States 6,877,985. April 12, 2005.
2. Shephard, D. Tooth Whitening Choosing The Best Method. [www.toothwhiteningvault.com/articles/tooth-whitening-choosing-the-bestmethod](http://www.toothwhiteningvault.com/articles/tooth-whitening-choosing-the-bestmethod). Accessed November 2006.
3. Strassler HE. What's up with whitening? An update on professionally dispensed vital bleaching. ADTS. [www.ineedce.com](http://www.ineedce.com). Accessed November 2006.
4. Tin-Oo MM, Saddki N, Hassan N. Factors influencing patient satisfaction with dental appearance and treatment they desire to improve aesthetics. *BMC Oral Health* 2011; 11(1): 6.
5. Machado J, Machado M, Herman R, Sversut R, Duarte J, Mazza M. The influence of time interval between bleaching and enamel bonding. *J EsthetRestor Dent* 2007; 19:111–119
6. Nour El-din AK, Miller BH, Griggs JA, Wakefield C. Immediate bonding to bleached enamel. *Oper Dent* 2006; 31(1): 106-114.
7. Suelieman M, Addy M, Macdonald E, Ress J. The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro. *Journal of Dentistry* (2005) 33, 33-40.
8. Maryline Minoux, DMD, y René Serfaty, DMD, PhD. Blanqueamiento en dientes vitales. *Quintessence* (ed. esp.) Volumen 22, Número 8, 2009.
9. Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM. The effect of elapsed times following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent* 2001; 26(6): 597-602.
10. Worschech CC, Rodrigues JA, Martins LRM, Ambrosano GMB. Brushing Effect of Abrasive Dentifrices during At-home Bleaching with 10%

- Carbamide Peroxide on Enamel Surface Roughness. *J Contemp Dent Pract* 2006 February; (7)1:025-034.
11. Akal N, Over H, Olmez A, Bodur, H. Effects of carbamide peroxide containing bleaching agents on the morphology and subsurface hardness of enamel. *J Clin Pediatric Dent* 2001; 25: 293-296.
  12. Baldión Elorza Paula Alejandra, Viteri Lucero Laura Nathalia, Lozano Torres Edilberto. “Efecto de la peroxidasa sobre la adhesión de una resina compuesta al esmalte dental posblanqueamiento”. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia - Vol. 24 N.º 1 - Segundo semestre, 2012.*
  13. Soares Diana Gabriela, Dias Ribeiro Ana Paula, Tomoko Sacono Nancy, Vieira Soares Rafaela Christina, Hebling Josimeri, De Souza Costa Carlos Alberto. Efecto Del Blanqueamiento Dental Con Peroxido De Hidrógeno Al 35% En La Resistencia De Unión De Dientes Restaurados Con Resina Compuesta. *Revista Científica RODYB Volumen II, Numero 1, Enero-Abril 2013. Brasil*
  14. Miranda Zárate, Ana María; Nima Bermejo, Gabriel; Bazán Ponce de León, Juan E.; Saravia Rojas, Miguel A. Efectos de un blanqueamiento dental con ozono y otro con peróxido de carbamida al 22% sobre la fuerza de adhesión al esmalte en diferentes intervalos de tiempo. *Acta Odontológica Venezolana - VOLUMEN 47 N° 4 / 2009.*
  15. Sanae Shinohara, M.; Augusto Rodrigues, J.; André Freire Pimenta, L. “Microfiltración in vitro de restauraciones de composite tras blanqueamiento no vital”. *Quintessence. Publicación Internacional de Odontología, 2003 FEB; XVI (2).*
  16. Hosaka K, Nakajima M, Takahashi, Itoh S, Ikeda M, Tagami J, et al. Relationship between mechanical properties of one---step self---etch adhesives and water sorption. *Dent Mater.* 2010; 26: 360-7.
  17. Suárez Mallo, B.; Martín Biedma, B.; Varela Patiño, P.; González Bahillo, J.; Rivas Lombardero, P.; Ruíz Piñón, M.; Rodríguez Nogueira, J. “Estudio

- del efecto de un agente blanqueante sobre el color y la rugosidad de las resinas compuestas”. *Revista Europea de Odonto-Estomatología*, 2004 JUL-AGO; XVI (4)
18. Dutra AR, Branco JRT, Alvim HH, Poletto LTA, Albuquerque RC. Of hydrogen peroxide topical application on the enamel and composite resin surfaces and interface. *Indian J Dent Res*. 2009; 20:65-70.
  19. Dishman MV, Covey DA, Baughan LW. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. *Dent Mater*. 1994;10:33-36.
  20. Bittencourt, Marcos Eugenio; Sandini Trentin, Micheline; Sandini Linden, Maria Salete; Bosco de Oliveira Lima Arsati, Ynara; Mantovani Gomes França, Fabiana; Martão Flório, Flávia; Tarkany Basting, Roberta. “Estudio in situ de la influencia del tiempo transcurrido después del blanqueamiento dental sobre la resistencia a las fuerzas de cizalla de las restauraciones con composite basado en resina”. *The Journal of the American Dental Association (JADA)*, 2010 JUN; 5 (3)
  21. Adibfar A, Steele A, Torneck CD, Titley KC, Ruse D. Leaching of hydrogen peroxide from bleached bovine enamel. *J Endod* 1992; 18:488-491.
  22. Rodriguez Dominguez, Luis Gerardo. Efecto de un agente antioxidante sobre la adhesión a esmalte tratado con peróxido de hidrógeno al 38%. *Revista Odontologica ORAL*, año 11 numero 35. 2010
  23. Osorio R, Toledano M. Adhesión en Odontología. *Arte y Ciencia de los materiales Odontologicos*. Madrid. Ediciones Avances Medico-Dentales S.L.2000:181-216.
  24. Miquel J. Envejecimiento celular y molecular: Teorías del envejecimiento. En: guillen F, Ruiperez I (eds). *Manual de Geriatria 3º edición*. Barcelona: Masson;2002.p.29-42.
  25. Chiara Arrigonia, Davide Camozzia, Barbara Imbertia, Sara Manterob and Andrea Remuzzia (February 2006). «The effect of sodium ascorbate on the

- mechanical properties of hyaluronan-based vascular constructs». *Biomaterials* **27** (4): pp. 623–630.
26. Hunsaker KJ, Christensen GJ. Tooth bleaching chemicals influence of teeth and restorations. *J Dent Res.* 1990; 9: 303.
  27. Garcia F. C. P., D’Alpino P. H. P., Terada R. S. S. Testes mecânicos para avaliação laboratorial da união resina/dentina. *Rev Fac Odontol Bauru*, 2002; 10(3): 118-27.
  28. Posada Maria Claudia, Sánches Cesar Fernando, Gallego Gabriel Jaime, Peláez Vargas Alejandro, Restrepo Urrego Luis Felipe, Lopez Palacio Juan Diego. Dientes de bovino como sustituto de dientes humanos para su uso en la odontología. *CES Odontología* 2006; 19(1) : 63-68.
  29. Beñaldo Fuentes, Clinton Rodrigo. Estudio comparativo in vitro de la microfiltración de restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo convencional y otras realizadas con un sistema adhesivo con nanorelleno. Tesis 2005 – Chile.
  30. Posso Moreno Sandra Lorena, Ramírez Ramírez Diana Ximena, Rosas Jaimes Jimena Alexandra y Güiza Cristancho Edgar Humberto. “Comparación del blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno al 25% en consultorio, utilizando o no activación con lámpara de luz halógena”. *Univ Odontol.* 2010 Ene-Jun; 29(62): 19-25. ISSN 0120-4319
  31. Federación americana para la investigación del Envejecimiento. *Rev Journal of Cell Biologu.*(n° 130 pags. 247-258/ 2007).
  32. RALPH H. ESQUIVEL J. 2004.
  33. Gökçe B, Cömlekoğlu ME, Ozpınar B, Türkün M, Kaya AD. Efecto Del Tratamiento Antioxidante En La Fuerza De Unión De Una Resina De Cementación Para Esmalte Blanqueado. *J Dent.* 2008 Oct;36(10):780-5. doi: 10.1016/j.jdent.2008.05.008. Epub 2008 Jun 25
  34. Kunt GE, Yılmaz N, Sen S, Dede DO “effect of antioxidant treatment on the shear bond strength of composite RESIN TO BLEACHED ENAMEL *Acta*

- Odontol Scand 2011 Sep;69(5):287-91. doi: 10.3109/00016357.2011.568958. Epub 2011 Mar 23.
35. Nihan Gönülol Eda Güler, Özgün Yusuf Ozyilmaz y Çağın Yücel Ali. “Effect of sodium ascorbate on the bond strength of silorane and methacrylate composites after vital bleaching”. Brazil Oral Res., (São Paulo) 2013 Jul-Aug;27(4):299-304
36. Freire Andrea , Taborda Durski Marcelo, Ingberman Max, Nakao Lia, Vieirs Sergio; en su estudio. Determinando el uso de ascorbato de sodio al 35 por ciento para remover el peróxido de hidrógeno residual después de un blanqueamiento en el consultorio. JADA Mexico, año 4, volumen 4, número 4- diciembre 2011-febrero 2012.
37. Jaramillo Betancourt Mayra Alejandra. Tesis “Evaluación De La Eficacia Del Ascorbato De Sodio En Tratamientos Adhesivos Sobre Dientes Aclarados, Análisis In Vitro Mediante Pruebas De Cizallamiento. Quito - 2012.
38. Dias Neves LagoAndréae, Silva Virgínia Angélica, Moreira de Freitas Patricia, Garone-Netto Narciso, n su estudio “The Influence Of Time Interval Between Bleaching And Restorative Procedures On Enamel Bond Strength”. BRITISH JOURNAL OF COSMETIC DENTISTRY. VOLUME 1 NUMBER 1, January 2012\_e1.
39. Bernal Mejía Aquiles Pedro, Chávez Zelada Germán. Microfiltración Marginal Post Clareamiento Con Peróxido De Hidrógeno Y Peróxido De Carbamida En Obturaciones Con Resina Compuesta. Kiru 8(2), 2011
40. Pereira Fuentealba, Leandro. “Microfiltracion marginal de resinas compuestas tras la aplicación de agentes blanqueadores: Estudio en vitro”. Tesis de Universidad de Talca - Chile 2010
41. Llambés Arenas, Gonzalo en su estudio “Análisis De Los Sistemas Adhesivos Autograbantes Sobre Dientes Sometidos A Blanqueamiento”. Tesis Doctoral de la Universidad de Valencia, Servei de Publicacions 2009.



42. Dyce, Sack and Wensing. “Anatomía vetereritaria” 2da Edicion. Mc Graw Hill Interamericana. 1999.
43. Sisson S y Grossman J. “Anatomia de los animales domesticos” 5ta Edicion. Masson 2000 Tomo I, cap 29.
44. Gazquez Ay Blanco A.”Tratado de histología veterinaria. Masson 2004 Cap 11.
45. Soto A., Carlos; Stanke C., Felipe; Rioseco S., Macarena. Diente de bovino, una alternativa a los dientes humanos como sustrato en investigación: revisión bibliográfica / Bovine teeth, an alternative to the human teeth in research: bibliographic review. Rev. Fac. Odontol. Univ. Chile;18(1):19-29, ene.-jun. 2000. tab
46. Puentes H y Rincon L. Caracterizacion química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales. Rev Fed Odont Colombiana. 2004; 20:9-10.
47. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as posible substitutes in the adhesión test. J Dent Res 1983; 62 (10):81.
48. Schilke R, Lisson JA, Baus O, Geurtsen W. Compararison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. Arch Oral Biol. 2000; 45 (5):355-356.
49. Haywood VB.History,safety and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard bleaching technique. Quintessence Int.1992;23:471-488.
50. Sun G.El papel de los láseres en odontología estética.Dent Clinic.North Am.2000;40 (4):899-918.
51. Heymann HO. Tooth whitening: Facts and fallacies. Br Dent J 2005;198:514.
52. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 2. Night Guard Vital Bleaching and non-vital bleaching. Dent Update 2005;32:39-40, 42-44, 46.

53. Goodson JM, Tavares M, Sweeney M, et al. Tooth whitening: Tooth color changes following treatment by peroxide and light. *J Clin Dent* 2005;16: 78-82.
54. McGuckin RS, Babin JF, Meyer BJ. Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching. *J Prosthet Dent* 1992;68:754-760.
55. Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int* 1993;24: 39-44.
56. Valko M, Izakovic M, Mazur M, Rhodes CJ, Telser J. Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence. *Mol Cell Biochem* 2004;266:37-56.
57. Hegedus C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent* 1999;27:509-515.
58. Yurdukuru B, Akoren AC, Unsal MK. Alterations in human enamel surface morphology following the use of an office bleaching agent and consecutive application of 37% phosphoric acid in vivo. *J Clin Dent* 2003;14:103-107.
59. Bistey T, Nagy IP, Simo A, Hegedus C. In vitro FT-IR study of the effects of hydrogen peroxide on superficial tooth enamel. *J Dent* 2007;35:325-330.
60. Josey AL, Meyers IA, Romaniuk K, Symons AL. The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. *J Oral Rehabil* 1996;23:244-250.
61. Efeoglu N, Wood D, Efeoglu C. Microcomputerised tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel. *J Dent* 2005;33:561-567.
62. Arcari GM, Baratieri LN, Maia HP, De Freitas SF. Influence of the duration of treatment using a 10% carbamide peroxide bleaching gel on dentin surface microhardness: An in situ study. *Quintessence Int* 2005;36:15-24.

63. Tam LE, Abdool R, El-Badrawy W. Flexural strength and modulus properties of carbamide peroxide- treated bovine dentin. *J Esthet Restor Dent* 2005; 17:359-367.
64. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A, Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod* 1996;22:23-25.
65. Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod* 2004;30:45-50.
66. Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int* 1993;24: 39-44.
67. Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM. The effect of elapsed times following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent* 2001; 26(6): 597-602
68. Dietschi D, Rossier S, Krejci I. In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products. *Quintessence Int* 2006; 37(7): 515-526.
69. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND. The effect of carbamide peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res* 1992; 71(1): 20-24.
70. García-Godoy F, Dodge WW, Donohue M, O’Quinn JA. Composite resin bond strength after enamel bleaching. *Oper Dent* 1993; 18(4): 144-147.
71. Ben-Amar A, Liberman R, Gorfil C, Bernstein Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. *Am J Dent* 1995; 8(1): 29-32.
72. Unlu N, Cobankara FK, Ozer F. Effect of elapsed times following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008; 84(2): 363-368.
73. Lai SC, Tay FR, Cheung GS, Mak YF, Carvalho RM, Wei SH et al. Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *J Dent Res* 2002; 81(7): 477-481.

74. Perdigão J, Francci C, Swift JR, Ambrose WW, Lopes M. Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. *Am J Dent* 1998; 11(6): 291-301.
75. Domínguez JA, Bittencourt B, Michel M, Sabino N, Gomes JC, Gomes OM. Ultrastructural evaluation of enamel after dental bleaching associated with fluoride. *Microsc Res Tech*. 2012; 75(8): 1093-1098.
76. Muraguchi K, Shigenobu S, Susuki S, Tanaka T. Improvement of bonding to bleached bovine tooth surfaces by ascorbic acid treatment. *Dent Mater J* 2007; 26(6): 875-881.
77. Sundfeld RH, Briso AL, De Sa PM, Sundfeld ML, Bedran-Russo AK. Effect of time interval between bleaching and bonding on tag formation. *Bull Tokyo Dent Coll* 2005; 46 (1-2): 1-6.
78. Kaya AD, Türkün M. Reversal of dentin bonding to bleached teeth. *Oper Dent* 2003; 28(6): 825-829.
79. Kum KY, Lim KR, Lee CY, Park KH, Safavi KE, Fouad AF et al. Effects of removing residual peroxide and other oxygen radicals on the shear bond strength and failure modes at resin-tooth interface after tooth bleaching. *Am J Dent* 2004; 17(4): 267-270.
80. Torres CRG, Koga AF, Borges AB. The effects of antioxidant agents as neutralizers of bleaching agents on enamel bond strength. *Braz J Oral Sci* 2006; 5(16): 971-976.
81. Cvitko E, Denehy GE, Swift JR, Pires JA. Bond strength of composite resin to enamel bleached with carbamide peroxide. *J Esthet Dent* 1991; 3(3): 100-102.
82. Wilson D, Xu C, Hong L, Wang Y. Effects of different preparation procedures during tooth whitening on enamel bonding. *J Mater Sci Mater Med* 2009; 20(4): 1001-1007.
83. Shinohara MS, Peris AR, Rodrigues JA, Pimenta LA, Ambrosano GM. The effect of non-vital bleaching on the shear bond strength of composite resin using three adhesive systems. *J Adhes Dent* 2004; 6(3): 205-209.

84. Moule CA, Angelis F, Kim GH, Le S, Malipatil S, Foo MS et al. Resin bonding using an all-etch or self-etch adhesive to enamel after carbamide peroxide and/or CPP-ACP treatment. *Aust Dent J* 2007; 52(2): 133-137.
85. Khoroushi M, Saneie T. Post-bleaching application of an antioxidant on dentin bond strength of three dental adhesives. *Dent Res J* 2012; 9(1): 46-53.
86. Metz MJ, Cochran MA, Matis BA, González C, Platt JA, Pund MR. Clinical evaluation of 15% carbamide peroxide on the surface microhardness and shear bond strength of human enamel. *Oper Dent* 2007; 32(5): 427-436.
87. Chuang SF, Chen HP, Chang CH, Liu JK. Effect of fluoridated carbamide peroxide gels on enamel microtensile bond strength. *Eur J Oral Sci* 2009; 117(4): 435-441.
88. Sundfeld RH, Briso AL, De Sa PM, Sundfeld ML, Bedran-Russo AK. Effect of time interval between bleaching and bonding on tag formation. *Bull Tokyo Dent Coll* 2005; 46 (1-2): 1-6.
89. Bulut h, Türkün M, Kaya AD. Effect of an antioxidizing agent on the shear bond strength of brackets bonded to bleached human enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129(2): 266-722.
90. Türkün M, Kaya AD. Effect of 10% sodium ascorbate on the shear bond strength of composite resin to bleached bovine enamel. *J Oral Rehabil* 2004; 31(12): 1184-1191.
91. Rotstein I. Role of catalase in the elimination of residual hydrogen peroxide following tooth bleaching. *J Endod* 1993; 19(11): 567-569.
92. Pioch Th, D`Souza PD, Staehle HJ, Duschner H. Resin- dentine interface studied by SEM&CLSM. *European Microscopy and Analysis* 1996; 17-18.
93. Hagger O. Utilization of the energy of swelling for the acceleration of sulfinic acid- controlled polimerization of metyl methacrylate at room temperature. *Helm Chim Acta* 1951; 34:1872- 6.
94. Kaya AD, Türkün M. Reversal of dentin bonding to bleached teeth. *Oper Dent* 2003; 28(6): 825-829.

95. Torres CRG, Koga AF, Borges AB. The effects of antioxidant agents as neutralizers of bleaching agents on enamel bond strength. *Braz J Oral Sci* 2006; 5(16): 971-976.
96. Kimyai S, Valizadeh H. Comparison of the effect of hydrogel and a solution of sodium ascorbate on dentincomposite bond strength after bleaching. *J Contemp Dent Pract* 2008 1; 9(2): 105-12.
97. Türkün M, Celik EU, Kaya AD, Arici M. Can the hidrogel form of sodium ascorbate be used to reverse compromised bond strength after bleaching? *J Adhes Dent* 2009; 11(1): 35-40.
98. Sasaki RT, Flório FM, Basting RT. Effect of 10% sodium ascorbate and 10% alpha-tocopherol in differentformulations on the shear bond strength of enamel and dentin submitted to a home use bleaching treatment. *Oper Dent* 2009; 34(6): 746-752.
99. Kunt GE, Yılmaz N, Sen S, Dede DÖ. Effect of antioxidant treatment on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel. *Acta Odontol Scand* 2011; 69(5): 287-291.
100. Khoroushi M, Aghelinejad S. Effect of postbleaching application of an antioxidant on enamel bond strength of three different adhesives. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011; 16(7): e990-996.
101. Dabas D, Patil AC, Uppin VM. 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* 2011; 14(4): 356-360.
102. Morioki, Fujitani et al. Effect of acid etching on the dental pulp in adhesive composite restorations. *Int Dent J*, 1992, 42:3-11.
103. Tay, Franklin. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: depth of penetration dentin smear layers. *Dental materials* 2001; 17: 296-308

104. Tay, Franklin. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: depth of penetration dentin smear layers. *Dental materials* 2001; 17: 296-308.
105. Beñaldo Fuentes, Clinton Rodrigo. Estudio comparativo in vitro de la microfiltración de restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo convencional y otras realizadas con un sistema adhesivo con nanorelleno. Tesis 2005 – Chile.
106. Taylor MJ y Lynch E. Microleakage. *J Dent* 1992, 20: 3-10.
107. Del-Nero MO, Conejo B y de la Macorra JC. Estudio in vitro de las variaciones de la permeabilidad dentinaria tras la obturación mediante cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables. *Av Odontolest* 1994, 10:677-683
108. Kidd EAM. Microleakage: a review. *J Dent* 1976, 4: 199-205.
109. Gómez S, Miguel A, De la Macorra JC. Estudio de la microfiltración: modificación a un método. *AVANCES EN ODONTOESTOMATOLOGÍA VOL. 13 - Num. 4 – 1997.*
110. Alani, H.A. and Toh, C. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Operative dentistry*, vol 22, 1.997 pp173-85.
111. Tay, FR and Gwinnet, Pang. Variability in microleakage observed in a total etch wet-bonding technique under different handling conditions. *Journal dental research*, vol 74:5, 1.995 pp. 1168-78
112. Angel Victoria Eugenia. Comparación entre la filtración marginal y la disolución del IRM, RID y coltosol. *Revista CES Odontología* 1999Vol 12- N° 1: 30-31.
113. U.S. Department of Health and Human Services. Food and drug Administration. Comunicado de la FDA sobre la seguridad de los medicamentos: Posibles reacciones graves en el SNC cuando se administra azul de metileno a pacientes que toman ciertos medicamentos psiquiátricos.2011

114. Al-Salehi S. K., Burke F.J.T. Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. *Quintessence Int*, 1997, 28(11): 717-23.
115. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - Guidance on testing of adhesion to tooth structure. ISO/ TC106/SC 1 n 236, resolution 61. - CD TR11405, December, 1994.
116. Garcia F.C.P., D'Alpino P.H.P., Terada R.S.S. Testes mecânicos para avaliação laboratorial da união resina/dentina. *Rev Fac Odontol Bauru*, 2002, 10(3): 118-27.
117. Viégas Montenegro Robinsom, Da Cunha Uchôa Roseanne, Lira Montenegro Sheila Cristhinne, Lira Arine, Japiassú Marcus, Fonseca da Silveira Márcia, Brito Pereira de Melo Ângelo. Analisis comparativo entre los experimentos mecanicos de cizallamiento y microcizallamiento. *Acta odontol. venez v.46 n.4 Caracas* 2008



# **ANEXOS**

**ANEXO 01**

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS**

<b>N° de Muestra</b>	<b>ESPÉCIMEN</b>
01	
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	
09	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

## **ANEXO 02**

### **FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**Número de muestra:** \_\_\_\_\_

**Código:** \_\_\_\_\_

**Grupo de Estudio:**

Grupo A

Grupo B

Grupo C

Grupo D

**Tiempo entre tratamientos:**

Intervalo menor a 1 día

Intervalo de 7 días

**Aplicación de Antioxidante:**

Con antioxidante

Sin antioxidante

**Resultados:**

	<b>Valor de Fuerzas de cizallamiento</b>	<b>Conversión a Mpa</b>
<b>Prueba de cizallamiento</b>	_____N	

	<b>Profundidad en milímetros</b>	<b>Índice de microfiltración</b>
<b>Microfiltración</b>	_____mm	

Fecha: \_\_\_\_\_

### **ANEXO 03**

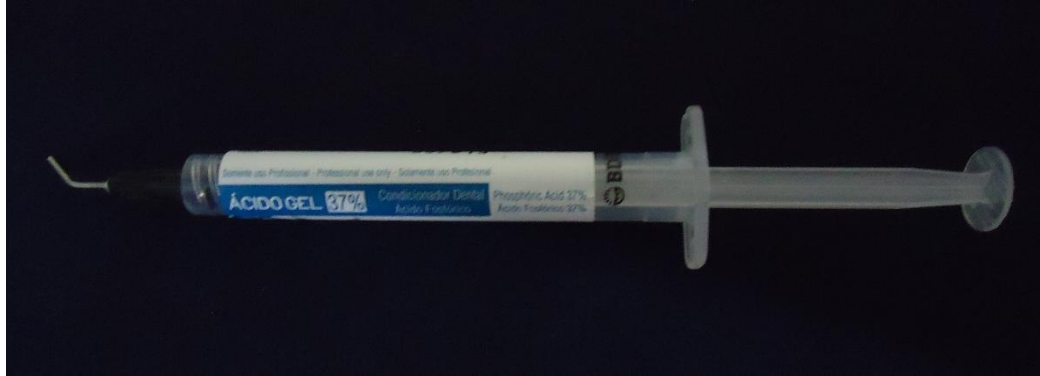
#### **MATERIALES EMPLEADOS EN ESTUDIO**



**Figura N° 43:** Kit de Clareamiento WHITENESS HIP MAXX. FGM



**Figura N° 44:** Acido Ascórbico (presentación 1 Kg) LINROS INTERINSUMOS. LOTE 201207C84.



**Figura N° 45:** Acido Gel 37% Condicionador dental. MAQUIRA.



**Figura N° 46:** Opti bond S. KERR .



**Figura N° 47:** KERCVLITE Precis Enamel A1. KERR

## **ANEXO 04**

### **EQUIPOS EMPLEADOS EN ESTUDIO**



**Figura N° 48:** Cámara Secador (Laboratorio de Química Orgánica de la UNJBG Tacna)



**Figura N° 49:** Balanza Analítica Capacidad max. 160gr (Laboratorio de Química Orgánica de la UNJBG Tacna)



**Figura N° 50:** Termociclador y Termómetro electrónico



**Figura N° 51:** Máquina de ensayos “Aplicador de fuerzas puntuales” (Laboratorio de Suelos de la UPT).





**Figura N° 52:** Microscopio estereoscópico (Laboratorio de Biología de la UPT).