



**Departamento de Estomatología
Facultad de Odontología
Universidad de Granada**

**Evaluación in vitro del blanqueamiento
dental y su influencia sobre la adhesión
directa de brackets**

Tesis doctoral

Defrén Guillermo Camejo Aguilar

Granada, noviembre 2005



**Departamento de Estomatología
Facultad de Odontología
Universidad de Granada**

**Evaluación in vitro del blanqueamiento
dental y su influencia sobre la adhesión
directa de brackets**

TESIS DOCTORAL

Defrén Guillermo Camejo Aguilar

Granada, octubre 2005

Título: Evaluación in vitro del blanqueamiento dental y su influencia sobre la adhesión directa de brackets.

Autor: Defrén Guillermo Camejo Aguilar.

Lugar: La investigación se realizó en el Laboratorio de Investigaciones II del Departamento de Estomatología de la Facultad de Odontología, en el Departamento de Óptica de la Facultad de Ciencias, y en el Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada, España.

Tutora del doctorado: Dra. Maria Paloma González Rodríguez. Profesora Asociada de la Disciplina de Patología y Terapéutica Dental.

Directores de la tesis:

Prof. Don Santiago González López. Profesor Titular de la Disciplina de Patología y Terapéutica Dental.

Prof. Don Mario Menéndez Núñez. Profesor Titular de la Disciplina de Ortodoncia.

Dedicada Especialmente

A la Ilustre Universidad de Los Andes.

Con especial Agradecimiento:

A la Insigne Universidad de Granada.

A Santiago González

A Alberto Archilla

A Alejandro Ceballos Salobreña

A.

Gisela

A Mis hijos: Sarah Valentina, Desireé Paola y Jorgeleonardo

A mis colegas profesores y amigos: Morality, Ubianev, Yanet D, Annete,

Miliani, Carlos D, A. Aponte, Ruyt A., J. Malavé,

Ernesto, Tena, Felzani, Humberto y P. Quesada.

No desandar el camino andado, "Que caminante no hay camino"

Para toda la familia seguramente no alcanzarían estas hojas, ausentes y presentes:

A Ma Sixta, Francisco, Reina, Aurora, Eva, Efrén, Xiomara, Leo, Eysin,

Eniht, Jesús David, Keny, Wily, Euri, Jesús, Fredy, Rafael y Clemente.

A mis Compañeros de andanzas: Mario, Laura, Yudi, Paco y José Arturo.

A Humberto y Bélgica.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

13

I.1.- COLOR: GENERALIDADES DEL COLOR.....	15
I.2.- MODELO CIELAB.....	17
I.3.- ESPACIO DE COLOR CIELAB.....	18
I.4.- ESPACIO TRIDIMENSIONAL DEL COLOR MEDIDO CON EL ESPECTRORRADIÓMETRO.....	19
I.5.- CALCULO DE LOS ÍNDICES DE EVALUACIÓN DE LA BLANCURA DE LOS ESPECIMENES.....	19
I.6.- BLANQUEAMIENTO DENTAL.....	22
I.7.- EFECTIVIDAD DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL.....	24
I.8.- ADHESIÓN.....	32
I.9.- MECANISMOS DE ADHESIÓN AL ESMALTE.....	33
I.10.- RESISTENCIA ADHESIVA AL CIZALLAMIENTO.....	34
I.11.- INFLUENCIA DE LOS AGENTES BLANQUEADORES SOBRE EL ESMALTE Y LA RESISTENCIA ADHESIVA DE LOS COMPOSITES.....	35
I.12.- ADHESIÓN DE BRACKETS DE ORTODONCIA.....	42

CAPÍTULO II.

OBJETIVOS Y VARIABLES

47

II.1.- GENERAL.....	48
II.2.- ESPECÍFICOS.....	49
II.3.- VARIABLES.....	50

CAPÍTULO III.

HIPÓTESIS.

51

CAPÍTULO IV.

MATERIALES Y MÉTODO.

53

IV.1.- SITIO Y ESPACIO FÍSICO.....	55
IV.2.- MATERIALES.....	54
IV.3.- SELECCIÓN DE LA MUESTRA, CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	57
IV.4.- EVALUACIÓN SUBJETIVA DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL.....	58
IV.5.- EVALUACIÓN OBJETIVA CON ESPECTRORRADIÓMETRO DE LA EFECTIVIDAD DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL.....	64
IV.5.A.-EVALUACIÓN CON MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO DE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE BLANQUEADO.....	72
IV.6.- INFLUENCIA DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL SOBRE LA RESISTENCIA ADHESIVA AL CIZALLAMIENTO DE LOS COMPOSITES.....	75
IV.7.- INFLUENCIA DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL SOBRE LA ADHESIÓN DE BRACKETS DE ORTODONCIA EN DISTINTOS PERIODOS DE TIEMPO.....	85
IV.7.A.- EVALUACIÓN CON MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO DE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE DESPUÉS DE DESPEGAR LOS BRACKETS.....	102
IV.8.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	103

CAPÍTULO V

RESULTADOS.

	105
<hr/>	
V.1.- RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL SUBJETIVO.....	107
V.2.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL OBJETIVO CON ESPECTRORRADIÓMETRO.....	114
V.2.1.- RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO.....	143
V.3.- RESULTADOS DE LA INFLUENCIA DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL SOBRE LA RESISTENCIA ADHESIVA DE LOS COMPOSITES.....	154
V.4.- RESULTADOS DE LA INFLUENCIA DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL SOBRE LA ADHESIÓN DE BRACKETS DE ORTODONCIA.....	159
V.4.1.-RESULTADOS DEL TIPO DE FALLO.....	163
V.4.2.- RESULTADO DE LA EVALUACIÓN CON MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO DE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE.....	166

CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN.

175

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES.

195

CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS.

197

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
Figura 1.- Espacio de color CieLab.	21
Figura 2.- Esquema de los dos dispositivos utilizados en la investigación.	40
Figura 3.- Elaboración de los grupos de estudio para comparar la resistencia adhesiva.	43
Figura 4.- Grupos de estudio pigmentados con sangre humana	61
Figura 5.- Imagen del grupo 1 con el grupo control.	62
Figura 6.- Imagen del grupo 2, con el grupo control.	62
Figura 7.- Esquema de los componentes del espectrorradiómetro PR-/04/PC de Photo Res.	67
Figura 8.- Espectrorradiómetro Spectrascan PR-/04/PC de Photo Research	67
Figura 9.- Fotografía inicial los especímenes para la evaluación con colorímetro.	68
Figura 10.- Fotografía de los especímenes después de la pigmentación con sangre.	69
Figura 11.-Esquema de preparación de los especímenes para medición del color con espectrorradiómetro.	71
Figura 12.- Preparación de los especímenes para su evaluación al microscopio electrónico de barrido.	72
Figura 13.- Preparación de los especímenes dientes colocados en los porta objetos y cubiertos con oro aluminio.	73
Figura 14.- Microscopio Electrónico de Barrido por Emisión de Campo, mod. GEMINI-1530 (LEO Electrón Microscopy LTD, Clifton Road Cambridge, Inglaterra)	74
Figura 15.-- Equipo completo del Microscopio Electrónico de Barrido.	74
Fig.-16. En este dibujo se puede observar, como se realizó el corte a la jeringa, para transformarla en un molde de inclusión de la muestra.	77
Figura 17.- Esquema de preparación de los especímenes.	79
Figura 18.- Esquema de los cilindros de composite y de los grupos de estudio.	83
Figura 19.- Esquema de realización de las pruebas de resistencia al cizallamiento de los cilindros de composite.	84
Figura 20. Fotografía de los incisivos y caninos bovinos utilizados en el estudio.	86
Fig. 21.- Fotografías del diente bovino y la forma como se seccionó.	87
Figura 22.- Dibujo esquemático en el cual se puede observar, desde la preparación de las	

Índice

muestras, hasta la cementación de los brackets: a.- cortes que se le realizaron al diente, b.- trozos obtenidos, c.-trozo de diente incluido en la jeringa, d.- trozo de diente obtenido y encofrado en la resina transparente.	88
Figura 23.- Fotografía del procedimiento de encofrado del espécimen en la resina transparente.	89
Figura 24.- Fotografía del agente blanqueador Illuminé, utilizado en este experimento.	92
Figura 25.- Fotografía del adhesivo Transbond XT (3M), utilizado para la cementación de los brackets.	93
Figura 26.- En este dibujo se puede observar la manera como se cementaron los brackets sobre el esmalte y la conformación de los grupos.	94
Figura 27.- Fotografía del cilindro de resina con el trozo de diente encofrado y el bracket cementado para ser colocado en la probeta de ensayos.	94
Figura 28.- Dibujo de la probeta y la guillotina, que se utilizó en la realización de las pruebas de resistencia al cizallamiento. Según protocolo de De Haro y col. 1999.	97
Figura 29.- Dibujo esquemático de las realizaciones de las pruebas de resistencia al cizallamiento: a.- colocación del cilindro de resina transparente con el trozo de diente encofrado dentro de la probeta, b.- como se introdujo la guillotina en la probeta, c.- guillotina introducida, d.- realización de las pruebas de resistencia al cizallamiento.	98
Figura 30.- Fotografía de la probeta utilizada para las pruebas de cizallamiento, en la cual se puede observar el cilindro de resina dentro de la probeta.	99
Figura 31.- Fotografías del montaje de la probeta para las pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento en la máquina de tracción universal Electrotest MODELO 500 IBERTEST®	100
Figura 32.- Fotografías de las pruebas de resistencia al cizallamiento.	100
Figura 33.- Especímenes inicialmente pigmentados.	111
Figura 34.- Especímenes después de aplicarles la técnica de blanqueamiento dental.	111
Figura 35.- Comparación entre los dos grupos de estudio después del blanqueamiento.	112
Figura 36.- Grupo blanqueado con Illuminé.	112
Figura 37.- Grupo blanqueado con VivaStyle.	113
Figura 38.- Comparación antes y después.	113
Figura 39.- Gráfico de caja de las coordenadas a^* y b^* iniciales de ambos grupos.	118
Figura 40.- Gráfico comparativo de los valores de L^* entre ambos grupos antes de la aplicación de los agentes blanqueadores.	119
Figura 41.- Gráfico de caja de las coordenadas a^* y b^* de los dos grupos después de la	133

aplicación de los agentes blanqueadores.	
Figura 42.- Gráfico de caja de las coordenadas a* antes y después del blanqueamiento.	134
Figura 43.- Gráfico de caja de las coordenadas b* antes y después del blanqueamiento.	135
Figura 44.- Gráfico comparativo de los valores de L* entre ambos grupos, después de la aplicación de los agentes blanqueadores.	136
Figura 45.- Gráfico comparativo entre los índices de blancura de ambos grupos.	140
Figura 46.- Microfotografía del esmalte pulido grupo control, sin blanquear*.	143
Figura 47.- Microfotografía electrónica del esmalte pulido grupo control, sin blanquear.	144
Figura 48.- Microfotografía electrónica del esmalte pulido grupo control, sin blanquear.	145
Figura 49.- Microfotografía electrónica del esmalte pulido grupo control, sin blanquear.	146
Figura 50.- Microfotografía electrónica del esmalte pulido y blanqueado con Illuminé.	147
Figura 51.- Microfotografía electrónica del esmalte pulido y blanqueado con Illuminé.	148
Figura 52.- Microfotografía del esmalte pulido y blanqueado con Illuminé.	149
Figura 53.- Microfotografía del esmalte pulido y blanqueado con Illuminé.	150
Figura 54.- Microfotografía del esmalte pulido y blanqueado con Illuminé.	151
Figura 55.- Microfotografía del esmalte pulido y blanqueado con VivaStyle.	152
Figura 56.- Microfotografía del esmalte pulido y blanqueado con VivaStyle.	153
Figura 57.- Gráfico de comparación entre los valores de resistencia adhesiva al cizallamiento de los tres grupos: sin blanquear, blanqueado con Illuminé® y blanqueado con VivaStyle®	156
Figura 58.- Gráficos de resistencia adhesiva (A) y de índice de blanqueamiento (B) de los grupos blanqueados con los dos agentes blanqueadores.	157
Figura 59.- Gráfico de Comparación de los valores de resistencia adhesiva al cizallamiento de los distintos grupos de estudio.	161
Figura 60.- Gráfico en el cual se pueden observar los cambios en los valores de resistencia adhesiva al cizallamiento a través del tiempo.	162
Figura 61.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte sin blanquear después de despegado el bracket.	167
Figura 62.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte sin blanquear después de despegado el bracket.	168
Figura 63.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte sin blanquear después de despegado el bracket.	169
Figura 64.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte del grupo 2, después de despegar el bracket.	170

Índice

Figura 65.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte del grupo 2, después de despegar el bracket.	171
Figura 66.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte del grupo 2, después de despegar el bracket.	172
Figura 67.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte del grupo 2, después de despegar el bracket.	173
Figura 68.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte del grupo 2, después de despegar el bracket.	174

I.- INTRODUCCIÓN

I.- INTRODUCCIÓN

La demanda en odontología estética y conservadora ha aumentado en los últimos años y, uno de los procedimientos estéticos más solicitados es el blanqueamiento dental. Actualmente está muy en boga la utilización de diferentes agentes blanqueadores, sobre todo aquéllos que el paciente puede adquirir en la farmacia sin prescripción médica y aplicárselo en su domicilio. Este tipo de blanqueadores poseen en su constitución un compuesto de peróxido de carbamida o de peróxido de hidrógeno, que por liberar oxígeno en contacto con la superficie dentaria, modifica las características físico-químicas del esmalte.⁽¹⁾

Otro aspecto que se debe considerar es que el oxígeno liberado por el blanqueador, tiene una fuerte afinidad con los radicales libres activados en el proceso de polimerización, inhibiendo la reacción. El oxígeno reacciona con el radical libre, y así, inhibe la reacción de polimerización.⁽²⁾

Es decir que si sobre la superficie del esmalte tratado con blanqueadores, se realiza alguna técnica adhesiva con composites, o se cementan brackets o bandas de ortodoncia, estos procedimientos, posiblemente, se verán afectados por la previa utilización de esta técnica.

En este sentido, se quiso investigar la efectividad del blanqueamiento dental y cómo influye sobre la adhesión. Este estudio ofrece datos significativos para práctica de la odontología, ya que el blanqueamiento, colocación y mantenimiento de materiales de restauración en boca es un problema aún sin resolver. De allí la importancia y relevancia de esta investigación, para la clínica y el bienestar de los pacientes de la consulta general y especializada.

I.1.- Color: Generalidades sobre el color.

El color es un fenómeno de respuesta psicológica a la interacción física de la energía de un objeto y la experiencia subjetiva individual del observador, hay tres factores fundamentales que pueden influir sobre la apreciación del color: la fuente de luz, el objeto y el observador. ⁽³⁾

El color de los dientes es un fenómeno complejo, en el cual intervienen muchos factores como son: la iluminación del objeto, su translucidez, opacidad, el brillo, la dispersión, el ojo y el cerebro humano. ⁽⁴⁾

La fuente de luz que ilumina un objeto afecta la opinión del observador, puesto emite energía que contiene longitudes de ondas visibles para el observador. El objeto influye en el color ya que absorbe algunas longitudes de ondas y otras las reflejan, por ejemplo si un objeto parece rojo es que refleja más esas longitudes de ondas y absorbe las verdes y azules; y finalmente la opinión sobre el color del objeto se va a ver afectada por el sistema visual del observador. Las variables generales como experiencia, fatiga y edad; así como cambios fisiológicos individuales van a influir sobre la apreciación del color. ⁽⁵⁾

Para la elección del color se utilizan básicamente dos sistemas: las guías de color y los colorímetros. Si se desea realizar un correcto diagnóstico del color es necesario conocer las dimensiones del color, las cuales son: tono, valor y saturación. 1.- El tono o matiz se refiere al color propiamente dicho, es la cualidad de una sensación según la cual un observador se da cuenta de las distintas longitudes de onda de la energía radiante. 2.- El valor o brillo, es la cualidad que relaciona al color con la escala de los grises, es la claridad u oscuridad del color. 3.- La saturación la cual es la intensidad o concentración del tono. ⁽⁶⁾

En distintos trabajos de investigación consultados se han utilizado espectrorradiómetros y colorímetros para la evaluación estandarizada y reproducible de los cambios de color de los dientes y materiales dentales. Éstos aparatos registran los valores triestimulos, para posteriormente, mediante ordenador, calcular los valores de L^* , a^* y b^* según el sistema CieLab de la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE).^{(7), (8), (9) (10), (11), (12), (13), (14), (15), (16), (17), (18), (19), (20), (21), (22), (23), (24)}

Aunque una de las desventajas descritas de los colorímetros es que estos instrumentos son fabricados para medir superficies planas y los dientes no lo son, además, siempre hay que medir en el mismo sitio, y eso en odontología es difícil.^{(9), (25)}

Respecto a las guías dentales prefabricadas, éstas también se han utilizado para comprobar el cambio de color de los dientes después del blanqueamiento, aunque algunos autores consideran que son inadecuadas, y no cubren la gama general de colores de los dientes naturales.

Existen una gran cantidad de guías de colores, no obstante, la más utilizada es la guía Lumin – Vacuum de la casa Vita. En ésta se establece el color según los tres parámetros antes citados. Los tonos básicos son: A, rojo- marrón; B, amarillo; C, gris; D, gris – rojo. La saturación de menos a más en los números 1, 2, 3 y 4. El valor, brillo o luminosidad se expresa con el siguiente orden: B1; A1; B2; D2; A2; D1; C2; D4; A3; D3; B3; A3,5; B4; A4; C4. Distintos autores han utilizado estas guías en sus investigaciones.^{(09), (16), (21), (26), (27)}

I.2.- Modelo CieLab.

Se puede considerar como una respuesta de los observadores patrones a un estímulo luminoso, es decir, trata de imitar a unos observadores reales.

El espacio de color CieLab es un sistema de coordenadas cartesiano definido por tres coordenadas colorimétricas L^* , a^* , b^* magnitudes adimensionales que se definen con ecuaciones bastante complejas.

La coordenada L^* recibe el nombre de Claridad y puede tomar valores entre 0 y 100, para estímulos independientes toma siempre el valor 100 y no sirve para su especificación. Las coordenadas colorimétricas a^* y b^* forman un plano perpendicular a la Claridad. La coordenada a^* define la desviación del punto acromático correspondiente a la Claridad, hacia el rojo si $a^* > 0$, hacia el verde si $a^* < 0$. Análogamente la coordenada b^* define la desviación hacia el amarillo si $b^* > 0$, hacia el azul si $b^* < 0$, como muestra la figura 1. ⁽²⁸⁾

I.3.- Espacio de color CieLab. ⁽²⁸⁾

El conjunto a^* , b^* recibe el nombre de cromaticidad y junto con la claridad definen el color de un estímulo. Se corresponde con el término cromaticidad (x , y) y como él ni indica explícitamente el tono ni la saturación. Este inconveniente puede resolverse definiendo dos magnitudes colorimétricas nuevas a través de las expresiones siguientes:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$h^* = \arctg\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

El Cromo, C^* , tiene el valor 0 para estímulos acromáticos y, por lo general, no pasa de 150 aunque puede superar ese valor para estímulos monocromáticos. El Tono angular, h^* , varía entre 0° y 360° y para estímulos acromáticos ($a^* = 0$, $b^* = 0$) es una magnitud no definida.

Aunque su representación es cartesiana, este espacio tiene un aspecto cilíndrico donde cada sector angular presenta uniformidad de variación respecto a la visión humana (figura 1).

Espacio tridimensional del color medido con el espectrorradiómetro.

El espacio de color CIE (Commission Internationale de l'Eclairage 1976) proporciona una útil representación tridimensional de los estímulos del color. La imagen del espécimen del diente se transforma automáticamente, para derivar un sistema de valores numéricos en los términos del sistema CieLab L^*, a^*, b^* . Este sistema permite la especificación del color dentro de un espacio tridimensional. ⁽²⁸⁾

Para complementar los resultados, se calcula, a partir de estas coordenadas los incrementos de éstas: ΔL^* , Δa^* y Δb^* . Para determinar las diferencias CieLab se utiliza la siguiente ecuación:

$$\Delta E = [(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2]^{1/2}$$

Calculo de los Índices de evaluación de la blancura de los especímenes.

Para promover la uniformidad en la evaluación de la blancura la CIE recomienda que se usen las fórmulas de cálculo de blancura W (o W_{10}). ⁽²⁸⁾

Para las comparaciones entre muestras evaluadas se recomienda el iluminante estándar D65. ^{(29), (30)}

La formula utilizada para el cálculo de W ha sido:

$$W = Y + 800(x_n - x) + 1700 (y_n - y). \quad (28)$$

Introducción

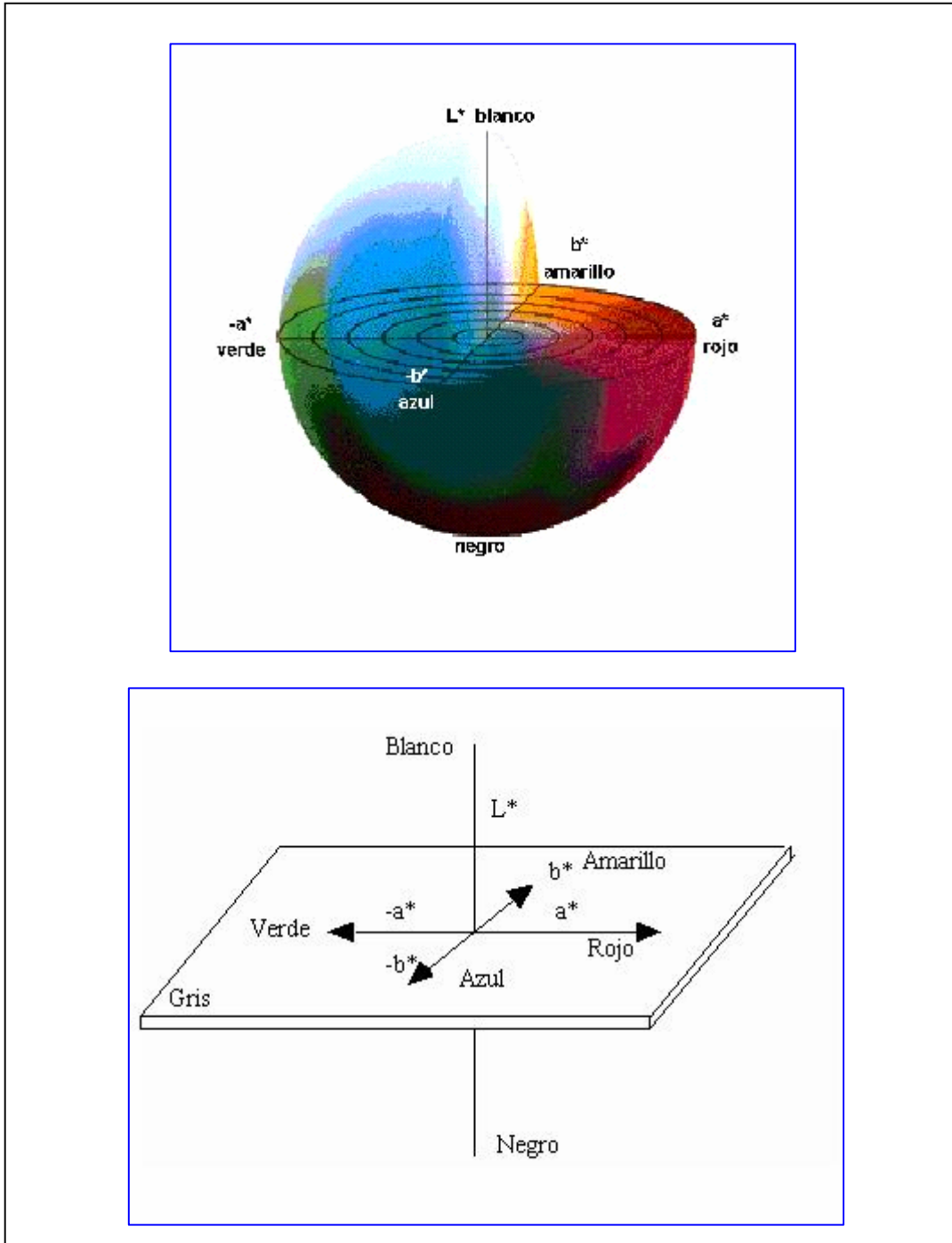
Donde Y es el valor del triestímulo de la muestra, x e y son las coordenadas cromáticas de la muestra, y donde x_n y y_n se refieren a las cromaticidades del iluminante (D65). Si la medida de la blancura es importante y las muestras pudieran ser total o parcialmente fluorescentes, es muy importante que la fuente de luz del espectrofotómetro se aproxime lo más posible al iluminante D65. Cuanto mayor es el resultado de la fórmula de W , mayor es la blancura de la muestra. ⁽²⁸⁾

Respecto al tinte (T_w) la fórmula utilizada fue la siguiente:

$$T_w = 1000 (x_n - x) - 650 (y_n - y).$$

Mientras más positivo es el valor de T_w mayor es el tinte de la muestra, mientras más negativo el valor de T_w el valor tiende a ser más rojizo. ⁽²⁸⁾

Figura 1.- Espacio de color Cielab.



I.6.- Blanqueamiento dental.

En la actualidad la técnica de blanqueamiento dental es una práctica muy popular en odontología estética, conservadora y ortodoncia, y es el resultado de la degradación muy compleja de las moléculas orgánicas responsables de la coloración del diente.^{(9), (31)}

Su mecanismo de acción es atribuido a la oxidación de las moléculas del esmalte y la dentina, causando cambios en el color de la dentina,^{(10), (11), (32), (33)} y en la composición química de los tejidos dentarios.^{(12), (34)}

El peróxido de hidrógeno al ser aplicado sobre la superficie dental se descompone en agua y oxígeno, posteriormente el oxígeno penetra a través de los poros del esmalte y de la dentina, produciendo la reducción o eliminación de la discoloración, pero si las concentraciones de oxígeno son muy bajas; como ocurre en las técnicas de blanqueamiento domiciliario, es necesario prolongar el tiempo de contacto del blanqueador con la estructura dental, para iniciar el proceso de oxidación y obtener resultados satisfactorios de blanqueamiento.^{(11), (33)}

Las técnicas de blanqueamiento dental generalmente se clasifican en dos categorías: el blanqueamiento dental clínico; realizado por el odontólogo, en la consulta y, el blanqueamiento domiciliario; realizado por el paciente, colocándose el blanqueador con férulas o guardas nocturnas.⁽³⁵⁾

Aunque también se pueden realizar técnicas mixtas o complementarias, primero se realiza el blanqueamiento en la consulta, con blanqueadores a altas concentraciones, de peróxido de hidrógeno o peróxido de carbamida al 30% ó 35% y, luego, se complementa con la técnica de blanqueamiento dental

domiciliario, utilizando el blanqueador en concentraciones bajas (10% aproximadamente), con la intención de lograr mayor efectividad y rapidez en el blanqueamiento dental.⁽³⁶⁾

El blanqueamiento dental también se ha clasificado dependiendo del mecanismo de acción del agente blanqueador.⁽³⁷⁾

De acuerdo a esta clasificación se tienen:

1.- Oxidantes: como el dióxido de silicón, peróxido de carbamida, peróxido de hidrógeno, papaina, superoxol, odontoblastina, perborato sódico y el ozono.

2.- Erosivos: entre estos el ácido cítrico, el ácido clorhídrico, fluorhídrico, ácido nítrico, ortofosfórico y el ácido poliacrílico.

3.- Abrasivos: discos de carborundo, citrato de cinc, fosfato cálcico dibásico, bicarbonato de sodio, carbonato de calcio, piedra pómez, compuestos de aluminio, derivados del silicio y el pirofosfato tetrapotásico.

4.- Mixtos: la citroxaína y la pirozona.

I.7.- Efectividad del blanqueamiento dental.

Numerosas sustancias químicas se han recomendado para realizar el blanqueamiento dental, aunque una de las más efectivas es el peróxido de hidrógeno, y su uso ya se mencionaba en el año 1884. Ya en 1911 Ficher G. ⁽³⁸⁾ en su artículo *The bleaching of discolored teeth whit H₂ O₂* presentó sus trabajos sobre el blanqueamiento dental, con peróxido de hidrógeno y colocación de instrumentos calientes.

Haywood y Heyman⁽³⁵⁾ mostraron sus estudios iniciales sobre blanqueamiento en 1989, en dicho trabajo mostraron la técnica de blanqueamiento vital domiciliario utilizando férulas con peróxido de carbamida al 10%, aplicando 2 ó 3 gotas todas las noches. En esa investigación el paciente debía llevar la férula durante la noche por 7 horas y 45 minutos con controles de 2 a 5 semanas. Obteniendo resultados de blanqueamiento favorables al cabo de 5 semanas, la resolución de la decoloración fue de aproximadamente dos tonos, utilizando como patrón la guía Vita® (Unitek Corp). Concluyendo que el blanqueamiento vital nocturno, ofrecía una alternativa conservadora y viable a las técnicas de blanqueamiento convencionales, que para ese momento se realizaban en la consulta del odontólogo, y que deberían considerarse como la técnica de primera opción de tratamiento de dientes levemente discoloreados.

Haywood V. y colaboradores en 1990 ⁽³⁹⁾ realizaron una investigación en la cual escogieron 33 premolares inferiores extraídos sin caries y los blanquearon con una solución de peróxido de carbamida al 10% por periodos de 7 horas durante cinco semanas. Obteniendo como resultado cambios perceptibles del color de todos los que presentaban discoloraciones, otro hallazgo importante referido fue que no solamente la superficie en la cual se aplicó el agente blanqueador cambio de color, también lo hizo la superficie no blanqueada del

diente; superficie que había sido protegida con plástico para evitar el contacto con el blanqueador.

Matis B. y colaboradores en 1998 ⁽³⁶⁾ realizaron un trabajo de investigación en el cual evaluaron la eficacia y seguridad de un gel de blanqueamiento dental de peróxido de carbamida al 10%. Para ello se seleccionaron 60 pacientes, se dividieron en dos grupos uno placebo y otro utilizando un gel blanqueador. Se instruyeron para que utilizaran el gel y las férulas siguiendo las indicaciones del fabricante, durante las noches por un periodo de 14 noches. Para comparar los colores de los grupos blanqueados con los grupos controles se utilizaron las guías de color Vita® y Trubyte®, así como fotografías y registros colorimétricos, los cambios se evaluaron durante 24 semanas. Obteniendo como resultado que los pacientes que utilizaron el agente blanqueador presentaban significativamente cambios de color, en comparación con los que recibían el tratamiento placebo. En conclusión el producto resultó un agente de blanqueamiento efectivo y seguro, sin recidiva en los 6 meses que duró el estudio.

Matis B. y colaboradores⁽⁴⁰⁾ evaluaron la efectividad de blanqueadores con dos concentraciones distintas de peróxido de carbamida al 10% y 15% en 25 pacientes durante 6 semanas, se evaluaron los cambios de tonos con la guía dental Trubyte Bioform® y con la toma de diapositivas, el cambio de color se midió con colorímetro (Chroma, Meter 321, Minolta). Los resultados se registraron al comienzo, a los 3 días, a la semana, 3 semanas, y a las 6 semanas. Observando subjetivamente en las diapositivas que en todos los casos ocurrió más cambio de color con el producto al 15% que con el 10%. Con el método subjetivo (con guías) hubo una diferencia significativa generalizada ($p = 0,0001$). Al finalizar el tratamiento de 6 semanas los resultados de colorímetro fueron los siguientes: para el producto al 10% ΔL^* fue de 3.04, el incremento de a^* (Δa^*): -3.19; Δb^* de -3.19 y ΔE^* fue de 5.13. Para el producto al 15% los incrementos al final de los

tratamientos fueron los siguientes: ΔL^* :3.48; Δa^* :-1.01; Δb^* :-3.60; ΔE^* : 5.58. En las mediciones con colorímetro el cambio de color fue mayor con el producto al 15% que con el de 10%. Pero al final del estudio las diferencias no fueron significativas.

Nakamura T., Saito O. y Maruyama T.⁽⁴¹⁾ realizaron un experimento en un hospital con cinco pacientes, tres hombre y dos mujeres, entre 23 y 30 años, para el estudio blanquearon los 6 dientes anteriores. Se utilizó peróxido de hidrógeno al 35%. Se realizaron mediciones con colorímetro; antes del pulido de los dientes, después de pulidos y después de blanqueados. Se evaluó el incremento de E de L^* , de a^* y de b^* , se realizaron comparaciones múltiples. Inicialmente la media de L^* de los tres tipos de dientes anteriores, incisivo central, lateral y canino fue de 71.5, 70.0 y 67.9. Después de pulir los dientes hubo una tendencia a aumentar aunque sin diferencias significativas. La media de los valores de L^* después del blanqueamiento fue de 76.4, 74.4 y 72.3. Estos valores más altos después del blanqueamiento mostraron una diferencia estadísticamente significativa, con respecto a los valores iniciales. La media de a^* antes del tratamiento fue de 1.9 a 2.25; después de pulido entre 1.3 y 2.3; y después de blanqueados entre 0,4 y 1.5, se observó una reducción en los valores de a^* , aunque sin diferencias estadísticamente significativas. La media de b^* inicial estuvo en entre 20.5 y 21.3; después de pulido entre 17,2 y 19,7, mostrando una tendencia a disminuir; aunque esa diferencia no era significativa. La media de b^* después del tratamiento estuvo entre 11.0 y 13.7 esta diferencia fue significativa estadísticamente ($p < 0,01$). Lo cual sugiere que el componente amarillento de los especímenes es blanqueado y reducido por el blanqueamiento. Los dientes más blanqueados fueron los incisivos centrales, después los incisivos laterales y por último los caninos la media de la diferencia de (ΔE) antes y después de pulir fue de 3.4 (incisivos centrales); 4.0 (incisivos laterales) y de 2.6 (caninos). La media de ΔE entre los dientes pulidos y blanqueados fue de 7.0 a 7.7 y la media de ΔE antes del tratamiento y después de

blanqueados entre 9.3 y 11.3. Esta diferencia fue significativa ($p < 0,01$) indicando que el color de los dientes es cambiado por la realización del blanqueamiento dental.

En un estudio realizado por Kwon YH. y colaboradores⁽³¹⁾ en el año 2002, sumergieron dientes bovinos en un blanqueador a base de peróxido de hidrógeno al 30% y midieron, durante tres días el color de los dientes con un espectrofotómetro Hitachi, modelo S-4200®. Se calculó ΔE^* , L^* , a^* y b^* . El incremento de los valores de ΔE fueron los siguientes: primer día: 4,99; segundo día: 6,03 y al tercer día: 6,38. Estos autores también realizaron un análisis al microscopio electrónico de barrido y consideran, que el uso de peróxido de hidrógeno parece que crea poros en la superficie del esmalte, mientras degrada las sustancias orgánicas responsables de la discoloración del diente, se cree que estos poros se deben a la interrupción o pérdida de la matriz de proteína. Observaron que al paso del tiempo estos poros se presentan más marcados.

Matis BA. y colaboradores⁽⁴²⁾ en el año 2002 evaluaron el blanqueamiento dental domiciliario con y sin reservorio en las cubetas para blanqueamiento, para ello blanquearon los 6 dientes anteriores de pacientes mayores de 18 años (entre 23 a 68 años), la mitad de la arcada se blanqueó con reservorio y la mitad sin reservorio. Para la evaluación utilizaron fotografías clínicas, una guía de color Trubyte (Dentsply) y colorímetro (Chroma Meter, Minolta), calcularon L^* , a^* y b^* . Se realizaron las cubetas sin y con reservorio, los pacientes debían usar las cubetas dos horas durante 14 días consecutivos. Se utilizó un blanqueador a base de peróxido de carbamida al 15%. Se calcularon ΔE , ΔL^* , Δa^* y de Δb^* se realizaron test de análisis de la varianza (ANOVA) para las comparaciones. Para realizar siempre la medición en el mismo lugar fabricó un Jig maxilar especial para ello. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: los valores con la guía dental no mostraron diferencias significativas entre los dientes blanqueados con

reservorio y sin reservorio ($p = 0,78$). Los valores promedios de ΔL^* a las dos semanas de blanqueamiento fueron entre 4 y 4,5 para luego disminuir entre 2 y 2,5 al inicio se presentaron diferencias significativas ($p = 0,0045$), posteriormente a la doceava semana no habían diferencias entre ambos grupos ($p = 0,93$). Respecto al Δa^* los valores a la primera semana fueron de -0,6 y -0,7 y a la segunda semana de tratamiento los valores eran entre -,08 y -,09. En lo que se refiere al Δb^* se obtuvieron valores entre -2 y -2,5 en la segunda semana. El incremento de E (ΔE) estuvo entre 4.0 y 5 aproximadamente a la primera y segunda semana, mostrando diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Este trabajo no muestra los valores exactos de ΔE , ΔL^* , Δa^* ni de Δb^* más estos se pueden observar aproximadamente en los gráficos del artículo.

Sagel y colaboradores⁽⁴³⁾ refieren una investigación en la cual compararon la efectividad de blanqueamiento de un producto a base de peróxido de carbamida al 10%, con un blanqueador de peróxido de hidrógeno al 6,5. Ambos productos se aplicaron durante 14 días. En el primer producto los resultados de colorimetría fueron respectivamente los siguientes: ΔE : 2.56; ΔL^* : 2.28; Δa^* : -0.53 y Δb^* : -0.7. En el segundo producto (peróxido de hidrógeno al 6,5%) los resultados de colorimetría fueron: ΔE : 5.02; ΔL^* : 3.98; Δa^* : -1.16 y Δb^* : -2.52. En este trabajo, aunque los dos blanqueadores resultaron ser efectivos el blanqueador de peróxido de hidrógeno presentado en tiras, mostró mayor poder de blanqueamiento, esta diferencia fue estadísticamente significativa.

Sulieman M, y colaboradores⁽¹⁶⁾ en el año 2003, desarrollaron y evaluaron un método para el estudio en vitro del blanqueamiento dental, para ello pigmentaron dientes con una solución estándar de té. Posteriormente realizaron varias técnicas de blanqueamiento dental sobre ellos, y midieron los cambios de

color con la guía dental Vita® y con un colorímetro Minolta®. Realizaron el blanqueamiento sobre el esmalte, con un blanqueador de uso clínico compuesto de peróxido de hidrógeno al 35% y obtuvieron, respectivamente, los siguientes resultados: ΔE : 22.25; ΔL^* : 20.66; Δa^* : 2.57 y Δb^* : 6.70. Al final del blanqueamiento del esmalte se registraron los cambios de color subjetivamente con la guía Vita® y obtuvieron una media de 14 tonos de diferencia, con respecto a los tonos iniciales, con una desviación estándar de 1,26.

Suliman M. y colaboradores⁽¹⁸⁾ examinaron el efecto de varios blanqueadores con concentraciones diferentes de peróxido de hidrógeno, del 05% al 35%. Para el estudio utilizaron terceros molares extraídos, los pigmentaron con una solución estándar de té hasta obtener una coloración C4 medida con la guía Vita®, y posteriormente los blanquearon. Con el blanqueador de peróxido de hidrógeno al 35% realizaron una sola aplicación, obteniendo respectivamente los siguientes resultados: ΔE : 19,13; ΔL^* : 17,44; Δa^* : 2,58 y Δb^* : 8,34. El incremento de L^* mostró un aumento en la blancura del diente, la diferencia de a^* mostró una disminución del color rojo en los especímenes y tendencia al verde y la diferencia en b^* una disminución del amarillo y tendencia al azul.

Joiner A. y Thakker⁽¹⁹⁾ en el año 2004 realizaron un estudio in vitro en el cual evaluaron un nuevo blanqueador dental de peróxido de hidrógeno al 6%. Para ello compararon el blanqueador con un gel placebo y un blanqueador con peróxido de carbamida al 18%. Los productos se aplicaban sobre la superficie labial siguiendo las indicaciones de la casa fabricante, hasta completar 28 tratamientos, equivalente a dos semanas de uso. Se calcularon los incrementos de ΔL^* obteniendo los siguientes resultados: placebo 0,01; Blanqueador 1 (Xtra White): 5,08 y el blanqueador 2 (Colgate Simply White): 5,94. Ambos productos blanqueadores obtuvieron resultados satisfactorios de blanqueamiento, sin

diferencias estadísticamente significativas, concluyendo que el producto a base de peróxido de hidrógeno al 6% es un efectivo blanqueador in vitro.

Joiner A. y colaboradores⁽²⁰⁾ evaluaron un blanqueador domiciliario de peróxido de hidrógeno al 6% aplicándolo sobre el esmalte y dentina. Para evaluar el cambio de color del esmalte se calculó ΔL^* del grupo control, almacenado en agua (sin blanquear) y del grupo blanqueado con Xtra White al 6%, obteniendo los siguientes resultados de ΔE^* , ΔL^* , Δa^* y Δb^* :

Grupo control: ΔE^* : 3.6; ΔL^* : -0.4; Δa^* : -1.1 y Δb^* : -2.0.

Grupo blanqueado: ΔE^* : 6.5; ΔL^* : 2.0; Δa^* : 1.1 y Δb^* : 4.6.

Se observa al analizar Δb^* que en el grupo blanqueado, hubo un cambio significativo del color del amarillo al azulado ($p < 0,001$). También hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los valores de ΔL^* hacia una mayor claridad en los especímenes blanqueados, con respecto al grupo sin blanquear; Δa^* prácticamente fue igual para ambos grupos (solo cambió la desviación estándar).

Suliman M. y colaboradores⁽⁴⁴⁾ compararon in vitro el efecto de tres blanqueadores a base de peróxido de hidrógeno al 35% utilizando cuatro fuentes de luz distintas. Los dientes se pigmentaron con una solución de té, se realizaron 19 grupos, y solamente se incluyeron en el estudio dientes con C4 según la guía dental estándar Vita®. Se utilizaron los blanqueadores Quick White (1), Opus Mix (2) y Polar Office (3). Para la evaluación se utilizó la guía dental Vita y se calcularon los valores de L^* , a^* y b^* con un colorímetro modelo Minolta CR 221®. Los cambios obtenidos en el color de los grupos sin aplicación de luz y medidos con la guía Vita®, fueron los siguientes: blanqueador 1: 9,4 (5,27); blanqueador 2: 6,6 (6,5); blanqueador 3: 4,6 (5,54). El incremento de E^* (ΔE^*) de estos tres grupos de estudio, sin ninguna aplicación de luz fueron estos: blanqueador 1:

11,59 (4,97); blanqueador 2: 12,93 (3,83); blanqueador tres: 5,04 (1,72). Independientemente del blanqueador y de la luz utilizada, los valores más bajos de ΔE^* se obtuvieron cuando no se aplicó ninguna luz en las técnicas de blanqueamiento.

I.8.- Adhesión.

Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, la palabra adhesión viene del latín “adhaesio”, que significa: “acción y efecto de adherir o adherirse o fuerza de atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie química”.

En terminología adhesiva, adhesión o enlace es la unión de una sustancia a otra. La adhesión se refiere a las fuerzas o energías, entre los átomos o moléculas, en una interfase que mantiene juntas dos fases, a diferencia de fuerzas de cohesión que se denominan, a aquellas fuerzas que tienden a unir moléculas de un mismo cuerpo, aunque en odontología, frecuentemente utilizamos el término adhesión, para referirnos a la unión de tipo mecánico, donde la unión se produce por microrretenciones sin interacción química.

Uno de los requisitos ideales para cualquier material de restauración en Odontología, es el de poseer características adhesivas, puesto que al presentarse una unión íntima, óptima entre el tejido dentario y el material restaurador, se va a conformar un sólo cuerpo que, con la utilización de agentes adhesivos multifuncionales con capacidad de unión a substratos dentarios, metálicos, poliméricos y cerámicos, permiten la práctica de una Odontología depurada, conservadora y de la más alta calidad. ^{(2), (45)}

I.9.- Mecanismos de adhesión al esmalte.

El modelo de adhesión micromecánica al esmalte se basa en los trabajos realizados en 1955 por Buonocore.⁽⁴⁶⁾

Antes de colocar un adhesivo sobre la superficie del esmalte, es necesario realizar un tratamiento denominado: técnica de grabado ácido. En esta técnica, la superficie del esmalte es sometida a la acción de un ácido inorgánico diluido, como el fosfórico, durante un breve periodo de tiempo, generalmente inferior a 30 segundos. La concentración ha variado de las investigaciones de un autor a otro y a través del tiempo, pero generalmente es del 30% al 50%. En la actualidad la concentración más utilizada es de 36%. Otros ácidos también ensayados han sido el cítrico, clorhídrico, láctico, y el pirúvico. Al inicio los ácidos eran líquidos, ahora se comercializan en forma de geles, debido al mejor control del grabado, evitando el contacto con dientes vecinos, complejo dentino-pulpar y demás tejidos blandos cercanos (encía, carrillos, entre otros).⁽⁴⁷⁾

Para que el ácido pueda actuar correctamente, es necesario que el esmalte esté completamente limpio. Luego de aplicado el ácido, se debe lavar con abundante agua para eliminar el ácido y todas las sales de fosfato de calcio que se han formado, luego inmediatamente, se debe aplicar la resina fluida, para evitar que la superficie se contamine.⁽⁴⁸⁾

I.10.- Resistencia adhesiva al cizallamiento.

Cuando se aplica una fuerza externa a un cuerpo se genera una resistencia, es decir, una fuerza interna igual, pero en dirección opuesta. A su vez, una fuerza es aquel influjo o capacidad que al actuar sobre un cuerpo, modifica el estado de reposo (o de movimiento) imprimiéndole una aceleración.

La unidad de fuerza es el newton y se define como la fuerza que actúa sobre un kilo, para producir una aceleración de un metro por segundo al cuadrado.
(48)

Aunque en la cavidad bucal los mecanismos son muy complejos y se presentan juntos, didácticamente podemos dividirlos en: resistencia a la compresión, tracción, deslizamiento, flexión, torsión y corte o cizallamiento.

En esta investigación se trabajó en esta última propiedad físico-mecánica de los materiales dentales, la resistencia al corte o cizallamiento; la cual es la resistencia interna o tensión que se opone al desplazamiento producto de una fuerza externa, caracterizada por que se presentan dos fuerzas opuestas entre si, que actúan sobre un material, aproximándose sobre diferentes rectas paralelas, muy cercanas. (2). (48)

La unidad que se utiliza en odontología, para medir esa tensión se denomina Megapascal (MPa) y, se define, como la tensión que ejerce un newton por milímetro cuadrado de superficie. (2). (48)

I.11.- Influencia de los agentes blanqueadores sobre el esmalte y la resistencia adhesiva de los composites.

Algunos autores han evaluado con Microscopía Electrónica de Barrido, los efectos adversos del blanqueamiento dental sobre las estructuras dentales y han reportado cambios en la estructura química, y en el contenido mineral del esmalte.^{(49), (50)} Así como cambios en la microdureza del esmalte con disminución del contenido de calcio.^{(34), (50)}

Aunque algunos autores consideran que la disminución de la microdureza del esmalte blanqueado es insignificante, y que su uso es seguro.⁽⁵¹⁾

Haywood y colaboradores⁽⁵²⁾ evaluaron con microscopio electrónico de barrido el efecto del blanqueamiento dental domiciliario, sobre textura de la superficie del esmalte. A los dientes extraídos y preparados se les aplicó el tratamiento durante 5 semanas, alternando saliva artificial con peróxido de carbamida. La inspección visual no reveló diferencia entre el grupo control y el grupo blanqueado de ninguno de los dientes. La superficie que no fue expuesta fue indistinguible de la expuesta cuando estas se observaron al microscopio óptico o al microscopio electrónico de barrido.

Stokes y colaboradores⁽⁵³⁾ realizaron una investigación en la cual evaluaron la influencia del blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% y con peróxido de carbamida, al 10%, sobre la resistencia adhesiva de cilindros de composite. Se utilizaron molares humanos, sanos y sin caries, se dividieron en tres grupos de 10 dientes cada uno, se blanquearon los grupos dos y tres, y se le cementaron cilindros de resina de 4mm de diámetro. La resistencia de los grupos blanqueados fue significativamente inferior a la del grupo no blanqueado: Control $16,2 \pm (7,7)$ MPa.; peróxido de hidrógeno al 35% $8,4 \pm (3,2)$ MPa y con peróxido de carbamida $9,4 \pm (4,4)$ MPa. Concluyendo que el blanqueamiento disminuye la resistencia adhesiva de los composites.

En una investigación realizada por Ben-Amar y colaboradores⁽⁴⁹⁾ en la cual evaluaron el efecto del blanqueamiento dental sobre el esmalte y sobre la resistencia adhesiva al cizallamiento de los composites, encontraron que el blanqueamiento disminuye la resistencia adhesiva y que crea poros y “cráteres” sobre la superficie del esmalte. Los valores de resistencia adhesiva fueron los siguientes: Grupo control, sin blanquear: $10,76 \pm (3,44)$ MPa; grupo blanqueado $7,65 \pm (3,48)$ MPa. El blanqueamiento redujo significativamente la resistencia adhesiva.

Ernst CP. y colaboradores⁽⁵⁴⁾ evaluaron el efecto de los agentes blanqueadores con peróxido de hidrógeno, sobre la morfología del esmalte humano. Para ello utilizaron varios agentes blanqueadores de peróxido de hidrógeno al 10% y al 30%. Las alteraciones se clasificaron en: 1.- ausencia de alteraciones; 2.- alteraciones leves y 3.- Alteraciones importantes. Las imágenes al microscopio electrónico revelaron alteraciones leves o ausencia de alteraciones en la superficie del esmalte, al ser comparadas con los grupos controles.

Pinheiro y colaboradores⁽⁵⁵⁾ evaluaron el efecto de cinco agentes blanqueadores a base de peróxido de carbamida sobre la microdureza del esmalte humano. Utilizaron incisivos centrales maxilares y los dividieron en 5 grupos, los blanquearon con distintos agentes blanqueadores y les midieron la dureza Vickers. Todos los agentes blanqueadores disminuyeron la dureza del esmalte, estos investigadores atribuyen la reducción de la microdureza a dos factores básicamente: a la acción del peróxido sobre la matriz orgánica del esmalte y a la acción ácida quelante de algunas sustancias, presentes en el gel de blanqueamiento.

Perdigao y colaboradores⁽⁵⁶⁾ realizaron un estudio de la ultramorfología del esmalte en relación con el blanqueamiento dental y los adhesivos. Estudiaron el efecto del blanqueamiento sobre la interfase formada por dos adhesivos y el esmalte. Encontraron que no habían diferencias entre las concentraciones de oxígeno del esmalte blanqueado y sin blanqueamiento ($p = 0,737$), aunque se presentó una tendencia de una mayor concentración del oxígeno en el área incisal. En los especímenes blanqueados la media de concentraciones de calcio y fósforo fue inferior que en los no blanqueados ($p = 0.0001$). La organización de la estructura superficial del esmalte se modificó con la aplicación del blanqueamiento.

Yeh ST. y colaboradores⁽⁵⁷⁾ evaluaron al microscopio electrónico de barrido la superficie del esmalte blanqueado y sin blanquear, y demostraron que la porosidad superficial del esmalte aumentó levemente después del blanqueamiento.

Sung E. y colaboradores⁽⁵⁸⁾ realizaron un estudio en el cual evaluaron el efecto del blanqueamiento dental con peróxido de carbamida sobre la resistencia adhesiva al cizallamiento de cilindros de composite, para ello pegaron cilindros de composite sobre esmalte previamente blanqueado y lo sometieron a pruebas de resistencia adhesiva. Encontraron que los valores de resistencia adhesiva, del adhesivo con el primer basado en alcohol (OptiBond), no disminuyeron después del blanqueamiento. Así mismo los resultados mostraron una reducción de la resistencia adhesiva en aquellos adhesivos en los cuales la base contenía acetona como solvente. En este sentido concluyeron, que la reducción de la resistencia adhesiva, no depende del blanqueamiento con peróxido de carbamida sino, más bien, de la composición del adhesivo utilizado.

Otros investigadores coinciden con ésta afirmación, es decir si en la composición del adhesivo éste contiene alcohol el agente blanqueador no influye sobre la resistencia adhesiva.⁽⁵⁹⁾

Igualmente hay otros autores que consideran que si se esperan 15 días después del blanqueamiento no se ve afectada la adhesión, es decir no disminuyen los valores de resistencia adhesiva.⁽⁶⁰⁾

Cavali V. y colaboradores⁽⁶¹⁾ evaluaron el efecto de varios blanqueadores sobre la resistencia adhesiva al cizallamiento de cilindros de composite, con diferentes concentraciones de peróxido de carbamida, en distintos periodos de tiempo. Utilizaron concentraciones al 10%, 16%, y al 20%.

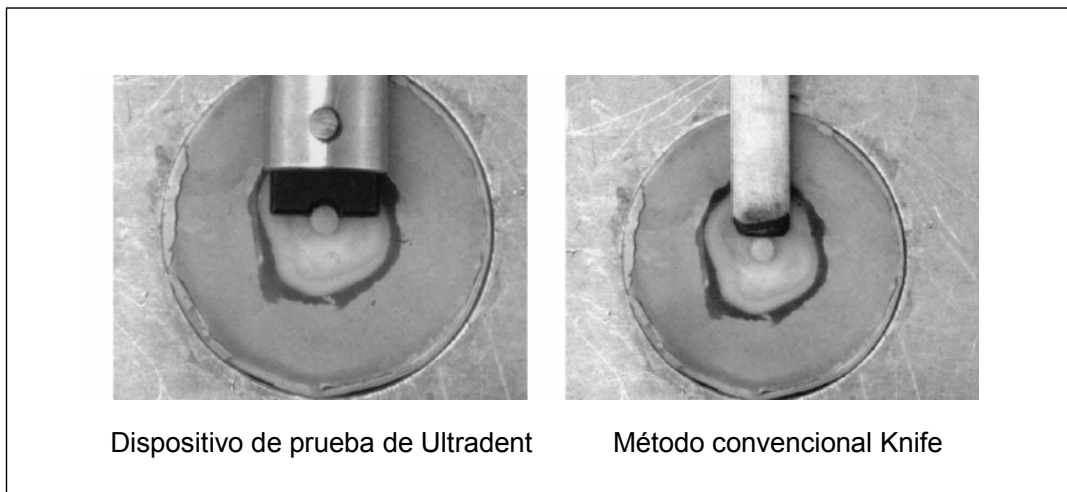
Estos autores realizaron la técnica adhesiva de los composites en distintos periodos de tiempo después del blanqueamiento: en un día, una semana, dos semanas y tres semanas; encontrando que los valores de los especímenes blanqueados, inicialmente disminuían y al paso del tiempo aumentaban. El grupo control, sin blanquear, mostró una media de $16,62 \pm (3,29)$ MPa.

Los grupos blanqueados y pegados al día siguiente mostraron una media cercana a 6.0 MPa. Posteriormente, a las tres semanas los valores medios de resistencia adhesiva se acercaban al grupo control (entre 13.0 y 14.0 MPa). Según el test de comparaciones múltiples de Dunnett's, los grupos adheridos al día siguiente de finalizado el blanqueamiento y a las dos semanas, mostraron diferencias estadísticamente significativas con el grupo control, no así los grupos adheridos a las tres semanas posteriores al blanqueamiento.

Pecora N. y colaboradores⁽⁶²⁾ realizaron una investigación con el propósito de comparar dos dispositivos, para realización de pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento de los composites.

Se utilizaron dos dispositivos distintos con varios adhesivos y se obtuvieron diferentes valores, dependiendo del dispositivo, aunque los adhesivos y composites eran los mismos. Estos autores concluyeron que para comparar resultados de resistencia adhesiva, se debe utilizar el mismo dispositivo para despegar el composite (Fig. 2).

Figura 2.- Esquema de los dos dispositivos utilizados en la investigación*.



*(Esquema Realizado de la fotografía original de Pecora N. y colaboradores 2002).⁽⁶²⁾

Vanessa Cavalli y colaboradores⁽⁶³⁾ realizaron una investigación en la cual evaluaron la influencia del blanqueamiento dental con peróxido de carbamida, sobre la resistencia adhesiva a la microtensión de los composites. Utilizaron molares humanos extraídos y realizaron varios grupos con distintas concentraciones de peróxido de carbamida: al 10%, 15%, 16% y al 20%. y un grupo control sin blanquear. El grupo control mostró los valores más altos de resistencia adhesiva $47.5 \pm (6.2)$, el test de Tukey (5%) mostró diferencias estadísticamente significativas entre el grupo sin blanquear y los grupos blanqueados.

Entre los grupos blanqueados no se mostraron diferencias significativas, es decir la concentración no modificó los valores finales de resistencia adhesiva.

I.12.- Adhesión de brackets de ortodoncia.

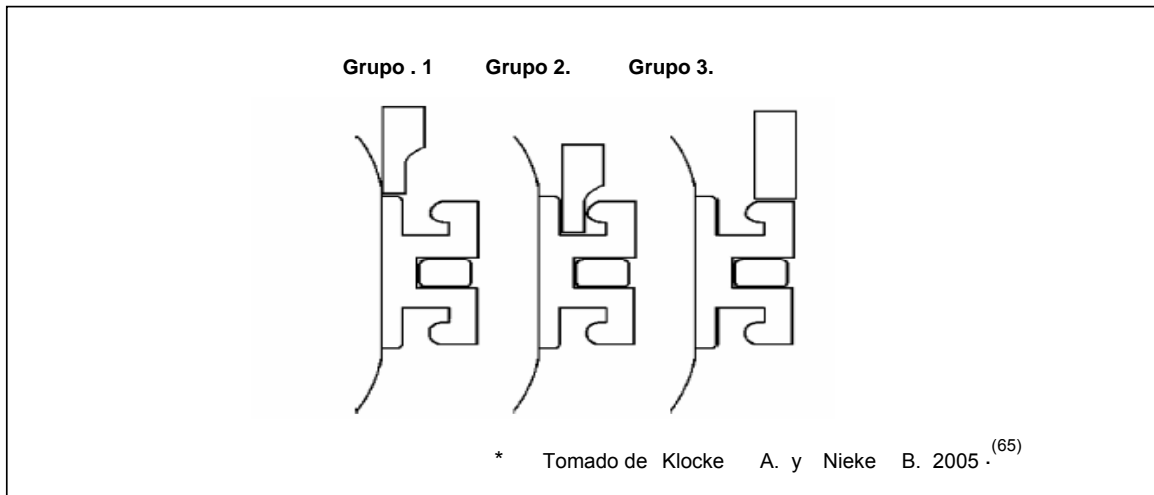
La adhesión directa de brackets es una técnica rutinaria desde los años ochenta. Como en otros casos de adhesión, ésta se basa en la unión mecánica de un adhesivo a las irregularidades del esmalte y a las retenciones de la base del brackets. Por consiguiente, para obtener resultados satisfactorios en la adhesión ortodóncica es necesario prestar mucha atención a los tres componentes: la superficie del diente y su preparación, el diseño de la base del bracket y el material adhesivo. Un buen material adhesivo en ortodoncia debe ser dimensionalmente estable, fluido, tener una buena resistencia cohesiva, y debe ser de fácil utilización clínica.⁽⁶⁴⁾

Klocke A. y Nieke B.⁽⁶⁵⁾ realizaron una investigación en la cual estudiaron la influencia de la ubicación de la aplicación de la fuerza sobre la resistencia adhesiva al cizallamiento de brackets de ortodoncia, para ello aplicaron la fuerza en tres puntos distintos:

- 1.- En la base cercana al esmalte.
- 2.- En el medio del bracket en la zona de la ligadura.
- 3.- En la zona más externa en oclusal.

El esquema se puede observar en la figura 3.

Figura 3.- Elaboración de los grupos de estudio para comparar la resistencia adhesiva*.



Estos investigadores encontraron que dependiendo del punto de aplicación de la fuerza los valores de resistencia adhesiva se modifican, en el grupo uno los valores medios fueron de $22.70 \pm (4.23)$ MPa, en el grupo dos $11.52 \pm (2.74)$ MPa y en el grupo tres la media fue de $9.44 \pm (2.969)$ MPa.

El grupo 1 mostró diferencias estadísticamente significativas (test de Tukey). Estos investigadores concluyeron que la resistencia adhesiva de los brackets depende del sitio de aplicación de la fuerza.

Uysal T. y colaboradores⁽⁶⁶⁾ estudiaron el efecto del blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35%, sobre la resistencia adhesiva al cizallamiento de brackets de ortodoncia metálicos. Utilizaron premolares humanos y los dividieron en tres grupos, uno control y dos blanqueados, todos los brackets se cementaron con Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, Calif), obteniendo los siguientes resultados: grupo control $12.9 \pm (3.4)$ MPa; grupo blanqueado y cementado inmediatamente: $12.0 \pm (4.6)$ MPa; grupo blanqueado y almacenado durante 30 días $14.8 \pm (4.0)$ MPa.

En esta investigación, los resultados de las medias de resistencia adhesiva de los grupos en MPa, no mostraron diferencias estadísticamente significativas, según el test de análisis de la varianza (ANOVA). Concluyendo, que el blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% no influye sobre la resistencia adhesiva de los brackets, solo modifica el tipo de fallo según el índice de adhesivo remanente.

Es importante conocer que la ingestión de peróxido de hidrógeno puede causar síntomas agudos de intoxicación e irritación del aparato gastrointestinal con náusea, vomito, taquicardia, letargo y confusión; en la piel el peróxido puede producir inflamación y ampollas, así mismo los datos indican que la ingestión de grandes dosis de preparaciones comerciales de blanqueadores dentales puede ser tóxica. ^{(67), (68)}

Factores como: menor concentración de calcio y fósforo,⁽⁵⁶⁾ menor microdureza del esmalte,⁽⁶⁹⁾ cambios en la estructura superficial del esmalte,^{(31), (70)} o la influencia del blanqueamiento sobre la polimerización de los composites,⁽⁷¹⁾ pueden ser la causa de una posible disminución de la resistencia adhesiva de los composites, al aplicarlos sobre el esmalte, al cual se le ha realizado alguna técnica de blanqueamiento dental.

En este sentido varios autores coinciden en que el blanqueamiento dental, previo a la adhesión ya sea de restauraciones de composites o de cementación de brackets, disminuye la resistencia adhesiva de éstos materiales.^{(72), (73), (74), (75), (76)}

Introducción

II.- OBJETIVOS

II.- OBJETIVOS

Objetivo general:

Evaluar la efectividad de blanqueamiento de dos agentes blanqueadores de uso clínico y su influencia sobre la resistencia adhesiva al cizallamiento de los composites y de los brackets.

Objetivos específicos:

1. Medir la efectividad del blanqueamiento dental.
2. Comparar subjetivamente la efectividad de dos blanqueadores dentales.
3. Comparar objetivamente la efectividad de dos blanqueadores dentales.
4. Medir la resistencia adhesiva al cizallamiento de los composites aplicados sobre esmalte previamente blanqueado, con dos blanqueadores de uso clínico a base de peróxido de hidrógeno al 30% y de peróxido de carbamida al 30%.
5. Comparar la resistencia adhesiva de los composites aplicados sobre esmalte previamente blanqueado, con dos blanqueadores de uso clínico a base de peróxido de hidrógeno al 30% y de peróxido de carbamida al 30%.
6. Medir la resistencia adhesiva al cizallamiento de brackets cementados en distintos periodos de tiempo, sobre esmalte previamente blanqueado, con un blanqueador de uso clínico a base de peróxido de hidrógeno al 30%.
7. Comparar la resistencia adhesiva de los bracket cementados en distintos periodos de tiempo: a las 24 horas, una semana, dos semanas, un mes y dos meses.
8. Evaluar el tipo de fallo que se produce al despegarse el brackets con y sin blanqueamiento dental y, en cada uno de los periodos de tiempo.

Objetivos

Variables

Independientes o causales:

- Blanqueamiento dental
- Distintos períodos de tiempo transcurridos desde blanqueamiento hasta la cementación de los brackets.
- Agentes blanqueadores.

Intervinientes:

- Composites utilizados.
- Adhesivos.
- Brackets utilizados en el ensayo.
- Adhesivo utilizado para la cementación.
- Técnica de cementación.
- Método de conservación y temperatura de almacenamiento.

Dependientes o variables respuesta:

- Valores de Blanqueamiento dental.
- Resistencia adhesiva al cizallamiento de los composites.
- Resistencia adhesiva al cizallamiento de los brackets en los distintos periodos de tiempo.

III.- HIPÓTESIS

III.- HIPÓTESIS NULAS

1. Los agentes blanqueadores a base de peróxido de hidrógeno al 30% y de peróxido de carbamida al 30% no presentan diferencias significativas en la modificación del color de los dientes.
2. Los agentes blanqueadores de uso clínico a base de peróxido de hidrógeno y de peróxido de carbamida, al ser aplicados sobre la superficie del esmalte, no disminuyen la resistencia adhesiva al cizallamiento de los composites.
3. Los agentes blanqueadores de uso clínico a base de peróxido de hidrógeno al ser aplicados sobre la superficie del esmalte, no disminuyen la resistencia adhesiva al cizallamiento de los brackets de ortodoncia.

IV.- MATERIALES Y MÉTODO

IV.- MATERIALES Y MÉTODO.

IV.1.- SITIO Y ESPACIO FÍSICO.

La investigación se realizó en el Laboratorio de Investigaciones II del Departamento de Estomatología de la Facultad de Odontología, en el Departamento de Óptica de la Facultad de Ciencias, y en el Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada.

IV.2.- MATERIALES:

- Sistema adhesivo para cementación de brackets, Transbond XT[®] (3M Dental Products, St. Paul, Minnesota, Estados Unidos de América).
- Ácido ortofosforico[®] al 36 % (Scotchbond etchant 3M Dental Products, St. Paul, Minnesota, Estados Unidos de América).
- Guía dental VITAPAN[®], Classical Lumin- Vacuum- Farbskala (Vita, Bad Säckingen, Alemania).
- Agente blanqueador a base de peróxido de hidrógeno al 30% Office Illuminé[™] (Dentsply[®] Detrey. GmbH, Konstanz, Alemania).
- Blanqueador dental a base de peróxido de carbamida para técnica clínica VivaStyle[®] 30% (Ivoclar-Vivadent, Schaan/ Liechtenstein).
- Resina transparente Ortocryl[®] (Dentaurum, Ispringen, Alemania).
- Brackets para incisivo lateral superior de metal MBT. Serie Victoria[®] (3M. Uniteck, Inter. GMBH, Puchheim, Alemania).
- Cera roja de utilidad (Coltene[®] / Whaledent. Inc, Mahwah, Estados Unidos de América).
- Silicona de adición Virtual[®] (Ivoclar- Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

- Adhesivo Prime & Bond NT[®] (Dentsply De Trey GmbH, Konstanz, Alemania).
- Composite Tetric Ceram[®] (Ivoclar-Vivadent AG. Bändererstrasse, Schaan, Liechtenstein).
- Discos de pulido SiC de 220, 500 y 1200 grits.
- Jeringas de 2ml y 10ml DISCARDIT[®] II (Becton DICKINSON, España).
- Saliva artificial.
- Heparina sódica 01% Leo (ALTANA- Pharma S.A., Madrid, España).

Equipos:

- Pulidora (EXAKT[®] - Apparatebau D-2000 Nerderstedt, Alemania)
- Cortadora *Accutom 50*[®] (Accutom Hard Tissue Microtome, Struers, Dinamarca).
- Micrómetro digital de precisión DIGIMATIC CALIPER (Mitutoyo mod. 350-MHN1-25-DN, Japón).
- Turbina (Kavo Super Torque 640, Alemania).
- Micromotor ((Kavo Super Torque 640, Alemania).
- Cortadora *Accutom*[®] (Accutom Hard Tissue Microtome, Struers, Dinamarca).
- Máquina de pruebas de resistencia mecánica, Electrotest Mod. 500 (IBERTEST[®] Madrid, España).
- Lámpara de fotocurado Spectrum 800[®] (Dentsply Kunstanzt Defrey. GmbH, Alemania).
- Espectrorradiómetro modelo PR-704/PC (Photo Research, Puchheim, Alemania).

- Microscopio Electrónico de Barrido por Emisión de Campo, mod. GEMINI-530 (LEO Electrón Microscopy LTD, Clifton Road Cambridge, Inglaterra) con las siguientes características básicas: Fuente de electrones por emisión de campo, tensión de aceleración de 0,1 kv a 30 kv, tres Rangos de aumentos de 20x a 500kx, tres imágenes de alta calidad y resolución a bajos voltajes de operación y control digital de todas las funciones, utilización de bajas distancias de trabajo (9mm) para la obtención simultánea de imágenes de electrones secundarios (topográficas); BSE (químicas) y análisis por rayos X (mapas de distribución elemental), detector de electrones secundarios con resolución de 1 nm a 20 kv y WD de 2mm.
- Unidad de cobertura de oro aluminio Polaron E- 5000 (Polaron, Watford, Inglaterra); esta unidad se utilizó para cubrir los especímenes, antes de ser analizados al microscopio electrónico de barrido.

IV.3.-SELECCIÓN DE LA MUESTRA: CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

Se utilizaron 180 dientes bovinos, refrigerados y conservados en timol. Se seleccionaron incisivos y caninos sin daños en el esmalte, la superficie bucal no debía presentar fracturas o defectos, producto de la extracción.

Los dientes bovinos se han utilizado en distintos trabajos de investigación consultados, debido, a la similitud histológica del esmalte de estos dientes con el esmalte humano. Así como por la facilidad de obtener especímenes completos y sanos. ^{(22), (31), (77), (78), (79), (80)}

En una investigación consultada, en la cual estudiaron la posibilidad de sustituir dientes humanos por dientes bovinos en la realización pruebas de resistencia adhesiva, concluyeron que, el análisis estadístico no mostró diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos y, que los dientes bovinos eran muy buenos sustitutos de los dientes humanos, tanto en la realización de pruebas sobre esmalte, como en la superficie de la dentina. ⁽⁸⁰⁾

IV.4- Evaluación subjetiva de la efectividad del blanqueamiento dental clínico.

IV.4- MÉTODO DE EVALUACIÓN SUBJETIVA DE LA EFECTIVIDAD DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL CLÍNICO.

Se realizó una comparación entre dos agentes blanqueadores aplicándolos sobre el esmalte de dientes bovinos, se utilizaron dos blanqueadores, uno a base de peróxido de hidrógeno y otro a base de peróxido de carbamida.

Técnica de pigmentación.

Se seleccionaron 16 dientes bovinos sanos sin daños en el esmalte y almacenados refrigerados en solución de timol.

Los dientes se pigmentaron sumergiéndolos en sangre humana con heparina sódica al 1% Leo (ALTANA- Pharma S.A., Madrid, España) durante dos semanas, a una temperatura controlada de 37° C.

Inicialmente se les abrió el ápice para permitir la entrada de la sangre a la cámara pulpar, posteriormente se almacenaron en saliva artificial, se limpiaron y se registraron los tonos de luminosidad inicial de cada diente con Guía dental VITAPAN®, Classical Lumin- Vacuum- Farbskala (Vita, Bad Säckingen, Alemania).

Ya varios investigadores han realizado trabajos utilizando sangre como pigmento dentro del diente, básicamente en blanqueamiento intracoronario. ^{(81), (82), (83), (84), (85), (86)}

Grupos de estudio.

Antes de realizar las técnicas de blanqueamiento in vitro los dientes, previamente pigmentados, se dividieron en dos grupos como se explica a continuación:

- Grupo 1 blanqueado con peróxido de hidrógeno al 30% Illuminé Office™ (Dentsply® Detrey. GmbH, Konstanz, Alemania).
- Grupo 2 blanqueado con peróxido de carbamida de uso clínico VivaStyle® 30% (Ivoclar-Vivadent, Schaan/ Liechtenstein).

Después de dividir a azar a los especímenes, estos se blanquearon con los dos sistemas blanqueadores según las indicaciones de la casa fabricante, se realizaron dos sesiones de 30 min a cada grupo.

Durante este periodo de tiempo se almacenaron en una estufa a 37° C en humedad relativa, posteriormente se registraron los valores finales de luminosidad según la guía Vita® y se tomaron fotografías.

Grupos de estudio.

Figura 4.- Grupos de estudio pigmentados con sangre humana.



Los valores promedios estaban bastante cerca de los tonos mas oscuros de la guía, entre

Figura 5.- Imagen del grupo 1 con el grupo control.



Figura 6.- Imagen grupo 2, con el grupo control.



Estadística específica para este experimento.

Para la realización del análisis estadístico se les asignaron valores numéricos a los distintos tonos subjetivos de luminosidad, orientados con la guía Vita®, siguiendo la secuencia sugerida por la casa fabricante, de 1 a 16 como se muestra a continuación:

Tabla 1.- Secuencia de color sugerida por la casa fabricante del 1 al 16.

Secuencia															
B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A3.5	B4	C3	A4	C4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Usando este método la disminución del valor numérico representa un aumento en la luminosidad del diente.

A los datos así tratados se les realizó un análisis estadístico mediante un test de ANOVA y un Test Post Hoc de Comparaciones Múltiples de Scheffé, para comparar los valores iniciales de luminosidad con los finales, y entre los dos grupos blanqueados con los distintos agentes blanqueadores.

El test de Scheffé por ser un test robusto permite pruebas alternativas a test no paramétricos. ^{(91), (92), (93)}

Este método ya ha sido utilizado por varios investigadores en trabajos previos. ^{(16), (18), (36)}

IV.5.- Evaluación objetiva con espectrorradiómetro de la efectividad del blanqueamiento dental.

IV.5.- EVALUACIÓN OBJETIVA CON ESPECTRORRADIÓMETRO DE LA EFECTIVIDAD DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL CLÍNICO.

Dispositivo de medida del color de los estímulos

La especificación colorimétrica de un objeto depende del iluminante con el que se observa dicho objeto. En la actualidad existen distintos iluminantes definidos y aceptados internacionalmente, en odontología uno de los más utilizados es el D65 para especificar el color de los objetos. El iluminante D65 es uno de los que representan la luz de día, y es el que se ha utilizado en las mediciones. Varios autores han utilizado éste iluminante para medir el color de los dientes. ^{(29), (30)}

Para medir las coordenadas de cromaticidad y luminancia de los distintos estímulos que generaba el monitor en modo de apertura y objeto, se usó un espectrorradiómetro modelo PR-704/PC de Photo Research (Figuras 4 y 5). Las características fundamentales de este aparato son las siguientes:

Consta de un cabezal óptico con un espejo de apertura tipo Pritchard que dirige la radiación óptica incidente hacia una red de difracción o hacia el ocular. A continuación de la red se encuentra una matriz lineal de fotodiodos detectores, que tiene 256 elementos o pixels, enfriados termoeléctricamente a 0° C en una cámara sellada para eliminar virtualmente la contaminación por el polvo y las fluctuaciones de temperatura, estando además presurizada con nitrógeno para prevenir la condensación. Teniendo en cuenta el rango del espectro de medida (380 a 780), cada píxel mide en incrementos de 1.6 nm, aunque los resultados se expresan en incrementos de 2 nm por conveniencia.

Antes de realizar las mediciones cada detector se carga eléctricamente, dicha carga disminuye al incidir la radiación sobre el elemento y se traduce en una señal analógica, que se transmite a la tarjeta controladora instalada en el ordenador, a través del cable que lo conecta con el espectrorradiómetro. Un convertidor analógico digital de 12 bits instalado en la tarjeta, transforma la señal analógica en su equivalente digital que se usa para realizar los cálculos adecuados.

En cuanto al error asociado a las medidas, el fabricante indica que, en caso de medidas fotométricas absolutas, es menor de 4,1% y, si son relativas del 1 al 2%.

En cuanto al error asociado a las medidas de cromaticidad se indica un $\pm 0,003$. Este aparato dispone de un software apropiado (Spectra-view 2.10) desarrollado por Photo Research y que incluye, entre otras posibilidades las siguientes:

- 1.- Cálculo de luminancia, iluminancia, radiancia, irradiancia y temperatura de color; cálculo de diferencias CieLab, cálculo de reflectancias y transmitancias.

- 2.- Cálculo de los valores triestímulos X, Y y Z, coordenadas de cromaticidad en los sistemas CIE 1931, CIE 1976 (L^* , a^* y b^*) y CIE 1976 (L^* , u^* , v^*), longitud de onda dominante y pureza colorimétrica. ⁽²⁸⁾

Figura 7.- Esquema de los componentes del espectrorradiómetro PR-/04/PC de Photo Research

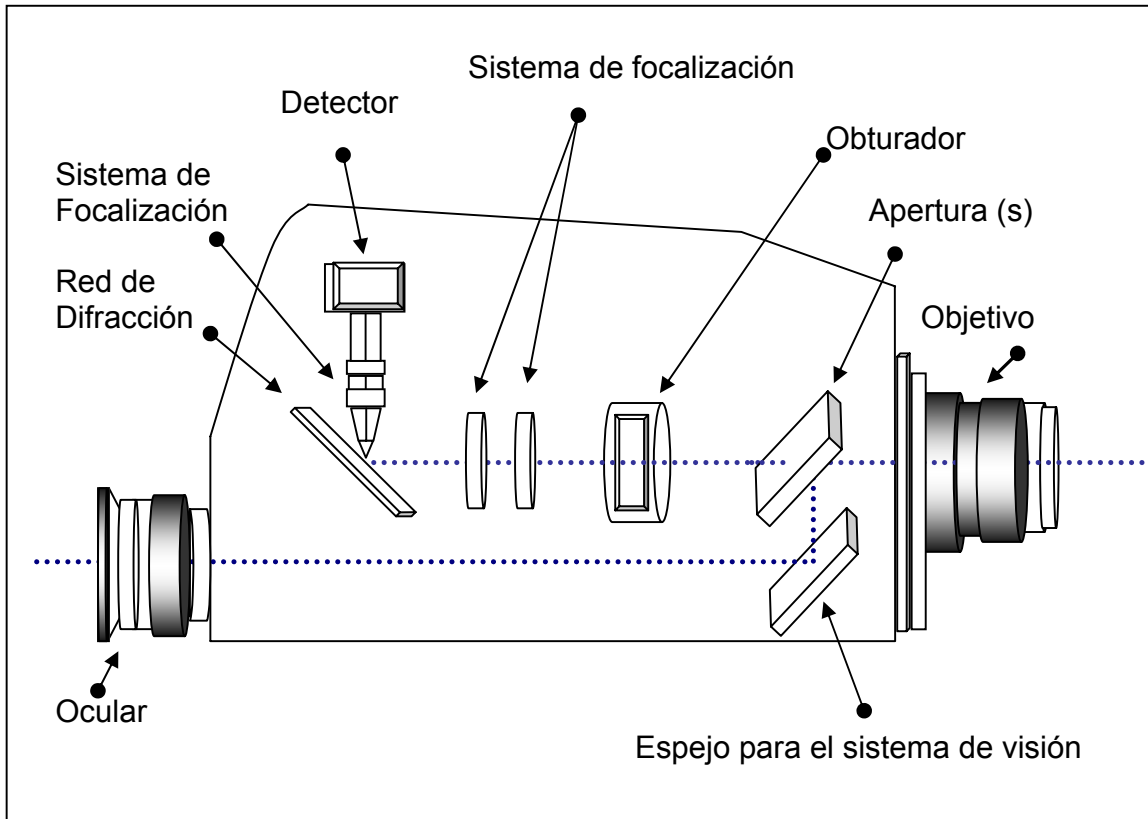


Figura 8.- Espectrorradiómetro Spectrascan PR-/04/PC de Photo Research



Preparación de los especímenes.

Inicialmente se seleccionaron 20 dientes bovinos sanos, sin pigmentaciones en el esmalte, limpios refrigerados y conservados en solución de timol (Fig. 9)

Figura 9.- Fotografía inicial los especímenes utilizados para la evaluación de la superficie del esmalte con colorímetro.



Técnica de pigmentación.

Al igual que para el experimento de análisis subjetivo del color, los dientes se pigmentaron sumergiéndolos en sangre durante dos semanas a una temperatura controlada de 37°C, posteriormente se almacenaron en saliva artificial durante dos semanas (figura 10). Este procedimiento de almacenamiento en saliva ya se ha utilizado en investigaciones previas. ⁽⁶¹⁾

Figura 10.- Fotografía de los especímenes después de la pigmentación con sangre.



Realización de las mediciones con el espectrorradiómetro.

Método:

Se realizó un análisis objetivo de la afectividad el blanqueamiento dental sobre el esmalte, midiendo las coordenadas CieLab, con el espectrorradiómetro y comparando los resultados de los dientes blanqueados con peróxido de hidrógeno y con peróxido de carbamida. Inicialmente se cortaron longitudinalmente para exponer la dentina.

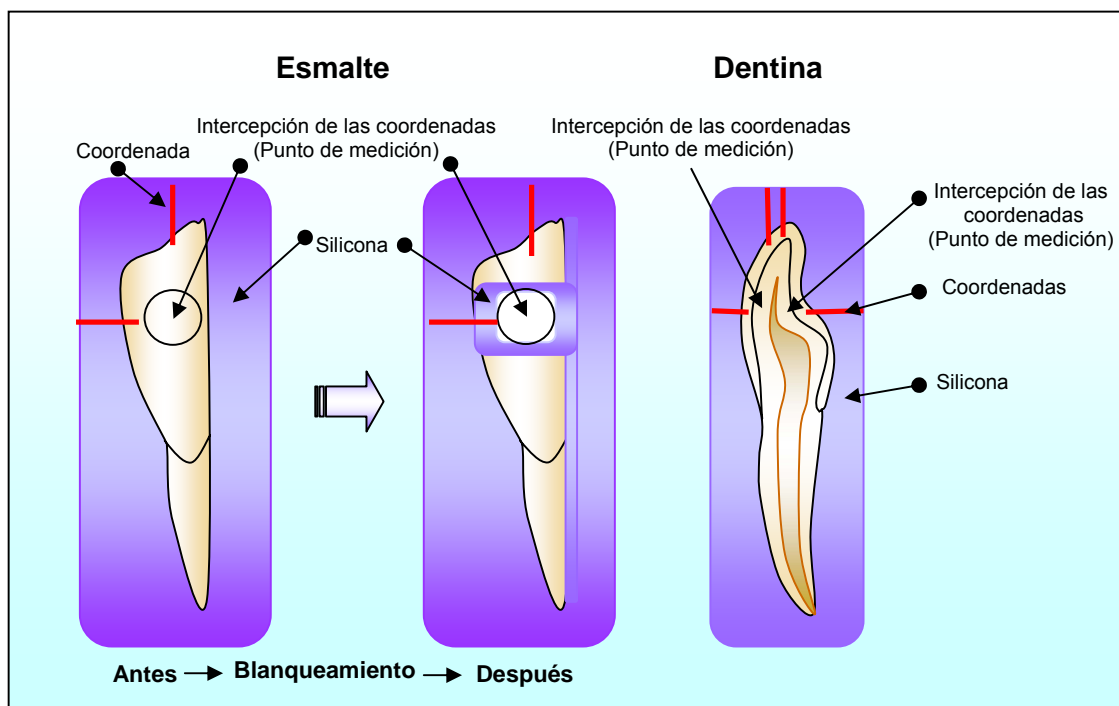
Los especímenes cortados y pigmentados con sangre se dividieron al azar en dos grupos (N =10), el grupo 1 se blanqueó con peróxido de hidrógeno y el grupo 2 con peróxido de carbamida.

Las mitades se encofraron en silicona de adición Virtual® (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), para realizar siempre la medida en el mismo sitio y a la misma distancia, de esta forma siempre quedaban colocados en la misma posición.

Inicialmente se midió el blanco absoluto, posteriormente se realizaron mediciones antes y después del blanqueamiento dental, tanto en el esmalte como en la dentina, para ello se marcaron dos coordenadas en el esmalte y dos en la dentina, de esta forma siempre se realizaron las mediciones en el mismo sitio.

A cada espécimen se le realizaron tres medidas en el esmalte y cuatro en la dentina; una en la dentina vestibular y otra en la dentina palatina (Fig. 11).

Figura 11.- Esquema de preparación de los especímenes para medición del color con espectrorradiómetro.

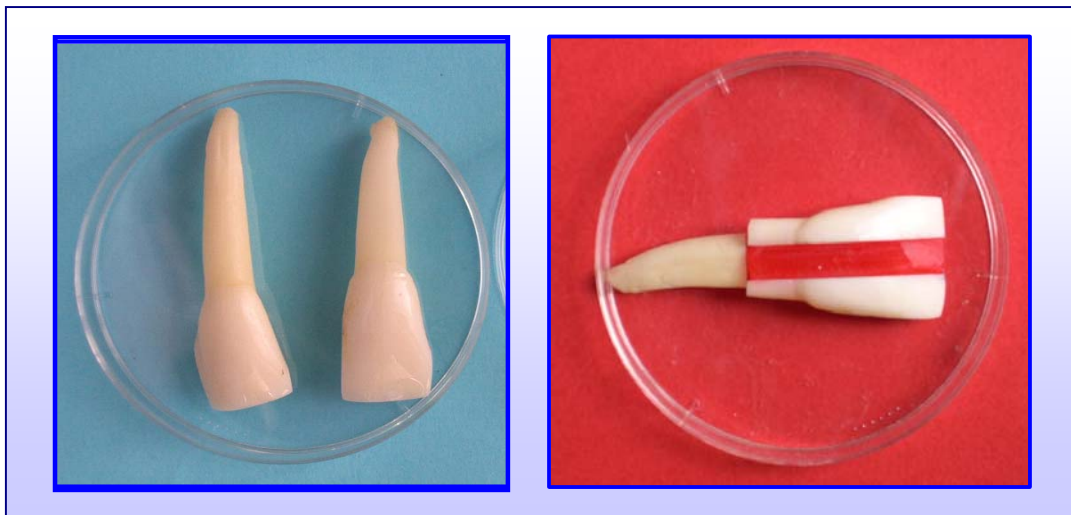


IV. 5.A.- EVALUACIÓN DEL ESMALTE CON MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO.

Preparación de los especímenes para la evaluación del esmalte con Microscopio Electrónico de barrido.

Se seleccionaron seis dientes bovinos sanos, se limpiaron, se cortaron y se deshidrataron durante 24 horas en una estufa a 37°C., se dividieron en tres grupos: grupo 1 (control) sin blanquear, grupo 2 blanqueado con Illuminé y un tercer grupo blanqueado con VivaStyle (Fig. 12).

Figura 12.- Preparación de los especímenes para su evaluación al microscopio electrónico de barrido.



*Los dientes se seccionaron en dos partes, como se puede observar en esta imagen, solo se blanqueó una mitad y la otra se dejó como grupo control.

Después de ser cortados y blanqueados los especímenes se deshidrataron durante 24 horas en estufa, se cubrieron y metalizaron con oro aluminio, en el aparato Polaron E-5000 (Polaron, Watford, Inglaterra), para posteriormente analizarlos con el microscopio electrónico de barrido de emisión de campo GEMINI-1530 (figuras 13, 14 y 15).

Figura 13.- Preparación de los especímenes dientes colocados en los porta objetos y cubiertos con oro aluminio.



Figura 14.- Microscopio Electrónico de Barrido por Emisión de Campo, mod. GEMINI-1530 (LEO Electrón Microscopy LTD, Clifton Road Cambridge, Inglaterra)

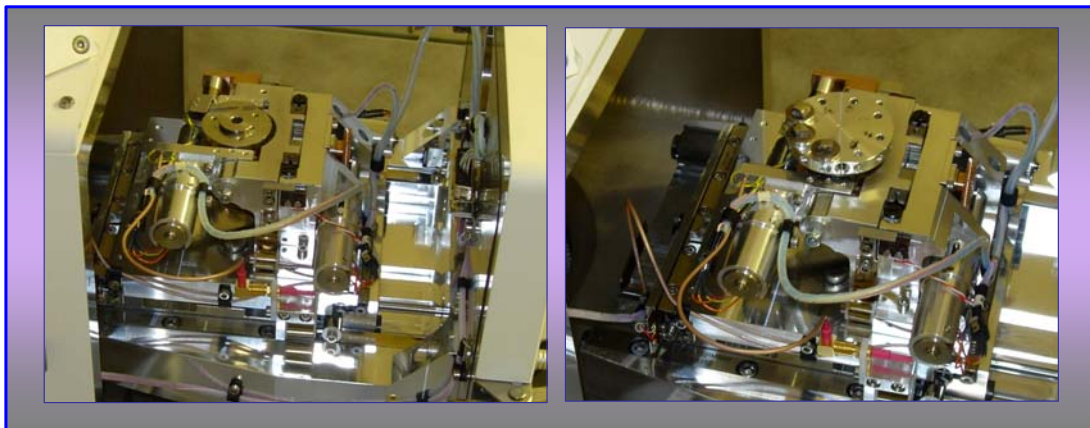


Figura 15.-- Equipo completo del Microscopio Electrónico de Barrido.



**IV.6.- Influencia del blanqueamiento dental sobre la
resistencia adhesiva al cizallamiento de los
composites.**

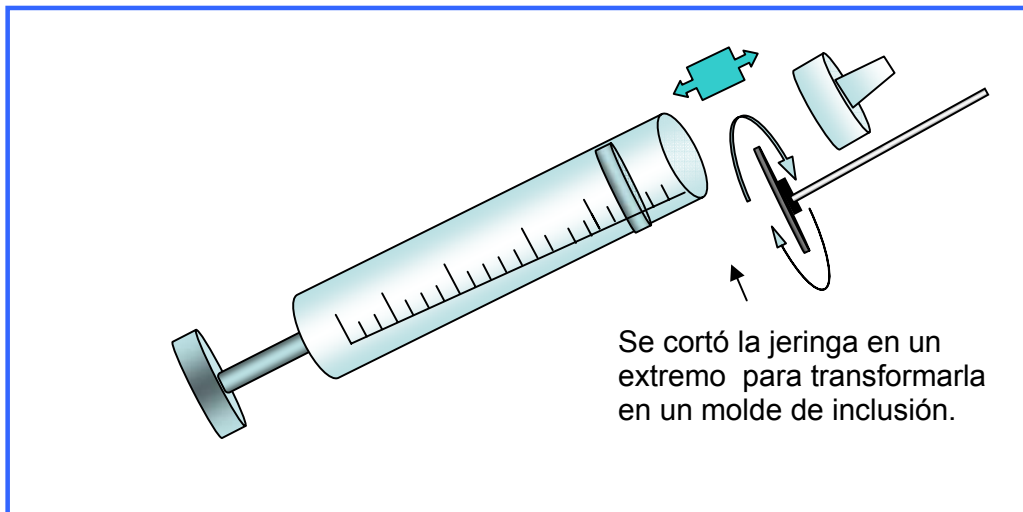
IV.6.- INFLUENCIA DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL SOBRE LA RESISTENCIA ADHESIVA AL CIZALLAMIENTO DE LOS COMPOSITOS, UTILIZANDO DISTINTOS AGENTES BLANQUEADORES.

Preparación de los especímenes.

Previo a la preparación de los especímenes, se realizó un molde de inclusión para cada una de las muestras, para ello se tomaron jeringas desechables de 20ml y se les eliminó la parte cónica, con una cortadora *Accutom*[®] (*Accutom Hard Tissue Microtome*, Struers, Dinamarca) para que quedaran abiertas (Fig. 16).

Se seleccionaron 20 dientes incisivos y caninos bovinos, se les limpió la superficie del esmalte, se pulieron en la pulidora Pulidora (*EXAKT*[®] - Apparatebau D-2000 Nerderstedt, Alemania) con discos de lija de 500 grits, y se cortaron con la cortadora *Accutom*[®] en 3 trozos para lograr especímenes de 5mm. X 5mm. de superficie aproximadamente, hasta obtener 30 especímenes (Fig. 17).

Fig.-16. En este dibujo se puede observar, como se realizó el corte a la jeringa, para transformarla en un molde de inclusión de la muestra.



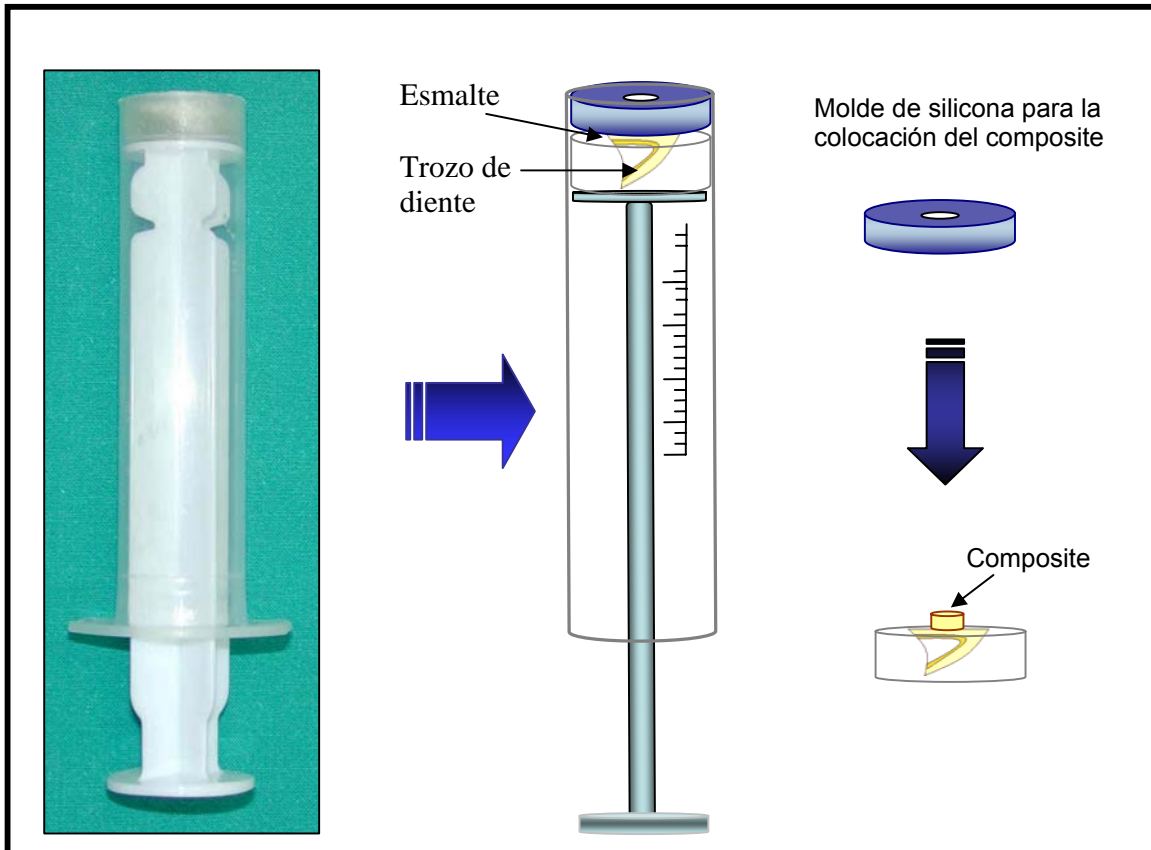
Después los especímenes se colocaron dentro de los moldes de inclusión, se centraron y se pegaron con cera de utilidad Coltene (Coltene[®]/Whaledent. Inc, Mahwah, Estados Unidos de América). Posteriormente éstos se encofraron con resina transparente Ortocryl[®] (Dentaurum, Ispringen, Alemania) siguiendo las proporciones e indicaciones de preparación de la casa fabricante, hasta cubrir toda la muestra.

Después de la polimerización completa de la resina, se obtuvieron los cilindros, presionando el embolo. Hasta obtener cilindros con el trozo de diente encofrado en el centro.

A continuación se les limpió la cera pegajosa, se pulió la resina, se lavaron y se almacenaron en el refrigerador durante 24 horas en saliva artificial, posteriormente los especímenes se dividieron al azar en tres grupos de diez especímenes cada uno, como se especifica a continuación:

1. Grupo uno (grupo control), sin blanquear.
2. Grupo dos se blanqueó con el agente blanqueador de uso clínico a base de peróxido de hidrógeno Illuminé Office™ (Dentsply® Detrey. GmbH, Konstanz, Alemania).
3. Grupo tres, se blanqueó con el blanqueador dental a base de peróxido de carbamida para técnica clínica VivaStyle® 30% (Ivoclar-Vivadent, Schaan/Liechtenstein). La conformación de los grupos se puede observar en la figura 18.

Figura 17.- Esquema de preparación de los especímenes.



Técnica de aplicación de los agente blanqueadores.

El grupo control no fue blanqueado y se almacenó en saliva artificial durante 24 horas a una temperatura controlada de 37° C.

El grupo dos se blanqueó con Office Illuminé™ (Dentsply® Detrey. GmbH, Konstanz, Alemania) durante 1 hora, siguiendo las indicaciones de la casa fabricante, inicialmente se realizó la mezcla de la base en polvo con el peróxido de hidrógeno y se aplicó sobre la superficie pulida del esmalte.

El grupo tres se blanqueó con VivaStyle® 30% (Ivoclar-Vivadent, Schaan/Liechtenstein) durante 1 hora, siguiendo las recomendaciones de la casa fabricante, con este blanqueador se les aplicó el gel directamente sobre la superficie del esmalte.

Durante la aplicación de los blanqueadores todas las muestras se almacenaron bajo humedad relativa, en una estufa, durante una hora a una temperatura controlada de 37° C, transcurrido ese periodo de tiempo los especimenes se lavaron con abundante agua.

Finalmente, después del lavado todos los especimenes se sumergieron en saliva artificial y se almacenaron a 37°C en una estufa durante 24 horas.

Técnica adhesiva.

Transcurridas las 24 horas, se procedió a realizar la construcción de los cilindros de composite para realizar las pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento. Los cilindros de composite se fabricaron colocando dentro de la jeringa un molde de silicona de adición Virtual® (ivoclar vivadent, Schaan, Liechtenstein) de 2mm de grosor, con un agujero central de 2,8mm de diámetro (figura 17).

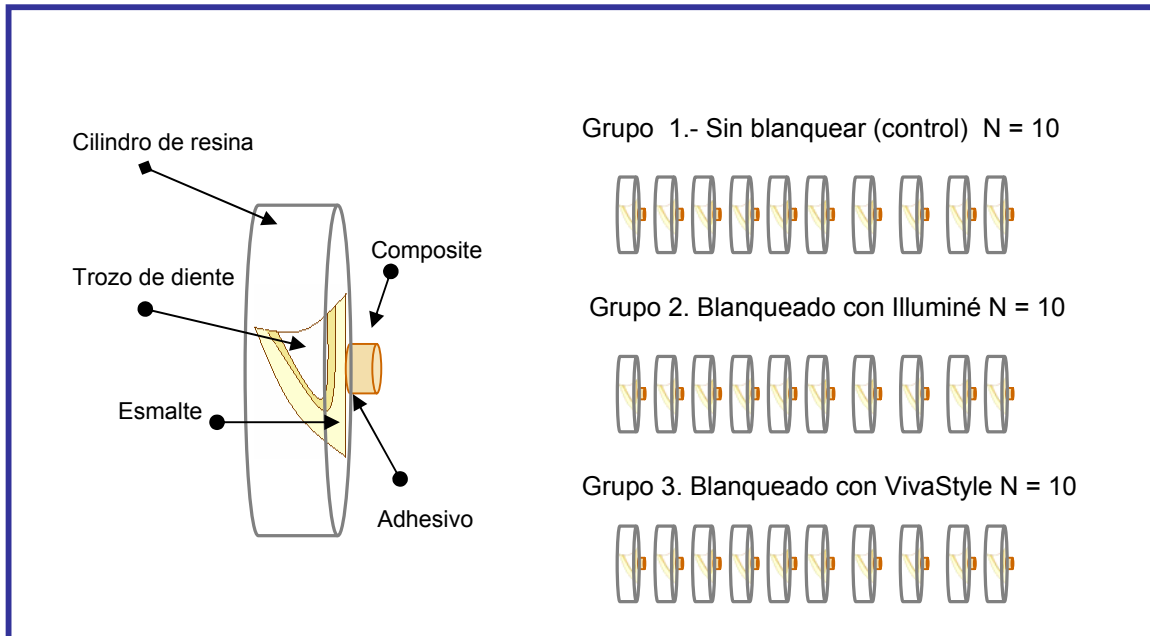
Para la cementación se utilizó el adhesivo Prime and Bond NT® y el cilindro se fabricó de composite Tetric Ceram® en todos los grupos. La composición y el modo de uso se pueden observar en la tabla 2.

Tabla 2.- Composición y el modo de uso de los materiales utilizados en este experimento (adhesivo y composite).

	Composición	Indicaciones de uso según la casa fabricante
<p>1.- Adhesivo Prime & Bond NT[®] (Dentsply De Trey GmbH, Konstanz, Alemania) Adhesivo de grabado ácido previo</p>	<p>Resina de di y trimetacrilato, sílice, PENTA, UDMA, Resina R5-62-1, Resina-T, Resina-D nanorelleno, iniciadores, estabilizadores, cetilaminohidrofluoruro y acetona.</p>	<p>Grabe con ácido durante 30 seg., lave durante 15 seg., seque y aplique el adhesivo. Deje la superficie en reposo durante 20s. Seque levemente durante 5 seg. y Fotopolimerice durante 10 seg.</p>
<p>2.- Composite Tetric Ceram[®] (Ivoclar-Vivadent AG, Bändererstrasse, Schaan, Liechtenstein)</p>	<p>BIS-GMA, dimetacrilato de uretano y trietilenglicoldimetacrilato, rellenos inorgánicos de vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, vidrio de silicato de flúor, estabilizadores, catalizadores.</p>	<p>Seque la superficie. Aplique el material en capas con un grosor máximo de 2mm. Polimerice cada capa durante 20 seg.</p>

Abreviaciones: BIS-GMA: (bisfenol A diglicidil eter dimetacrilato); PENTA: (monofosfato dipentaeritritol-penta acrilato); UDMA: (uretano dimetacrilato).

Figura 18.- Esquema de los cilindros de composite y de los grupos de estudio.

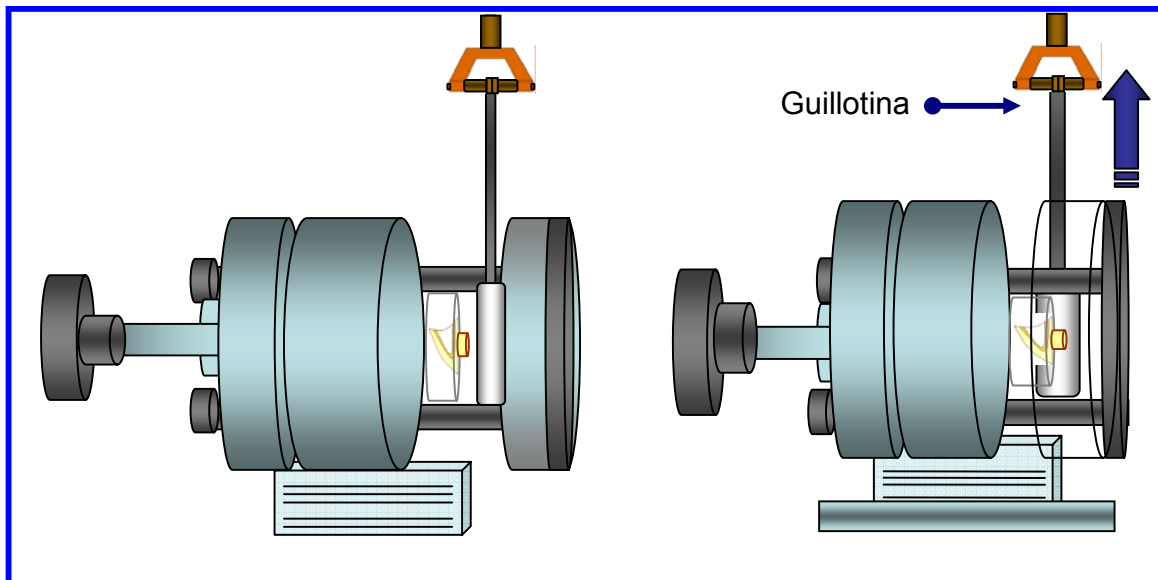


Pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento de los cilindros de composite.

Para la realización de las pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento de los cilindros de composite, los especímenes se fijaron en una probeta especial, desarrollada por De Haro F. y colaboradores en 1999. ⁽⁸⁷⁾

Posteriormente se colocó la guillotina dentro de la probeta y ésta se fijó en una máquina de tracción universal Electrotest modelo 500 (IBERTEST® Madrid, España), luego se realizaron pruebas de resistencia al cizallamiento, a una velocidad de travesaño de 1mm/min., hasta que se fracturó la unión del composite que estaba unida al esmalte como se puede observar en la figura 19.

Figura 19.- Esquema de realización de las pruebas de resistencia al cizallamiento de los cilindros de composite.



La fuerza necesaria para despegar los cilindros se midió en Newtons (N) y la resistencia adhesiva al cizallamiento se calculó en MPa, dividiendo la fuerza por el área de unión del composite previamente calculada ($1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$).

**IV.7.- Influencia del blanqueamiento dental sobre la
adhesión de brackets de ortodoncia en distintos periodos
de tiempo.**

IV.7.- INFLUENCIA DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL SOBRE LA ADHESIÓN DE BRACKETS DE ORTODONCIA, CEMENTADOS EN DISTINTOS PERIODOS DE TIEMPO.

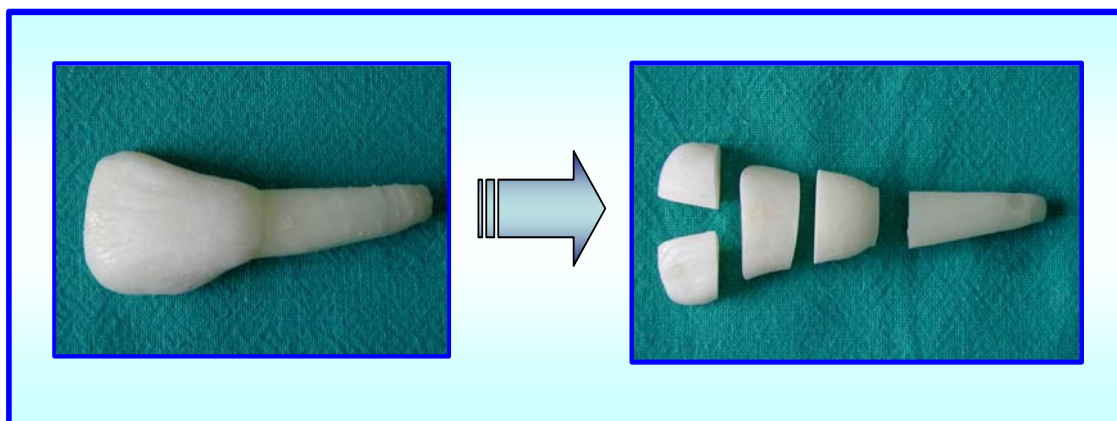
Preparación de las muestras:

Previo a la preparación de los especímenes, se realizó un molde de inclusión para cada una de las muestras, para ello se tomaron jeringas desechables de 20ml y se les eliminó la parte cónica, con una cortadora *Accutom*® (*Accutom Hard Tissue Microtome*, Struers, Dinamarca), para que quedaran abiertas (Fig. 16). Posteriormente a cada uno de los especímenes se les realizó un corte en la corona, en sentido inciso cervical, hasta la unión del tercio medio con incisal y dos cortes en sentido mesio distal; uno en la unión del tercio medio con incisal y otro en el tercio cervical de la corona, hasta obtener cuatro trozos (Fig. 21). Este procedimiento se realizó con una cortadora *Accutom*® (*Accutom Hard Tissue Microtome*, Struers, Dinamarca).

Figura 20. Fotografía de los incisivos y caninos bovinos utilizados en el estudio.



Fig. 21.- Fotografías del diente bovino y la forma como se seccionó.



Posteriormente cada uno de los especímenes se colocaron dentro de los moldes de inclusión, se centraron y se pegaron con cera de utilidad Coltene (Coltene®/Whaledent. Inc, Mahwah, Estados Unidos de América).

Paso siguiente, se echó resina transparente autopolimerizable Ortocryl® (Dentaurum, Ispringen, Alemania), siguiendo las proporciones e indicaciones de preparación de la casa fabricante, hasta cubrir toda la muestra. Después de la polimerización completa de la resina, se obtuvieron los cilindros, presionando el embolo de la jeringa. A las muestras encofradas en la resina, se les pulió el esmalte, inicialmente con discos de papel de 500 granos para continuar con 1200 granos.

Figura 22.- Dibujo esquemático en el cual se puede observar, desde la preparación de las muestras, hasta la cementación de los brackets: a.- cortes que se le realizaron al diente, b.- trozos obtenidos, c.- trozo de diente incluido en la jeringa, d.- trozo de diente obtenido y encofrado en la resina transparente.

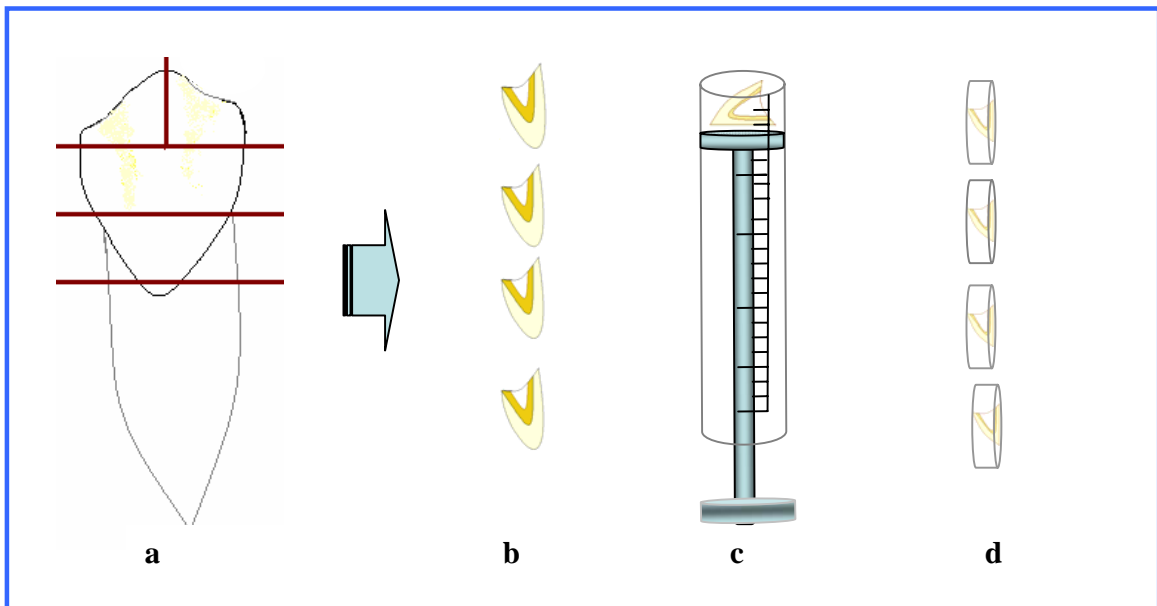


Figura 23.- Fotografía del procedimiento de encofrado del especimen en la resina transparente.



Grupos de estudio:

Los especímenes cortados se dividieron al azar en seis grupos, formados por 10 especímenes cada grupo ($n = 10$), se realizó un grupo control y 5 grupos experimentales, como se describe a continuación:

Grupo control, a este grupo no se les aplicó la técnica de blanqueamiento. Los especímenes se pulieron y se conservaron en saliva artificial durante 24 horas. Transcurrido ese periodo de tiempo se cementaron los brackets con adhesivo Transbond XT[®] (3M Dental Products, St. Paul, Minnesota, Estados Unidos de América), se almacenaron en saliva artificial en una estufa, a 37°C y 24 horas después, se les realizaron las pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento, hasta que se despegaron los brackets.

Grupo dos, se pulieron y se le realizó la técnica de blanqueamiento dental, siguiendo las indicaciones de la casa fabricante. Se conservaron en saliva artificial en una estufa, a 37°C durante 24 horas, posteriormente se cementaron los brackets, se almacenaron de nuevo en la estufa y 24 horas después se les realizaron las pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento.

Grupo tres, se pulieron, se les realizó la técnica de blanqueamiento dental y se almacenaron una semana en saliva artificial, a una temperatura controlada de 37°C. Transcurrido ese periodo tiempo se cementaron los brackets, se almacenaron en la estufa y 24 horas después, se les realizaron las pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento.

Grupo cuatro, se pulieron, se les realizó la técnica de blanqueamiento dental y se almacenaron dos semanas en saliva artificial, a una temperatura

controlada de 37°C. Trascurrido ese periodo tiempo se cementaron los brackets, se almacenaron de nuevo en la estufa y 24 horas después, se les realizaron las pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento.

Grupo cinco, se pulieron se les realizó la técnica de blanqueamiento dental y se almacenaron tres semanas en saliva artificial, a una temperatura controlada de 37°C. Trascurrido ese periodo de tiempo se cementaron los brackets, se almacenaron de nuevo en la estufa y 24 horas después, se les realizaron las pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento.

Grupo seis, se pulieron, se les realizó la técnica de blanqueamiento dental y se almacenaron un mes en saliva artificial, a una temperatura controlada de 37°C. Trascurrido este periodo de tiempo se cementaron los brackets, se almacenaron de nuevo en la estufa y 24 horas después, se les realizaron las pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento.

Técnica de aplicación del agente blanqueador.

El blanqueamiento se realizó con Office Illuminé™ (Dentsply® Detrey, GmbH, Konstanz, Alemania) siguiendo las indicaciones de la casa fabricante, inicialmente se realizó la mezcla de la base con el peróxido de hidrógeno y se aplicó sobre la superficie pulida del esmalte.

Posteriormente las muestras se almacenaron bajo humedad relativa, en una estufa, durante una hora a una temperatura controlada de 37° C, transcurrido ese periodo de tiempo los especímenes se lavaron con abundante agua durante 10 seg. Finalmente se sumergieron en saliva artificial y se almacenaron a 37°C en una estufa durante el periodo que le correspondía, dependiendo del grupo.

Figura 24.- Fotografía del agente blanqueador Illuminé, utilizado en este experimento.



Procedimiento adhesivo (cementación de brackets).

Se utilizaron brackets metálicos MBT. Serie Victoria® (3M. Unitek, Inter. GMBH, Puchheim, Alemania), con una superficie de unión de 12mm². La cementación se realizó con el sistema adhesivo para cementación de brackets, Transbond XT® (3M Dental Products, St. Paul, Minnesota, Estados Unidos de América), siguiendo las recomendaciones de la casa fabricante.

La composición y el modo de uso, se pueden observar en la tabla 3. Inicialmente se aplicó el “primer”, luego el adhesivo sobre la base del brackets e inmediatamente, con una pinza, se colocó sobre el esmalte pulido y se fotocuró durante 20 seg. En las figuras 26 y 27 podemos observar la forma como se cementaron los bracket sobre el esmalte y la conformación de los grupos.

Figura 25.- Fotografía del adhesivo Transbond XT (3M), utilizado para la cementación de los brackets.



Figura 26.- En este dibujo se puede observar la manera como se cementaron los brackets sobre el esmalte y la conformación de los grupos.

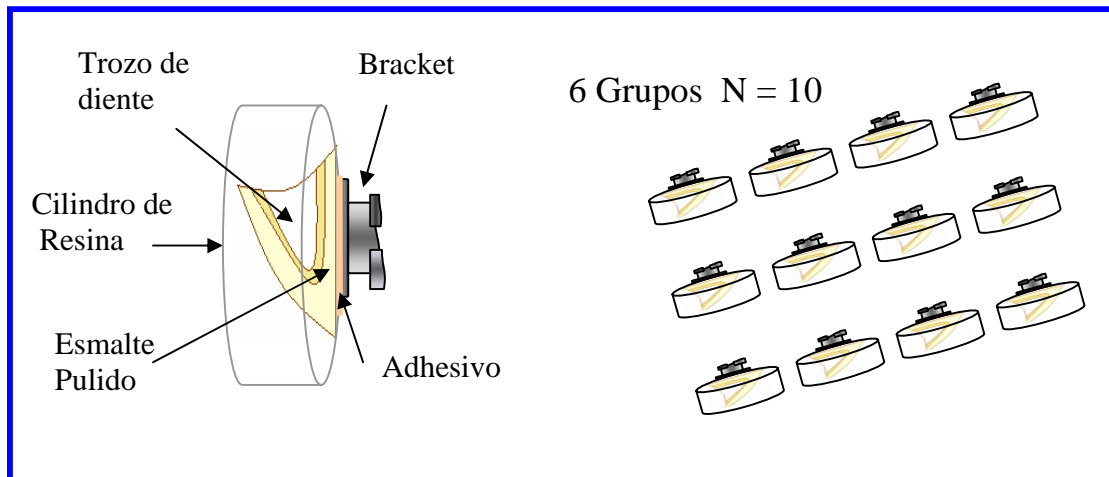


Figura 27.- Fotografía del cilindro de resina con el trozo de diente encofrado y el bracket cementado para ser colocado en la probeta de ensayos.

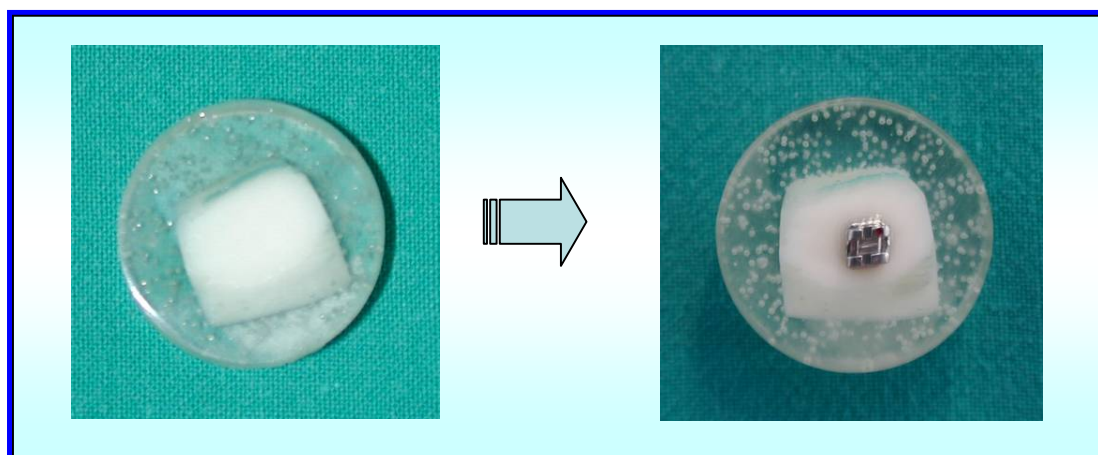


Tabla 3.- Composición y modo de aplicación del adhesivo utilizado en el estudio.

Adhesivo	Composición	Aplicación (Según recomendaciones de la casa fabricante)
<p>Transbon XT[®] (3M, St. Paul, Minnesota Estados Unidos de América)</p>	<p>Ácido: ácido ortofosfórico 36%</p> <p>Adhesivo “primer”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bisfenol A diglicidil eter dimetacrilato. • Trietilen glicol dimetacrilato. • Alcanforoquinona DL. • Solvente: agua. <p>Adhesivo pasta</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bisfenol A Bis (2hidroxietil eter). Dimetacrilato. • Diclorodimetilsilano con sílice. • Metacriloxipropiltrimetoxilano. • 2, 6 di ter- Butil-P-Cresol. • Trietilen Glicol Dimetacrilato • Bisfenol A diglicidil eter dimetacrilato. • Alcanforquinona DL. • Cuarzo, sílice. 	<p>Inicialmente se debe grabar la superficie con ácido ortofosfórico al 36%</p> <p>Adhesivo “primer”</p> <p>Aplique en la superficie de la dentina húmeda, una cantidad suficiente de “primer” (no inunde)</p> <p>Deje actuar durante 20 segundos no lo lave.</p> <p>Elimine el exceso con jeringa de aire durante 5 s. (a 10 cm. aproximadamente)</p> <p>2.</p> <p>3. Adhesivo pasta</p> <p>Aplique una capa de pasta en la base del bracket</p> <p>Lleve el bracket a la superficie del esmalte tratado y presione firmemente, luego elimine el exceso de pasta.</p> <p>Polimerice durante 10 segundos a cada lado, (derecho e izquierdo).</p>

Pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento de los brackets de ortodoncia:

Para la realización de las pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento, los especímenes se fijaron en una probeta especial, desarrollada por De Haro F. y colaboradores en 1999. ⁽⁸⁷⁾

Posteriormente se colocó la guillotina dentro de la probeta y ésta se fijó en una máquina de tracción universal Electrotest modelo 500 (IBERTEST® Madrid, España), luego se realizaron pruebas de resistencia al cizallamiento en sentido inciso cervical, a una velocidad de travesaño de 1mm/min., hasta que se despegó el bracket (Figuras: 28, 29, 30, 31,32).

La fuerza necesaria para despegar los brackets se midió en Newtons (N) y la resistencia adhesiva al cizallamiento se calculó en MPa, dividiendo la fuerza por el área de la base del bracket previamente calculada (1 MPa = 1 N/mm²).

Figura 28.- Dibujo de la probeta y la guillotina, que se utilizó en la realización de las pruebas de resistencia al cizallamiento. Según protocolo de De Haro y col. 1999.

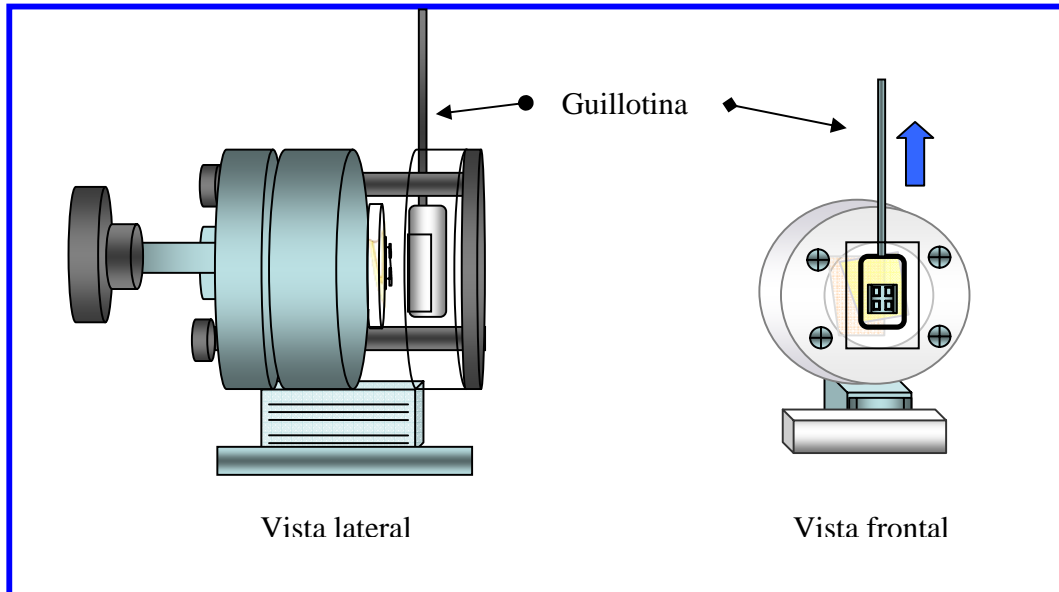


Figura 29.- Dibujo esquemático de las realización de las pruebas de resistencia al cizallamiento: a.- colocación del cilindro de resina transparente con el trozo de diente encofrado dentro de la probeta, b.- como se introdujo la guillotina en la probeta, c.- guillotina introducida, d.- realización de las pruebas de resistencia al cizallamiento.

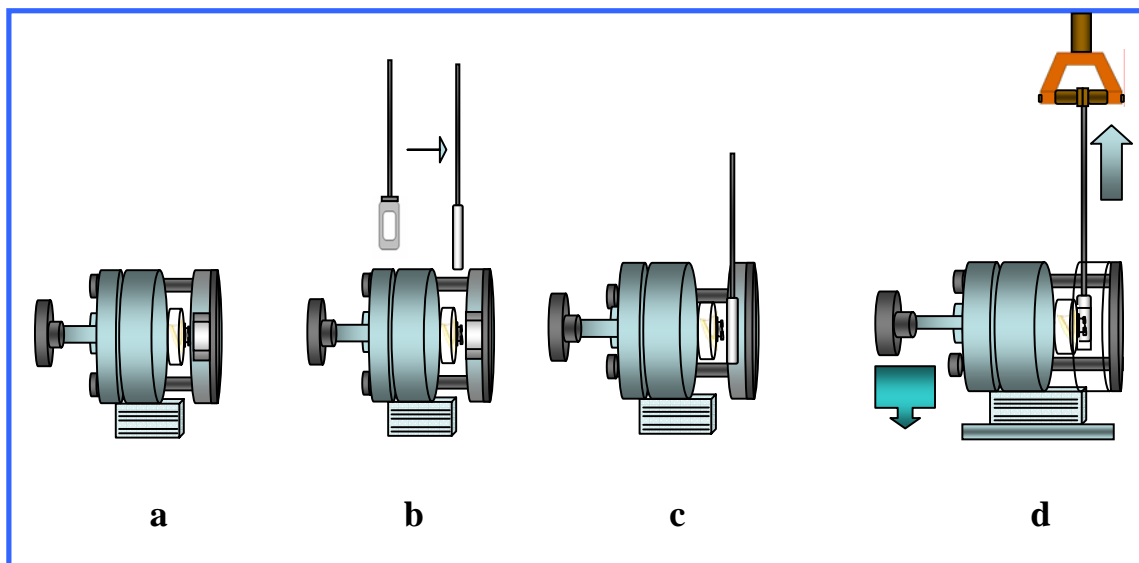


Figura 30.- Fotografía de la probeta utilizada para las pruebas de cizallamiento, en la cual se puede observar el cilindro de resina dentro de la probeta.

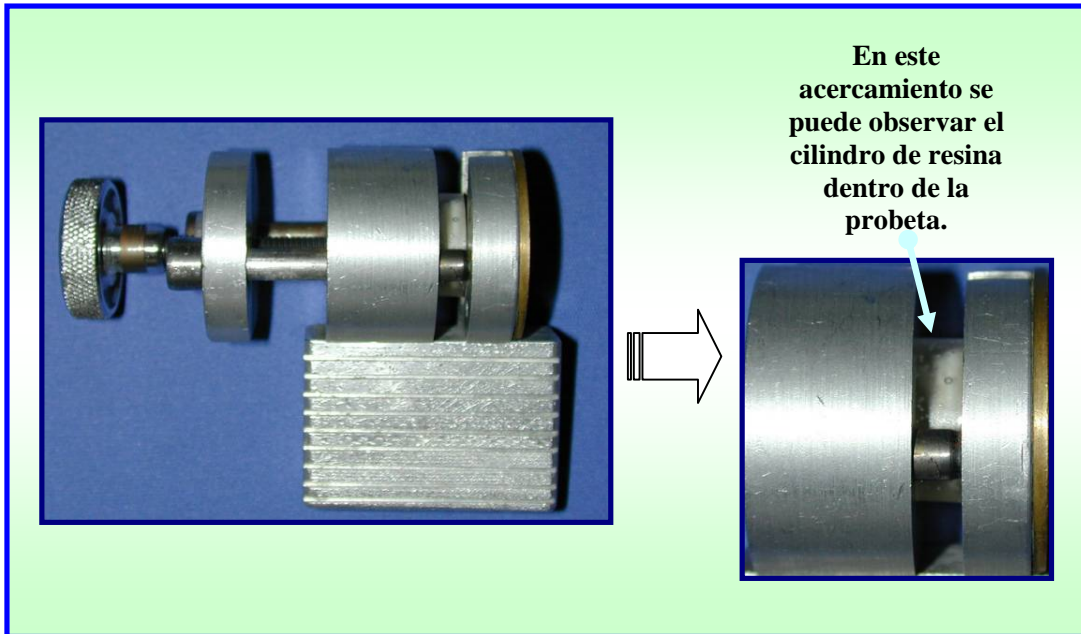
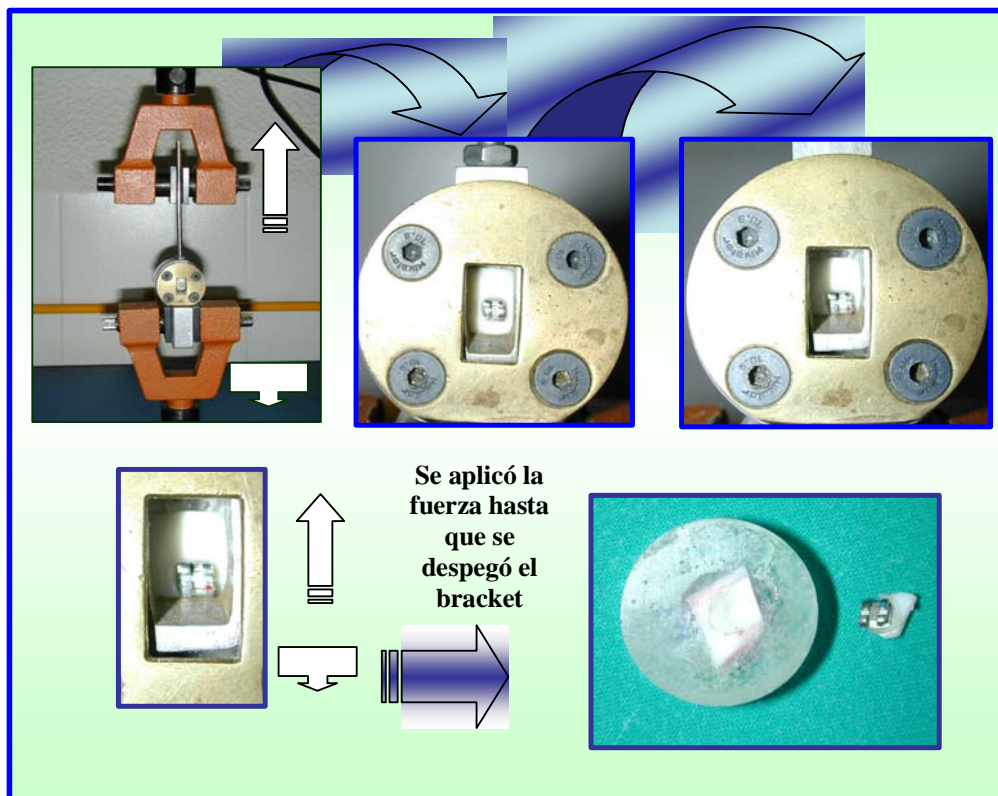


Figura 31.- Fotografías del montaje de la probeta para las pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento en la máquina de tracción universal Electrotest MODELO 500 (IBERTEST[®] Madrid, España).



Figura 32.- Fotografías de la realización de las pruebas de resistencia al cizallamiento.



Evaluación del tipo de fallo.

Después de despegar los brackets la superficie del esmalte y la base del brackets se observaron con una lupa con 10X de magnificación.

El tipo de fallo se asentó de acuerdo al índice de adhesivo remanente, basado en el porcentaje de composite que queda adherido al esmalte después de despegar el brackets.

El índice tiene una escala del 1 al 5:

El 5 indica que no hay composite remanente sobre el esmalte, 4 indica que hay menos del 10% de adhesivo remanente sobre el diente, 3 indica que hay más del 10% pero menos del 90% de adhesivo sobre la superficie del esmalte, 2 indica que hay más del 90% de composite remanente, y 1 significa que todo el composite se queda pegado al diente. ^{(88), (89), (90)}

IV. 7.A.- EVALUACIÓN AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO DE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE DESPUÉS DE DESPEGAR LOS BRACKETS.

Se les realizaron análisis microscópicos a los grupos uno y dos. Inicialmente se almacenaron en una estufa durante 24 horas para deshidratar la muestra.

Tras el metalizado con oro aluminio en la Unidad de Cobertura Polaron E-5000 (Polaron, Watford, Inglaterra); se visualizaron con un microscopio electrónico de barrido de Emisión de Campo, mod. GEMINI-1530 (LEO Electrón Microscopy LTD, Clifton Road Cambridge, Inglaterra).

Análisis estadístico.

Estadística descriptiva:

Las variables cuantitativas se sometieron a un estudio estadístico, adoptando como medida de tendencia central la media aritmética y, como medida de dispersión la desviación estándar. Se realizaron tablas de distribución de frecuencia y tablas descriptivas mostrando la media y la desviación estándar. ^{(91), (92), (93)}

Comparaciones entre grupos, estadística analítica.

Inicialmente se realizaron pruebas de homogeneidad de la varianza con el test de Levene y si las variable cumplían con las hipótesis previas, se les realizaba un test de análisis de la varianza (ANOVA), en caso contrario se realizaban pruebas no paramétricas tipo Kruskal-Wallis. ^{(90), (91), (92)}

Para las comparaciones se aplicó el test post hoc de comparaciones múltiples de Scheffé, el cual es un test robusto que permite realizar comparaciones no paramétricas alternativas. ^{(91), (92), (93)}

Soporte informático:

- Ordenador Intel Pentium IV con un procesador 2,66 GHz, disco duro 40 GB y 512 MB de RAM, Presario® (Compac- HP, Londres, Inglaterra).
- Sistema operativo microsoft Windows XP profesional versión 2002.
- Procesador de textos que se utilizó: word XP.
- EL análisis estadístico, se realizó utilizando un paquete estadístico SPSS 12 (SPSS INC, Chicago, IL, Estados Unidos de América).

V.- RESULTADOS

V.- RESULTADOS

Los resultados se muestran por capítulos, dependiendo de las variables que se estudiaron. Inicialmente se evaluó la efectividad del blanqueamiento dental subjetivamente, objetivamente y al microscopio electrónico de barrido de dos blanqueadores, posteriormente se evaluó la influencia de dos agentes blanqueadores sobre la resistencia adhesiva de un composite y finalmente se valoró la influencia del blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno sobre la adhesión de brackets de ortodoncia; realizando pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento y análisis al microscopio electrónico de barrido, los resultados son los siguientes:

V.1.- RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL SUBJETIVO.

Para la realización del análisis estadístico se les asignaron valores numéricos a los distintos tonos subjetivos de luminosidad, orientados con la guía Vita Lumin, siguiendo la secuencia sugerida por la casa fabricante, de 1 a 16 como se muestra a continuación:

Secuencia sugerida por la casa fabricante para la asignación de valores a los códigos de la guía Vita®:

B 1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A3.5	B4	C3	A4	C4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Tabla 4.- Valores de color y claridad considerando como referencia la guía Vita®

Valores considerando como referencia la guía Vita®*								
Grupo 1 Sin blanquear	16,00	16,00	14,00	16,00	16,00	15,00	14,00	16,00
Grupo 2 sin blanquear	14,00	16,00	16,00	14,00	14,00	16,00	16,00	14,00
Grupo 1 blanquead o con Illuminé	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Grupo 2 blanquead o VivaStyle	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00

*Los números corresponden a las diferentes carillas de la guía, considerando la ordenación que le han dado los fabricantes de la guía, desde el color más claro (B1), hasta el más oscuro (C4)

Tabla 5.- Media y desviación estándar de los resultados del blanqueamiento dental utilizando como referencia la guía de colores de la casa Vita.

Grupos	Media y desviación estándar
Grupo 1 inicial pigmentado	15,37 ± (0,91)^a
Grupo 1 blanqueado con illuminé®	1,00 ± (0,00) b
Grupo 2 inicial pigmentado	15,00 ± (1,06)a
Grupo 2 blanqueado con VivaStyle®	1,63 ± (0,52)b

Los valores con letras distintas presentaron diferencias estadísticamente significativas. Usando este método la disminución del valor numérico representa un aumento en la luminosidad del diente.

Se presentó una diferencia entre los valores iniciales del grupo uno de 14,37 tonos y del grupo dos de 13,4.

A los datos así tratados se les realizó un análisis estadístico mediante un test no paramétrico de Kruskal-Wallis y un Test Post Hoc de Comparaciones Múltiples de Scheffé, para comparar los valores iniciales de luminosidad con los finales, y entre los dos grupos blanqueados con los distintos agentes blanqueadores. El test de Scheffé por ser un test robusto permite pruebas alternativas a test no paramétricos.

Análisis estadísticos.

Se presentaron diferencias significativas entre los tonos de luminosidad iniciales y finales de los dos grupos de estudio ($p = 0,00$), valores de C4 ó C3 hasta B1 ó A1, con la utilización de la guía Vita (Vitapan®)

No se observaron diferencias significativas al comparar los dos grupos de estudio al inicio, antes del blanqueamiento ($p = 0,801$).

No se observaron diferencias significativas entre los valores finales de tonos entre los dos grupos blanqueados ($p = 0,44$), aunque se observó que el blanqueador Illuminé® produce un blanqueamiento más homogéneo y profundo de la estructura dental, incluso blanqueando la raíz. Este método de asignación de valores numéricos ya ha sido utilizado por varios investigadores en trabajos previos.

Figura 33.- Especímenes inicialmente pigmentados.



Figura 34.- Especímenes después de aplicarles la técnica de blanqueamiento dental.



Resultados

Figura 35.- Comparación entre los dos grupos de estudio después del blanqueamiento.



Figura 36.- Grupo blanqueado con Illuminé.



Se puede observar como el blanqueador Illuminé produce un mayor blanqueamiento que el VivaStyle, llegando incluso a blanquear las raíces.

Figura 37.- Grupo blanqueado con VivaStyle.



Figura 38.- Comparación antes y después.



V.2.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL OBJETIVO CON ESPECTRORRADIÓMETRO.

Resultados de las coordenadas básicas del grupo 1.

Inicialmente se realizaron tres mediciones a cada espécimen para un total de 30 mediciones por grupo, en la tabla 6 se pueden observar los resultados de las coordenadas básicas del grupo 1.

Tabla 6.-Media y desviación estándar de las coordenadas básicas L*, a* y b* del grupo 1.

Media de las coordenadas L*, a*, b* con su desviación estándar			
Especimen	L*	a*	b*
1	75,32 ± (0,27)	-1,78 ±(0,075)	0,56 ± (0,14)
2	73,84 ± (0,32)	-0,41 ± (0,015)	5,40 ± (0,17)
3	72,12 ± (0,39)	-1,50 ± (0,045)	5,61 ± (0,05)
4	63,51 ± (0,38)	-1,14 ± (0,061)	9,56 ± (0,14)
5	77,74 ± (0,24)	-1,59 ± (0,037)	0,10 ± (0,56)
6	70,73 ± (0,46)	-0,90 ± (0,128)	6,80 ± (0,10)
7	73,09 ± (0,91)	-1,62 ± (0,066)	7,09 ± (0,47)
8	75,64 ± (0,14)	0,45 ± (0,088)	3,71 ± (0,17)
9	73,54 ± (0,49)	-0,45 ± (0,029)	4,11 ± (0,21)
10	77,10 ± (0,48)	-0,63 ± (0,031)	10,30 ± (0,47)

Resultados iniciales de croma y tono del grupo 1.

A los especímenes pigmentados se les calcularon los valores de croma y tono, los resultados se pueden observar en la tabla 7.

Tabla 7.- Valores de tono y croma iniciales del grupo 1.

Especimen	Tono	Croma
1	-0,00532	1,86589
2	-0,02609	5,41559
3	-0,02298	5,79174
4	-0,02535	9,6303
5	-0,00114	1,5962
6	-0,02514	6,95685
7	-0,02349	7,27242
8	0,0253	3,73835
9	-0,02552	4,13434
10	-0,02635	10,31818

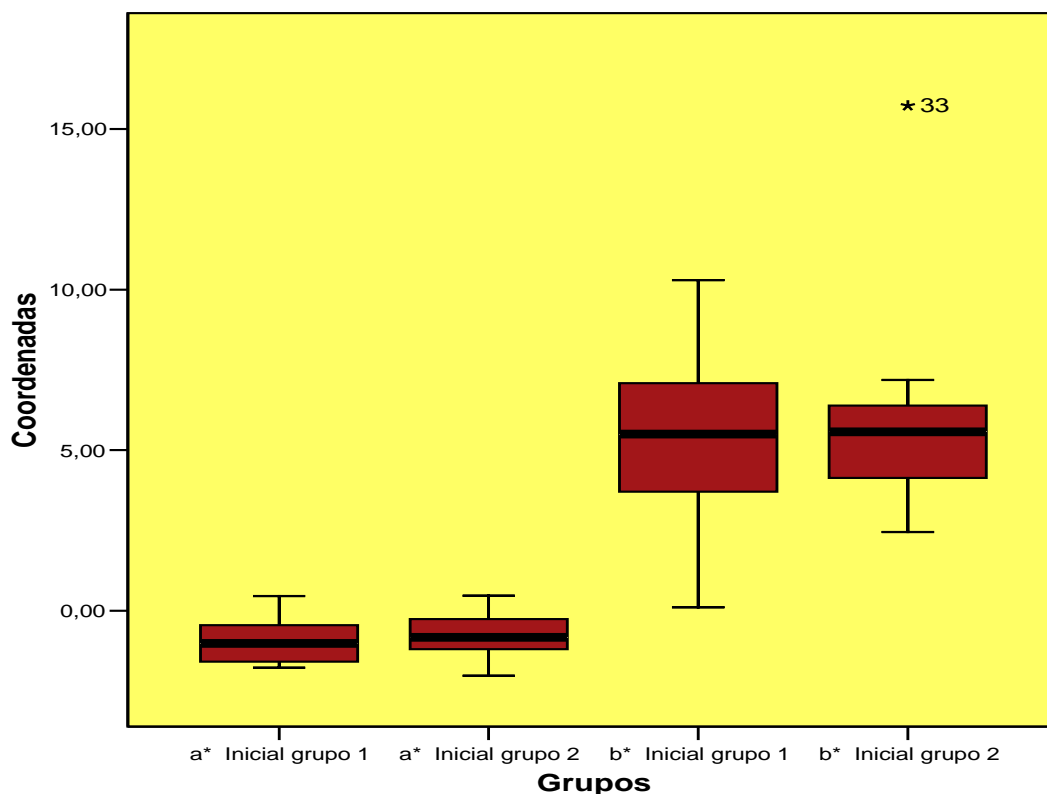
Tabla 8.- En la tabla se pueden observar los valores iniciales de los índices de blancura de los especímenes pigmentados del grupo 1.

Media y desviación estándar de los índices de blancura W y T		
Especimen	W	T (tinte)
1	-123,566 ± (0,5)	3,69 ± (0,16)
2	-92,066 ± (2,2)	-2,57 ± (0,09)
3	83,103 ± (1,9)	-0,24 ± (0,14)
4	-25,88 ± (2,3)	-3,97 ± (0,29)
5	-136,34 ± (3,9)	3,45 ± (0,03)
6	-70,32 ± (2,5)	-2,46 ± (0,27)
7	-82,49 ± (6,5)	-0,79 ± (0,46)
8	-108,79 ± (1,5)	-3,42 ± (0,27)
9	-97,35 ± (3,2)	-1,66 ± (0,22)
10	-8,36 ± (2,1)	-5,05 ± (0,34)

Tabla 9.- Resultados de las coordenadas básicas iniciales del grupo 2 pigmentado.

Media de las coordenadas L*, a*, b* con su desviación estándar			
Especimen	L*	a*	b*
1	74,94 ± (0,423)	0,4623 ± (0,039)	7,186 ± (0,089)
2	70,6 ± (0,1891)	0,4333 ± (0,1053)	5,053 ± (0,024)
3	65,82 ± (0,431)	-0,262 ± (0,1202)	15,734 ± (0,116)
4	76,89 ± (0,165)	-1,1993 ± (0,0376)	6,3524 ± (0,024)
5	71,35 ± (0,438)	-1,203 ± (0,089)	2,4487 ± (0,118)
6	78,74 ± (0,195)	-1,021 ± (0,0207)	3,025 ± (0,038)
7	79,08 ± (0,55)	-2,03 ± (0,027)	4,1303 ± (0,281)
8	71,93 ± (0,62)	-0,6371 ± (0,069)	6,39 ± (0,561)
9	75,58 ± (0,063)	-1,033 ± (0,048)	5,6623 ± (0,044)
10	71,58 ± (0,018)	-0,479 ± (0,004)	5,483 ± (0,239)

Figura 39.- Gráfico de caja de las coordenadas a* y b* iniciales de ambos grupos.



Al comparar con el test de análisis de la varianza (ANOVA) los valores de las coordenadas iniciales de a* del grupo 1, con las coordenadas a* iniciales del grupo 2 no se observan diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,449$).

Al comparar las medias de las coordenadas iniciales de b* del grupo 1, con las coordenadas b* iniciales del grupo 2 no se observan diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,613$). Es importante esta apreciación ya que nos permite constatar la homogeneidad de la técnica de pigmentación realizada con sangre.

Figura 40.- Gráfico comparativo de los valores de L* entre ambos grupos antes de la aplicación de los agentes blanqueadores.

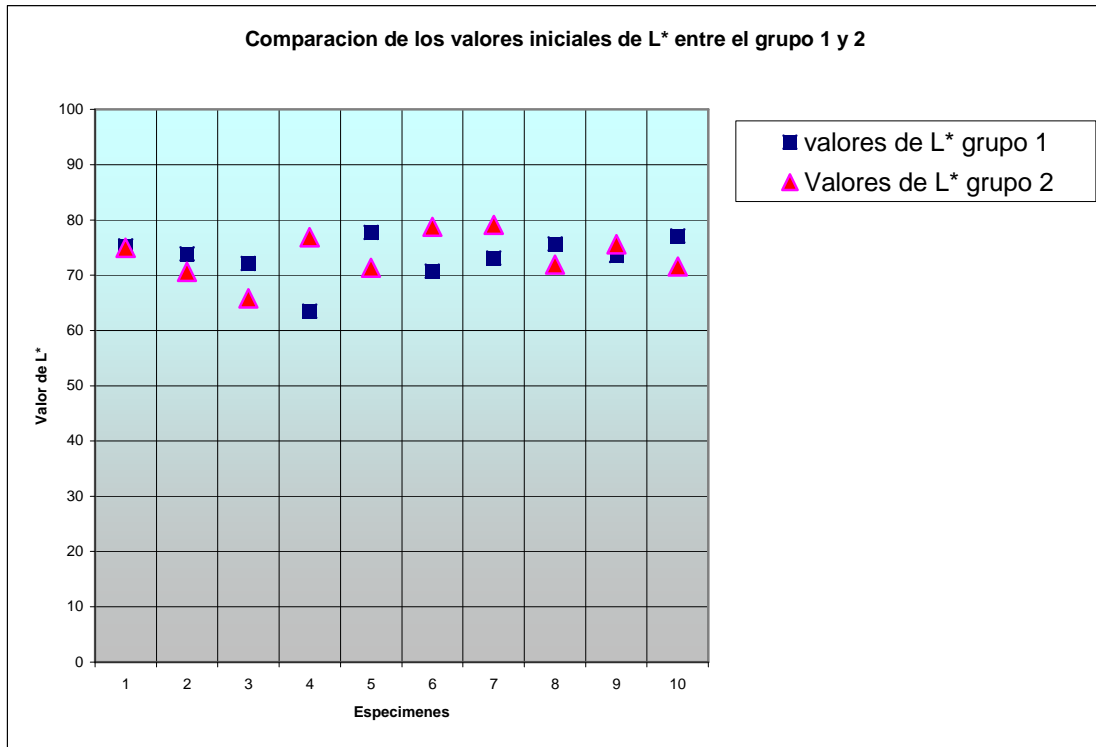


Tabla 10.- Media y desviación estándar de los valores de L* de ambos grupos antes de la aplicación de los agentes blanqueadores.

Grupos	Media y desviación estándar de L* de los dos grupos de estudio antes del blanqueamiento	
Grupo 1 inicial	73,2630	±(4,054)a
Grupo 2 inicial	73,6510	± (4,142)a

El test de análisis de la varianza no mostró diferencias entre los grupos ($p = 0,835$), los dientes pigmentados mostraron valores de L* muy similares antes de ser blanqueados (lo cual ratifica la homogeneidad de la técnica de pigmentación).

Tabla 11.- Valores de tono y croma iniciales del grupo 2.

Especimen	Tono	Croma
1	0,02629	7,20086
2	0,02592	5,07154
3	-0,02712	15,73618
4	-0,02416	6,46462
5	-0,01945	2,72825
6	-0,02173	3,19266
7	-0,01944	4,6022
8	-0,02568	6,42168
9	-0,02427	5,75576
10	-0,02589	5,50388

Tabla 12.- En la tabla se pueden observar los valores de los índices de blancura iniciales de los especímenes pigmentados del grupo 2.

Media y desviación estándar de los índices de blancura W y T		
Especimen	W	T (tinte)
1	-87,54 ±(2,4)	-5,75 ± (0,08)
2	80,25 ± (0,9)	-4,5 ± (0,28)
3	-0,027 ± (2,6)	-10,54 ± (0,48)
4	-100,43 ± (0,6)	-1,28 ± (0,1)
5	97,25 ± (1,5)	1,23 ± (0,22)
6	-126,098 ± (0,7)	0,38 ± (0,025)
7	-124,9 ± (2,07)	1,92 ± (0,23)
8	-78,26 ± (5,6)	-2,74 ± (0,54)
9	-98,03 ± (0,5)	-1,25 ± (0,14)
10	-81,72 ± (1,2)	-2,53 ± (0,16)

Resultados después de la aplicación de los agentes blanqueadores.

Resultados grupo 1.

Después de blanquear a los especímenes se les midieron las coordenadas básicas L^* , a^* y b^* .

Los resultados del grupo 1, blanqueado con el blanqueador a base de peróxido de hidrógeno Illuminé se pueden observar en la tabla 13.

Tabla 13.- Coordenadas básicas del grupo 1, después del blanqueamiento con peróxido de hidrógeno (Illuminè).

Media de las coordenadas L*, a*, b* con su desviación estándar			
Especimen	L*	a*	b*
1	88,31 ± (0,147)	-0,99735 ± (0,019)	0,235 ± (0,127)
2	88,209 ± (0,347)	-0,9251 ± (0,037)	2,0735 ± (0,109)
3	86,25 ± (0,1225)	-1,34908 ± (0,012)	3,36551 ± (0,158)
4	84,94 ± (1,379)	-2,45295 ± (0,045)	4,7076 ± (1,784)
5	87,56 ± (0,259)	-1,14713 ± (0,111)	-0,42 ± (0,367)
6	88,49 ± (0,239)	-1,32113 ± (0,048)	1,065 ± (0,079)
7	88,11 ± (0,238)	-1,9991 ± (0,113)	4,78922 ± (0,217)
8	85,79 ± (0,111)	-0,06871 ± (0,053)	2,54126 ± (0,129)
9	87,68 ± (0,025)	-0,0872 ± (0,069)	2,117 ± (0,302)
10	88,03 ± (0,00)	-1,4792 ± (0,044)	4,426 ± (0,158)

Tabla 14.- Resultados del tono y croma del grupo 1 después del blanqueamiento.

Especimen	Tono	Croma
1	-0,00404	1,02466
2	-0,02009	2,27053
3	-0,02076	3,62583
4	-0,01903	5,30834
5	0,00613	1,2216
6	-0,01184	1,69694
7	-0,02051	5,1897
8	-0,02694	2,54219
9	-0,0267	2,1188
10	-0,02179	4,66664

Tabla 15.- En la tabla se pueden observar la media y la desviación estándar de los índices de blancura de los especimenes una vez blanqueados (grupo 1).

Media y desviación estándar de los índices de blancura W y T		
Especimen	W	T (tinte)
1	210,03 ± (1,2)	1,44 ± (0,16)
2	183,74 ± (1,99)	-5,13 ± (0,09)
3	170,01 ± (1,1)	-2,8 ± (0,13)
4	135,48 ± (7,31)	-6,52 ± (0,29)
5	207,88 ± (4,299)	0,9 ± (0,3)
6	176,066 ± (2,007)	-5,02 ± (0,27)
7	173,84 ± (1,55)	-3,35 ± (0,46)
8	178,8 ± (1,38)	-5,97 ± (0,27)
9	187,23 ± (1,29)	-4,21 ± (0,22)
10	158,37 ± (1,57)	-7,61 ± (0,34)

Resultados grupo 2.

Al grupo 2 se le realizó la técnica de blanqueamiento con peróxido de carbamida (Vivastyle).

A cada especimen se le realizaron tres mediciones al igual que al grupo 1, los resultados de las coordenadas L^* , a^* y b^* se pueden observar en la tabla 16, allí se puede ver claramente como ha aumentado L^* y como los valores de a^* y b^* han disminuido. Los resultados de tono y croma se presentan en la tabla 17.

Los índices de blancura se pueden observar en la tabla 18. Obsérvese como han aumentado los valores de W con respecto al grupo inicial, y como ha disminuido el Tinte (T).

Tabla 16.-Coordenadas básicas del grupo 2, después del blanqueamiento con peróxido de carbamida (VivaStyle).

Media de las coordenadas L*, a*, b* con su desviación estándar			
Especimen	L*	a*	b*
1	83,70 ± (0,057)	-0,6762 ± (0,032)	2,9366 ± (0,027)
2	86,71 ± (0,1)	-0,8231 ± (0,07)	3,3948 ± (0,086)
3	82,59 ± (0,26)	-1,88539 ± (0,0293)	8,649 ± (0,324)
4	83,73 ± (0,222)	-1,065 ± (0,103)	2,198 ± (0,468)
5	84,73 ± (0,656)	-1,10417 ± (0,054)	1,661 ± (0,2016)
6	88,12 ± (0,29)	-0,4745 ± (0,04)	2,755 ± (0,035)
7	82,77 ± (0,209)	-1,3663 ± (0,039)	1,7343 ± (0,065)
8	84,62 ± (0,313)	-0,70709 ± (0,037)	5,064 ± (0,411)
9	86,87 ± (0,029)	-1,13099 ± (0,0079)	4,418 ± (0,0165)
10	83,40 ± (0,169)	-1,30307 ± (0,01)	2,413 ± (0,0625)

Tabla 17.-Resultados de tono y croma del grupo 2, después de la aplicación del blanqueador.

Especimen	Tono	Croma
1	-0,02347	3,01345
2	-0,02326	3,49316
3	-0,02367	8,85211
4	-0,01954	2,44242
5	-0,01718	1,99452
6	-0,02444	2,79556
7	-0,01577	2,20784
8	-0,02499	5,11313
9	-0,02304	4,56047
10	-0,01877	2,74236

Tabla 18.- Resultado de los índices de blancura del grupo 2, después de la aplicación del blanqueador (VivaStyle).

Media y desviación estándar de los índices de blancura W y T		
Especimen	W	T (tinte)
1	148,45 ±(0,659)	-8,3 ± (0,08)
2	178,72 ± (0,448)	-7,06 ± (0,28)
3	88,78 ± (2,25)	-13,1 ± (0,48)
4	154,07 ± (1,31)	-3,84 ± (0,1)
5	178,29 ± (3,4)	-1,32 ± (0,22)
6	196,6 ± (1,91)	-2,18 ± (0,02)
7	159,87 ± (1,215)	-0,063 ± (0,23)
8	156,4 ± (1,639)	-5,3 ± (0,54)
9	174,64 ± (0,2)	-3,8 ± (0,14)
10	153,8 ± (0,98)	-5,08 ± (0,17)

Diferencias de coordenadas de los dos grupos de estudio.

Se calcularon las diferencias de a^* , b^* y L^* , así como las diferencias CieLab y las diferencias a^*b^* . los resultados se observan en las tablas siguientes:

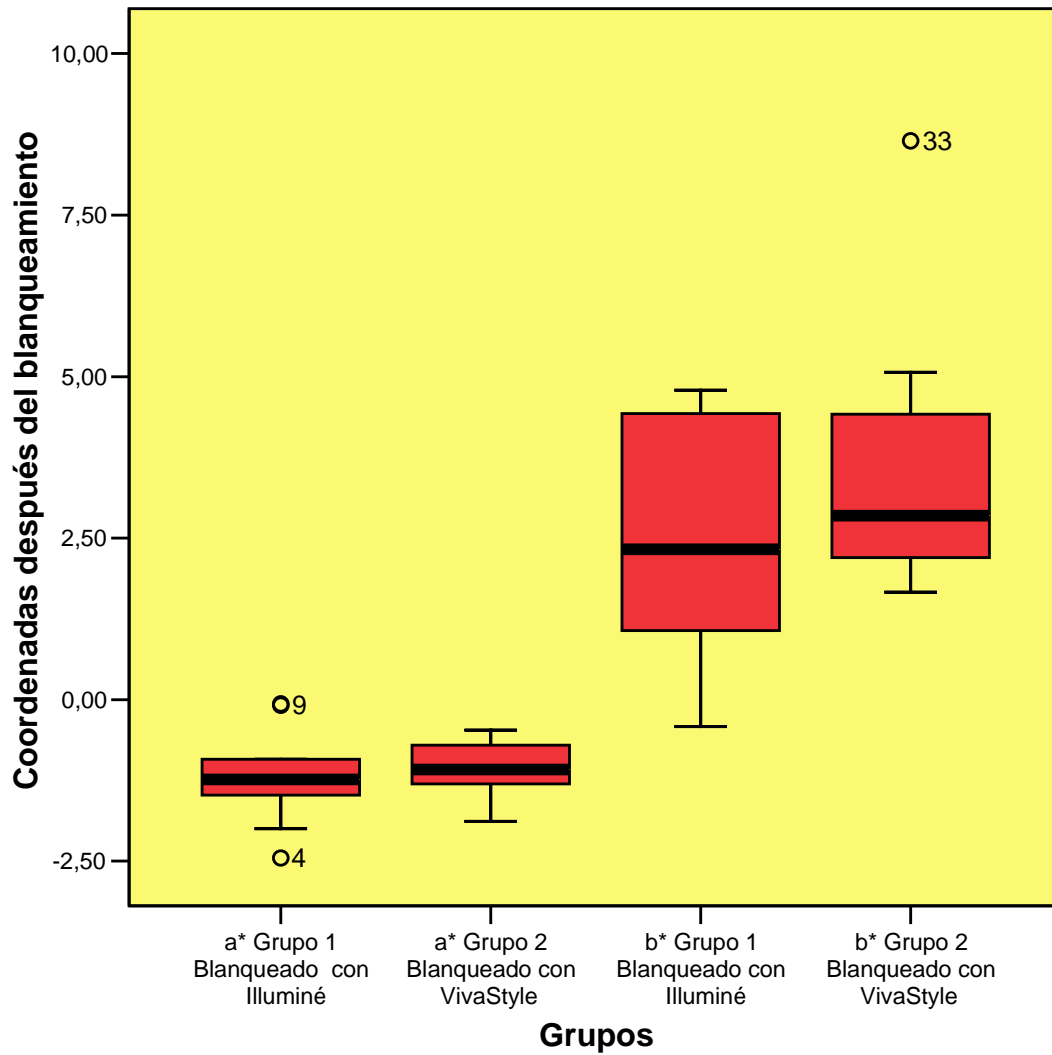
Tabla 19.- En la tabla se pueden observar las diferencias entre las coordenadas de blanqueamiento del grupo 1.

Diferencias entre las coordenadas (grupo 1)					
Especimen	Diferencia de a^*	Diferencia de b^*	Diferencia de L^*	Diferencia CieLab	Diferencia de a^*b^*
1	-0,78265	0,3246	-12,99	13,0176	0,84729
2	0,51456	3,3265	-14,369	14,758	3,36606
3	-0,10592	2,24049	-14,13	14,30692	2,24299
4	1,31645	4,8554	-21,43	22,01256	5,0307
5	-0,44567	0,52407	-9,82	9,84407	0,68795
6	0,41813	5,833	-17,76	18,69803	5,84797
7	0,3761	2,29978	-15,019	15,19871	2,33033
8	0,52009	1,16974	-10,15	10,23041	1,28015
9	-0,3608	1,993	-14,14	14,28432	2,0254
10	0,8503	5,873	-10,931	12,43792	5,93423

Tabla 20.- En la tabla se pueden observar las diferencias entre las coordenadas de blanqueamiento del grupo 2.

Diferencias entre las coordenadas (grupo 2)					
Especimen	Diferencia de a*	Diferencia de b*	Diferencia de L*	Diferencia CieLab.	Diferencia de a*b*
1	1,1385	4,2494	-8,76	9,80261	4,39927
2	1,2564	1,6582	-16,11	16,24378	2,08043
3	1,62339	7,085	-16,77	18,27746	7,26861
4	-0,1343	4,1544	-6,84	8,00392	4,15657
5	-0,09883	0,7877	-13,38	13,40353	0,79388
6	-0,5465	0,27	-9,38	9,39979	0,60956
7	-0,6637	2,396	-3,69	4,44943	2,48622
8	0,06999	1,326	-12,69	12,75928	1,32785
9	0,09799	1,2443	-11,29	11,35878	1,24815
10	0,82407	3,07	-11,82	12,23995	3,17868

Figura 41.- Gráfico de caja de las coordenadas a* y b* de los dos grupos después de la aplicación de los agentes blanqueadores.

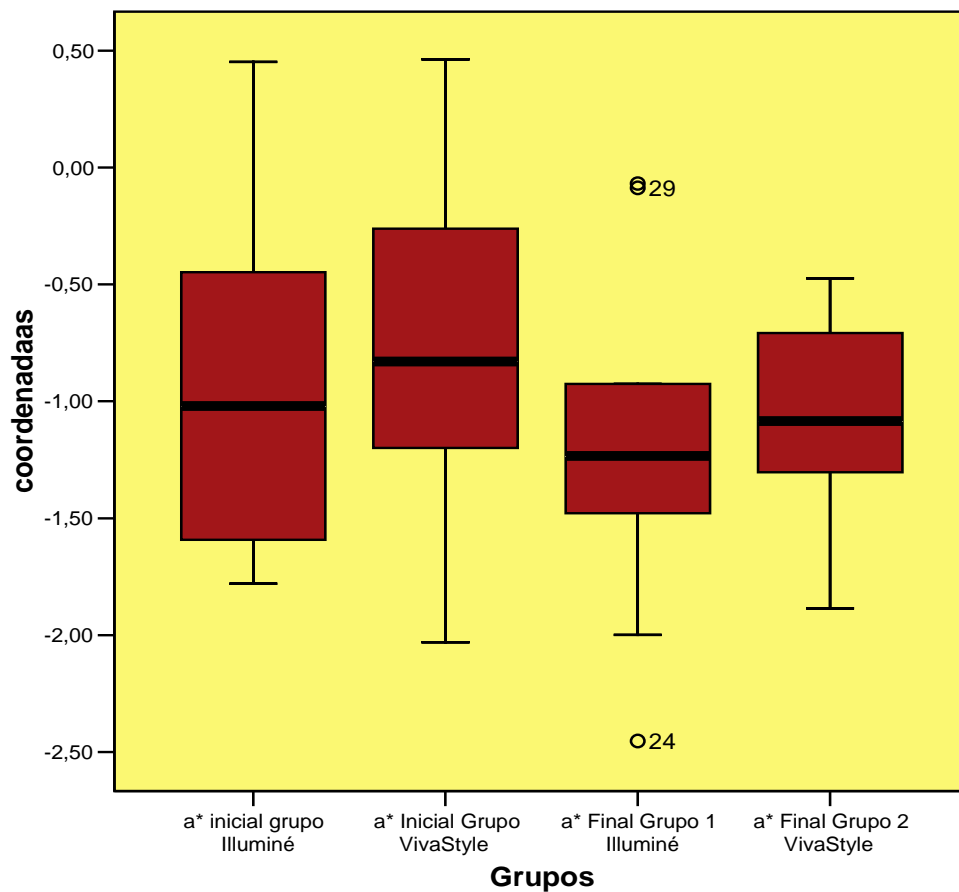


Resultados

Entre los grupos ANOVA no mostró diferencias estadísticamente significativas entre las coordenadas a* después de blanqueados ($p = 0,636$).

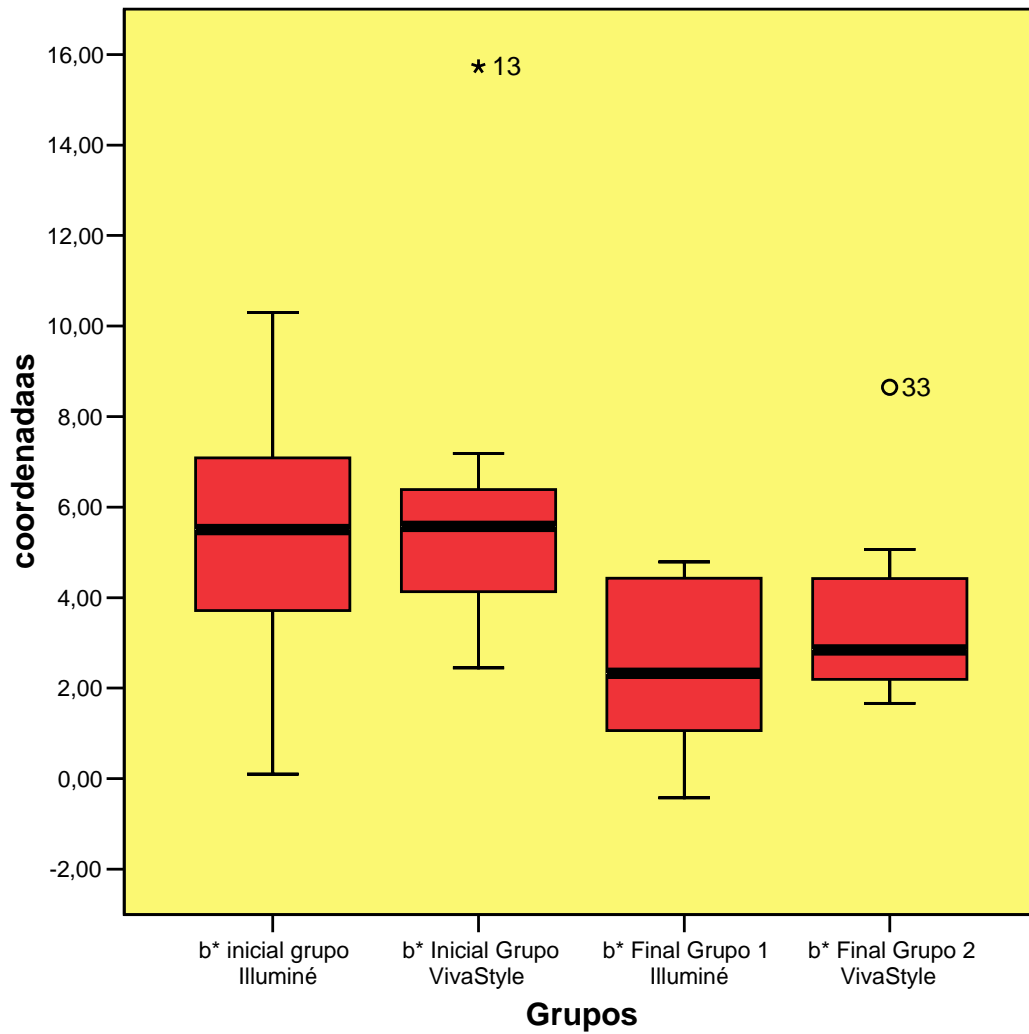
El test tampoco mostró diferencias significativas de las coordenadas b* de los dos grupos después de blanqueados ($p = 0,259$).

Figura 42.- Gráfico de caja de las coordenadas a* antes y después del blanqueamiento.



ANOVA no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los valores iniciales y finales de a^* ($p = 0,433$), aunque se puede observar como los valores de a^* disminuyen después del blanqueamiento dental en ambos grupos, en el grupo 1 (Illuminé) la diferencia es mayor.

Figura 43.- Gráfico de caja de las coordenadas b^* antes y después del blanqueamiento.



Resultados

ANOVA mostró diferencias significativas entre los valores de b^* en el grupo 1, antes y después del blanqueamiento ($p = 0,031$).

Respecto al grupo 2 aunque los valores posteriores al blanqueamiento son más bajos, el test de ANOVA no mostró diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,067$).

Figura 44.- Gráfico comparativo de los valores de L^* entre ambos grupos, después de la aplicación de los agentes blanqueadores.

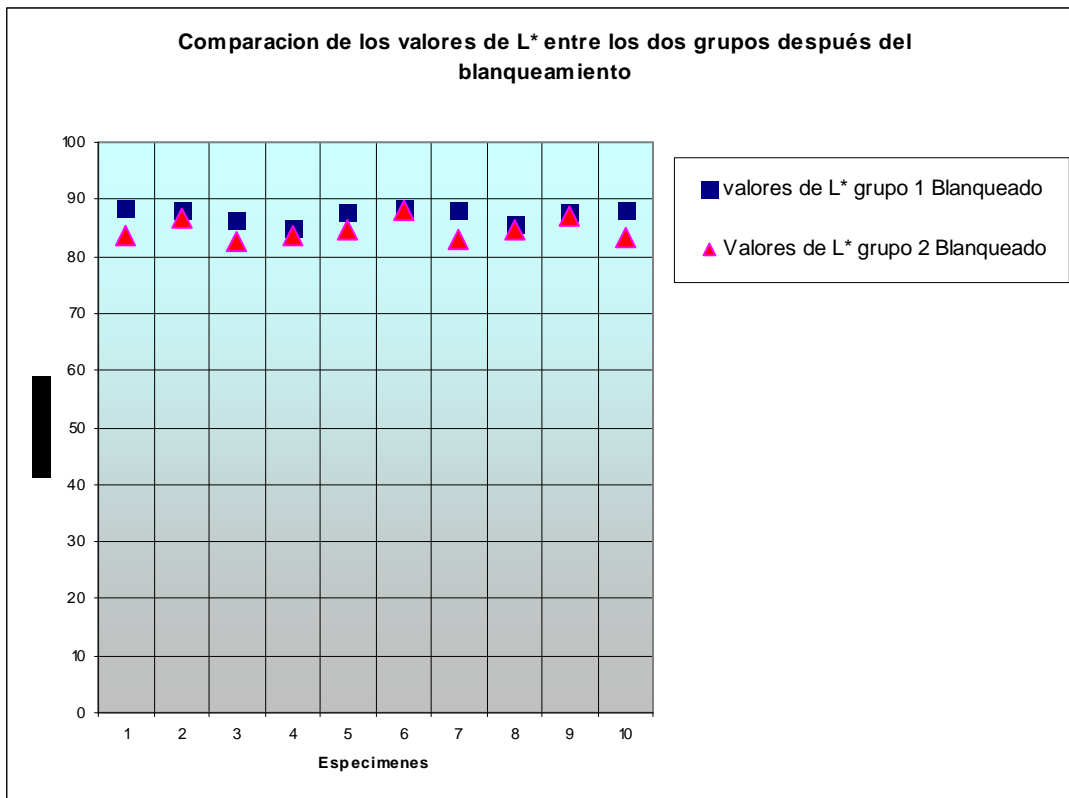


Tabla 16.- Media y desviación estándar de los valores de L* de ambos grupos después de la aplicación de los agentes blanqueadores.

Grupos	Media y desviación estándar de L* de los dos grupos de estudio después del blanqueamiento	
Illuminè	87,3369	±(1,23)a
VivaStyle	84,7240	± (1,89)b

El test de análisis de la varianza (ANOVA) mostró diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p = 0,002$)

Tabla 17.- Resultados de L* antes y después Grupo 1 (Illuminé).

	Media y desviación estándar de L*	
Antes	73,2630	±(4,05)a
Después	87,3369	± (1,22)b

El test de análisis de la varianza (ANOVA) mostró diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p = 0,00$).

Tabla 18.- Resultados de L* antes y después Grupo 2 (VivaStyle).

	Media y desviación estándar de L*	
Antes	73,6510	± (4,14)a
Después	84,7240	± (1,89)b

El test de análisis de la varianza (ANOVA) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los valores iniciales y finales ($p = 0,00$).

Tabla 19.-Comparación de las diferencias de unidades CieLab entre los dos grupos de estudio.

Grupos	Media y desviación estándar de la diferencia de unidades CieLab entre los dos grupos de estudio	
Iluminé	14,4789±	(3,67) ^a
VivaStyle	11,5939	(3,99) ^a

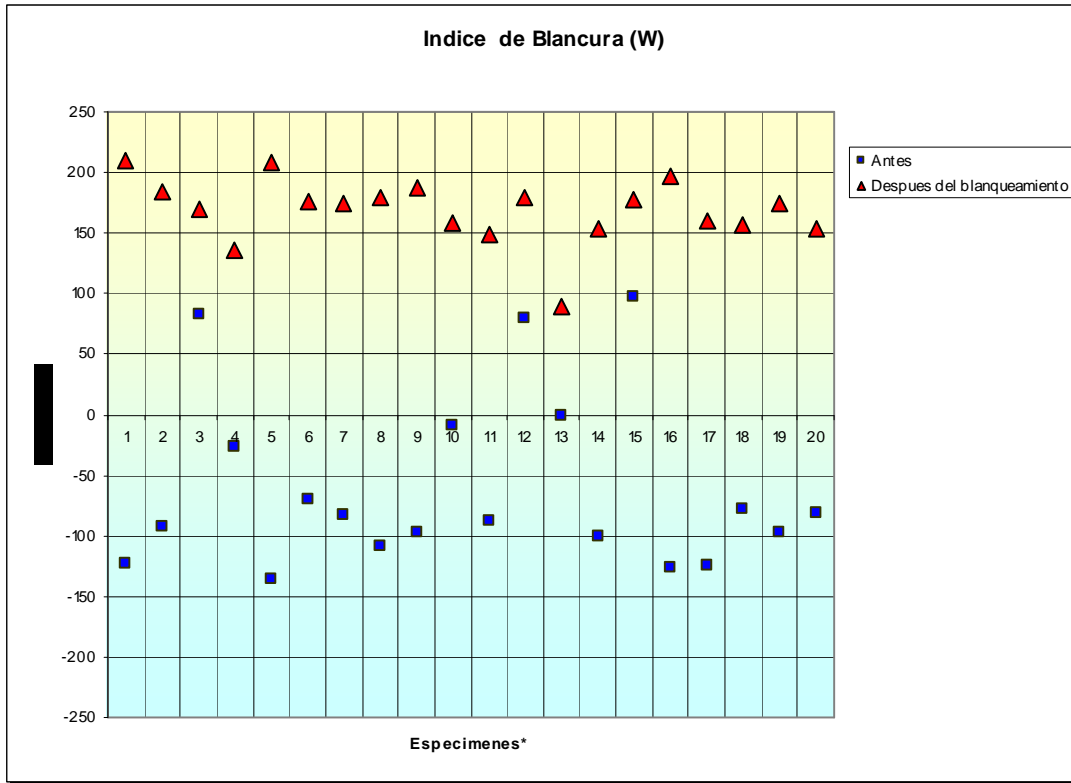
Tras la realización del test de análisis de la varianza (ANOVA) los dos grupos no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P = 0,110$), aunque se puede observar que el grupo blanqueado con Illuminé (grupo 1) mostró una mayor diferencia en unidades CieLab.

Tabla 20.-Comparación de las diferencias ab* entre el grupo blanqueado con Illuminé y el blanqueado con VivaStyle.

Grupos	Media y desviación estándar
Grupo 1 blanqueado con Illuminé	2,9593 ± (1,99641)a
Grupo 2 blanqueado con VivaStyle	2,7549 ± (2,06838)a

El de análisis de la varianza no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p = 0,825$).

Figura 45.-Gráfico comparativo entre los índices de blancura de ambos grupos.



*Del especimen 1 a 10 corresponde al grupo 1, del 11 al 20 al grupo 2.

Tabla 21.- Media y desviación estándar del valor del índice de blanqueamiento (W) de los grupos de estudio.

Grupos	Media con su desviación Estándar	
Grupo 1 inicial	-66,2059	±(66,003)a
Grupo 1 después del blanqueamiento con Illuminè	178,1446	± (21,897)b
Grupo 2 inicial	-51,9505	± (82,037)a
Grupo 2 después del blanqueamiento con VivaStyle	158,9628	± (28,906)b

Para el análisis estadístico del índice de blanqueamiento se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis la cual mostró diferencias entre los grupos.

El test post hoc de comparaciones múltiples de Scheffé mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos iniciales y los blanqueados ($p = 0,00$).

Los grupos iniciales (pigmentados) no presentaban diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,954$).

Después del blanqueamiento los valores de W del grupo 1 comparados con los valores de W del grupo 2, tampoco muestran diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,897$).

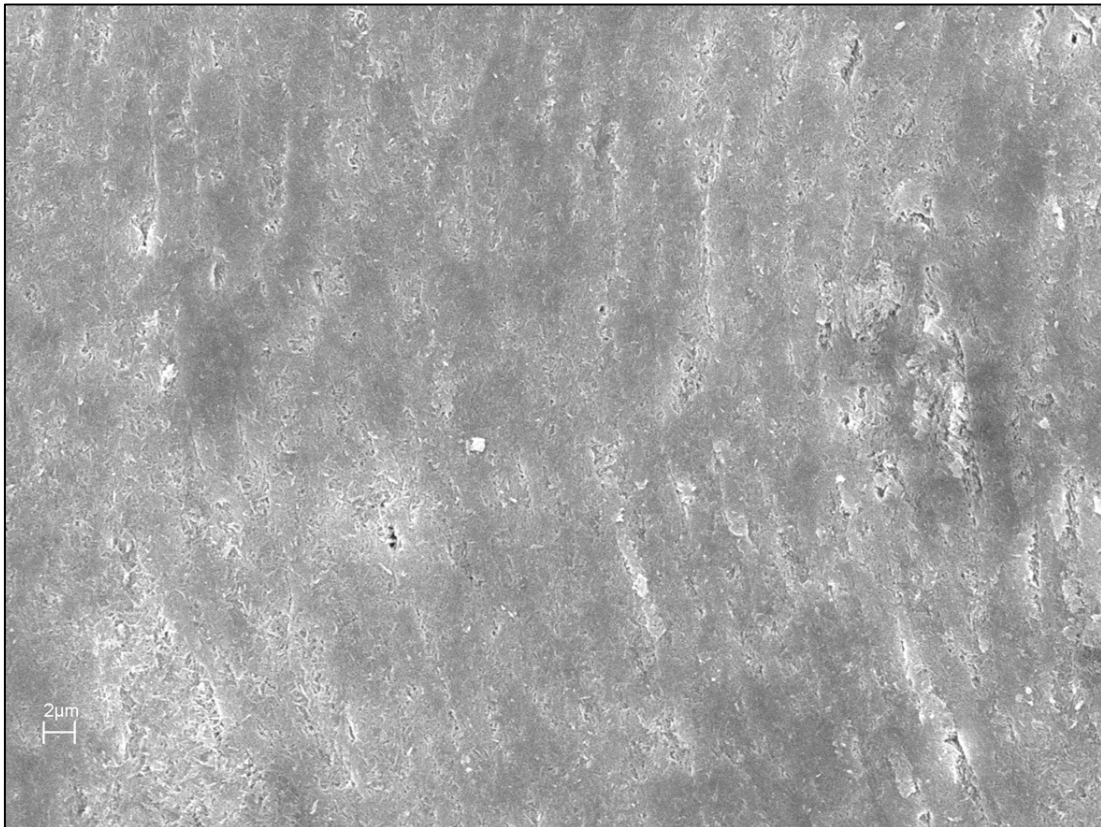
Resultados

Aunque se observa que la media general de los valores de W del grupo 1 después del blanqueamiento, son más altos ($W = 178,144 \pm 21,89$), en comparación con la media general del grupo 2 ($W = 158,962 \pm 28,90$).

Los resultados de colorimetría en la dentina no se pudieron analizar ya que era necesario medir en el mismo sitio antes y después del blanqueamiento dental, y debido al grosor tan pequeño de la dentina vestibular y palatina esto no fue posible. Los resultados no eran lógicos, lo que indica que no se había medido en el mismo lugar después del blanqueamiento.

V.2.1.- RESULTADO DEL ANÁLISIS AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO DE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE SIN BLANQUEAR, BLANQUEADO CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO Y CON PERÓXIDO DE CARBAMIDA.

Figura 46.- Microfotografía del esmalte pulido grupo control, sin blanquear*.



*Obsérvese la configuración típica del esmalte pulido, sin poros en la superficie.

Resultados

Figura 47.- Microfotografía electrónica del esmalte pulido grupo control, sin blanquear.

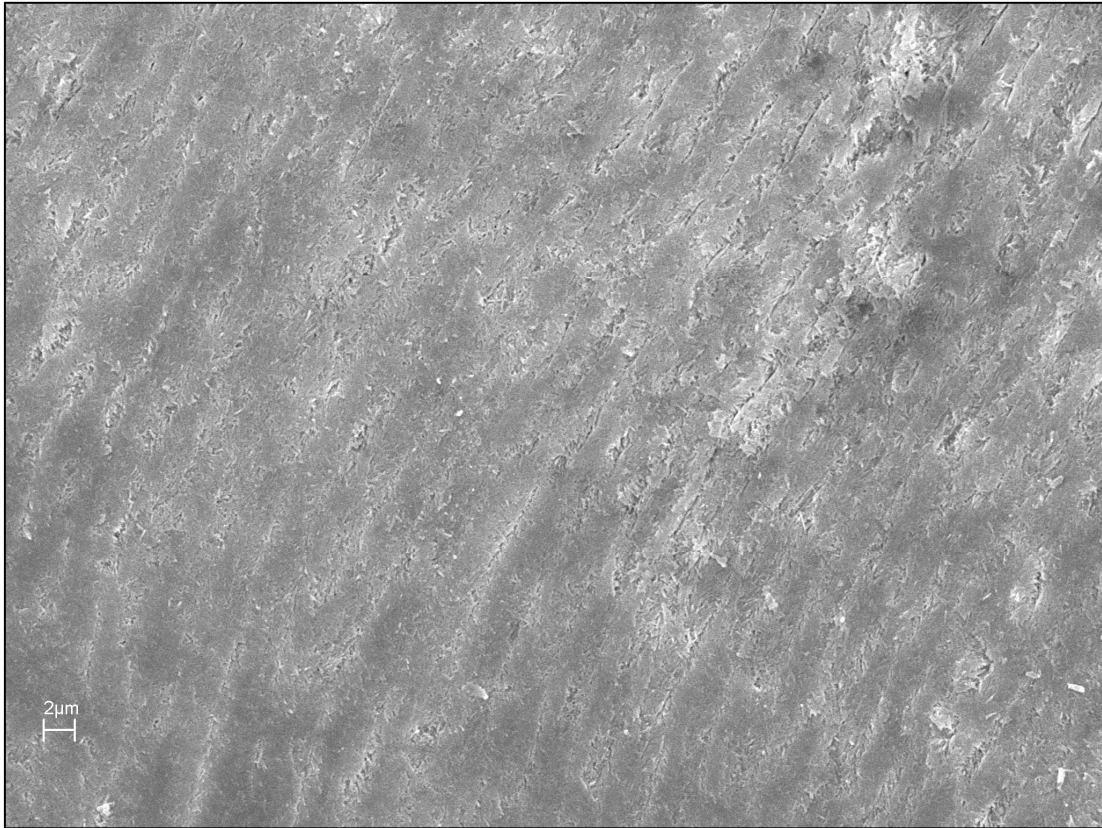
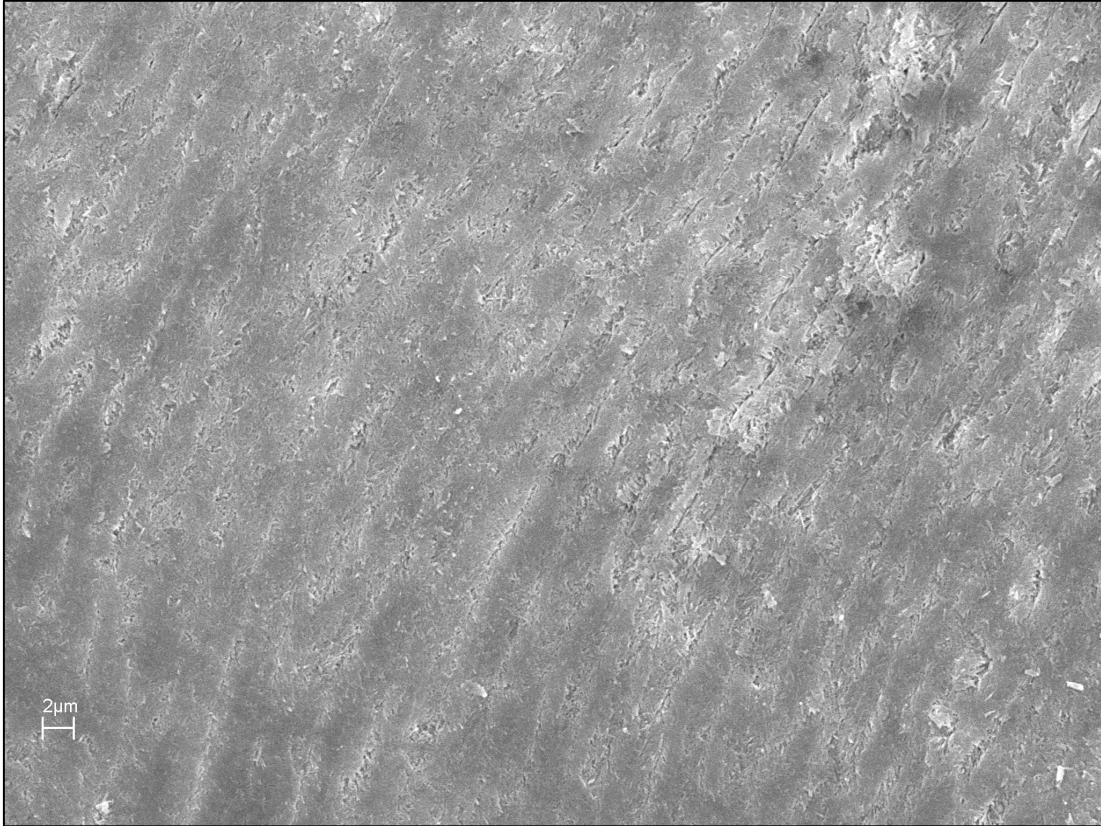


Figura 48.- Microfotografía electrónica del esmalte pulido grupo control, sin blanquear.



Resultados

Figura 49.- Microfotografía electrónica del esmalte pulido grupo control, sin blanquear.

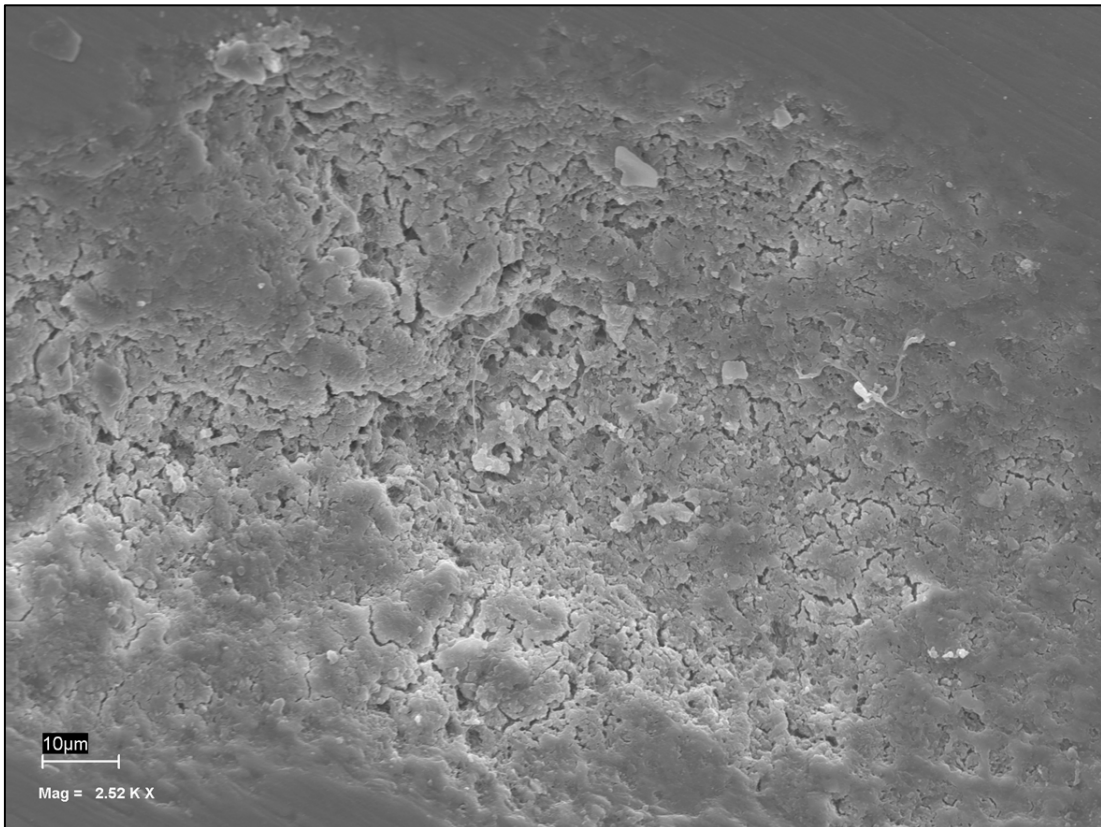


Figura 50.- Microfotografía electrónica del esmalte pulido y blanqueado con Illuminé.

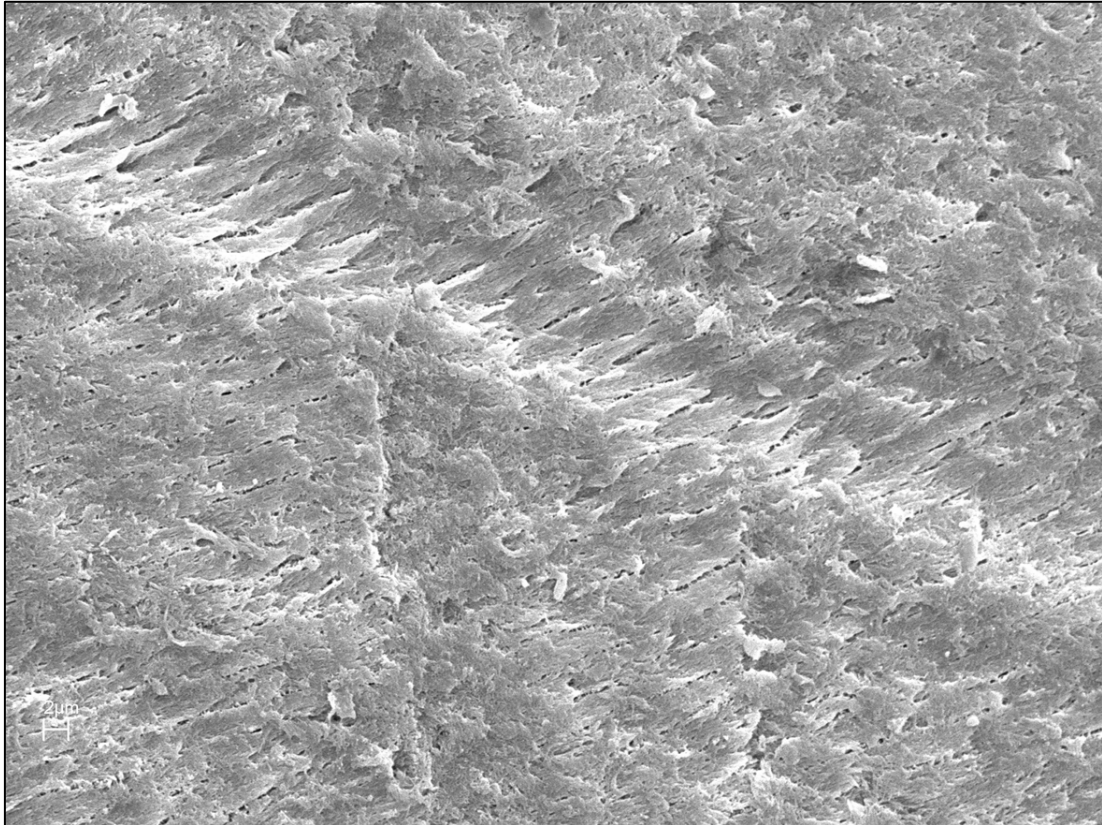
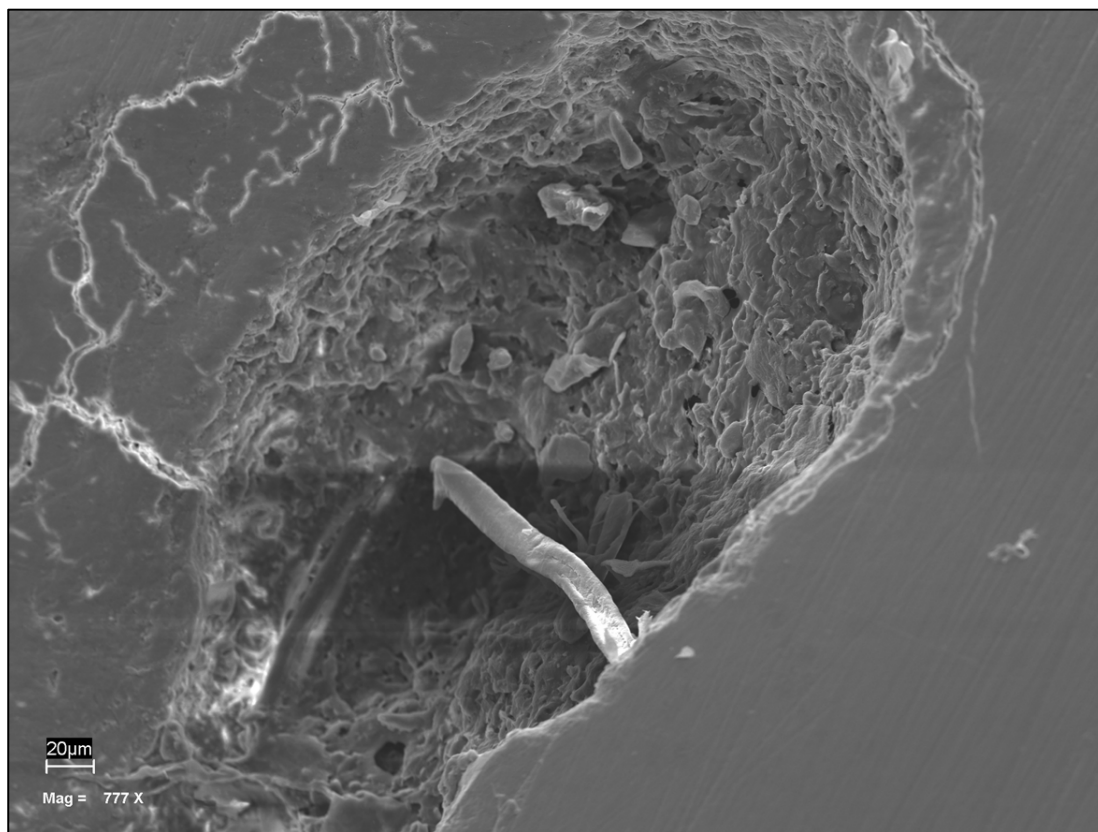
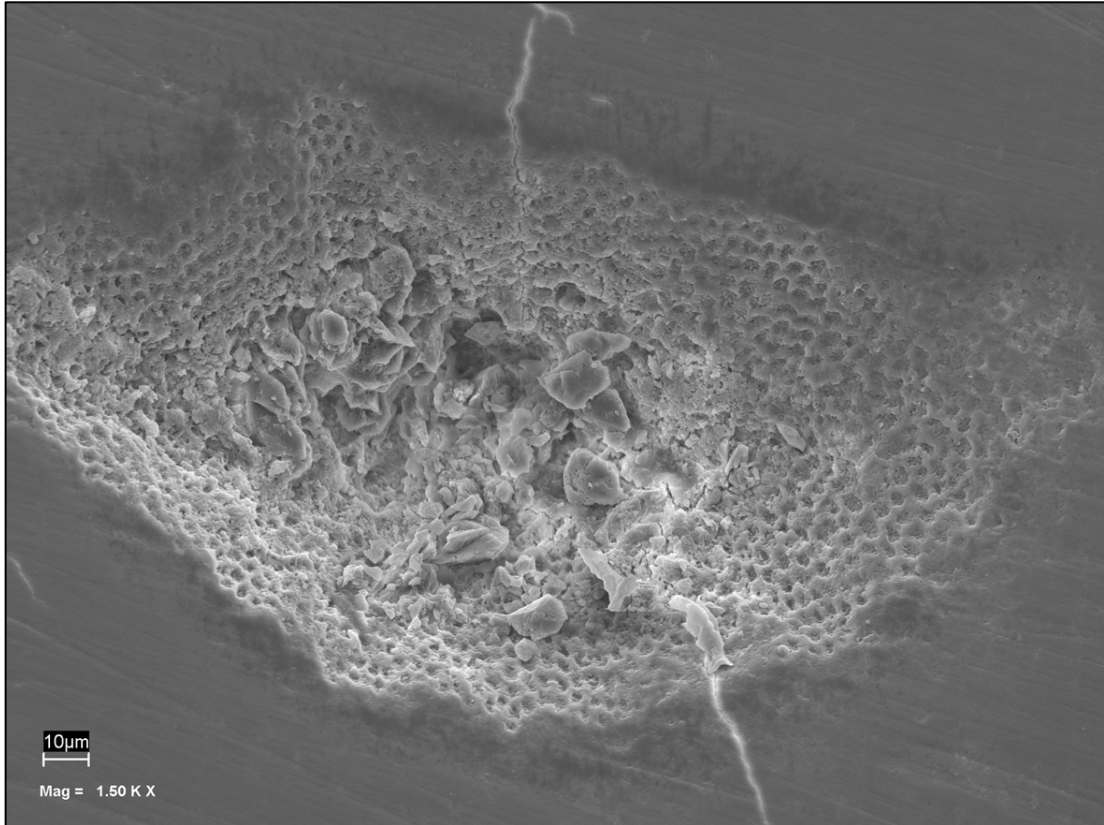


Figura 51.- Microfotografía electrónica del esmalte pulido y blanqueado con Illuminé.



Estas figuras la 51 y 52 coinciden con las microfotografías mostradas por Ben-Amar A, Liberman R, Gorfil and Berstein Y., en su artículo Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. *Am J Dent* 1995; 8(1):29-32. Obsérvese el “cráter” formado en la superficie del esmalte blanqueado. ⁽⁴⁹⁾

Figura 52.- Microfotografía del esmalte pulido y blanqueado con Illuminé.



Resultados

Figura 53.- Microfotografía del esmalte pulido y blanqueado con Illuminé.

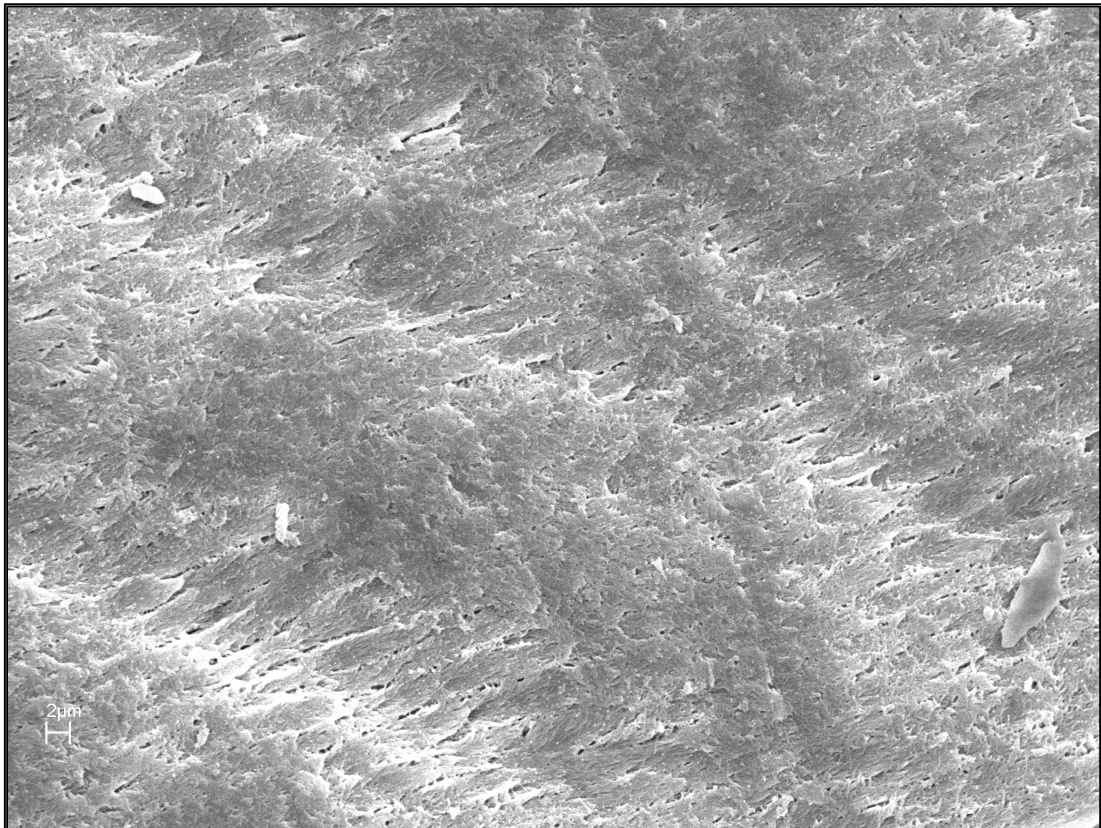
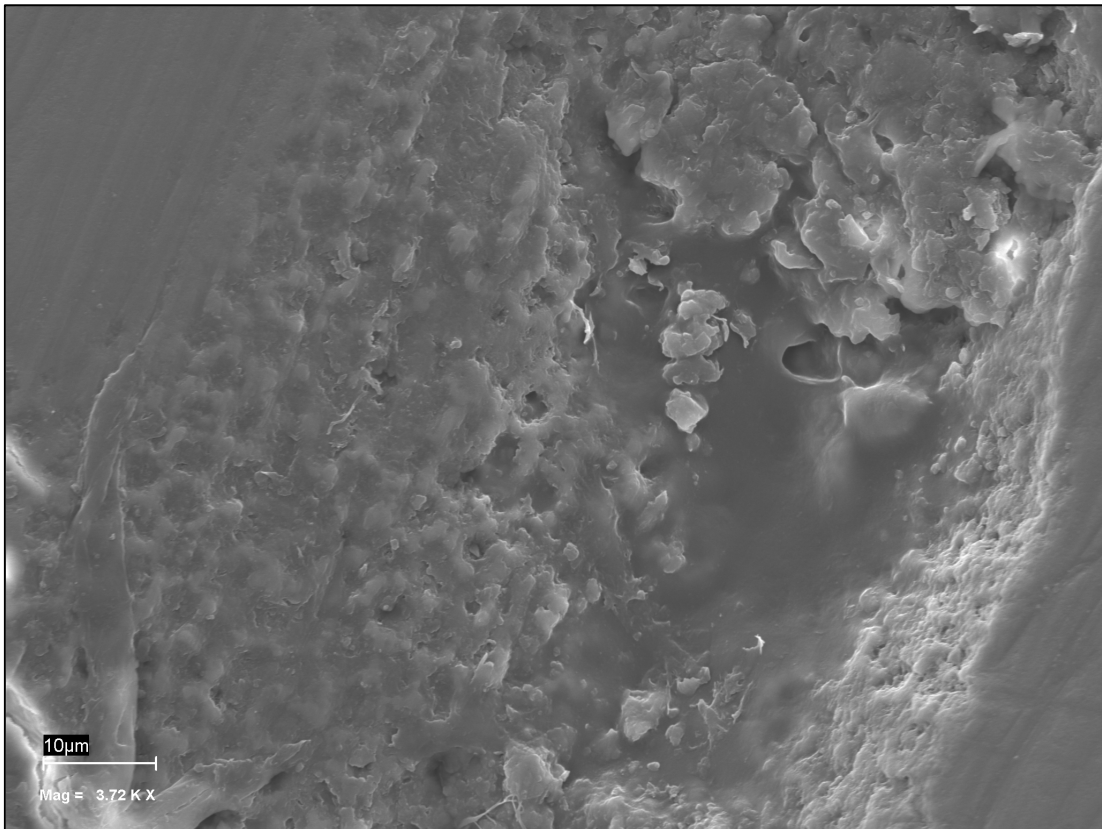


Figura 54.- Microfotografía del esmalte pulido y blanqueado con Illuminé.

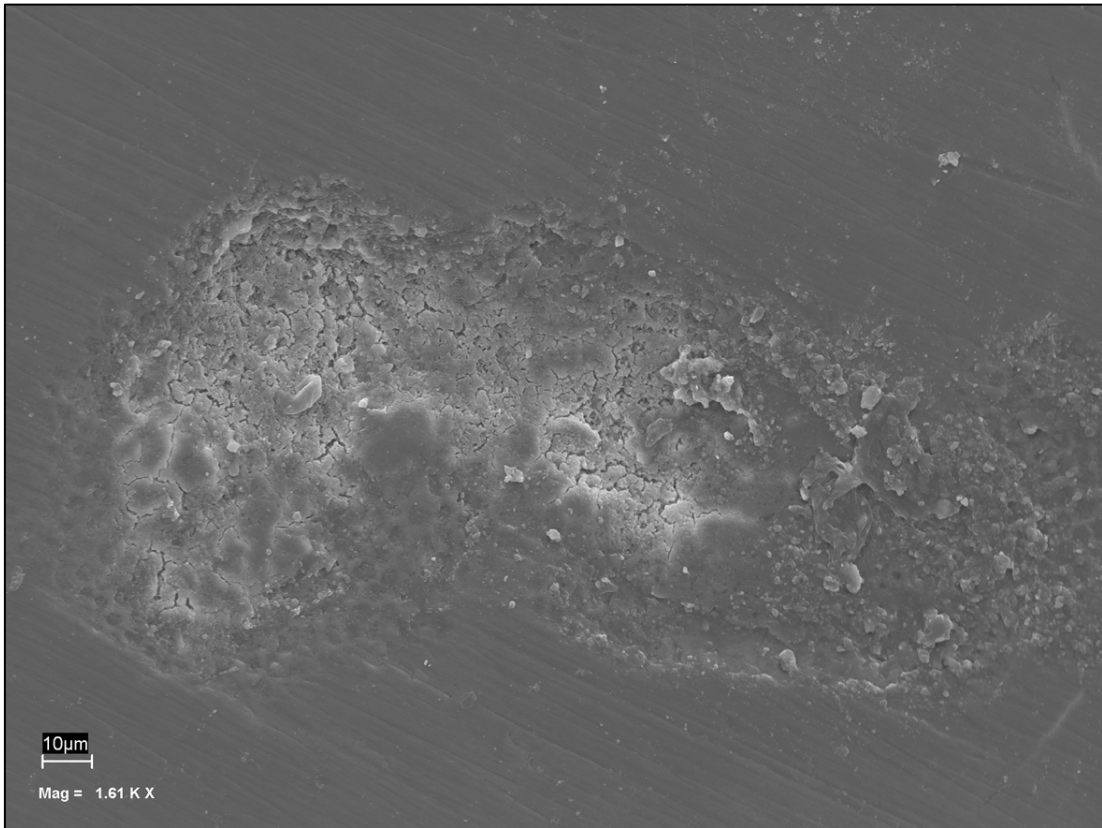


Resultados

Figura 55.- Microfotografía del esmalte pulido y blanqueado con VivaStyle.



Figura 56.- Microfotografía del esmalte pulido y blanqueado con VivaStyle.



V.3.- RESULTADOS DE LA INFLUENCIA DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL SOBRE RESISTENCIA ADHESIVA AL CIZALLAMIENTO DE LOS COMPOSITOS, UTILIZANDO DISTINTOS AGENTES BLANQUEADORES.

Se realizaron 30 especímenes, se dividieron aleatoriamente al azar en 3 grupos de estudio y se almacenaron durante 24 horas en saliva artificial.

El grupo 1 no se blanqueó (control), el grupo 2 se blanqueó con peróxido de hidrógeno y el grupo 3 con peróxido de carbamida. Se realizó el procedimiento adhesivo y se les realizaron las pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento. Los resultados de este experimento son los siguientes:

El test de análisis de la varianza mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p = 0,001$). La media y desviación estándar se pueden observar en la tabla 22.

Tabla 22.- Media y desviación estándar en MPa de la resistencia adhesiva de los composites.

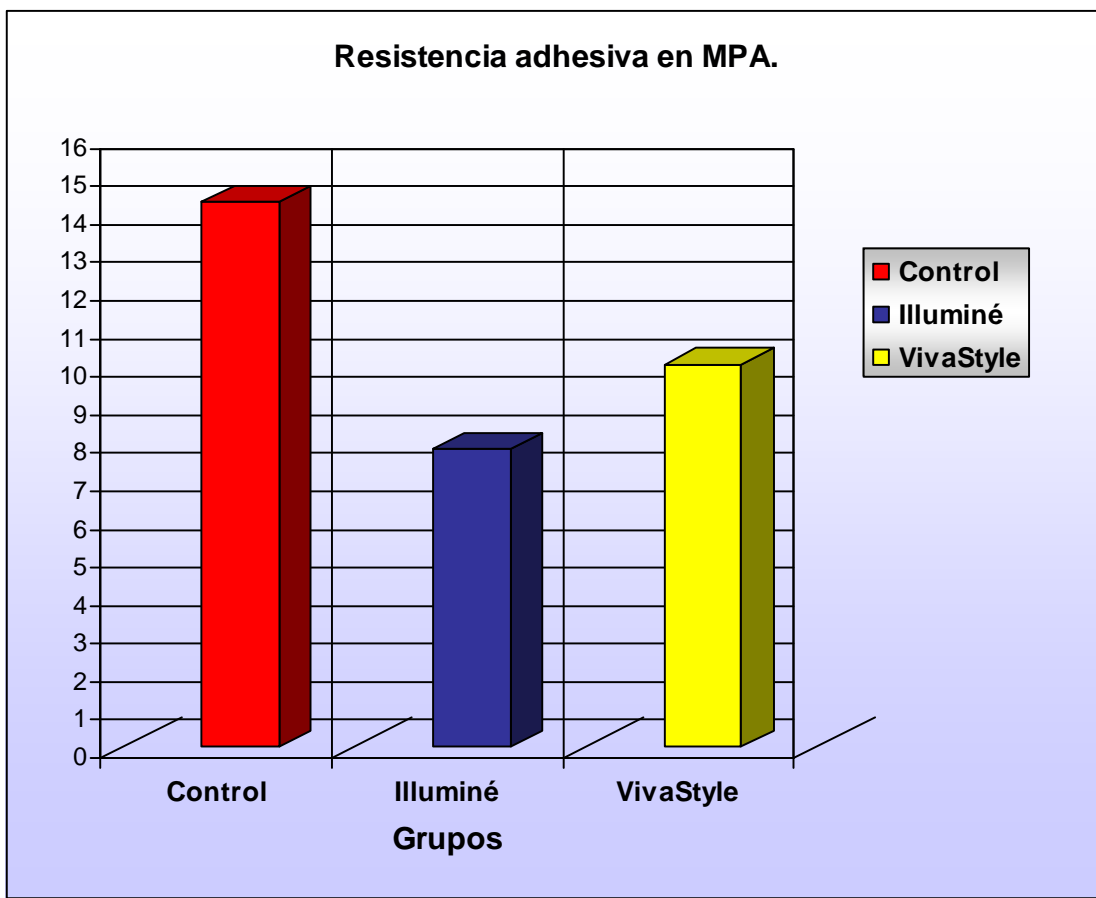
Grupos	Media y desviación estándar en MPa.
Control	14,278 ±(3,414)a
Iluminé	7,807 ± (4,180)b
VivaStyle	10,022 ± (2,568)b

Los grupos con letras distintas mostraron diferencias estadísticamente significativas.

El test post hoc de comparaciones múltiples de Scheffé mostró diferencias entre el grupo control y el grupo blanqueado con Iluminé ($p = 0,001$), también mostró diferencias entre el grupo control y el blanqueado con VivaStyle ($p = ,035$).

Entre los dos grupos blanqueados no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p = ,371$), no obstante, se puede observar que el grupo blanqueado con Iluminé mostró los valores más bajos de resistencia adhesiva.

Figura 57.- Gráfico de comparación entre los valores de resistencia adhesiva al cizallamiento de los tres grupos: sin blanquear, blanqueado con Illuminé® y blanqueado con VivaStyle®

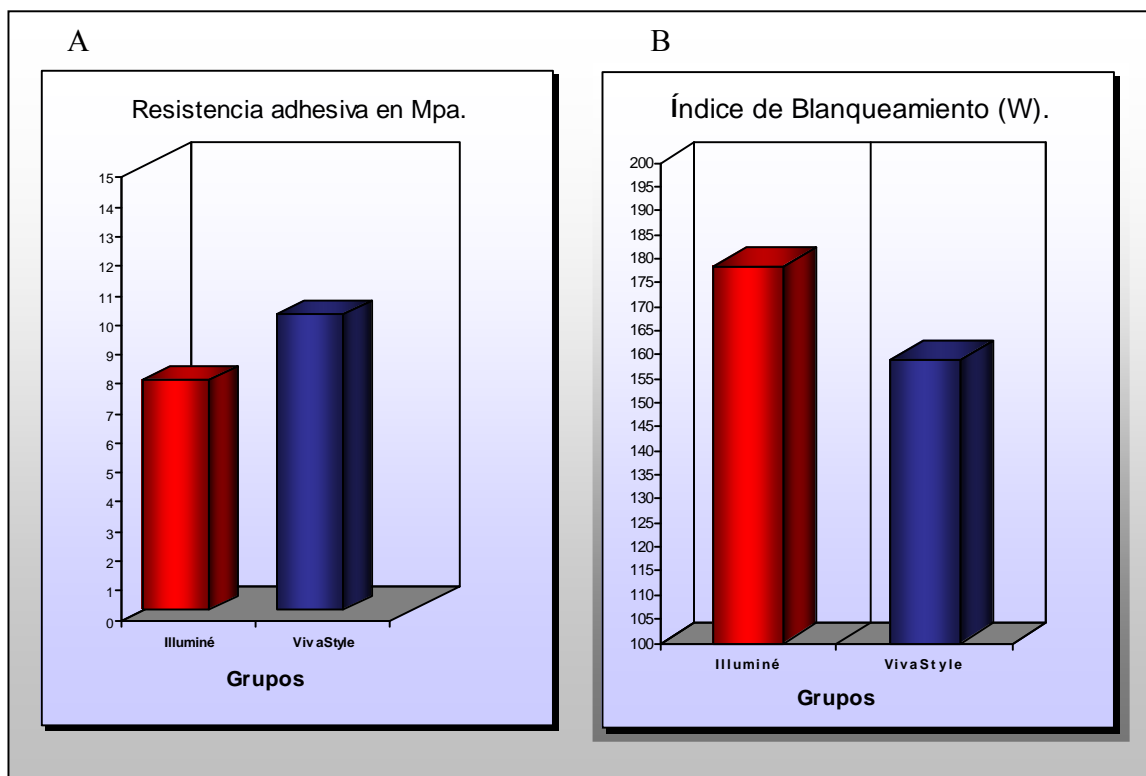


En el gráfico grafico anterior (figura 57) se puede observar como los valores de resistencia adhesiva al cizallamiento disminuyen después de realizar el

blanqueamiento, si se comparan con el grupo control, tanto con peróxido de carbamida como con peróxido de hidrógeno.

También se observa que los valores son más bajos cuando el blanqueamiento se realiza con peróxido de hidrógeno.

Figura 58.- Gráficos de resistencia adhesiva (A) y de índice de blanqueamiento (B) de los grupos blanqueados con los dos agentes blanqueadores.



Resultados

Los grupos blanqueados con peróxido de hidrógeno mostraron valores más bajos de resistencia adhesiva y valores más altos de índice de blanqueamiento, si lo comparamos con los grupos blanqueados con peróxido de carbamida.

Se podría decir que existe una relación inversa entre la concentración del peróxido de hidrógeno y la resistencia adhesiva al cizallamiento. A mayor concentración del peróxido de hidrógeno y mayor efectividad de blanqueador menor resistencia adhesiva al cizallamiento en MPa.

V.4.- RESULTADOS DE LA INFLUENCIA DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL SOBRE LA ADHESIÓN DE BRACKETS DE ORTODONCIA CEMENTADOS EN DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO.

La Prueba de Kruskal-Wallis mostró diferencias estadísticamente significativas entre los distintos grupos de estudio, el test post hoc de comparaciones múltiples de Scheffé mostró diferencias con el grupo dos (24 horas), este grupo mostró los valores más bajos de resistencia adhesiva al cizallamiento, diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,000$) en comparación con el grupo control y con los demás grupos ($p < 0,05$) a excepción del grupo 3 que al compararlo con el grupo 2 no dio diferencias significativas ($p = 0,051$). Ç

Los grupos tres, cuatro, cinco y seis mostraron valores inferiores de resistencia adhesiva al cizallamiento en comparación con el grupo control, aunque estadísticamente estos valores no son significativos. La media y la desviación estándar se pueden observar en la tabla 23.

Tabla 23.- Resultados de resistencia adhesiva al cizallamiento en MPa y desviación estándar de los distintos grupos de estudio.

Grupo	Media (Desv. Estándar)
(Control)	37,20 ± (4,42) ^(a)
(24 horas)	13,31 ± (3,65) ^(b)
Una semana	26,61 ± (8,99) ^{(a) (b)}
Dos semanas	32,74 ± (11,64) ^(a)
Tres semanas	32,59 ± (5,84) ^(a)
Cuatro semanas	32,77 ± (11,32) ^(a)

El grupo con letra distinta presentó diferencias estadísticamente significativas de resistencia adhesiva, en comparación con los grupos restantes ($p = 0,000$), (Según el test post hoc de comparaciones múltiples de Scheffé).

Figura 59.- Gráfico de Comparación de los valores de resistencia adhesiva al cizallamiento de los distintos grupos de estudio.

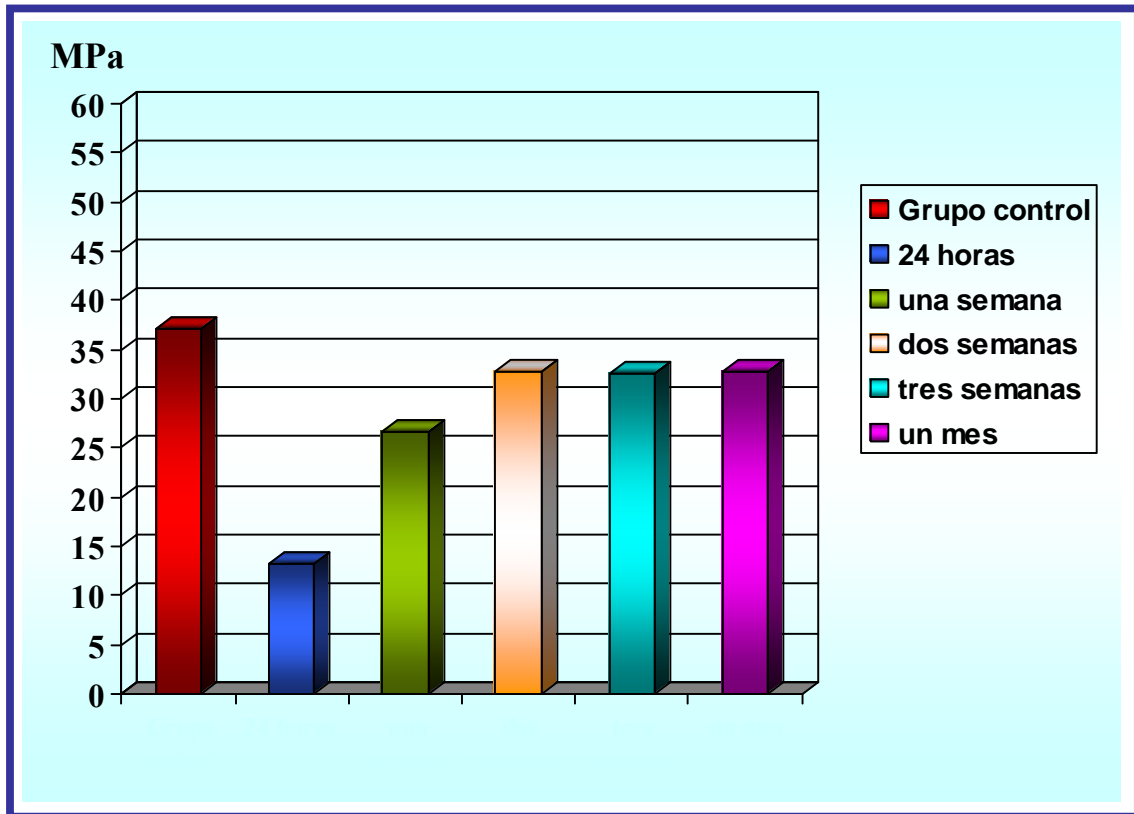
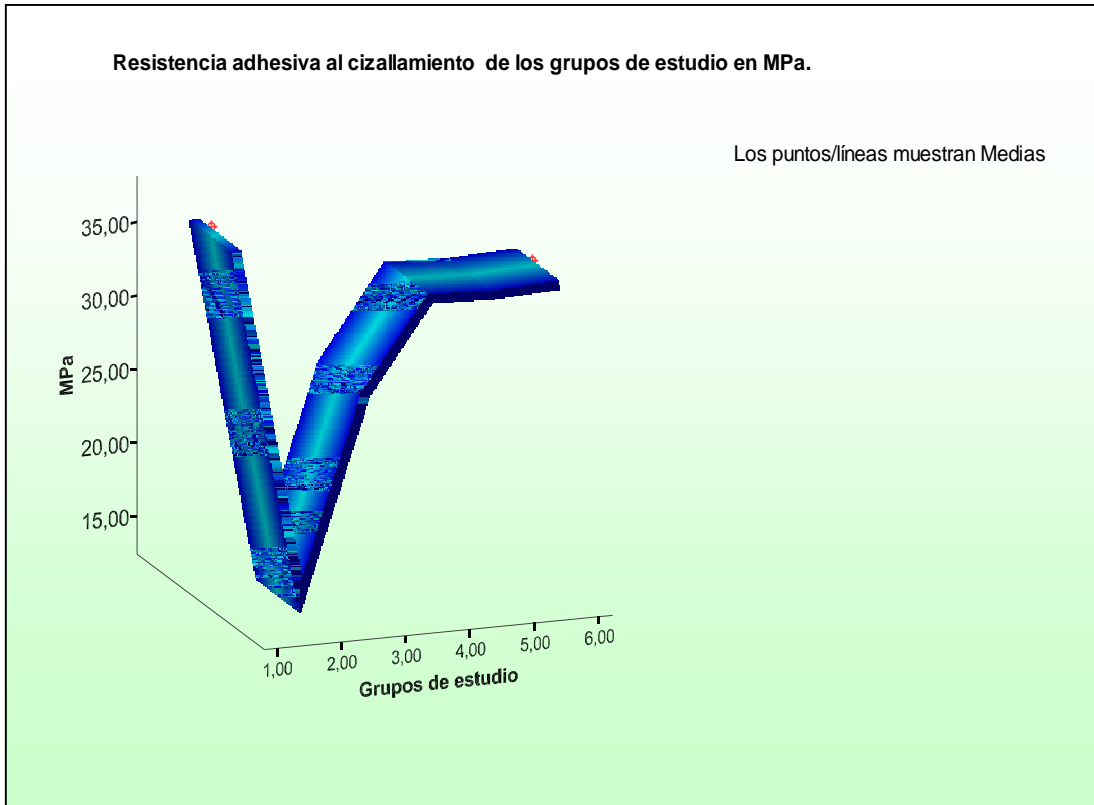


Figura 60.- Gráfico en el cual se pueden observar los cambios en los valores de resistencia adhesiva al cizallamiento a través del tiempo.



En este gráfico podemos observar el comportamiento de los valores de resistencia adhesiva al cizallamiento con y sin blanqueamiento, obsérvese como a las 24 horas disminuyen los valores y posteriormente, a la primera semana comienzan a aumentar estabilizándose, aunque no llegan a ser iguales a los iniciales.

V.4.1.- RESULTADOS DEL TIPO DE FALLO (Índice de Adhesivo Remanente).

Para el análisis del tipo de fallo se utilizó el índice de adhesivo remanente (ARI)

Tabla 24.- Distribución de frecuencia del Índice de Adhesivo Remanente (tipo de fallo) de los seis grupos experimentales.

Grupos	Índice de adhesivo remanente*					N
	1	2	3	4	5	
Grupo control, Sin blanquear	5			1	4	10
Blanqueado, cementación a las 24 horas				2	8	10
Blanqueado, cementación a la semana	2			4	4	10
Blanqueado, cementación a las 2 semanas	1		1	2	6	10
Blanqueado, cementación a las 3 semanas			2	3	5	10
Blanqueado, cementación a las 4 semanas			2	3	5	10

*El índice tiene una escala del 1 al 5.

El 5 indica que no hay composite remanente sobre el esmalte, 4 indica que hay menos del 10% de adhesivo remanente sobre el diente, 3 indica que hay más del 10% pero menos del 90% de adhesivo sobre la superficie del esmalte, 2 indica que hay más del 90% de composite remanente, y 1 significa que todo el composite se queda pegado al diente.

Resultados

A los datos del tipo de fallo se les aplicaron dos test no paramétricos, el test de Friedman y la Prueba de Kruskal-Wallis. Estos test evalúan la distribución de los datos y son bastante potentes (potencia del 95%), están indicados cuando no se cumplen las hipótesis previas de homogeneidad de la varianza y de distribución normal o de Gauss.

El test de Kruskal-Wallis está indicado cuando se comparan más de dos grupos y a partir de 5 datos.

El test de Friedman es un test no paramétrico alternativo que se utiliza para comparar si dos o más grupos son distintos.

Los test no paramétricos no mostraron diferencias estadísticamente significativas en la distribución de los datos de los grupos de estudio respecto al tipo de fallo. Prueba de Friedman ($p = 0,185$), Prueba de Kruskal-Wallis ($p = 0,246$). Aunque se puede observar que en el grupo 2 el 80% de los fallos fueron tipo 5 (sin adhesivo remanente sobre el esmalte).

Al aplicar el test post hoc de comparaciones múltiples de Scheffé este no mostró diferencias estadísticamente significativas. Este test es un test paramétrico, y para su aplicación se recomienda que los resultados cumplan con la hipótesis previa de la homogeneidad de la varianza, y en este caso esta no se cumple.

Algunos autores consideran que si se podría aplicar en estos casos. Los textos de estadística consultados recomiendan aumentar el número de especímenes por grupo (N) al menos a 30. En la tabla 25 se pueden observar los rangos.

Tabla 25.- Rangos del tipo de fallo según la prueba de Friedman.

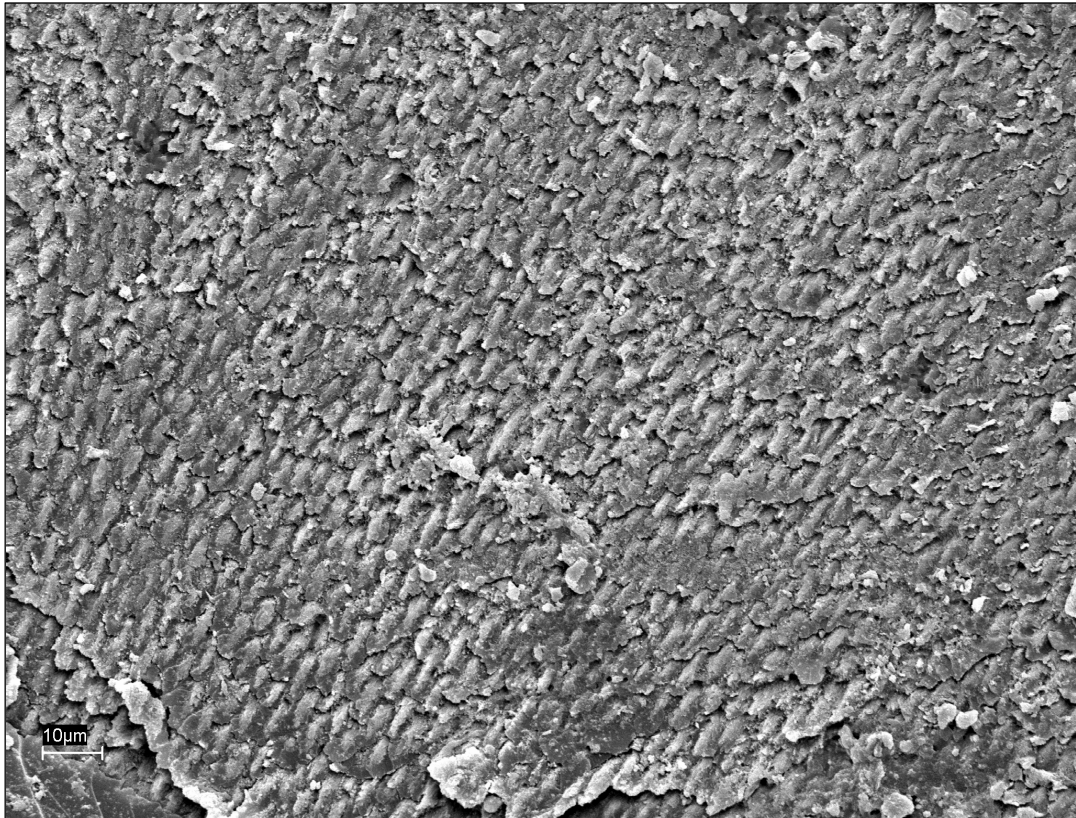
Grupos	Rango promedio
Control	2,45
24 horas	4,35
Una semana	3,25
Dos semanas	3,70
Tres semanas	3,70
Cuatro semanas	3,55

V.4.2.- RESULTADO DE LA EVALUACIÓN CON MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO DE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE, DESPUÉS DE DESPEGAR LOS BRACKETS.

Inicialmente, después de despegar los brackets se analizó la superficie del esmalte del grupo 1, en estas fotografías se puede observar la configuración típica de los prismas del esmalte.

Aunque el tipo de fallo no mostró diferencias entre los grupos, se observó que en el grupo sin blanquear quedaba adherido mayor cantidad de adhesivo remanente sobre la superficie del esmalte, en estas microfotografías se puede observar el adhesivo y composite adherido al esmalte.

Figura 61.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte sin blanquear después de despegado el bracket.



En esta imagen se puede observar la configuración típica del esmalte dental, a diferencia del esmalte blanqueado, que se observa erosionado y con poros, coincidiendo con trabajos previos. ^{(49), (54)}

Resultados

Figura 62.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte sin blanquear después de despegado el bracket.

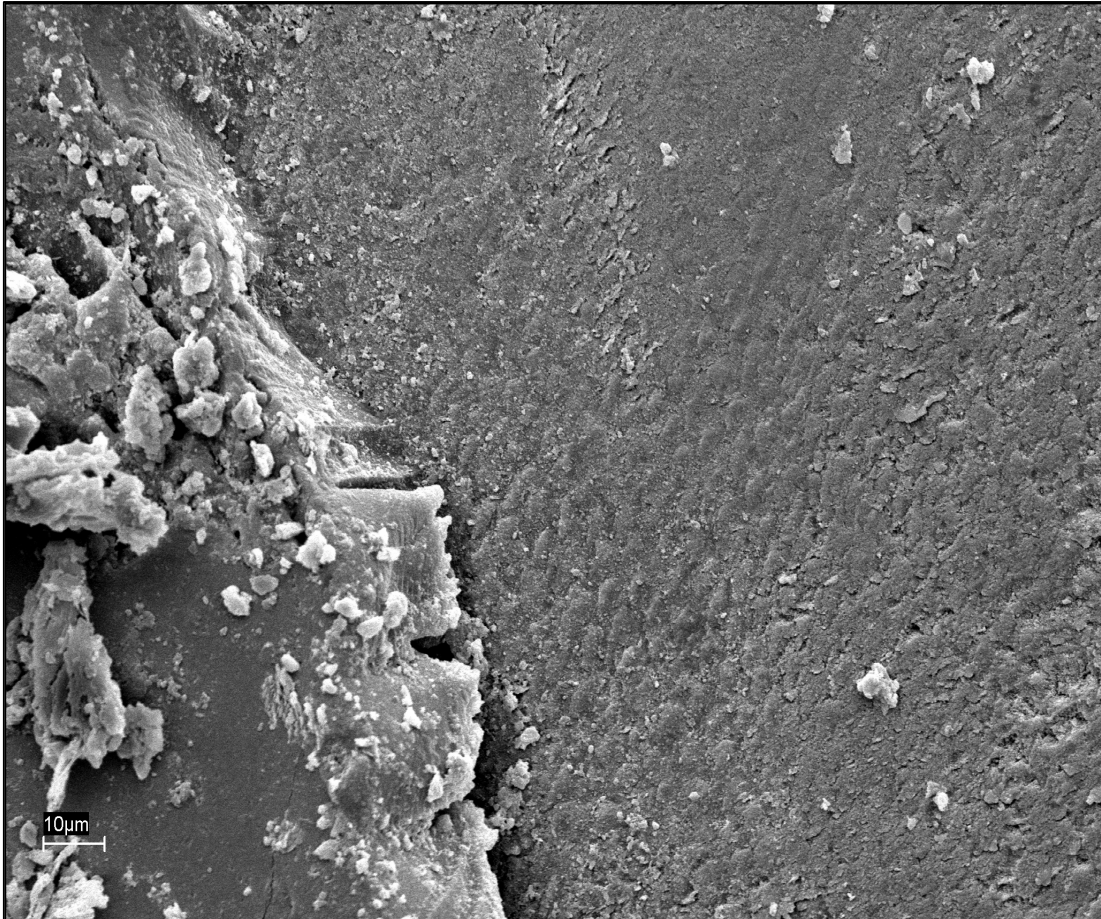
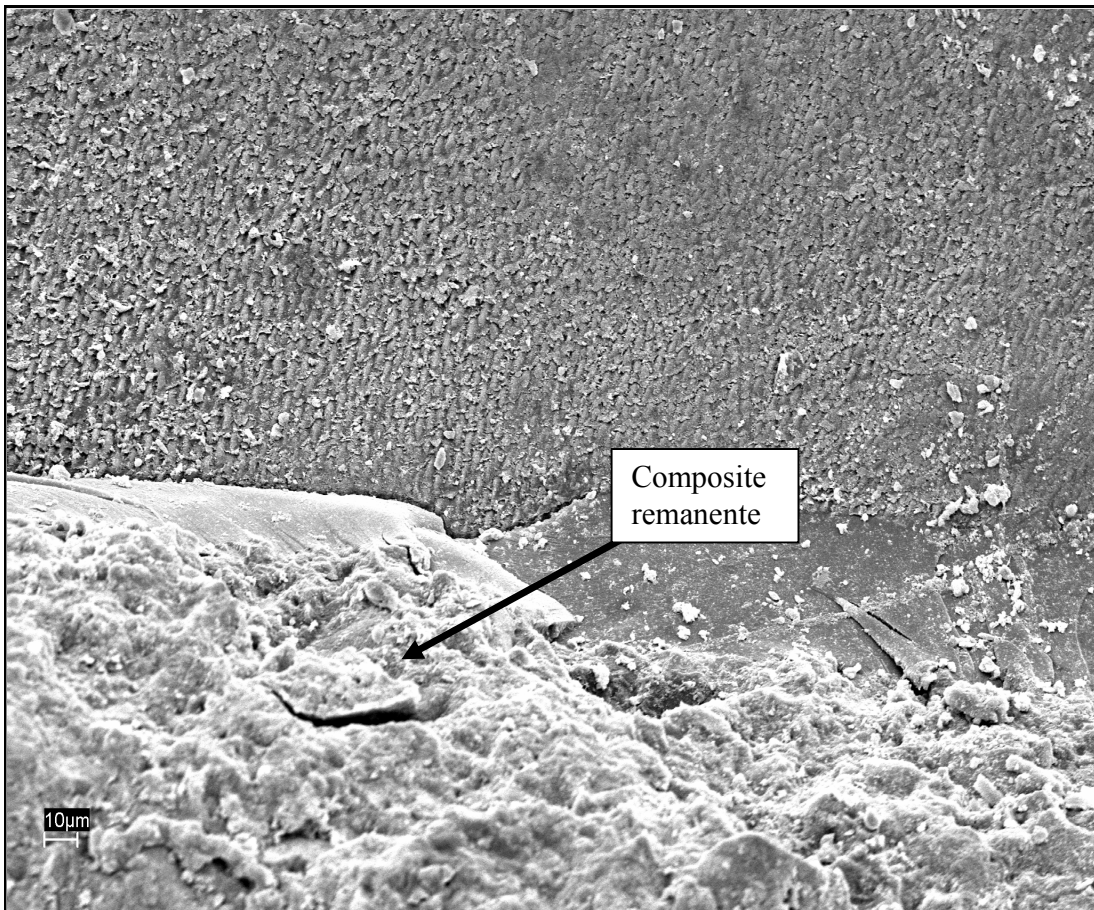


Figura 63.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte sin blanquear después de despegado el bracket.



Resultados

Figura 64.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte del grupo 2, después de despegar el bracket.

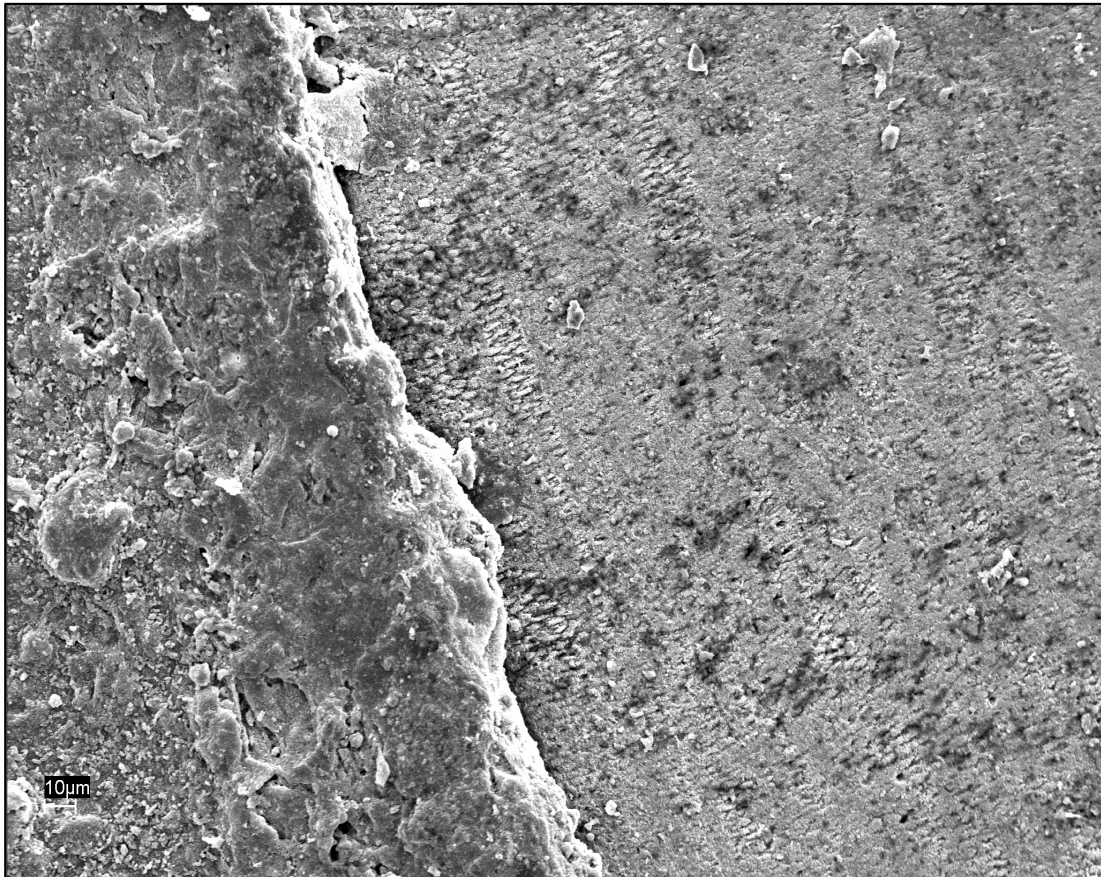


Figura 65.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte del grupo 2, después de despegar el bracket.

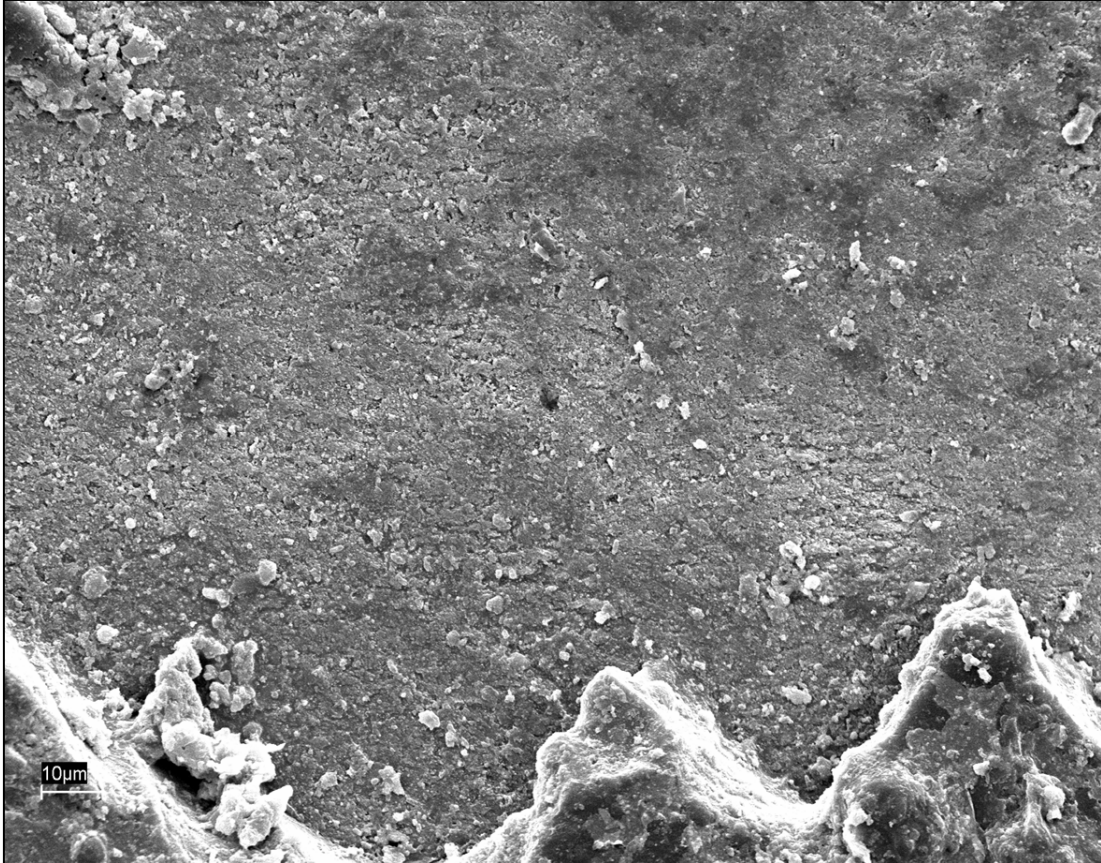


Figura 66.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte del grupo 2, después de despegar el bracket.



En estas microfotografías se pueden observar los poros y las irregularidades de la superficie del esmalte después de blanqueado y despegado el brackets. Coincidiendo con trabajos previos de análisis de la superficie del esmalte blanqueado. ^{(49), (54)}

Figura 67.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte del grupo 2, después de despegar el bracket.

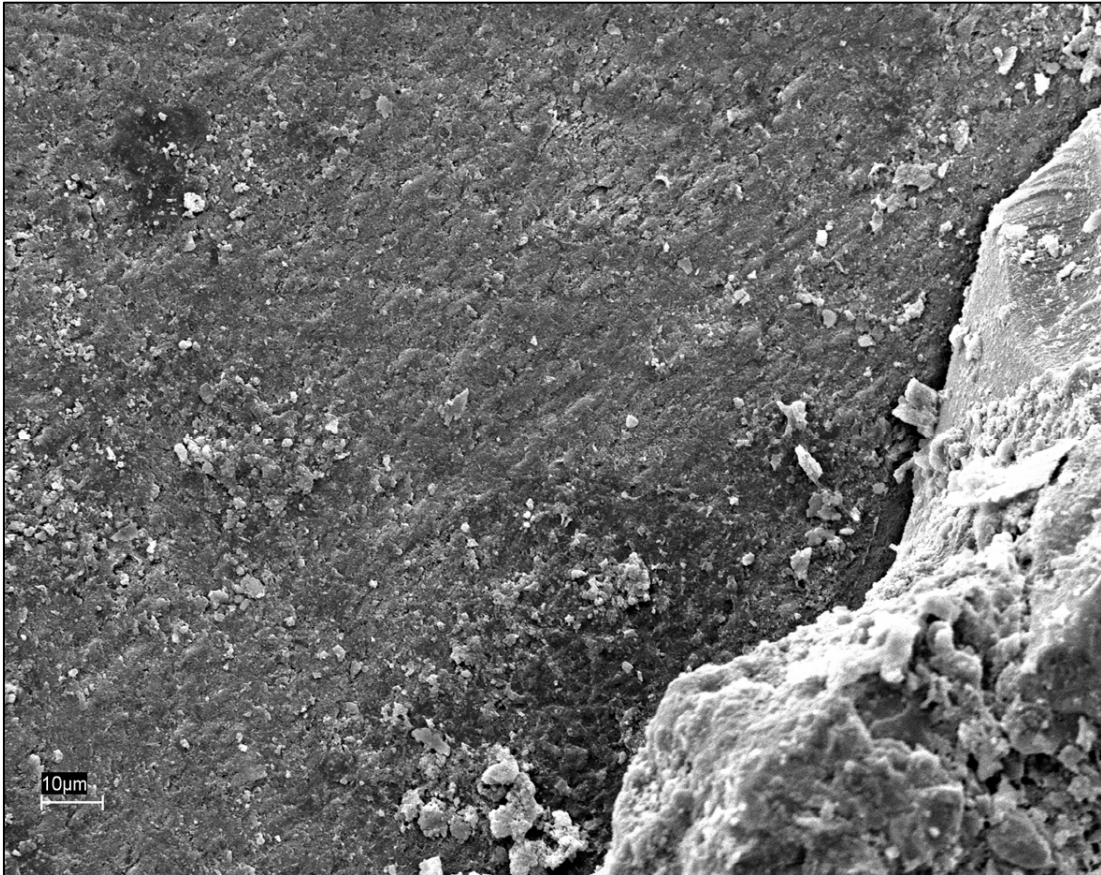
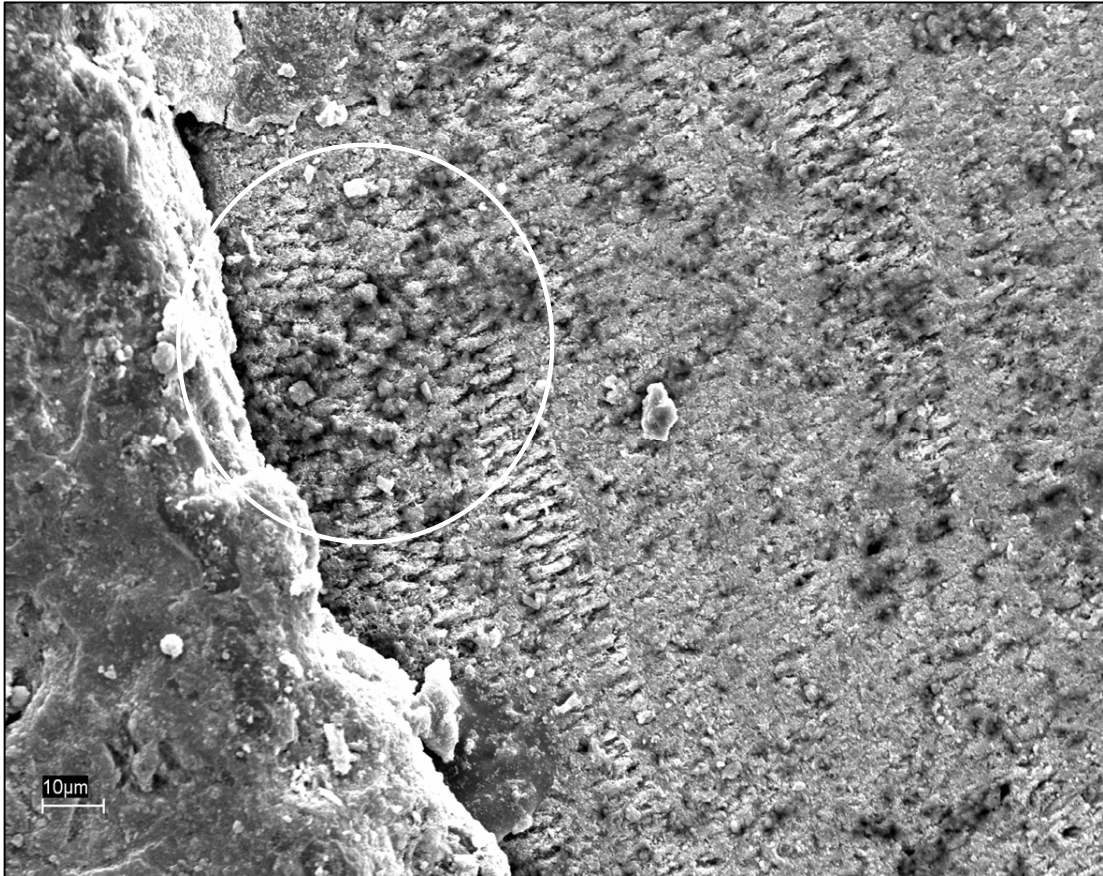


Figura 68.- Microfotografía electrónica de barrido de la superficie del esmalte del grupo 2, después de despegar el bracket.



En la figura, marcado con el círculo, se pueden observar los poros y las irregularidades de la superficie del esmalte, después de blanqueado y despegado el brackets.

VI.- DISCUSIÓN

VI.- DISCUSIÓN

El objetivo de esta investigación fue el de evaluar la efectividad del blanqueamiento dental subjetivamente y objetivamente con espectrorradiómetro; igualmente evaluar la influencia del blanqueamiento dental clínico sobre la resistencia adhesiva de los composites, y sobre la adhesión de brackets de ortodoncia en distintos periodos de tiempo.

El blanqueamiento dental es una de las técnicas menos invasivas con las cuales cuenta actualmente el dentista, para eliminar discoloraciones del diente. Por supuesto, también se pueden recurrir a las coronas de metal porcelana, incrustaciones de porcelana o de resinas, pero siempre serán técnicas en las cuales se sacrificará más estructura dental que con el blanqueamiento dental, ha de ser por esa razón que en los últimos años las diferentes técnicas de blanqueamiento; ya sean clínicas o domiciliarias, con peróxido de hidrógeno o de carbamida han alcanzado tanto auge científico, clínico, mediático y propagandístico.

En ésta investigación la evaluación subjetiva del blanqueamiento dental se realizó utilizando una guía estándar Vita® (SV), siguiendo la secuencia de tonos recomendada por el fabricante, para obtener la diferencia inicial de color con la final, después del blanqueamiento.

Antes del blanqueamiento dental el color de los grupos era igual, sin diferencias significativas de tono ($p = 0,801$). Lo cual demuestra la homogeneidad de la técnica de pigmentación utilizada. La pigmentación se realizó con sangre humana, almacenada a una temperatura de 5° C aproximadamente, se le agregó heparina al 1%, y al sumergir los dientes se llevaron a una estufa a 37°C., posteriormente se les aplicó la técnica de blanqueamiento y se midieron los tonos con la guía Vita®.

Después de blanquear los dientes se presentó una diferencia entre los valores iniciales del grupo uno de 14,37 tonos y del grupo dos de 13,4. Diferencias estadísticamente significativas entre los tonos de luminosidad iniciales y finales de los dos grupos de estudio ($p = 0,00$).

No se observaron diferencias significativas entre los valores finales de tonos entre los dos grupos blanqueados ($p = 0,44$), aunque se observó que el blanqueador Illuminé® produce un blanqueamiento más homogéneo y profundo de la estructura dental, ambos resultaron efectivos en la eliminación de la discoloración.

Estos resultados de 14 tonos aproximadamente, coinciden con los trabajos realizados por Sulieman M, y colaboradores⁽¹⁶⁾ en el año 2003, éstos investigadores midieron el color del esmalte y registraron los cambios de color subjetivamente con la guía Vita®, después del blanqueamiento obtuvieron una media de 14 tonos de diferencia, con respecto a los tonos iniciales, con una desviación estándar de 1,26.

Sulieman M. y colaboradores⁽⁴⁴⁾ han realizado otro trabajo comparando el efecto de varios blanqueadores y han encontrado diferencias con la guía Vita, aunque los valores fueron menores. Sus resultados fueron: blanqueador uno: 9,4 (5,27); blanqueador dos: 6,6 (6,5); blanqueador tres: 4,6 (5,54).

Matis B. y colaboradores en 1998⁽³⁶⁾ realizaron un trabajo in vivo y obtuvieron similares resultados, un promedio de 14,5 unidades de color en la primera semana del blanqueamiento con peróxido de carbamida al 10%, ésta diferencia fue significativa ($p = 0,0001$).

En un estudio realizado en pacientes por Matis BA. y colaboradores⁽⁴²⁾ al cabo de seis semanas de tratamiento con peróxido de carbamida al 10% obtuvieron aproximadamente 9 tonos de diferencia. Por supuesto se debe tomar en consideración la concentración del blanqueador, en el caso de nuestra investigación la concentración era al 30%. Tal vez por ello la diferencia de tonos es mayor, además se ha de considerar el tipo de discoloración.

El blanqueamiento dental es un proceso complejo, en el cual se deben considerar distintas variables: el tipo de discoloración, el tiempo de la discoloración, el tipo de agente blanqueador y la concentración de éste.

En nuestra investigación, el agente blanqueador basado en peróxido de hidrógeno produjo un mayor efecto blanqueador, que el agente blanqueador basado en peróxido de carbamida, esto es lógico ya que el peróxido de hidrógeno libera mayor cantidad de oxígeno que el peróxido de carbamida.

El blanqueamiento dental es atribuido a la oxidación de las moléculas del esmalte y la dentina, causando cambios en el color de la dentina,^{(10), (11), (32), (33)} y en la composición química de los tejidos dentarios.^{(12), (34)} Es decir, que si sobre o dentro del diente, se coloca una sustancia que libere mayor cantidad de oxígeno, el efecto de blanqueamiento será mayor, como ha ocurrido en este trabajo.

Haywood V. y colaboradores en 1990⁽³⁹⁾ realizaron un trabajo sobre efectividad del blanqueamiento dental, y observaron que aquellas zonas protegidas del blanqueador también se blanqueaban, confirmando el poder de difusión y penetración de los blanqueadores.

El peróxido de hidrógeno al ser aplicado sobre la superficie dental se descompone en agua y oxígeno, posteriormente el oxígeno penetra a través de los

poros del esmalte y de la dentina, produciendo la reducción o eliminación de la discoloración.^{(11), (33)}

Si se observan las fotografías tomadas a los dientes después del blanqueamiento, se puede inferir que el poder de penetración y difusión del oxígeno es mayor en el grupo 1, incluso, se ve claramente el blanqueamiento que ha ocurrido en la raíz de los especímenes.

La evaluación objetiva del blanqueamiento dental se efectuó utilizando un Espectrorradiómetro modelo PR-704/PC®, con este aparato se midieron los triestímulos y se calcularon L^* , a^* y b^* ; así mismo se calculó el tono, el croma, el incremento de E^* (ΔE^*), de a^* (Δa^*); de b^* (Δb^*), de ab^* (Δab^*) y de L^* . Finalmente se calculó el índice de blanqueamiento (W) y el Tinte (T). Todos estos valores se calcularon antes y después de la aplicación del agente blanqueador. Este sistema está basado en el espacio de color CIE (Commission Internationale de l'Eclairage 1976), el cual proporciona una útil representación tridimensional de los estímulos del color. La imagen del espécimen del diente se transforma automáticamente, para derivar un sistema de valores numéricos en los términos del sistema Cielab L^*, a^*, b^* . Este sistema permite la especificación del color dentro de un espacio tridimensional.⁽²⁸⁾

Para la realización de las mediciones se utilizó el iluminante D65, el cual ya se ha utilizado en distintas investigaciones en odontología, así mismo, a cada espécimen se le realizaron tres medidas en el esmalte y cuatro en la dentina; una en la dentina vestibular y otra en la dentina palatina.^{(29), (30)}

Antes de realizar las mediciones con el Espectrorradiómetro los especímenes se pulieron y se encofraron en silicona, para evitar que se realizaran las medidas en sitios distintos a los registros iniciales, aunque en lo que se refiere a las mediciones en la dentina, no se pudo controlar el lugar inicial y final de las

Discusión

medidas, básicamente por el grosor de ésta. Lamentablemente los resultados del análisis del blanqueamiento de la dentina no se pudieron procesar, debido a problemas con el punto exacto de la medida después del blanqueamiento dental. Ya algunos autores han descrito esta desventaja de los colorímetros, comentando que estos instrumentos son fabricados para medir siempre en el mismo sitio, y eso en odontología es difícil. ^{(9), (25)}

Objetivamente la pigmentación con sangre resultó ser un método bastante homogéneo para la realización de ensayos in vitro de blanqueamiento dental, los especímenes pigmentados prácticamente no presentaron diferencias de color al ser medidos con el Espectrorradiómetro.

Los valores de L^* iniciales fueron de: $73,2630 \pm (4,054)$ el grupo 1 y de $73,6510 \pm (4,142)$ el grupo 2. El test de análisis de la varianza no mostró diferencias entre los grupos ($p = 0,835$) lo cual nos indica la homogeneidad de la pigmentación.

Al comparar con el test de análisis de la varianza (ANOVA) los valores de las coordenadas iniciales de a^* del grupo 1, con las coordenadas a^* iniciales del grupo 2 no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,449$).

Al comparar las medias de las coordenadas iniciales de b^* del grupo 1, con las coordenadas b^* iniciales del grupo 2 no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,613$).

Son importantes estas apreciaciones ya que nos permiten constatar la homogeneidad de la técnica de pigmentación realizada con sangre.

Después del blanqueamiento dental el grupo 1, presentó un aumento significativo del valor de L^* , de $73,2630 \pm (4,054)$ pasó a $87,3369 \pm (1,23)$. El grupo

dos pasó de un valor inicial de $73,6510 \pm (4,142)$ a un valor de $84,7240 \pm (1,89)$ después del blanqueamiento. Los valores de L^* se presentaron muy homogéneos, con una desviación estándar muy cercana a 1, sobre todo en el grupo blanqueado con Illuminé. El test de análisis de la varianza (ANOVA) mostró diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p = 0,00$).

En nuestra investigación se presentó una diferencia en unidades CieLab de $14,4789 \pm (3,67)$ en el grupo 1 y de $11,5939 \pm (3,99)$ en el grupo 2. Aunque no se presentaron diferencias estadísticamente significativas, se puede observar que el agente blanqueador Illuminé, a base de peróxido de hidrógeno mostró una diferencia mayor de unidades CieLab. Demostrando así que el agente blanqueador a base de peróxido de hidrógeno es más efectivo en la eliminación de discoloraciones, estos valores tal vez se deban a la mayor liberación de oxígeno del peróxido de hidrógeno, en comparación con el peróxido de carbamida.

Suliman M. y colaboradores⁽⁴⁴⁾ compararon in vitro el efecto de tres blanqueadores a base de peróxido de hidrógeno al 35% utilizando cuatro fuentes de luz distintas. El incremento de E^* (ΔE^*) de estos tres grupos de estudio, sin ninguna aplicación de luz fueron estos: blanqueador 1: 11,59 (4,97); blanqueador 2: 12,93 (3,83); blanqueador tres: 5,04 (1,72). Independientemente del blanqueador y de la luz utilizada, los valores más bajos de ΔE^* se obtuvieron cuando no se aplicó ninguna luz en las técnicas de blanqueamiento.

Estos valores coinciden con Nakamura T., Saito O. y Maruyama T.⁽⁴¹⁾ los cuales realizaron un estudio en pacientes con peróxido de hidrógeno al 35% y obtuvieron una diferencia media aproximada de unidades CieLab entre 9.3 y 11.3. Valores muy similares a los de nuestra investigación.

Diferencias inferiores encontraron Kwon YH. y colaboradores,⁽³¹⁾ al blanquear dientes durante 3 días. Los valores de este trabajo fueron los

siguientes: primer día: 4,99; segundo día: 6,03 y al tercer día: 6,38. Valores inferiores a los de nuestra investigación, pero aún así bastante significativos de blanqueamiento dental.

Resultados similares encontraron Matis BA. y colaboradores⁽⁴²⁾ en el año 2002 evaluaron el blanqueamiento dental domiciliario al 10% con y sin reservorio en las cubetas. En este caso el incremento de E* (ΔE) estuvo entre 4.0 y 5 aproximadamente, a la primera y segunda semana.

En nuestra investigación las coordenadas a* y b* disminuyeron en ambos grupos. Lo que nos indica que hubo un cambio del color amarillento del diente a un color más azulado, y de un rojizo a un color más verdoso respectivamente. En lo que se refiere a la coordenada a* no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores iniciales y finales de a* ($p = 0,433$), aunque se puede observar como los valores de a* disminuyen después del blanqueamiento dental en ambos grupos; en el grupo 1 (Illuminé) la diferencia es mayor. Respecto a la coordenada b* se observaron diferencias significativas entre los valores de b* en el grupo 1, antes y después del blanqueamiento ($p = 0,031$). La coordenada b* en el grupo 2 no mostró diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,067$), aunque los valores posteriores al blanqueamiento son más bajos. El incremento de ab* resultó muy similar en ambos grupos: $2,9593 \pm (1,99641)$ y $2,7549 \pm (2,06838)$ respectivamente. Sin diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,825$).

Estos valores son similares a los presentados por Joiner A. y colaboradores⁽²⁰⁾ los cuales evaluaron un blanqueador domiciliario de peróxido de hidrógeno al 6% aplicándolo sobre el esmalte y dentina, obteniendo los siguientes resultados: Grupo control: ΔE : 3.6; ΔL^* : -0.4; Δa^* : -1.1 y Δb^* : -2.0. Grupo blanqueado: ΔE : 6.5; ΔL^* : 2.0; Δa^* : 1.1 y Δb^* : 4.6. Se observa al analizar Δb^* que

en el grupo blanqueado, hubo un cambio significativo del color del amarillo al azulado ($p < 0,001$). También hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los valores de ΔL^* hacia una mayor claridad en los especímenes blanqueados, con respecto al grupo sin blanquear; Δa^* prácticamente fue igual para ambos grupos (solo cambió la desviación estándar).

Para promover la uniformidad en la evaluación de la blancura la CIE recomienda que se usen las fórmulas de cálculo de blancura W (W_{10}).⁽²⁸⁾ Cuanto mayor es el resultado de la fórmula de W , mayor es la blancura de la muestra.⁽²⁸⁾

El índice de blancura del grupo 1 después del blanqueamiento con Illuminé fue de $178,144 \pm (21,897)$ y el del grupo 2 después del blanqueamiento con VivaStyle de $158,962 \pm (28,906)$. El test post hoc de comparaciones múltiples de Scheffé mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos iniciales y los blanqueados ($p = 0,00$). Los grupos iniciales (pigmentados) no presentaban diferencias estadísticamente significativas ($p=0,954$). Después del blanqueamiento los valores de W del grupo 1 comparados con los valores de W del grupo 2, tampoco muestran diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,897$), aunque de nuevo se observa que el grupo 1 mostró valores más altos de éste índice. La CIE también recomienda el índice T (tinte) para la evaluación del color. Mientras más positivo es el valor de T_W mayor es el tinte de la muestra, mientras más negativo el valor de T_W el valor tiende a ser más rojizo.⁽²⁸⁾ en el caso de nuestra investigación los valores de T disminuyeron aunque esta disminución no es muy significativa, por ser valores inferiores a 4.

Para evaluar el efectos de los blanqueadores sobre la superficie del esmalte se realizaron microfotografías con microscopio electrónico de barrido, inicialmente se dividieron los especímenes en tres grupos: uno control, y dos experimentales: uno blanqueado con peróxido de hidrógeno y otro con peróxido de carbamida.

En nuestra investigación se puede observar que las imágenes al microscopio electrónico del esmalte blanqueado, son distintas a las superficies de los dientes no blanqueados. Al parecer se presenta irregular y con porosidades. Similares hallazgos se presentaron en un estudio realizado por Kwon YH. y colaboradores⁽³¹⁾ en el cual realizaron un análisis al microscopio electrónico de barrido. Estos autores consideran, que el uso de peróxido de hidrógeno parece que crea poros en la superficie del esmalte, mientras degrada las sustancias orgánicas responsables de la discoloración del diente, se cree que estos poros se deben a la interrupción o pérdida de la matriz de proteína. Observaron que al paso del tiempo estos poros se presentan más marcados.

Ben-Amar y colaboradores⁽⁴⁹⁾ evaluaron el efecto del blanqueamiento dental sobre el esmalte y encontraron que el blanqueamiento crea poros y “cráteres” sobre la superficie del esmalte, sus fotografías son similares a las realizadas en nuestra investigación, sobre todo los cráteres y poros de la superficie del esmalte blanqueado.

Varios autores han evaluado con Microscopía Electrónica de Barrido los efectos adversos del blanqueamiento dental sobre las estructuras dentales y han reportado cambios en la estructura química y en el contenido mineral del esmalte.^{(49), (50)} Así como cambios en la microdureza del esmalte con disminución del contenido de calcio.^{(34), (50)}

Algunos autores difieren de esta opinión como Ernst CP. y colaboradores,⁽⁵⁴⁾ que evaluaron el efecto de los agentes blanqueadores, con peróxido de hidrógeno sobre la morfología del esmalte humano y observaron que, las imágenes al microscopio electrónico revelaron alteraciones solamente leves, o ausencia de alteraciones en la superficie del esmalte, al ser comparadas con los grupos controles.

Yeh ST. y colaboradores⁽⁵⁷⁾ evaluaron al microscopio electrónico de barrido la superficie del esmalte blanqueado y sin blanquear, y demostraron que la porosidad superficial del esmalte aumentó levemente después del blanqueamiento.

Otros autores consideran que el efecto sobre el esmalte es insignificante, y que el uso de los agentes blanqueadores es seguro. ^{(51),(52)}

En nuestra investigación las microfotografías son diferentes, después del blanqueamiento dental y se observaron poros en la superficie del esmalte blanqueado.

Para el estudio de la influencia del blanqueamiento dental sobre la resistencia adhesiva al cizallamiento de los composites se utilizaron dientes bovinos y se cortaron en varios trozos, se encofraron en resina autopolimerizable, se dejó el esmalte al descubierto se pulió y posteriormente se dividieron los trozos en tres grupos de 10 especímenes cada uno, se realizó un grupo control, sin blanquear, un grupo blanqueado con VivaStyle®, y otro con Illuminé® a todos los especímenes se les realizó la técnica adhesiva, y se midió la resistencia adhesiva al cizallamiento.

Los resultados en MPa fueron los siguientes: Control $14,278 \pm (3,41)$; blanqueado con Illuminé $7,807 \pm (4,180)$; blanqueado con VivaStyle: $10,022 \pm (2,568)$. Se puede observar que los grupos blanqueados presentaron una resistencia adhesiva al cizallamiento menor que el grupo control. Al comparar el grupo blanqueado con Illuminé se observó una reducción significativa de los valores de resistencia adhesiva ($p = 0,001$); al comparar los valores de resistencia del grupo blanqueado con VivaStyle se observó una reducción de la resistencia, aunque fue menor que con el grupo blanqueado con Peróxido de hidrógeno ($p = 0,035$).

Discusión

Entre los dos grupos blanqueados no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p = ,371$), no obstante, se puede observar que el grupo blanqueado con Office Illuminé™ mostró los valores más bajos de resistencia adhesiva $7,807 \pm (4,180)$.

Stokes y colaboradores⁽⁵³⁾ realizaron una investigación en la cual evaluaron la influencia del blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% y con peróxido de carbamida, al 10%, sobre la resistencia adhesiva de cilindros de composite. En ésta investigación la resistencia de los grupos blanqueados fue significativamente inferior a la del grupo no blanqueado: Control $16,2 \pm (7,7)$ MPa.; peróxido de hidrógeno al 35% $8,4 \pm (3,2)$ MPa y con peróxido de carbamida $9,4 \pm (4,4)$ MPa. Los valores de los grupos fueron similares a nuestra investigación, si consideramos la desviación estándar de 7,7 que mostró el grupo control, significa que los valores estaban entre 10 y 24 MPa aproximadamente, con una disminución aproximada de 6,0 MPa.

Ben-Amar y colaboradores⁽⁴⁹⁾ evaluaron el efecto del blanqueamiento dental sobre la resistencia adhesiva al cizallamiento de los composites y encontraron que el blanqueamiento disminuye la resistencia adhesiva. Los valores de resistencia adhesiva encontrados por estos autores fueron los siguientes: Grupo control, sin blanquear: $10,76 \pm (3,44)$ MPa; grupo blanqueado $7,65 \pm (3,48)$. Si los observamos con detenimiento podemos concluir que son bastante similares a los obtenidos en nuestra investigación.

Otro factor que puede influir sobre la unión entre el esmalte y los composites es la dureza del esmalte. Pinheiro y colaboradores⁽⁵⁵⁾ evaluaron el efecto de cinco agentes blanqueadores a base de peróxido de carbamida sobre la microdureza del esmalte humano. En la investigación todos los agentes blanqueadores disminuyeron la dureza del esmalte, estos investigadores atribuyen

la reducción de la microdureza a dos factores básicamente: a la acción del peróxido sobre la matriz orgánica del esmalte y a la acción ácida quelante de algunas sustancias, presentes en el gel de blanqueamiento.

Sung E. y colaboradores⁽⁵⁸⁾ y Shinohara MS 2004⁽⁵⁹⁾ consideran que la reducción de la resistencia adhesiva, no depende del blanqueamiento con peróxido sino, más bien, de la composición del adhesivo utilizado. Y que si la composición del adhesivo contiene alcohol el efecto adverso sobre la adhesión disminuye. En el caso de nuestra investigación, el adhesivo posee acetona como solvente, tal vez por ello se reduce significativamente la resistencia adhesiva.

Cavali V. y colaboradores⁽⁶¹⁾ evaluaron el efecto de varios blanqueadores sobre la resistencia adhesiva al cizallamiento de cilindros de composite, con diferentes concentraciones de peróxido de carbamida, en distintos periodos de tiempo. El grupo control, sin blanquear, mostró una media de $16,62 \pm (3,29)$ MPa. Los grupos blanqueados y pegados al día siguiente mostraron una media cercana a 6.0 MPa. Esta investigación muestra resultados muy similares a los de la nuestra. Posteriormente, a las tres semanas los valores medios de resistencia adhesiva se acercaban al grupo control (entre 13.0 y 14.0 MPa). Igualmente hay otros autores que consideran que si se esperan 15 días después del blanqueamiento no se ve afectada la adhesión, es decir no disminuyen los valores de resistencia adhesiva.⁽⁶⁰⁾

Vanessa Cavalli y colaboradores⁽⁶³⁾ realizaron una investigación en la cual evaluaron el efecto del blanqueamiento dental, sobre la resistencia adhesiva a la microtensión y encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos blanqueados y sin blanquear, aunque los valores de resistencia adhesiva resultaron mucho más altos que en nuestra investigación se debe tomar en

consideración que la técnica no es la misma, ya que en nuestra investigación la técnica utilizada fue la de resistencia adhesiva al cizallamiento.

Según Pecora N. y colaboradores⁽⁶²⁾ son muchos los factores que podrían influir sobre la resistencia y uno de los más importantes es el dispositivo que se utilice para medir la resistencia adhesiva.

Una de las técnicas más utilizadas por los ortodoncistas es la cementación directa de brackets con adhesivos y composites, en ese sentido se quiso evaluar la resistencia adhesiva de los brackets de ortodoncia, cementados después de la aplicación de un blanqueador a base de peróxido de hidrógeno al 30% (Illuminé), para ello se utilizaron dientes incisivos y caninos bovinos sanos. Se estudiaron varios periodos de tiempo posteriores al blanqueamiento, con un grupo control, sin blanquear.

En esta investigación, los valores de resistencia adhesiva resultaron más bajos al realizar la adhesión de los brackets veinticuatro horas posteriores al blanqueamiento del esmalte. Posteriormente, una semana después, los valores de resistencia adhesiva al cizallamiento aumentaron y, aunque resultaron inferiores a los valores dados por el grupo control, estadísticamente, esa diferencia no resultó significativa. En ese sentido se debe negar la hipótesis nula, es decir, el blanqueamiento dental si modifica los valores de resistencia adhesiva al cizallamiento.

El efecto de los agentes blanqueadores, sobre la resistencia adhesiva es un tema que aún se presta a la controversia, debido a los distintos resultados obtenidos por diferentes investigaciones con materiales y metodologías similares o parecidas.

En una investigación realizada por Ben – Amar y colaboradores 1995,⁽⁴⁹⁾ en la cual evaluaron el efecto del peróxido de carbamida al 10% sobre la resistencia adhesiva de un composite y los cambios en la estructura del esmalte. Obtuvieron una disminución de la resistencia adhesiva al cizallamiento en comparación con el grupo control; al examinar el esmalte con el Microscopio Electrónico de Barrido encontraron alteraciones en el mismo, presentando un aumento de los poros y presencia de cavidades en la superficie del esmalte, estas cavidades no estaban presentes en el grupo control. Estos autores consideran que la remineralización que se produce por la saliva, probablemente disminuye los efectos del agente blanqueador al transcurrir una semana.

Sung E. y colaboradores ⁽⁵⁸⁾ realizaron un trabajo sobre el efecto del peróxido de carbamida sobre el esmalte con distintos adhesivos; uno con etanol como solvente y dos con acetona, obteniendo valores de resistencia adhesiva al cizallamiento estadísticamente inferiores en esmalte blanqueado con los adhesivos cuyo solvente era acetona. En el adhesivo con alcohol como solvente los valores de resistencia adhesiva no resultaron estadísticamente diferentes, por ello consideran que el efecto del blanqueador va a depender del tipo de adhesivo utilizado y especialmente del solvente del “*primer*”, ya que si el solvente es alcohol éste minimizaría la presencia de oxígeno en el esmalte al interactuar el alcohol con el oxígeno residual.

En nuestra investigación el solvente del adhesivo Transbond XT[®] es agua, tal vez debido a ello los valores son inferiores en la adhesión sobre esmalte blanqueado. Así mismo, consideran que otro factor que contribuye a la discrepancia entre distintos trabajos de investigación, es el tiempo y el medio de almacenamiento de los especímenes. Al mantener almacenada las muestras en saliva artificial, esta contiene minerales que producen la remineralización del

esmalte desmineralizado producto del blanqueamiento, lo que se traduce en un aumento de la resistencia adhesiva al cizallamiento al pasar el tiempo de almacenamiento.

Cavalli V. y colaboradores⁽⁶¹⁾ realizaron una investigación con varias concentraciones de agentes blanqueadores 10%, 16% y 20% obteniendo como resultado valores similares a los nuestros; los valores de resistencia adhesiva de los grupos blanqueados fueron estadísticamente inferiores las primeras semanas y, posteriormente, a la tercera semana se regularizaron respecto al grupo control.

Algunos autores sugieren que el oxígeno residual interfiere con la polimerización y que el oxígeno produce cambios en la superficie y la estructura química del esmalte con pérdida de calcio,^{(49),(50)} lo que modifica la dureza del esmalte^{(50),(55)} disminuyendo consecuentemente la resistencia adhesiva.

Los resultados de esta investigación difieren con los de Uysal T. y colaboradores 2003.⁽⁶⁵⁾ Estos investigadores realizaron un trabajo en el que se plantearon como objetivo, determinar el efecto de un agente blanqueador a base de peróxido de hidrógeno al 35% sobre la resistencia adhesiva al cizallamiento, de brackets cementados con Transbond XT[®] en dos periodos de tiempo, inmediatamente y al mes. ANOVA no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos (grupo control, de cementación inmediata y al mes). Estos investigadores concluyen que, los agentes blanqueadores de uso clínico, a base de peróxido de hidrógeno al 35% no producen una reducción significativa de la resistencia adhesiva al cizallamiento, y que el almacenamiento de los dientes blanqueados en saliva artificial, no modifica los resultados de resistencia adhesiva al cizallamiento.

Al analizar la tabla del tipo de fallo de la investigación en cuestión observamos que, en el grupo control más del 75% de los especímenes fallaron entre la unión del brackets con el adhesivo, es decir no se midió el efecto del blanqueador sobre el esmalte, se midió la resistencia adhesiva entre el adhesivo y la malla del brackets, mientras que la interfase esmalte adhesivo, que es donde pudo influir el oxígeno liberado por el peróxido de hidrógeno no se midió, podríamos inferir que la resistencia adhesiva de esa interfase es mayor que la registrada, luego al analizar el grupo cementado inmediatamente después de blanqueado, se puede ver que el fallo fue en la interfase esmalte adhesivo, es decir, los valores de resistencia adhesiva en la interfase diente adhesivo son inferiores al grupo control y, finalmente se puede observar que los valores del grupo cementado a los 30 días (grupo C), aumentan con respecto al grupo B, ya que el sitio de fractura es de nuevo entre la malla y el adhesivo en un 50%, en este sentido se podría pensar que estos valores son superiores al del grupo cementado inmediatamente y se acercan a los del grupo control. Posiblemente este análisis pueda explicar la marcada diferencia de los resultados de esta investigación con respecto a la nuestra y, explicar como los valores de resistencia adhesiva disminuyen y luego aumentan al paso del tiempo, de almacenamiento en saliva artificial.

Otro aspecto a considerar es la ubicación de la fuerza, Klocke A. y Nieke B.⁽⁶⁵⁾ realizaron una investigación en la cual estudiaron la influencia de la ubicación de la aplicación de la fuerza sobre la resistencia adhesiva al cizallamiento de brackets de ortodoncia, para ello aplicaron la fuerza en tres puntos distintos. Estos investigadores encontraron que dependiendo del punto de aplicación de la fuerza los valores de resistencia adhesiva se modifican, en el grupo uno los valores medios fueron de $22.70 \pm (4.23)$ MPa, en el grupo dos $11.52 \pm (2.74)$ MPa y en el grupo tres la media fue de $9.44 \pm (2.969)$ MPa. El grupo 1 mostró diferencias estadísticamente significativas (test de Tukey). Estos investigadores concluyeron

que la resistencia adhesiva de los brackets depende del sitio de aplicación de la fuerza.

En nuestra investigación no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre el tipo de fallo del grupo control y los grupos blanqueados, aunque hubo menos adhesivo remanente en los grupos blanqueados, en estos quedaba menos adhesivo sobre la superficie del esmalte. Tal vez por la disminución de la dureza del esmalte. Al microscopio electrónico se observa mayor adhesivo en el grupo control, que en el grupo blanqueado y cementado a las 24 horas, en el grupo control quedaba más composite pegado al esmalte, que en el grupo blanqueado. También se observó que la superficie del esmalte blanqueado era distinta al esmalte no blanqueado, la superficie blanqueada se presentaba irregular, coincidiendo con trabajos previos ya comentados.^{(31), (49)}

Tal vez para comparar los valores entre una y otra investigación sea necesario especificar el sitio de aplicación de la fuerza.

Los resultados de este trabajo indican que el peróxido de hidrógeno al 30% de uso clínico, disminuye la resistencia adhesiva al cizallamiento de los brackets de ortodoncia, cementados con adhesivos a base de resina por varias razones: modifica la estructura del esmalte creando poros y cavidades, disminuye el contenido mineral y la microdureza del esmalte, además interfiere en la polimerización del adhesivo.

Son muchos los factores que influyen en la resistencia adhesiva al cizallamiento: el procedimiento y técnica de cizallamiento, el adhesivo utilizado, sus características y la técnica adhesiva, el agente blanqueador y su concentración, así como el tiempo y medio de almacenamiento (agua destilada, saliva artificial, solución fisiológica etc.); todos ellos pueden llevar a que los valores difieran entre distintas investigaciones, por ello, tal vez sea recomendable realizar

más investigaciones en este campo, para esclarecer la influencia de los agentes blanqueadores sobre el esmalte y demás estructuras dentarias.

En lo que respecta al blanqueamiento dental es un procedimiento efectivo, aunque la efectividad de éste depende, al parecer, de la concentración del agente blanqueador, pero hacen falta más investigaciones, y posiblemente buscar alguna otra sustancia química que no produzca los daños ya comentados sobre las estructuras dentales.

Discusión

VII.- CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. Los agentes blanqueadores de uso clínico, a base de peróxido de hidrógeno al 30% y de peróxido de carbamida al 30% son efectivos en la eliminación de manchas internas producidas por sangre.
2. Los blanqueadores compuestos por peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida disminuyen la resistencia adhesiva de los composites.
3. Los agentes blanqueadores a base de peróxido de hidrógeno aplicados sobre el esmalte disminuyen los valores de resistencia adhesiva al cizallamiento de los brackets, durante las 24 horas siguientes de su aplicación, y posteriormente estos valores aumentan paulatinamente, hasta normalizarse.
4. Es recomendable realizar más investigaciones en este campo, para esclarecer la efectividad del blanqueamiento dental y la influencia de los agentes blanqueadores sobre el esmalte y demás estructuras dentarias.

VIII.- REFERENCIAS

VIII.- REFERENCIAS

1. Greenwall L. Técnicas de blanqueamiento en odontología restauradora. Stm editores. Barcelona. 2002.
2. Anusavice KJ. Ciencia de los materiales dentales de, Phillips. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana, décima edición. Méjico.1998.
3. Bridgeman I. The nature of light and its interaction with matter. In: McDonald R, editor. Colour physics for industry. Huddersfield: H. Charlesworth & Co Ltd; 1987. p. 1-34.
4. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004; 32,: 3-12.
5. Hill AR. How we see colour. In: McDonald R, editor. Colour physics for industry. Huddersfield: H. Charlesworth & Co Ltd; 1987: 211-281.
6. Mallat E. y Mallat E. Fundamentos de la Estética Bucal en el Grupo Anterior. Editorial Quintessence. S.L. Barcelona. España 2001:251-292.
7. Goodkind RJ, Keenan K. And Schwabacher WB. Use of a fiberoptic colorimeter for an in vivo color measurement of 2830 anterior teeth. *J Prosthet Dent* 1987; 58:535-542.
8. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. *J Dent Res* 1989;68:1755-9.

9. Van der Burgt TP, Ten Bosch JJ, Borsboom PCF, Kortsmid WJPM. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent* 1990;63:155-62.
10. Rosenstiel SF, Gegauff AG, McCafferty RJ, Johnston WM. In vitro tooth color change with repeated bleaching. *Quintessence Int* 1991;22:7-12.
11. Monaghan P, Lim E. And Lautenschlager E. Effects of home bleaching preparations on composite resin color. *J Prosthet Dent* 1992;68:575-8.
12. Inokoshi S, Burrow MF, Kataumi M, Yamada T, Takatsu T. Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. *Oper Dent* 1996;21:73-80.
13. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW. And Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent* 1998;80:642-8.
14. Tung FF, Goldstein GR, Jang S. And Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *J Prosthet Dent* 2002;88:585-590.
15. Buchalla W, Attin T, Hilgers RD, Hellwig E. The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. *J Prosthet Dent* 2002;87:264-70.
16. Sulieman M, Addy M, Rees JS. Development and evaluation of a method in vitro to study the effectiveness of tooth bleaching. *J Dent* 2003;31:415-22.

Referencias

17. Canay S. And Cehreli MC. The effect of current bleaching agents on the color of light-polymerized composites in vitro. *J Prosthet Dent* 2003;89:474-8.
18. Sulieman M, Addy M, MacDonald E, Rees JS. The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening: an in vitro study. *J Dent* 2004;32(4):295-9.
19. Joiner A. And Thakker G. In vitro evaluation of a novel 6% hydrogen peroxide tooth whitening product. *J Dent* 2004;32:19–25.
20. Joiner A, Thakker G. and Cooper Y. Evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on enamel and dentine microhardness in vitro. *J Dent* 2004; 32:27–34.
21. Sulieman M, Addy M. and Rees JS. The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro. *J Dent* 2005; 33:33-40.
22. Wiegand A, Vollmer D, Foitzik M, Attin R, Attin T. Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. *Clin Oral Investig* 2005;9(2):91-7.
23. Cronin MJ, Charles CA, Zhao Q, Dembling WZ. Comparison of two over-the-counter tooth whitening products using a novel system. *Compend Contin Educ Dent* 2005;26(2):140-8.

24. Goo DH, Kwon TY, Nam SH, Kim HJ, Kim KH, Kim YJ. The efficiency of 10% carbamide peroxide gel on dental enamel. *Dent Mater J* 2004;23(4):522-7.
25. Douglas RD. Precision of in vivo colorimetric assessments of teeth. *J Prosthet Dent* 1997;77: 464-470.
26. Schwabacher WB. and Goodkind RJ. Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. *J Prosthet Dent* 1990;64: 425—431.
27. Gallagher A, Maggio B, Bowman J, Borden L, Mason S, Felix H. Clinical study to compare two in-office (chairside) whitening systems. *J Clin Dent* 2002; 13(6):219-24.
28. CIE Technical Report 15.3:2004. Colorimetry.
29. Lee YK. and Powers JM. Metameric effect between resin composite and dentin. *Dent Mater* 2005: 21(10):971-6.
30. Martin de las Heras S, Valenzuela A, Bellini R, Salas C, Rubiño M, García JA. Objective measurement of dental color for age estimation by spectroradiometry. *Forensic Sci Int* 2003;132:57-62.

Referencias

31. Kwon YH, Huo MS, Kim KH, and Kim YJ. Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. *J Oral Rehabil* 2002;29:473-77.
32. Haywood VB. and Heymann HO. Nightguard vital bleaching: How safe is it? *Quintessence Int* 1991;22:515-23.
33. Goldstein GR. and Schumacher LK. Bleaching: Is it safe and effective? *J Prosthet Dent* 1993;325-28.
34. MacCracken MS. and Haywood VB. Desmineralization effect of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent* 1996; 24:395-8.
35. Haywood VB. and Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 1989;20:173.
36. Matis BA, Cochran M, Eckert G, Carlson T. The efficacy and safety of a 10% carbamide peroxide bleaching gel. *Quintessence Int* 1998; 29:555-563.

37. Amengual J, Forner L. y Llena M. Manual Práctico de Blanqueamiento Dental. Editorial Promolibro. Valencia, España; 2002.
38. Ficher G. The bleaching of discolored teeth whit H₂ O₂. *Dent Cosmos* 1911;53:246-7.
39. Haywood V, Leech T, Heymann H, Crumpler D, Bruggers K. Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int* 1990;21:801-804.
40. Matis B, Mousa H, Cochran M, Eckert G. Evaluación clínica de agentes de blanqueamiento con concentraciones diferentes. *Quintessence Int* 2001; 14(5):263-271.
41. Nakamura T, Saito O. and Maruyama T. The effects of polishing and bleaching on the colour of discoloured teeth in vivo. *J Oral Rehabil* 2001;28:1080-4.
42. Matis BA, Hamdan YS, Cochran MA. And Eckert GJ. A Clinical Evaluation of bleaching agent used with and without reservoirs. *Op Dent*. 2002; 27:5-11.

Referencias

43. Sagel P, Jeffers M, Gibb R, Gerlach R. Overview of a Professional Tooth-Whitening System Containing 6.5% Hydrogen Peroxide Whitening Strips. *Compend Contin Educ Dent* 2002;23:9-15.
44. Sulieman M, MacDonald E, Rees JS. And Addy M. Comparison of three in-office bleaching systems based on 35% hydrogen peroxide with different light activators. *Am J Dent* 2005; 18(3):194-7.
45. García J, Patología y Terapéutica dental. Editorial J García Barbero, Síntesis, Madrid, 1997.
46. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesión of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J dent Res* 1955; 34:849-53.
47. Vega JM. Materiales en odontología. Fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y físico-químicos Ediciones avances, Madrid 1996:195-215.
48. McCabe JF. Materiales de aplicación dental. Ediciones Salvat. Barcelona. 1988:05-26.
49. Ben-Amar A, Liberman R, Gorfil and Berstein Y. Effect of mounthguard bleaching on enamel surface. *Am J Dent* 1995; 8(1):29-32.
50. Smidt A, Weller D, Roman I and Gedalia I. Effect of bleaching agents on microharndness and surface morphology of tooth enamel. *Am J Dent* 1998; 11: 83-5.

51. Park HJ, Kwon TY, Nam SH, Kim HJ, Kim KH, Kim YJ. Changes in bovine enamel after treatment with a 30% hydrogen peroxide bleaching agent. *Dent Mater J* 2004;23(4):517-21.
52. Haywood VB, Leech T, Heymann HO, Crumpler D, Bruggers K. Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int* 1990; 21:801-804.
53. Stokes AN, Hood JA, Dhariwal D, y Patel K. Efecto de los blanqueadores de peróxido sobre las uniones de resina- esmalte. *Quintessence Int* 1994; 8:475-7.
54. Ernst CP, Marroquin BB. and Willershausen-Zonnchen B. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int* 1996; 27(1):53-6.
55. Pinheiro EC, Fidel RA, Cruzfilho AM, Silva RG, Pécora JD. In Vitro Action of Various Carbamide Peroxide Gel Bleaching Agents on the Microhardness of Human Enamel *Braz Dent J* 1996;7(2):75-9.
56. Perdigao J, Francci C, Swift E, Ambrose W, Lopes M. Ultra- morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. *Am J Dent* 1998;11:291-301.
57. Yeh ST, Su Y, Lu YC, Lee SY. Surface changes and acid dissolution of enamel after carbamide peroxide bleach treatment. *Oper Dent* 2005;30(4):507-15.

Referencias

58. Sung EC, Chan SM, Mito R and Caputo AA. Effect of carbamide peroxide bleaching on the shear bond strength of composite to dental bonding enhanced enamel. *J Prosthet Dent* 1999;82:595-9.
59. Shinohara MS, Peris AR, Rodrigues JA, Pimenta LA, Ambrosano GM. The effect of nonvital bleaching on the shear bond strength of composite resin using three adhesive systems. *J Adhes Dent* 2004; 6(3):205-9.
60. Basting RT, Rodrigues JA, Serra MC, Pimenta LA. Shear bond strength of enamel treated with seven carbamide peroxide bleaching agents. *J Esthet Restor Dent* 2004;16(4):250-9.
61. Cavalli V, Reis M, Giannini M. and Ambrosano GM. The effect of Elapsed Time Following Bleaching on Enamel Bond Strength of Resin Composite. *Op Dent* 2001;26:597-602.
62. Pecora N, Yaman P, Dennison J. and Herrero A. Comparison of shear bond strength relative to two testing devices. *J Prosthet Dent* 2002; 88:511-5.
63. Cavalli V, Giannini M. and Carvalho RM. Effect of carbamide peroxide bleaching agents on tensile strength of human enamel. *Dent Mater* 2004; 20: 733-9.
64. Proffit WR, Fields HW, Ackerman JL, Bailey LJ and Tulloch JF. Ortodoncia Contemporánea. Teoría y práctica. Ediciones Harcourt, tercera edición. Madrid 2001:395-99.

65. Klocke A. and Nieke B. Influence of force location in orthodontic shear bond strength testing. *Dent Mater* 2005; 21:391–396.
66. Uysal T, Basciftci FA, Üsümez S, Sari Z, Buyukerkmen A. Can previously bleached teeth be bonded safely? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123:628-32.
67. Watt BE, Proudfoot AT. and Vale JA. Hydrogen peroxide poisoning. *Toxicol Rev* 2004; 23(1):51-7.
68. Cherry DV, Bowers DE Jr, Thomas L, Redmond AF. Acute toxicological effects of ingested tooth whiteners in female rats. *J Dent Res* 1993; 72(9):1298-303.
69. Attin T, Vollmer D, Wiegand A, Attin R, Betke H. Subsurface microhardness of enamel and dentin after different external bleaching procedures. *Am J Dent*. 2005; 18 (1):8-12.
70. 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(4):244-50.
71. Dishman MV, Covey DA, Baughan LW. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. *Dent Mater* 1994; 10(1):33-6
72. Garcia-Godoy F, Dodge WW, Donohue M, O'Quinn JA. Composite resin bond strength after enamel bleaching. *Oper Dent* 1993; 18(4):144-7.

Referencias

73. Bulut H, Kaya AD, Turkun M. Tensile bond strength of brackets after antioxidant treatment on bleached teeth. *Eur J Orthod* 2005; 27(5):466-71.
74. Shinohara MS, Peris AR, Pimenta LA, Ambrosano GM. Shear bond strength evaluation of composite resin on enamel and dentin after nonvital bleaching. *J Esthet Restor Dent* 2005;17(1):22-9.
75. Miyazaki M, Sato H, Sato T, Moore BK, Platt JA. Effect of a whitening agent application on enamel bond strength of self-etching primer systems. *Am J Dent* 2004; 17(3):151-5.
76. Miles PG, Pontier JP, Bahiraei D, Close J. The effect of carbamide peroxide bleach on the tensile bond strength of ceramic brackets: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;106(4):371-5.
77. Ruse ND, Smith CD, Torneck CD and Titley KC. Preliminary Surface Analysis of Etched, Bleached, and normal Bovine Enamel. *J Dent Res* 1990;69(9):1610-13.
78. Titley KC, Torneck Cd, and Adifbfar A. Adhesion of composite resin and to bleached and unbleached bovine enamel. *J Dent Res* 1988;67: 1523-28.
79. Wiegand A, Otto YA. and Attin T. In vitro evaluation of toothbrushing abrasion of differently bleached bovine enamel. *Am J Dent* 2004;17(6):412-6.

80. Nakamichi I, Iwaku M. and Fusayama T. Bovine Teeth as possible Substitutes in the Adhesion Test. *J Dent Res* 1983;62(10):1076-81.
81. Freccia WF, Peters DD, Lorton L, Bernier WE. An in vitro comparison of nonvital bleaching techniques in the discolored tooth. *J Endod* 1982; 8(2):70-7.
82. Freccia WF. and Peters DD. A technique for staining extracted teeth: an research and teaching aid for bleaching. *J Endod* 1982;8(2):67-9.
83. Marín PD, Heithersay GS. and Bridges TE. A quantitative comparison of traditional and non-peroxide bleaching agents. *Endod Dent Traumatol* 1998;14(2):64-7.
84. Lim MY, Lum SO, Poh RS, Lee GP, Lim KC. An in vitro comparison of the bleaching efficacy of 35% carbamide peroxide with established intracoronal bleaching agents. *Int Endod J* 2004;37(7):483-8.
85. Marin PD, Bartold PM, Heithersay GS. Tooth discoloration by blood: an in vitro histochemical study. *Endod Dent Traumatol* 1997;13(3):132.
86. Lee GP, Lee MY, Lum SO, Poh RS, Lim KC. Extraradicular diffusion of hydrogen peroxide and pH changes associated with intracoronal bleaching of discoloured teeth using different bleaching agents. *Int Endod J* 2004;37(7):500-6.

Referencias

87. De Haro F, González S. y Navajas JM. Protocolo experimental para el estudio de la adhesión a dentina. *RCOD* 1998; 3(5):447-58.
88. Bishara SE, VonWald L, Olsen ME, Laffoon JF, Jakobsen JR. Effect of time on the shear bond strength of glass ionomer and composite orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:616-20.
89. Oliver RG. The effect of different methods of bracket removal on the amount of residual adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;93:196-200.
90. Artun J. and Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthop* 1984;85:333-40.
91. Calatayud J. y Martín G. Bioestadística en la investigación odontológica Madrid: Editorial Pues SL; 2002.
92. Dawson B. y Trapo R. Bioestadística Médica. 3ra ed. Méjico: Editorial Manual moderno; 2002.
93. Lara A. Diseño Estadístico de experimentos, Análisis de la Varianza y temas Relacionados. Granada, España: Grupo Editorial Universitario; 2001.