

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



**“RESISTENCIA A LA FUERZA DE TRACCIÓN DE UN
SISTEMA ADHESIVO CON GRABADO ÁCIDO, CON Y SIN
LA APLICACIÓN DE UN GEL DE HIPOCLORITO DE SODIO
AL 5.25% EN EL ESMALTE DE PREMOLARES
PERMANENTES, AREQUIPA 2013”**

Tesis presentada por la Bachiller:

NURY STEFANY ROMERO HERRERA

Para obtener por el Título Profesional de:

CIRUJANO DENTISTA

AREQUIPA-PERÚ

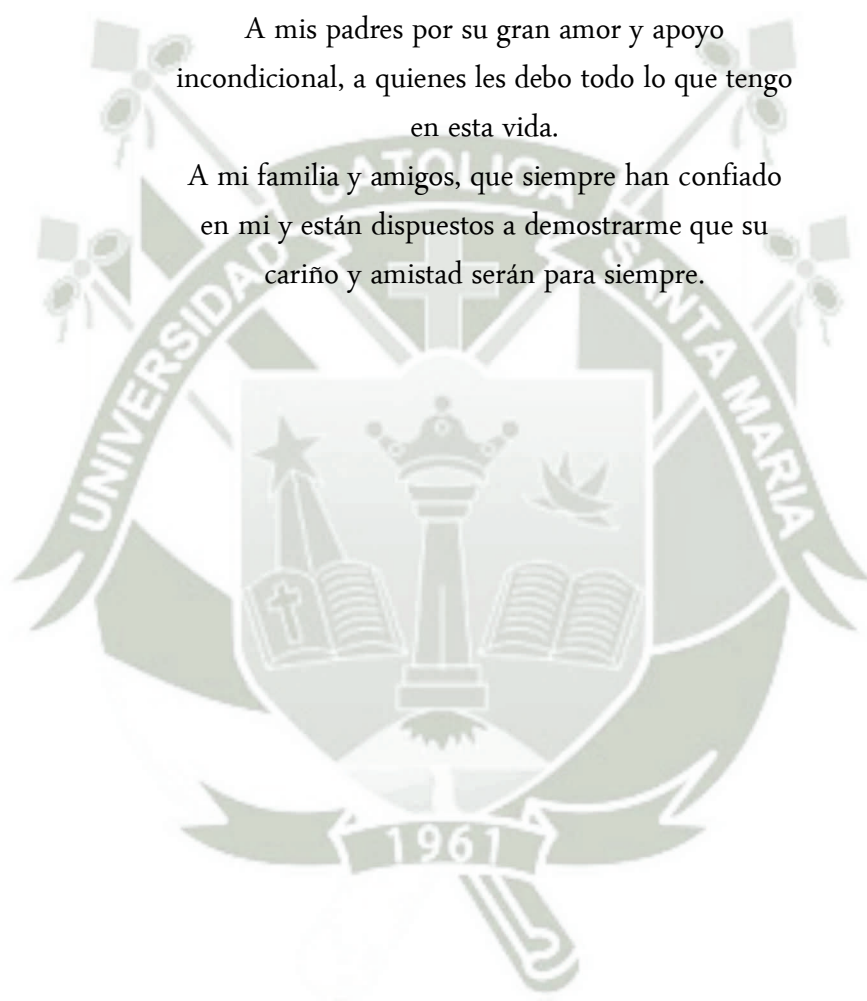
2013

DEDICATORIA

A Dios por guiarme en cada paso que doy y haberme dado dos padres maravillosos que celebran conmigo mis triunfos.

A mis padres por su gran amor y apoyo incondicional, a quienes les debo todo lo que tengo en esta vida.

A mi familia y amigos, que siempre han confiado en mi y están dispuestos a demostrarme que su cariño y amistad serán para siempre.





EPÍGRAFE

Saber que se sabe lo que se sabe y que no se sabe lo que no se sabe; he aquí el verdadero saber.

Confucio.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO TEÓRICO

I. PLANTEAMIENTO TEÓRICO.....	11
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	11
1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	11
1.2. ENUNCIADO	12
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.3.1 Área de conocimiento	12
1.3.2 Análisis u Operacionalización de variables	12
1.3.3 Interrogantes básicas.....	13
1.3.4 Tipo de investigación	13
Del laboratorio: In Vitro	13
1.3.5 Nivel de Investigación	13
Experimental - Comparativa.....	13
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	13
2. OBJETIVOS.....	14
3. MARCO TEÓRICO.....	15
3.1. Esquema de Conceptos Básicos Marco Conceptual.....	15
3.1.1. Esmalte.....	15
3.1.1.1 Generalidades	15
3.1.1.2 Composición Química.	15
3.1.1.3 Estructura Histológica del Esmalte.....	17
3.1.1.4 Propiedades Físicas.....	18
3.1.2. Adhesión.....	19
3.1.2.1 Generalidades.	19

3.1.2.2 Teoría de los Mecanismos de Adhesión.	20
3.1.3 Evolución de los Sistemas Adhesivos Poliméricos.....	22
3.1.4 Adhesión al Esmalte.....	27
3.1.3. Adhesivos.....	39
3.1.3.1 Definición.	39
3.1.3.2 Clasificación	40
3.1.4. Hipoclorito de Sodio	45
3.1.4.1 Síntesis.	46
3.1.4.2 Forma	47
3.1.4.3 Reacción	47
3.1.4.4 Otros usos.....	47
3.1.5. Fuerza de Tracción	48
3.1.5.1 Definición.	48
3.1.5.2 Medición de la resistencia de tracción.....	49
Microtensión.....	49
3.2. Antecedentes Investigativos	50
4. HIPÓTESIS	52

CAPITULO II

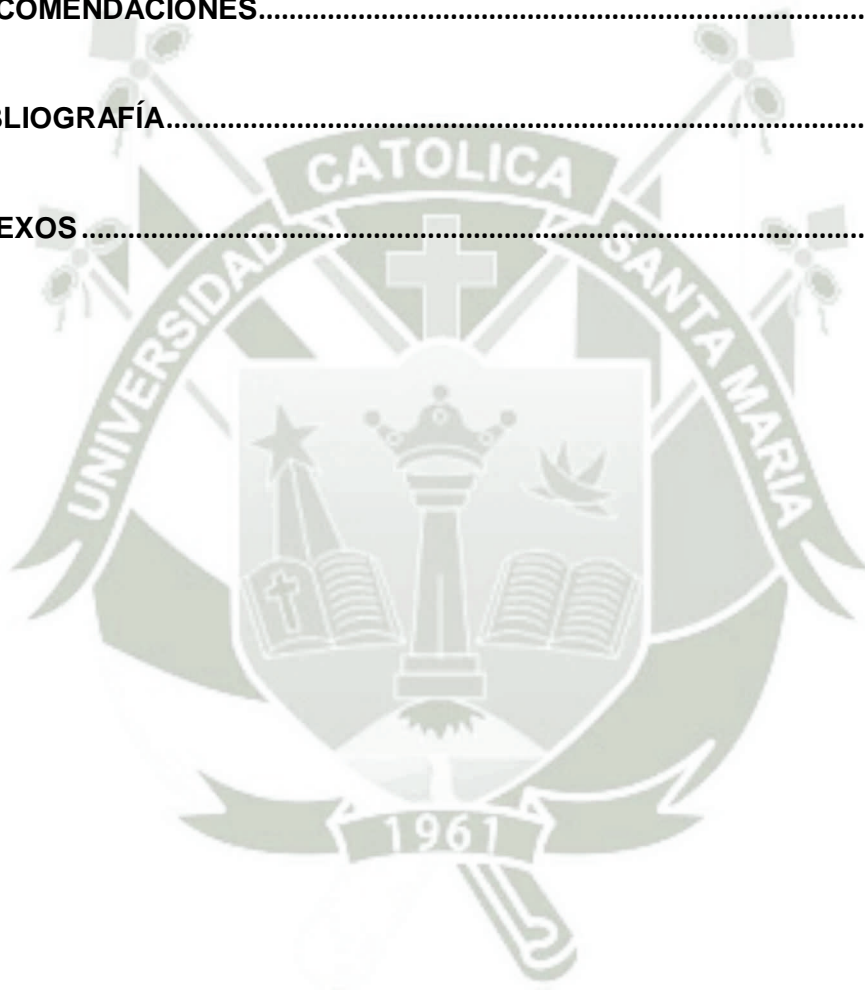
PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

II. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....	54
1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN	54
1.1. Técnicas.....	54
1.2. Instrumentos.....	60
1.3. Materiales	60
2. CAMPO DE VERIFICACIÓN.....	62
2.1. Ubicación espacial.....	62
2.2. Unidades de Estudio	62
2.3. Ubicación temporal.....	63
3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	63
3.1. Organización:	63
3.2. Recursos.....	63
3.2.1. Recursos Humanos	63

3.2.2. Recursos Físicos:	63
3.2.3. Recursos Económicos	64
3.2.4. Recursos Institucionales	64

CAPÍTULO III

RESULTADOS	68
DISCUSIÓN	81
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES.....	83
BIBLIOGRAFÍA.....	84
ANEXOS	88



RESUMEN

En el presente trabajo de investigación de tipo experimental comparativo, se ha estudiado la fuerza de tracción de un sistema adhesivo en esmalte, sumándole al procedimiento de adhesión la etapa de DESPROTEINIZACION mediante un gel Hipoclorito de sodio al 5,25 % antes del acondicionamiento ácido. La fuerza de adhesión se ha medido mediante la fuerza de resistencia a la tracción en la unión de esmalte – resina; para lo cual se ha utilizado 38 unidades experimentales (premolares) divididas en dos mitades correspondiente a la técnica modificada (DESPROTEINIZACIÓN) y a la técnica convencional. Cada mitad fue dividida y medida en la máquina de tracción y compresión, obteniéndose valores individuales en kilonewtons, los que han permitido llegar a la respuesta para el análisis estadístico respectivo.

Al realizar la comparación estadística de muestras relacionadas se ha llegado a la conclusión de que existe diferencia significativa entre la técnica modificada que tiene un valor de 0.3195 KN y la convencional con 0.2741 KN, siendo la primera técnica la que ofrece mayores valores de adhesión en esmalte.

ABSTRACT

In this work comparative experimental trial, we studied the tensile strength of enamel adhesive system, adding to the accession procedure of deproteinization step using a sodium hypochlorite gel 5.25% before acid etching. The adhesion strength was measured by the strength of tensile strength at the junction of enamel - resin, for which it has been used 38 experimental units (premolars) divided into two halves corresponding to the modified technique (deproteinization) and technical conventional. Each half was divided and measured in tension and compression machine, Kilonewtons obtaining individual values, which have led to the answer for the respective statistical analysis.

When comparing statistics related samples has concluded that there is significant difference between the modified technique that has a value of 0.3195 KN and KN conventional 0.2741, the first technique that provides higher adhesion values in enamel.

INTRODUCCIÓN

En los tratamientos odontológicos, el procedimiento de restauraciones con resinas es el más frecuente en consulta, dentro de ellos la mayor cantidad son en esmalte, dado que la resina ejerce una adhesión micromecánica, las preparaciones cavitarias son estrictamente ceñidas al espacio dejado al retirar el tejido cariado con la respectiva regularización de las paredes, pero en cantidad mínima a comparación de la amalgama, la cual debe de prepararse una cavidad mecánicamente resistente.

En las cavidades pequeñas se disminuye el espesor, por lo que, se pierde adherencia mecánica la cual sería ideal para alargar la duración de la resina, agregando también el hecho de simplificar pasos. En caso del esmalte dicho proceso es más fácil debido a que no hay compromiso dentinario, por ello se busca que el esmalte tenga una humedad ideal para conseguir una excelente adhesión, ya que si se excede en el secado, impide la penetración del primer y aumentando la sensibilidad postoperatoria al quedar espacios vacíos que no se adhirieron causando variación de presiones al momento de la masticación y o dilatación, el cual puede producir recidiva o también cambio de color de la resina.

Por ello en esta investigación se realiza una etapa adicional en el proceso de adhesión que es la desproteización mediante el gel del hipoclorito de sodio 5.25%, el cual elimina los organismos o virutas, dejando una capa rica en minerales el cual tiene mayores valores de fuerza de adhesión que la dentina.

Luego procedemos a la desproteización aumentando así la resistencia a la tracción de rompimiento de la unión resina esmalte. Al lograr este resultado creamos una íntima relación esmalte-resina.

Desproteizando con hipoclorito causamos una desinfección y eliminación de las bacterias restantes y así lograr de esta manera una buena restauración.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO TEÓRICO

I. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

A lo largo de los últimos tiempos se han realizado múltiples investigaciones y variaciones en lo que se refiere a materiales y procedimientos necesarios para lograr una mejor adhesión de los materiales restauradores a la superficie dentaria que sea confiable y perdurable.

El esmalte es la superficie que recibe las diferentes fuerzas y diferentes magnitudes durante la masticación, por lo que al restaurar las piezas con resinas queremos lograr que tenga una mayor adhesión a los materiales dentales y que tenga una mejor resistencia a la fuerza de tracción.

Actualmente se ha establecido que la esencia de la adhesión está en lograr un buen efecto del grabado ácido con la condición morfológica retentiva generalizada en toda la superficie dentaria expuesta; consultando algunos trabajos ya realizados, para mejorar el grabado ácido se analizó la desprotección de la superficie dentaria en especial del esmalte previo al grabado ácido, donde se utilizó el hipoclorito de sodio en estado líquido a una concentración de 5.25%.

El hipoclorito actúa en la remoción de los elementos orgánicos en la estructura del esmalte por lo que su aplicación se considera importante previo a la aplicación del grabado ácido.

Todas estas razones nos han motivado a realizar esta investigación utilizando el hipoclorito de sodio en gel con una concentración de 5.25%.

1.2. ENUNCIADO

RESISTENCIA A LA FUERZA DE TRACCIÓN DE UN SISTEMA ADHESIVO CON GRABADO ÁCIDO, CON Y SIN LA APLICACIÓN DE UN GEL DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25% EN EL ESMALTE DE PREMOLARES PERMANENTES, AREQUIPA 2013

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Área de conocimiento

Área general : Ciencias de la salud.

Área específica : Odontología.

Especialidad : Materiales Dentales

Tópico : Adhesión en Esmalte

1.3.2 Análisis u Operacionalización de variables

	Variables	Indicadores
ESTÍMULO 1 Sistema adhesivo con grabado ácido	Con la aplicación del gel de hipoclorito de sodio al 5.25%	
ESTÍMULO 2 Sistema adhesivo con grabado ácido	Sin la aplicación del gel de hipoclorito de sodio al 5.25%	
RESPUESTA Resistencia a la tracción en esmalte		KILONEWTONS

1.3.3 Interrogantes básicas.

- ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de tracción del adhesivo que utiliza gravado ácido sin hipoclorito de sodio al 5.25%?
- ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de tracción del adhesivo que utiliza gravado ácido con hipoclorito de sodio al 5.25%?
- ¿Cuál de las dos técnicas presenta mayor resistencia a la fuerza de tracción del sistema adhesivo?

1.3.4 Tipo de investigación

Del laboratorio: In Vitro

1.3.5 Nivel de Investigación

Experimental - Comparativa.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

1.4.1 Relevancia científica.

El presente trabajo experimental comparativo permitirá obtener tratamientos de mayor éxito en restauraciones que comprometan el esmalte, al presentar un producto que presenta mejores propiedades de adhesión.

1.4.2 Originalidad

Es original debido a que no se había utilizado un adhesivo de nanopartículas en el proceso de adhesión con desprotección en esmalte.

1.4.3 Relevancia Contemporánea.

Por ser una investigación actual que ofrece una nueva técnica de adhesión en esmalte, que nos da mejores valores de adhesión.

1.4.4 Contribución académica.

La presente investigación constituirá un aporte científico para la comunidad odontológica así como para los odontólogos en formación en operatoria dental.

1.4.5 Viabilidad.

Las condiciones de este estudio son viables, dado que se cuenta con los instrumentos necesarios para realizar las investigaciones requeridas.

1.4.6 Interés personal.

Realizar un aporte científico con el afán de determinar cuál es la técnica más adecuado para la colocación de resinas en nuestro quehacer diario. Además, permitirme obtener el título de "Cirujano - Dentista".

2. OBJETIVOS

- 2.1. Determinar la resistencia a la fuerza de tracción de adhesivos que utiliza grabado ácido sin hipoclorito de sodio al 5.25%
- 2.2. Determinar la resistencia a la fuerza de tracción de adhesivo que utiliza grabado ácido con hipoclorito de sodio al 5.25%
- 2.3. Determinar cuál de las dos técnicas presenta mayor resistencia a la fuerza de tracción.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Esquema de Conceptos Básicos Marco Conceptual

3.1.1. Esmalte

3.1.1.1 Generalidades

Deriva embriológicamente del ectodermo y se forma a partir de los ameloblastos¹.

Es el tejido más duro del organismo, propiedad que le permite soportar cargas pesadas de la masticación y limita la magnitud de su desgaste².

El esmalte recubre la corona anatómica del diente y presenta un espesor variable, 2mm en los bordes incisales, de 2,3 a 2,5 mm. en las cúspides de los premolares y de 2,3 a 3 mm en las cúspides de los molares, es sumamente delgado en los surcos intercuspideos y fosas, presenta su mínimo espesor a nivel de la conexión amelocementaria³

3.1.1.2 Composición Química.

El esmalte está constituido químicamente por una matriz orgánica (1%), matriz inorgánica (96%) y agua (3%)⁴

Matriz Orgánica: El componente orgánico más importante es de composición proteica, y constituye un complejo sistema de multi agregados polipeptídicos

Entre las proteínas presentes en mayor o menor medida en la matriz orgánica del esmalte en las distintas fases de su formación se

¹ GÓMEZ de FERRARIS. Histología y Embriología Bucodental 2000 p: 229

² BERKOVITZ. Anatomía Oral 1995 p: 200.

³ STUDERVANT. Operatoria Dental Arte y Ciencia 1996 p: 12

⁴ RAMOS ATANCE, José Antonio. Ob. Cit. 2005 p:147

encuentran, las amelogeninas, moléculas hidrofóbicas, son las más abundantes y disminuyen a medida que aumenta la madurez del esmalte. Las Enamelinas, moléculas hidrofílicas que se localizan en la periferia de los cristales formando las proteínas de cubierta. Las ameloblastinas o amelinas, se localizan en las capas más superficiales del esmalte y en la periferia de los cristales. La Tufelina se localiza en la zona de unión amelodentinaria al comienzo del proceso de formación del esmalte.

También existen proteínas séricas, enzimas y pequeños porcentajes de condritín 4-sulfato, condritín 6-sulfato, y lípidos⁵

Matriz Inorgánica: Constituida por sales minerales cálcicas básicamente de fosfato y carbonato, dichas sales muestran una organización apatítica que corresponde a la fórmula general $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, estas sales se depositan en la matriz del esmalte dando origen a un proceso de cristalización que transforma la masa mineral en cristales de hidroxiapatita.

Existen también sales minerales de calcio como carbonatas y sulfates, y oligoelementos como potasio, magnesio, hierro, flúor, manganeso, cobre.

Agua: Se localiza en la periferia del cristal constituyendo la denominada de hidratación, o capa de agua absorbida, el porcentaje de agua en el esmalte disminuye progresivamente con la edad.

⁵ GÓMEZ de FERRARIS. Ob. Cit. 2000 p. 233 y 234

3.1.1.3 Estructura Histológica del Esmalte.

Constituida por la unidad estructural básica (el prisma del esmalte) y por las unidades estructurales secundarias.

3.1.1.3.1 Unidad Estructural Básica del Esmalte.

3.1.1.3.1.1 Esmalte Prismático.

Morfología de los prismas: Son estructuras longitudinales de 4 μm ., de espesor promedio, se dirigen desde la conexión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte, su longitud es mayor que el esmalte, su diámetro varía entre 4-10 μm ., es menor en su punto de origen y aumenta gradualmente a medida que se acerca a la superficie libre, el número de prismas varía entre 5 a 12 millones⁶.

Composición de los prismas: Constituido por millones de cristales de hidroxiapatita, de tamaño y forma variables, densamente condensados formando un patrón de orientación diferenciado que proporciona resistencia e identidad estructural a los prismas del esmalte⁷.

Orientación de los prismas: Los prismas que se dirigen desde la superficie de la dentina hacia la superficie externa del diente, se organizan y disponen en hileras o planos circunferenciales alrededor del eje mayor del diente. Entre las hileras y planos sucesivos existe un cambio de orientación de uno a dos grados.

3.1.1.3.1.2 Esmalte Aprismático.

El esmalte aprismático es material adamantino carente de prismas, se localiza en la superficie externa del esmalte prismático y posee un espesor de 30 μm .

⁶ SCHWARTZ, Fundamentos en Odontología Contemporánea 1999 p:

⁷ Studervant, Ob. Cit. P. 14

3.1.1.4 Propiedades Físicas.

Dureza.

Registrada con el número 5 en la escala de Mohs, es la mayor que se observa en la estructura humana y deriva de su composición química, siendo la dureza mínima a nivel de la unión dentino-esmalte⁸.

Elasticidad.

Es muy escasa, depende de la cantidad de agua y de sustancias orgánicas que posee por ello es un tejido frágil con tendencia a las macro y micro fracturas.

Color y transparencia.

El esmalte es traslucido, el color varía entre un blanco amarillento a un blanco grisáceo, pero este color no es propio del esmalte sino que depende de las estructuras subyacentes, es especial de la dentina. En las zonas de mayor espesor tiene tonalidad grisácea (cúspides), y de donde es más delgado (cervical) presenta un color blanco amarelento.

Permeabilidad.

Aunque el esmalte es una estructura muy dura y densa es permeable a diferentes iones y moléculas, y permiten una penetración parcial y completa, parece que la penetración se produce a través de unidades estructurales hipomineralizadas y ricas en componentes orgánicos como las vainas de los bastoncillos, las grietas del esmalte y otros defectos⁹.

⁸ BERKOVITZ. Ob.Cit. 1995 p:200

⁹ STUDERVANT.Ob.Cit.1996p:17

Se ha sugerido que existe varias submicroscópicas de transporte molecular, el agua actuada como agente transportador de iones en la matriz adamantina. La permeabilidad del esmalte va disminuyendo con la edad debido a cambios en la matriz del esmalte. Los iones flúor sustituyen los grupos hidroxilos del cristal de apatita y la torna menos saludables a los ácidos¹⁰

Otras investigaciones aportan que el esmalte posee la propiedad de una captación continua de ciertos iones o de moléculas existentes en la saliva. Esto solo ocurre en un pequeño espesor de la superficie (30 um) mecanismo conocido como remineralización.

3.1.2. Adhesión.

3.1.2.1 Generalidades.

Adhesión del latín Adhaesio, adhaesionis, que significa adherencia, unión de una superficie a otra¹¹.

Es el estado en que dos superficies se encuentran en íntimo contacto, ambas sustancias deben de ser distintas ya que si fueran iguales estaríamos logrando cohesión. Para lograr adhesión las sustancias a adherir deben de encontrarse en íntimo contacto molecular.

El material o película que se agrega para producir adhesión será el adhesivo al material que se aplica será el adherente.

La adhesión se realizara por:

- Uniones físicas micro mecánicas.
- Uniones químicas: primarias, iónicas, covalentes, metálicas secundarias.

¹⁰ BARRANCO, J.Ob.Cit. 2006 p: 265.

¹¹ GUZMÁN, Humberto José Biomateriales Odontológicos de uso Clínico 2003 p: 29

- Ambas físicas y químicas.

La adhesión óptima está relacionada con una conducta clínica mejorada a través de la reducción de micro filtración en la interface del material de restauración y el resto de la estructura dental, el ingreso marginal de líquidos bucales y bacterias, es causante de la caries recurrente, pigmentación marginal y la sensibilidad dentaria postoperatoria.

3.1.2.2 Teoría de los Mecanismos de Adhesión.

3.1.2.2.1 Teoría Mecánica.

Consiste en el trato adecuado de la superficie de la estructura dentaria para obtener irregularidades, de tipo micromecánicas, realizadas en la superficie dentaria mediante grabado ácido, sistemas de arenado, grabado con láser de dióxido de carbono, láser infrarrojo etc¹²

Básicamente, es la penetración de un material en las irregularidades que presenta la superficie de otro material.

3.1.2.2.2 Teoría Química.

Se dividen en uniones interatómicas primarias y secundarias.

Uniones interatómicas Primarias:

Son de naturaleza química, son muy fuertes y dan como resultado uniones muy resistentes se dividen en:

Uniones iónicas: Resultan de la atracción de cargas positivas y negativas¹³.

¹² LANTA, Eduardo. Operatoria Dental Estética y Adhesión. 2003 p.2 obt cit

¹³ VEGA del BARRIO, José María. Materiales en Odontología 1996 p: 37

Uniones Covalentes: Se producen cuando los compuestos químicos comparten electrones bivalentes. Su importancia está dada por ser la más común en los compuestos orgánicos.

Uniones Metálicas: Se producen entre los átomos de los metales. Se forman entre un núcleo positivo y los electrones libres.

Uniones Interatómicas Secundarias:

Se caracterizan por fuerzas físicas. Se denominan como fuerzas de Van der Waals, dan cohesión a una estructura. Son más débiles que las uniones primarias, presentan una naturaleza más física que química, estas fuerzas se explican por la atracción bipolar.

Fuerzas de Keesom y Debye (interacción dipolo-dipolo): Son producidas por la interacción directa de dipolos permanentes en moléculas vecinas, de uno o más compuestos polares, en los cuales los dipolos se orientan para disminuir su energía interna y de esta manera logran una atracción máxima.

Fuerzas de dispersión de London: Se basa en el principio en el que los electrones se encuentran en continuo movimiento aleatorio dentro de límites bien definidos. Este movimiento origina desplazamientos instantáneos de la posición teórica (en la que no genera polaridad) y de esta forma produce un dipolo instantáneo en cualquier molécula aunque no sea polar. Casi siempre están presentes por que dependen de la presencia de electrones y núcleos.

Puente de Hidrógeno: Es la fuerza de atracción que existe entre dos moléculas, cada una de las cuales está constituida por un átomo o un grupo altamente electronegativo y uno o más átomos de hidrógeno.

3.1.2.3 Teoría de la Difusión.

Propone que la adhesión es el resultado de ligar dos moléculas móviles. Los polímeros de cada lado de una interfase pueden cruzar sobre ella y reaccionar con moléculas del otro lado.

Eventualmente la interfase desaparecerá y las dos partes se volverán una.

3.1.2.4 Teoría Electrostática.

Postula que una doble capa eléctrica formada en la interfase entre metal y polímero, hace una contribución reconocida pero no del todo estudiado en la fuerza adhesiva.

3.1.3 Evolución de los Sistemas Adhesivos Poliméricos.

3.1.3.1 Generalidades.

A lo largo de las décadas, la odontología mantuvo la remoción de dentina sana como procedimiento para crear áreas retentivas mediante la profundización de cavidades con la finalidad de mantener las restauraciones en posición¹⁴.

Hoy en día, los adhesivos son materiales indispensables en casi todos los procedimientos restauradores, por ejemplo:

- Restauraciones directas de resinas compuestas.
- Cementaciones adhesivas de incrustaciones inlays y onlays, coronas o prótesis fijas, tanto las estéticas de cerámica y resina compuesta como las metálicas.
- Cementaciones adhesivas de postes radiculares de fibra de carbono con resina, de fibra de vidrio con resina e inclusive los metálicos.

¹⁴ GUDWIN, Marcia. Ob.Cit. 2001 p:45.

- Los adhesivos también se indican para impermeabilizar superficies dentarias sensibles, no solo por su exposición por erosión y/o abrasión del esmalte, sino también por la preparación para procedimientos indirectos, sean estos adhesivos o no.

Al referimos a la adhesión es preciso conocer la magnitud de la resistencia adhesiva requerida para soportar las fuerzas que actúan sobre la restauración adherida. La primera fuerza corresponde a la concentración de polimerización de la resina compuesta, que genera en la interfaz adhesiva una tensión de cerca de 13 MPa. La segunda fuerza en actuar es la masticatoria, cuya magnitud es muy difícil de calcular, pues varía en función de: La región de la boca, la fuerza muscular del paciente, el área de contacto, de diversas variables que son imposibles de medir con precisión. Aquí se adopta, una vez más, el esquema tan ampliamente utilizado en odontología, consistente en trabajar con grandes márgenes de seguridad.

Toda resina compuesta está formada por una gran cantidad de partículas inorgánicas asociadas por moléculas orgánicas pequeñas, los monómeros, que se unen durante la polimerización para formar moléculas grandes, denominadas polímeros. Es precisamente esta unión que implica una aproximación de moléculas las que ocasionan como consecuencia una contracción de polimerización.

Debido a la contracción, la resina tiende a separarse de las paredes cavitarias, produciendo como primera consecuencia la aparición de sensibilidad postoperatoria, ya que los túbulos dentinarios a través del espacio creado quedaran en contacto con el medio bucal. Eso permitirá un libre movimiento de los fluidos allí existentes, generando una presión en el plexo subodontoblástico, con la consecuente sensación de dolor.

A pesar de parecer simple, el proceso de adhesión es complejo, e incluye numerosos pasos, cuyo descuido en tan sólo uno de ellos dará como resultado el fracaso.

3.1.3.2 Evolución de las técnicas adhesivas:

La odontología estética utiliza materiales hidrófugos, ya que no poseen afinidad con los líquidos que contienen sustancias colorantes, tales como café, té, vino y bebidas gaseosas, impidiendo así la alteración de color de la restauración estética. En realidad, la necesidad de ser hidrófugo no se limita solo al material restaurador, sino también al adhesivo que se encuentra presente en los límites de la restauración, como una delgada capa, y que así mismo debe ser resistente a la absorción de líquidos que contienen colorantes¹⁵.

Estos adhesivos se comportan muy bien en lo referente a su unión con el esmalte, ya que éste, después de volverse poroso por la aplicación previa del ácido se lava y seca totalmente, lo cual hace visible la adecuada penetración del adhesivo hidrófugo.

Desde el principio se logró tanto éxito en el proceso de unión al esmalte, que luego se pretendió extender el acondicionamiento ácido a la dentina pero sin obtener el éxito esperado. Esto se debe a que al retirar la capa de barro dentinario y aumentar el diámetro de los túbulos dentinarios, el ácido produce en la superficie de la dentina un nivel de humedad incompatible con las características hidrófugas de los adhesivos utilizados. La brillante idea consistió en dividir el "adhesivo" en dos componentes el primero, llamado primer (Más fluido e hidrófilo), con la función de penetrar en las irregularidades húmedas de la dentina desmineralizada. El segundo, llamado bond que corresponde al adhesivo en sí, es una resina fluida hidrófuga, que tiene por objeto recubrir al primero y unirlo con la resina compuesta. El único componente que es hidrófilo penetra en la

¹⁵ Henostroza, Gilberto. Ob. Cit. 2003 p:114

dentina y el esmalte, quedando totalmente recubierto por los hidrófugos, no pudiendo por lo tanto marcharse. Ese fue el comienzo de la era de los adhesivos que emplean el "acondicionamiento ácido total".

Los primers son monómeros disueltos en un solvente del tipo acetona, alcohol o agua. Las moléculas de los primers presentan dos terminaciones, una hidrófila con radicales- OH y -COOH, que gracias a su afinidad por el agua facilitan la penetración en la dentina húmeda; y la otra hidrófuga, con terminaciones del tipo- $\text{HC}=\text{CH}_2$, cuyo doble enlace (al romperse) permite la unión con otro doble enlace, así mismo roto, existente en el segundo componente del adhesivo, el "Bond". Las resinas fluidas, o bonds son monómeros hidrófugos como el Bis-GMA, los cuales pudiendo tener monómeros hidrófilos en menor cantidad, actuarán como intermediarios entre el primer y el material restaurador. Resumiendo, el proceso de adhesión paso a realizarse en tres etapas:

- 1) El acondicionamiento ácido que actúa preparando el sustrato dental para la adhesión.
- 2) La aplicación del primer que es la parte del sistema adhesivo compatible con la dentina húmeda, y finalmente;
- 3) La parte hidrófuga o bond, compatible con la resina compuesta.

Estos sistemas adhesivos se consideran como el punto de partida para todos los adhesivos modernos.

Los fabricantes siempre persiguen la simplificación; y en el caso de los adhesivos, éstos se obtuvieron disminuyendo etapas. La primera simplificación consistió en unir en un solo frasco el primer y el bond, y por eso les quedó la denominación de "Adhesivos de frasco único".

Las técnicas que se utilizaban hasta entonces realizaban como primer paso el acondicionamiento ácido del esmalte y de la dentina.

Como consecuencia de la disolución de los cristales de hidroxiapatita, en la dentina intertubular queda una capa de un espesor de cerca de 5 micrómetros integrada por fibras colágenas que se encuentran separadas unas de las otras por el agua utilizada para lavar el ácido. Por lo tanto, es necesario poner atención a los siguientes dos aspectos:

- Si el agua que separa las fibrillas colágenas fuese retirada por el secado de la zona, tales fibrillas quedarán tan próximas entre sí que obstaculizaran la penetración del adhesivo.
- Aún cuando se mantenga la humedad, para facilitar la penetración del adhesivo, este ingresará tan solo cerca de tres micrómetros, dejando así alrededor de dos micrómetros de fibras colágenas sin proteger y consiguientemente expuestas a un proceso de hidrólisis.

En la dentina peritubular, que es más mineralizada, la disolución acida amplía la entrada de los túbulos dentinarios. Si por una deficiencia en la técnica, el adhesivo no hubiese podido penetrar en los túbulos que fueron abiertos, se presenta la posibilidad de un cuadro de sensibilidad post operatoria.

La mejor forma de evitar estos problemas, fue lograr que el primer fuese capaz de promover adicionalmente el acondicionamiento ácido. En el inicio de la década de los 90 surgieron los "adhesivos autoacondicionadores", cuyo primer consiste en una molécula acida y polimerizable, de manera que ácido y adhesivo penetren juntos.

Siguiendo la tendencia de simplificación, aparecieron luego los adhesivos de etapa única, los cuales aplican de una sola vez primer autoacondicionante y bond.

En lo que respecta a técnica de utilización, la gran ventaja de los adhesivos autoacondicionadores consiste en prescindir del

acondicionamiento con ácido fosfórico. Con ello se elimina, así mismo la fase de lavado del ácido el cambio de los rollos de algodón y el secado, manteniendo la dentina húmeda¹⁶.

3.1.4 Adhesión al Esmalte.

3.1.4.1 Definición

El esmalte humano es el único tejido hipermineralizado derivado del ectodermo que recubre y protege a los tejidos conectivos subyacentes integrados en el isosistema dentino-pulpar. Todos los demás tejidos relacionados y mineralizados como el hueso, el cemento y la dentina y no mineralizados como la pulpa dentaria derivan del mesodermo.

3.1.4.1.1. Sustrato Estructural y Adhesivo

El esmalte maduro está compuesto en un 96% por cristales inorgánicos de hidroxiapatita que constituyen la ultraestructura del tejido, agua en un 3% y matriz orgánica en un 1% en peso.

Es un tejido microcristalino, microporoso y anisótropo, acelular, avascular, aneuronal, de alta mineralización y de extrema dureza, que presenta como característica fundamental su única y particular forma de reaccionar ante cualquier cosa física, química o biológica, que es con pérdida de sustancia, cuya magnitud está en relación directa con la intensidad del agente causal¹⁷.

Estas propiedades determinan que el esmalte no posea poder regenerativo, siendo afectado por la desmineralización acida (caries, erosiones y acondicionamiento ácido), por el stress oclusal (abrazones), por la acción de pastas y sustancias abrasivas (abrasiones) y por traumatismos (fracturas), pudiendo producirse en

¹⁶ IBARATIERI, Luis. Estética 2004 p:57-60 BOTTINO, Marco Antonio. Odontología Estética 2008 p:34

¹⁷ LEES y ROLLINS 1972; LAZZARI 1978; MUNECHIKA y col., 1984; URIBE ECHEVARRÍA 1990; AVERY 1994; CARVALHO R y col., 2000; SHIMADAYTAGAMI 2003

él fenómenos de remineralización, pero nunca de reconstitución como sucede en otros tejidos ectodérmicos del organismo.

La dureza extrema del esmalte semejante al acero, lo hace frágil y propenso a micro y macrofracturas cuando: a) no cuenta con el apoyo dentinario normal; b) aumenta su carga mineral por esclerosis o maduración constante del tejido en el medio bucal; c) las tensiones originadas por el ciclaje mecánico o stress oclusal y el ciclaje térmico sobrepasan su resistencia física.

La estructura y las propiedades físicas del esmalte son características que ofrece el tejido que deben respetarse mediante tratamientos adecuados, destinados a preservar las estructuras internas y externas del diente y optimizar la retención y adhesión de los materiales de restauración. La dureza del tejido, las limitaciones en la preparación de las muestras y las técnicas microscópicas utilizadas, determinaron durante mucho tiempo imágenes estructurales falseadas, originadas por la superposición de planos microscópicos cuando el tejido se procesaba por desgaste o cuando se utilizaba esmalte embrionario o inmaduro que facilitaba su corte con los micrótomos a cuchilla de la época¹⁸.

El perfeccionamiento de las técnicas microscópicas ha posibilitado a los investigadores descubrir nuevos aspectos de la microestructura adamantina, a través de modernas Técnicas de réplicas microscópicas (TRM); Fotovideomicroscopía con analizador de imágenes Metamorph (FVM); Fotovideomicroscopía de contraste de fase por interferencia diferencial, Nomarsky(FVM-CID); Microscopía electrónica de transmisión (MET); Microscopía electrónica de barrido (MEB) y Confocal láser scanning microscope (CLSM).

¹⁸ AVERY 1994; URIBE- ECHEVARRÍA 1990; BATH-BALOGH 1997; GÓMEZ DE FERRARIS y CAMPOS MUÑOZ 2002

La unidad estructural adamantina fue descrita durante mucho tiempo con la clásica forma prismática hexagonal, presente en el esmalte humano únicamente en estado embrionario.

En el esmalte mineralizado la estructura adopta un aspecto que recuerda a una arcada, con una cabeza ensanchada en forma de cúpula esférica orientada hacia la unión amelodentinaria, un cuello estrecho y una cola con terminación irregular, cuando son observadas en un corte transversal a la corona del diente y en forma lineal en cortes longitudinales, extendiéndose a través del tejido desde la unión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte. Estas imágenes microscópicas conducen a denominar a la unidad estructural del esmalte: varilla o bastón adamantino. Fig. 4.3.

La embriología indica que durante la amelogénesis, los preameloblastos son diferenciados en ameloblastos secretorios cuando son polarizados por el cambio que genera la dentinogénesis recién iniciada, esta secuencia hace que la dentina y el esmalte estén perfectamente imbricados durante toda la vida.

La matriz del esmalte comienza a ser depositada por la secreción celular que se excreta a nivel del proceso celular apical o proceso de Tomes. Llama la atención que durante la etapa de secreción de la matriz el movimiento ameloblástico desde la unión amelodentinaria hacia el exterior del diente se aproxima a la perpendicularidad y que el prisma adamantino es secretado por el polo apical en un ángulo aproximado a 45° sexagesimales respecto del eje celular¹⁹.

Estos conocimientos plantearon interrogantes respecto al concepto clásico de la perpendicularidad de las varillas adamantinas con la superficie externa del esmalte, que no concuerda con la disposición que adoptan en el momento de su formación embriológica.

¹⁹ MJOR y PINDBORG 1974; TEN CATE 1986; AVERY 1994; URIBE-ECHEVARRÍA 1990; BATH-BALOGH 1997, GÓMEZ DE FERRARIS y CAMPOS MUÑOZ 2002

Procesos enzimáticos hidrolíticos y proteolíticos llevarán posteriormente a la mineralización del tejido, degradando la matriz de amelogéninas y enamelinas y posibilitando la reducción del contenido orgánico y la incorporación de hidroxapatita, lo que da origen a la etapa de modelado friccional interprismático adamantino, donde el esmalte adquiere su estructura histológica definitiva. (AVERY 1994).

Es posible observar estas estructuras en forma tridimensional: a) En un corte transversal se puede examinar la estructura varillar en forma de arcada o cúpula; b) En un corte longitudinal buco-lingual se visualizan estructuras lineales en forma de líneas gruesas que corresponden a la cabeza y líneas finas que coinciden con el extremo de la varilla adamantina contigua; c) En un corte longitudinal mesio-distal se observan estructuras lineales en forma de líneas anchas, que corresponden al corte longitudinal del cuerpo, y delgadas que indican la unión de la cabeza con el extremo caudal de la varilla adyacente.

Siempre se ha considerado que las varillas adamantinas seguían una dirección perpendicular a la superficie externa del diente y esta afirmación es posible de observar en todos los dibujos y esquemas de cortes transversales y longitudinales de los tallados cavitarios. Sin embargo, OSBORNS 1958; BOYDE 1976; TEN CATE 1986, observaron que en la zona cervical de los dientes permanentes no siempre terminan en 90° con la superficie, sino que pueden adoptar una dirección aproximadamente horizontal.

PRIOTTO y col., 1983, estudiaron la dirección de las varillas adamantinas y su incidencia en las preparaciones cavitarias de premolares y molares. Determinaron que: a) las varillas adamantinas forman ángulos agudos hacia la profundidad de los surcos y fosas de las caras oclusales de molares y premolares o ángulos obtusos hacia oclusal, en su terminación con la superficie externa de las vertientes cuspidas correspondientes, con un promedio de 60.33°

sexagesimales; b) las varillas adamantinas forman ángulos obtusos hacia oclusal u agudos hacia apical, cuando terminan en la superficie externa del esmalte correspondiente al tercio cervical y medio de la caras de contorno con un promedio de 96.25° sexagesimales; c) las varillas adamantinas forman ángulos de 90° sexagesimales siendo perpendiculares a la superficie externa del esmalte a nivel de los vértices cuspídeos y en la profundidad de los surcos oclusales.

Esta estructura aportará un sustrato adamantino adhesivo diferente según la sección o dirección de las paredes cavitarias y la necesidad o no de efectuar un bisel de unión o de protección para lograr mecanismos de adhesión.

3.1.4.1.2. Tratamiento Adhesivo del Sustrato Adamantino

La adhesión a esmalte requiere de una superficie: 1) Biselada o coincidente con la dirección de las varillas adamantinas. 2) Activa y de alta energía superficial. 3) Humectable o imprimible y compatible.

3.1.4.1.2.1. Superficie biselada o coincidente con la dirección de las varillas adamantinas:

Se deben considerar la dirección de las varillas adamantinas y el espesor de paredes de la preparación cavitaria para obtener microretención en los elementos dentarios, como paso previo a la aplicación de los sistemas adhesivos:

a) En preparaciones cavitarias que involucran las caras libres y proximales, se debe efectuar un bisel, plano, cóncavo o convexo o un decorticado de la superficie adamantina, que reduce la contracción de polimerización al terminar el sistema resinoso de obturación en gradiente o pico de flauta, que otorga una mejor transferencia lumínica, disminuyendo la filtración y la pigmentación marginal, con reducción del riesgo de caries secundarias y de microfracturas o crac/es de esmalte. (URIBE-ECHEVARRÍA 1990).

b) En preparaciones que involucren las caras oclusales: el espesor del esmalte en las paredes cavitarias y la dirección de las varillas adamantinas posibilitarían que una preparación ligeramente convergente hacia oclusal sea suficiente para el logro de una adhesión adecuada y que los biseles queden limitados a aquellas cavidades que sobrepasen los vértices cuspídeos donde el esmalte es minusválido por su terminación perpendicular con la superficie. En preparaciones para la técnica de mínima invasión y en las ameloplastías donde no existe una planimetría definida, el sustrato adamantino sería suficiente para obtener una adhesión adecuada. (DEGRANGE y ROULET 1997).

GARONE NETO y GARONE FILMO 1976, determinaron que la eficiencia de las soluciones acidas sobre el tejido adamantino fracturado y desgastado es inferior cuando las varillas del esmalte son acondicionadas longitudinalmente y superior cuando las varillas son atacadas transversalmente.

SPADILIERO DE LUTRI y col., 2001a, estudiaron la influencia de la dirección de las paredes cavitarias en la formación de cracks adamantinos, determinando que: a) la técnica incremental oblicua desarrolló menor cantidad de cracks que la técnica en block, cualquiera sea la dirección de las paredes cavitarias. b) las preparaciones con paredes convergentes y divergentes mostraron la menor cantidad de cracks, c) las preparaciones con paredes paralelas con y sin bisel adamantino evidenciaron la mayor cantidad de cracks.

SHIMADA y TAGAMI 2003 estudiaron la micro-resistencia adhesiva sobre secciones adamantinas; concluyeron que: El efecto de la orientación de las varillas del esmalte tuvo una influencia menor en la micro-resistencia cuando se utilizaron self-etchingprimers (autoacondicionadores), que cuando se emplearon sistemas adhesivos de una sola botella. Las imágenes registradas con MEBy

CLSM indicaron que los self-etching primers (autoacondicionadores) modificarían el smearlayer adamantino, sin presentar un efecto destructivo sobre el tejido.

3.1.4.1.2.2. Activación del sustrato adamantino y superficie de alta energía:

BUONOCORE en 1955, comunica que las soluciones de ácido fosfórico al 85% aplicada al esmalte aumentaban considerablemente la retención de las resinas acrílicas al tejido adamantino. Es a partir de esta publicación cuando se comienzan a solucionar los fracasos clínicos que presentaban las resinas acrílicas simples y las primeras resinas compuestas.

La activación de la superficie del sustrato se puede lograr eficientemente a través del acondicionamiento adamantino con ácido fosfórico al 15, 32, 35, 37 y 40% que aplicado sobre la superficie del esmalte desmineraliza y disuelve la matriz inorgánica de hidroxiapatita de las varillas adamantinas dando lugar a la formación de microporos y microsurcos.

Estos ácidos cambian la superficie del esmalte intacto que es de baja energía superficial -pues se presenta con distintos grados de impurezas, glicoproteínas salivales y b/of/lms- en un área, activa, limpia, desmineralizada y de alta energía superficial.

De la misma forma actúan sobre el tejido adamantino tallado con distintos tipos de instrumentos rotatorios como fresas y/o piedras, donde el esmalte se encuentra recubierto por una capa de tejido distorsionada, constituida por restos inorgánicos de la estructura, varillas, cristales de hidroxiapatita y biofilm.

La acción fundamental de un ácido débil o fuerte (donante de protones) aplicado sobre una base (aceptante de protones) como es el esmalte sería: a) activar la superficie del tejido para transformar

estas áreas de baja energía superficial en una de alta energía superficial; b) desmineralizar y disolver la matriz inorgánica de las varillas adamantinas, creando microporos y microsurcos que transforman al tejido en un sólido cristalino y microporoso, fenómeno este conocido como efecto geométrico.

Una técnica adecuada de acondicionamiento adamantino proporciona: mayor adaptación de los sistemas resinosos a las paredes de las preparaciones cavitarias, disminución de la filtración y percolación marginal, disminución de la pigmentación superficial, eliminación de la retención por socavado y disminución del riesgo de caries secundaria. a) Tiempo de acondicionamiento adamantino: La desmineralización producida por los ácidos débiles o fuertes en alta concentración, genera un ataque a las estructuras inorgánicas del esmalte a través de una reacción ácido-base con la hidroxiapatita y la formación de sales solubles de fosfato de calcio que posteriormente son eliminadas por el agua de lavado, determinando la formación de los Tipos o Patrones de Acondicionamiento Adamantino.

Cuando el ácido desmineraliza los cristales de hidroxiapatita de la cabeza o el cuerpo de la varilla adamantina se obtiene el patrón de acondicionamiento de Tipo I; cuando el ácido actúa sobre los cristales de hidroxiapatita del cuello o del extremo caudal se produce un patrón de acondicionamiento de Tipo II.

Los patrones de desmineralización de Tipo I y II, generan en el tejido adamantino microporos y microsurcos capilares que miden entre 10 a 25µm de profundidad con una amplitud de 1.5 a 3.5µm.

Ambos patrones de acondicionamiento pueden estar presentes en un mismo diente y en una misma zona, ya sea separadamente o en conjunción, siendo este fenómeno clínicamente arbitrario y no dependiendo de la forma en que el operador aplique el agente acondicionador, sino debido a las características de mineralización o

esclerosis de la estructura adamantina y al área estructural y subestructural de las varillas adamantinas involucradas en el acondicionamiento.

Cuando el tiempo de acondicionamiento es mayor a los 15 segundos se produce un patrón de acondicionamiento de Tipo III, caracterizado por una mayor pérdida de tejido superficial producida porque el ácido continúa eliminando sustancia en superficie, disminuyendo la profundidad y aumentando la amplitud de los microporos.

Este tipo de acondicionamiento no tendría suficiente capacidad para retener micro-mecánicamente en forma efectiva a los sistemas adhesivos basados en monómeros hidrófugos, por lo que el aumento del tiempo de acondicionamiento es uno de los fenómenos más negativos.

Sin embargo, actualmente con el advenimiento de los primers y adhesivos autoacondicionadores con monómeros hidrófilos-hidrófugos se minimiza la problemática generada por el acondicionamiento de tipo III, ya que no necesitan de la retención micromecánica en profundidad.

Lapsos superiores a los 60 segundos provocan en el esmalte grandes pérdidas de sustancia superficial y ampliación de los defectos estructurales, generando microcracks que comunican la periferia del tejido con la dentina.

URIBE-ECHEVARRÍA 1990, acondicionando esmalte humano in vivo, unido a dientes de acrílico de una prótesis removible a extremos libres e inserto en la cavidad bucal, pudo determinar que el esmalte desmineralizado por un ácido no se remineraliza totalmente aún después de 180 días de exposición a la acción de la saliva o de soluciones fluoradas de APFo Fluoruro Fosfato Acidulado al 1.23%. Estas determinaciones permitirían inferir que la contaminación salival

y las posibles implicancias de una remineralización inmediata no afectarían el accionar de los agentes adhesivos.

En un diente de la primera edad el color es blanco opaco tenue; en un diente de la segunda edad tendrá una opacidad más intensa, que se acentúa en uno de la tercera edad. El parámetro para determinar los patrones de acondicionamiento adamantino depende de la concentración del ácido utilizado y del tiempo de aplicación y no de la coloración u opacidad que presenta el diente tratado.

La tendencia actual es utilizar gel tixotrópico o semigel de ácido fosfórico con colores contrastantes, azul, verde, violeta, rojo o amarillo. La alta tensión superficial del agente acondicionador, al presentar mínimos fenómenos de capilaridad, permite posicionar el ácido solamente en las áreas que así lo requieran, impidiendo su accionar en zonas no deseadas.

Cuando el esmalte fue acondicionado con ácido fosfórico en alta concentración y posteriormente se aplican los adhesivos autoacondicionadores (AA), self-etch adhesivas (SEA), primers de función múltiple (PFM), self-priming etchant (SPE) o self-etching primers (SEP), que contienen ácidos débiles en baja concentración y monómeros acidicos, que impriman los microporos y a su vez desmineralizan el esmalte al originar sales por reacción ácido-base que quedan incorporadas al tejido, (los adhesivos autoacondicionadores no se lavan), el tiempo de acondicionamiento debe ser disminuido.

SHONOy col., 1997, determinaron los efectos del contorno cavitario sobre la resistencia adhesiva de la unión esmalte-resina, utilizando Scotchbond Multipurpose Plus, que emplea como agente acondicionador al ácido fosfórico y Clearfil Liner Bond 2 que contiene un primer autoacondicionadores, sobre superficies de esmalte de 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0mm². Los resultados indicaron que la

resistencia adhesiva en áreas reducidas que no superaban los 1.5mm² no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre el acondicionamiento con ácido fosfórico y el obtenido por los adhesivos autoacondicionadores.

BRESCHI y col., 1999, compararon las superficies de esmalte tratadas con ácido fosfórico y con adhesivos autoacondicionadores (Prompt L-Pop), determinando que los patrones de acondicionamiento adamantino eran semejantes.

b) Aspiración del ácido acondicionador: La aspiración de los ácidos en alta concentración como paso previo al lavado, es de fundamental importancia porque posibilita la eliminación rápida y eficaz del agente acondicionador. Este procedimiento se efectúa con una cánula de 8mm de diámetro conectada con una fuente de aspiración de alta succión.

c) Tiempo de lavado adamantino: Tiene por objetivo eliminar los precipitados o sales de fosfato de calcio en forma de cristales, generados por el accionar de los ácidos acondicionadores en alta concentración y obtener una superficie de alta energía superficial. Un lavado incorrecto permitiría que el ácido pueda continuar actuando en de terminadas zonas del esmalte, generando patrones de acondicionamiento de tipo III, que dificultarían los fenómenos de adhesión.

Cuando se aplicaba ácido fosfórico en gel o semigel un tiempo de lavado de 15 segundos, utilizando agua presurizada era considerado suficiente para eliminar totalmente el ácido y bloquear su acción.

Con el advenimiento de los adhesivos auto-acondicionadores, que actúan sobre el esmalte posteriormente al acondicionamiento con ácidos en alta concentración, el tiempo de lavado adamantino se disminuyó a sólo 5 segundos.

d) Tiempo de secado adamantino: El esmalte acondicionado y lavado debe ser secado durante 3 a 5 segundos, con aire presurizado, deshumidificado, frío y filtrado. Esta disminución del tiempo de secado se debe a los cambios fundamentales que se manifiestan en los mecanismos de adhesión que pasaron de utilizar monómeros hidrófugos a monómeros hidrófilos-hidrófugos, por lo que es necesario mantener al esmalte ligeramente húmedo, para que la adhesión sea eficaz.

3.1.4.1.2.3. Humectación-imprimación y compatibilidad:

El esmalte acondicionado permite la humectación por imprimación dentro de los microporos de un monómero resinoso, que una vez polimerizado conformará los microtags de retención micromecánica con la obtención de un híbrido resina-esmalte llamado hibridización adamantina.

La imprimación y la compatibilidad físico-química se logran cuando el adhesivo es de baja tensión superficial, característica molecular de los líquidos/ el sustrato tiene alta energía superficial, característica molecular de los sólidos. La imprimación es óptima cuando la superficie del sustrato está limpia, activa y con alta energía superficial, efecto logrado por el acondicionamiento o autoacondicionamiento adamantino, el adhesivo es de baja tensión superficial y ambos presentan compatibilidad físico-química. El grado de imprimación ideal ocurre cuando los valores de tensión superficial del líquido adhesivo son ligeramente menores que los valores de energía superficial del sustrato sólido.

El cambio registrado a nivel de la formulación de los adhesivos a esmalte, caracterizados históricamente por • monómeros hidrófugos bonds, a partir del advenimiento de los sistemas de adhesión a esmalte y dentina basados en monómeros hidrófilos-hidrófugos y sistemas de autoacondicionamiento, hacen que la adhesión a este

tejido sea más adecuada y con posibilidades de unión a zonas como la capa avarillar o aprismática.

3.1.3. Adhesivos.

3.1.3.1 Definición.

Es el conjunto de materiales que sirven para realizar todos los pasos de la adhesión de materiales restauradores con las preparaciones dentales²⁰.

La aplicación del primer adhesivo o primer y adhesivo debe de efectuarse adecuadamente para obtener una adhesión ideal y constituye uno de los pasos más importantes de esta tecnología²¹:

- a) Se ha encontrado que el esmalte levemente húmedo es compatible con la adhesión hidrófita-hidrófuga;
- b) Generalmente se debe de aplicar dos o más capas de primer o primer adhesivo que pueden ser insufladas o aspiradas entre cada capa, pero nunca humedecidas o lavadas;
- c) El tiempo de acción de los primeros es variable de acuerdo con los criterios fijados por los fabricantes y está fijado por el contenido de solventes orgánicos volátiles o de agua.
- d) Transcurrido el tiempo de aplicación del imprimador se requiere eliminar los solventes o el agua contenida volatilizando o aspirando el solvente del agente adhesivo.
- e) En los agentes de tres frascos, se debe efectuar la aplicación del primer, del adhesivo y de la resina de enlace o bond y recién fotopolimerizar;

²⁰ VEGA del BARRIO, José María. Ob. Cit. 1996 p: 315

²¹ LANATA, Eduardo. Ob. Cit. 2003 p;115

- f) En los agentes de dos frascos se aplica el primer, el adhesivo y posteriormente se polimeriza;
- g) En los agentes de un solo frasco la fotopolimerización se realiza después de la aplicación de cada capa de primer-adhesivo: Sin embargo, algunos sistemas adhesivos como single bond indican fotopolimerizar posteriormente a la aplicación de las dos capas;
- h) Aunque las palabras adhesivos simplificados, de un paso, indicarían la presencia de una única botella con un solo paso de aplicación, en realidad todos los adhesivos actuales requieren por lo menos de dos o más capas.
- i) Los imprimadores que contienen solventes volátiles como la acetona y el alcohol, necesitan envases herméticos que impidan la evaporación de los solventes, no debiendo efectuar la apertura de los frascos hasta el momento de la utilización;
- j) El operador debe de controlar en los frascos la fecha de expiración de los agentes adhesivos dentinarios y la evaporación de los solventes que producen un aumento de la viscosidad y disminución de la fuerza adhesiva.

3.1.3.2 Clasificación

Los adhesivos actuales ya lograron un grado de confiabilidad bastante aceptable, lo cual volvió bastante previsible el proceso de adhesión. A pesar de que casi todos ellos presentan valores bastante semejantes en cuanto a la magnitud de la adhesión, existen particularidades inherentes a ciertas marcas comerciales. Así están, por ejemplo, los que tienen relleno, los que tienen flúor, los que son fotopolimerizados, los que tienen polimerización dual, los que obvian la utilización previa del acondicionamiento ácido, los que usan como solvente la acetona, los que usan el alcohol y así sucesivamente. Los adhesivos actuales de no ser debidamente clasificados, podrían

generar dudas y llevamos a posibles errores, no solo en cuanto a la indicación más apropiada, si no también respecto a la técnica de utilización²².

No utilizaremos la ya conocida clasificación por "generaciones", pues no contribuye en nada y además sólo se le asocia al "marketing", en cuya estrategia el fabricante pretende demostrar que su adhesivo pertenece a una generación más avanzada que los productos de sus competidores.

3.1.3.2.1 Por el Acondicionamiento Ácido

Este tipo de adhesivos tienen básicamente de tres componentes: el ácido, el primer y el bond. La mayoría de los adhesivos actuales pertenecen al grupo de los que emplean un acondicionamiento ácido previo, y sus resultados son homogéneos y previsibles y, por lo tanto, bastante aceptados por la profesión odontológica.

En general, el ácido es un gel de ácido fosfórico en concentraciones entre 30 y 37%, que se aplica al esmalte y a la dentina durante 15 segundos. El único inconveniente reside en que el ácido y el adhesivo se aplican en etapas diferentes, lo cual puede producir una desmineralización cuya profundidad puede llegar más allá de la zona de difusión e impregnación del adhesivo.

Tratando de eliminar este posible inconveniente se desarrollaron los adhesivos autoacondicionadores basándose en sustancias que no se lavan y son capaces de actuar simultáneamente como acondicionadores del esmalte y la dentina y además como primers, evitando así la posibilidad de una capa desmineralizada que no ha sido penetrada por el adhesivo, ya que la desmineralización de la dentina y su infiltración por parte de adhesivo se dan al mismo tiempo. Como no hay una fase de lavado, tanto el barro dentinario

²² HENOSTROZA, Gilberto. Ob. Cit. 2003 p:127

como la hidroxiapatita disuelta por la acción del adhesivo autoacondicionador quedan incorporados en el mismo.

Con menos etapas en un procedimiento clínico no solo se economiza tiempo, sino también se reduce la posibilidad de cometer errores, lo cual representa una ventaja indiscutible. Cuando se utiliza un adhesivo autoacondicionador, por lo tanto, se suprime la etapa del grabado ácido, en realidad se elimina cuatro pasos: el dispensado del ácido, su aplicación, el lavado, y la eliminación del agua excedente.

Las citadas moléculas reactivas son ésteres de algún alcohol bivalente con ácido metacrílico o fosfórico. La molécula activa de Clearfil Liner Bond 2V es denominada "Fenil-P". Estas moléculas son capaces de copolimerizarse con otros monómeros, como por ejemplo el HEMA. El producto Touch & Bond logra producir acondicionamiento debido a su monómero ácido el 4 META. La compañía Vivadent patentó su adhesivo Adhe SE basado en éter acrilato de ácido fosfónico. bastante resistente a la hidrólisis.

Los primeros ácidos tienen un pH 2, mientras que el ácido fosfórico tiene un pH 0,6 por eso los Prímers autoacondicionadores son incapaces de acondicionar correctamente el esmalte sin biselar y la dentina esclerosada. En realidad, no todos los adhesivos autoacondicionadores tienen el mismo valor de pH. Unos son menos ácidos, como el Clearfil Liner Bond 2V y el Clearfil SE Bond; otros poseen una acidez intermedia, como el Non-Rinse Conditioner y el Adper Prompt L-Pop. Y por último los nuevos adhesivos autoacondicionadores, surgidos a partir de 2002, por presentar un pH por debajo de 1,0 son casi tan ácidos como el ácido fosfórico.

Como ejemplo de adhesivos más ácidos tenemos el Xeno III, el Simplicity y un primeras la Bisco denominado Tyrian SPE.

El serio inconveniente de los adhesivos autoacondicionadores de no conseguir una unión satisfactoria al esmalte íntegro, ha sido superado por el uso de primers más ácidos.

En cuanto las nuevas investigaciones empiecen a confirmar los primeros resultados favorables obtenidos con los nuevos adhesivos autoacondicionadores más ácidos, la era del ácido fosfórico habrá terminado.

3.1.3.2.2 Por el Sistema de Activación.

Actualmente los adhesivos pueden ser: fotoactivados, de doble activación (dual) o activados químicamente.

En los materiales fotoactivados la polimerización ocurre sólo cuando así lo decidimos; o sea, cuando aplicamos la fuente de luz que activará el inicio de la polimerización. Esta es la gran ventaja de las resinas compuestas fotopolimerizables sobre las pioneras que eran activadas por una reacción química. En el caso de los adhesivos esta ventaja es mínima.

La gran ventaja es que la fotopolimerización se da sin la formación de compuestos químicos que con el tiempo puedan ocasionar cambios de color. Así las restauraciones obtenidas con resinas compuestas y adhesivos fotopolimerizables son más estables respecto a las alteraciones de color.

Otra ventaja de los adhesivos fotopolimerizables es que se suministran en menos frascos, a diferencia de los de polimerización dual o polimerización química que requieren dos frascos por cada etapa, pues sólo así las gotas dispensadas de cada uno podrán mezclarse para que la reacción química se pueda iniciar.

El principal cuidado que debe tenerse es respecto a una posible incompatibilidad entre los productos de diferente activación. Así, los

adhesivos fotopolimerizables no son compatibles con las resinas compuestas activadas químicamente y los adhesivos de activación química no son compatibles con las resinas compuestas. Los de polimerización dual no presentan incompatibilidades de este tipo. Actualmente los adhesivos de activación química están casi en desuso, pues todos los problemas de adhesión se pueden resolver con los adhesivos fotopolimerizables y los de polimerización dual.

3.1.3.2.3 Clasificación de los Adhesivos por su Técnica de Utilización

Esta es la manera más práctica de clasificar a los adhesivos, ya que cada grupo tiene una indicación precisa de uso y requiere de una forma de empleo semejante. Los dos aspectos más importantes en la técnica de utilización son la forma de activación (foto o dual) y la forma cómo se trata la superficie dentaria para la adhesión (acondicionamiento ácido previo o adhesivos autoacondicionadores).

- **Adhesivos fotoactivados que usan acondicionamiento ácido:**

Estos adhesivos se indican básicamente para restauraciones directas, y pueden ser de 3 etapas (o sea ácido, primer y bond aplicados separadamente), o bien de 2 etapas (el ácido independiente del primerbond que están juntos en un frasco único).

- **Adhesivos fotoactivados que son autoacondicionadores:**

Para algunos profesionales el uso de ácido fosfórico es un problema no sólo por la necesidad de lavarlo sino, principalmente, por el cuidado que debe observarse en la eliminación del exceso de agua. En ese sentido, los adhesivos autoacondicionadores son mucho más fáciles de usar; y, por otra parte, los resultados que se obtienen son más uniformes, ya que la desmineralización y la

penetración se dan simultáneamente. El primer ácido es neutralizado en el esmalte y dentina.

- **Adhesivos de activación dual que usan el acondicionamiento ácido:**

Son los más versátiles. Y por eso son considerados adhesivos del tipo multipropósito. ya que pueden usarse en prácticamente todas las situaciones. Se puede ver el Scotchbond Multipropósito Plus, que es un adhesivo cuya aplicación sigue 4 etapas distintas: ácido, primer A, primer B y finalmente bond A y B mezclados. En la misma figura se tiene el Dentasíic All Purpose DAS, que se aplica en 3 etapas: ácido, primer A y B mezclados y bond A y B mezclados. Jlbib o Adhesivos de activación dual que son autoacondicionadores: Son nuestros preferidos, para cementación de postes radiculares, pues siendo de activación dual tenemos la seguridad de una eficiente polimerización a las partes profundas del conducto donde sería difícil llegar con la luz de la lámpara fotopolimerizadora. En el caso de un conducto radicular, el uso de un adhesivo autoacondicionador tiene dos ventajas. La primera es que evitamos la dificultad de retirar el gel de ácido fosfórico de dentro del conducto; y la segunda es obviar el riesgo de que el ácido fosfórico penetre por los conductos accesorios hasta llegar al ligamento periodontal, con el consiguiente peligro de ocasionar reabsorción radicular .

3.1.4. Hipoclorito de Sodio

El hipoclorito de sodio o hipoclorito sódico, (conocido popularmente como lejía, cloro, agua lavandina o agua de Javel) es un compuesto químico, además de un fuerte oxidante químico cuya fórmula es NaClO^{23} .

²³ Enciclopedia Ubre. <http://www.Hipocloritodesodio/Wikipedia/laenciclopedia libre.htm>

Contiene el cloro en estado de oxidación +1 y por lo tanto es un oxidante fuerte y económico. Debido a esta característica destruye muchos colorantes por lo que se utiliza como blanqueante. Además se aprovechan sus propiedades desinfectantes.

En disolución acuosa sólo es estable a pH básico. Al acidular en presencia de cloruro libera cloro elemental. Por esto debe almacenarse alejado de cualquier ácido.

3.1.4.1 Síntesis.

El hipoclorito de sodio es un producto también usado en hogares y comúnmente denominado cloro.

El uso industrial de la "lejía" va unida al uso del cloro como blanqueador. DERRY (1977:783) afirma que el uso del cloro como blanqueante fue utilizado primero por Claude Louis Berthollet (1785), cuya agua de Javel se obtenía haciendo pasar cloro a través de potasa (sin embargo, Carl Wilhelm Scheele, descubridor del cloro, ya había notado estas propiedades). Posteriormente, Charles Tennant (1799) utilizaría el cloro que se obtenía como subproducto en la fabricación de sosa; el producto de Tennant era un hipoclorito de calcio en polvo.

Desde finales del siglo XVIII, además, se fueron encontrando usos al hipoclorito como desinfectante; los pioneros fueron el médico francés Pierre-Francois Percy (1793; la reducción de mortalidad sería de alrededor del 50%) y el farmacéutico Antoine Genmain Labarraque (1825), a quien se atribuye la sustitución del potasio por sodio.

En México, el Dr. Francisco Montes de Oca, hacia 1860 inició la escuela entre los cirujanos militares de: lavar los campos quirúrgicos y camas de los heridos de guerra, lavar las manos antes, durante la cirugía y al concluir las amputaciones, lavar las heridas con el licor de

Labarraque (Con un sistema que usaría Alexis Carrel en la 1/a Guerra Mundial), por lo que fue el iniciador empírico de la antisepsia, esto demostrado por las múltiples tesis de la Facultad de Medicina de la UNAM y los trabajos de Quijano 2), Soriano 3), quienes reafirman esta primacía y extenso uso del referido licor desde 1860 hasta 1900.

3.1.4.2 Forma

El hipoclorito sódico existe en sólido en forma de la sal pentahidratada $\text{NaOCl} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ y con 2,5 moléculas de agua de hidratación por molécula: $\text{NaOCl} \cdot 2,5 \text{H}_2\text{O}$. La primera forma es la más conocida. A 0°C se disuelven 29,3 g de la sal en 100 g de agua y a 23°C ya son 94,2 g/100 g.

3.1.4.3 Reacción

El hipoclorito se dismuta a temperaturas elevadas para dar clorato y cloruro:



A veces se aprovecha esta reacción para la síntesis del clorato. Con aminas se forman las cloraminas. Estos compuestos suelen ser tóxicos y pueden ser explosivos. No es inflamable, pero con el fuego reacciona.

3.1.4.4 Otros usos

El hipoclorito sódico se usa mucho como oxidante en el proceso de potabilización de agua, a dosis ligeramente superiores al punto crítico (punto en que empieza a aparecer cloro residual libre).

Se utiliza también como desinfectante en piscinas, ya sea por aplicación directa en forma de líquido, pastillas concentradas o en polvo, o a través de un aparato de electrólisis salina por el que se hace circular el agua de la piscina. Para que la electrólisis tenga lugar

se debe salar ligeramente la piscina (necesitaremos 4gr de sal por litro de agua). El aparato de electrólisis, mediante descargas eléctricas transforma la Sal (NaCl) en Hipoclorito Sódico consiguiendo desinfectar el agua.

También se usa en el proceso de identificación de especies de los distintos filos de animales que poseen espículas o escleritos, como poríferos o equinodermos (holoturoideos). El hipoclorito de sodio disuelve la materia orgánica dejando al descubierto estas estructuras (únicas en cada especie), que son de carbonato cálcico (calcáreas) o dióxido de silicio (silíceas) y, por tanto, no se disuelven.

Este químico se puede también utilizar como blanqueador para las fibras textiles, así como para desinfectar los lavabos gracias a su poder fungicida y bactericida.

En parasitología puede ser utilizado para la esporulación invitro de quistes de protozoos del phylum apicomplexa en el método denominado de Cawíhorn.

3.1.5. Fuerza de Tracción

3.1.5.1 Definición.

La resistencia de tracción es la que por unidad de área se necesita para romper la unión de dos cuerpos, donde la falla generalmente ocurre cerca de la interfase. La unidad internacional que se utiliza para medir la resistencia de tracción es el mega pascal (MPa).

La fórmula para obtener este valor de adhesión es:

$$\text{Tensión} = \text{Fuerza} / \text{área}$$

$$\text{Tensión} = \text{N} / \text{mm}^2$$

Es bastante difícil desarrollar condiciones de laboratorio que puedan evaluar la longevidad de la adhesión debida a los numerosos factores envueltos en la degradación de la adhesión ya que el desarrollo oral es dinámico y biológicamente complejo.

3.1.5.2 Medición de la resistencia de tracción.

La evaluación de la eficiencia de los adhesivos dentinarios se basa en la medición de la fuerza adhesiva. Existen dos métodos para medirla, una prueba para resistencia de tracción cortante o cizallamiento y otra para resistencia de tracción en tensión o microtracción de una muestra de adhesivo hasta que esta se fracture, según el ángulo en que se aplican las fuerzas en forma paralela o perpendicular a la estructura adhesiva respectivamente.

Este tipo de prueba puede ser indicativo de cómo puede actuar el adhesivo in vivo. No hay un acuerdo unánime en la fuerza adhesiva mínima que debe existir para que haya una adhesión exitosa, aunque se a propuesto un valor de 20 MPa o más como razonable.

La fuerza producida en los sistemas adhesivos dentinarios se ha evaluado tradicionalmente usando el test de resistencia al cizallamiento o shearbond strength, el cual, resulta útil para probar materiales que fallan ante valores comprendidos entre 18-20 MPa, o menos .

Sin embargo, en valores que exceden la citada cifra, a menudo no permiten diferenciar entre la fuerza del adhesivo y la fuerza cohesiva del composite o la dentina.

Microtensión.²⁴

El test de microtensión fue introducido por Sano en 1994, esta prueba se ha propuesto para la evaluación de áreas (interfase

²⁴ <http://www.cop.org.pe/bib/tesis/ORLANDOOLCESELAVADO.pdf>

adhesiva) que oscilan alrededor de 0.5 a 1 mm, de esta manera se obtienen datos de las fallas exclusivamente adhesivas, permitiendo un análisis real de la resistencia de unión entre el material y la estructura dental. Se trata de una técnica muy laboriosa, pero presenta múltiples ventajas:

- 1) Con ella se pueden medir grandes fuerzas de adhesión, incluso cuando se emplean a propósito fuerzas altas como 30 MPa o más, el fallo sucede casi siempre en la interfase adhesiva.
- 2) Permite testar la adhesión en áreas muy pequeñas y en diferentes regiones y;
- 3) Es capaz de obtener de una sola pieza múltiples especímenes.

3.2. Antecedentes Investigativos

Título: “Evaluación al microscopio electrónico de barrido, de la influencia del NaOCl sobre la superficie de esmalte como procedimiento previo a la aplicación de dos diferentes tratamientos adhesivos”.

Autor: María José Donoso M.

Universidad San Francisco de Quito, 2011

La búsqueda por establecer los mejores procedimientos capaces de lograr una efectiva y confiable adhesión de los materiales restauradores a la superficie dentaria constituye un objetivo constante de la Odontología actual.

A partir del grabado ácido descrito por Buonocore en 1955, se han sugerido distintos tratamientos en la superficie del esmalte previo a la aplicación de sistemas adhesivos. Este estudio pretendió a través de observaciones al MEB, determinar las características topográficas y modificación de la superficie del esmalte tras la desprotección

por medio de la aplicación de Hipoclorito de Sodio al 5.25% durante 60 segundos comparándolo a la aplicación convencional de ácido fosfórico por 15 segundos. De igual manera, la relación entre Hipoclorito de Sodio previamente a la aplicación de dos sistemas adhesivos; uno con solvente a base de acetona y otro ausente de primer. Los resultados tras un análisis estadístico del área que muestra una topografía de patrón de acondicionamiento tipo I, II o ausencia de este, revelaron que las superficies tratadas con hipoclorito de sodio previo al grabado ácido, presentaron mayores áreas de superficie con patrón de acondicionamiento al compararlo con las superficies únicamente tratadas con ácido fosfórico. En cuanto al sistema adhesivo, un análisis subjetivo reveló mayor integración y penetración del sistema con solvente en las irregularidades del esmalte que aquel sistema sin solvente. Concluyendo que la acción del Hipoclorito sobre la superficie asegura una mejor acción del ácido fosfórico en cuanto a modificación de la superficie dental haciéndola más favorable desde el punto de vista adhesivo, sin embargo cuando combinada esta técnica con sistemas adhesivos, el tipo de solvente así como su presencia o ausencia puede repercutir favorable o desfavorablemente.

4. HIPÓTESIS

Dado que: el hipoclorito de sodio realiza una acción detergente sobre el esmalte, haciéndolo más receptivo en la técnica adhesiva.

Es probable que: las piezas dentales tratadas con el gel de hipoclorito de sodio tenga mayor adhesión, que las piezas dentales no tratadas con el gel de hipoclorito de sodio.





CAPITULO II

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

II. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

1.1. Técnicas

Variable investigativa	Indicadores	Técnica	Instrumento
Fuerza de adhesión	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la tracción del método convencional con hipoclorito de sodio Resistencia a la tracción del método convencional sin hipoclorito de sodio 	Observación Laboratorial	Ficha de Observación

1.1.1 Secuencia y Procedimiento de la Técnica

Se dividieron los premolares en dos mitades, cada mitad fue tratada mediante la técnica convencional de adhesión en adhesivos y la modificada con el aumento de la desprotección. Cada grupo fue medida con la máquina de tracción de compresión.

Se realizó de la siguiente manera:

a) Recolección de las Unidades Experimentales.

Se utilizaron 38 premolares humanos de una antigüedad de extracción no mayor a los tres meses, los cuales posterior a su extracción fueron almacenados en suero fisiológico a una

temperatura de 5°C., los pacientes que proporcionaron los premolares son jóvenes.

b) Preparación de la muestra

La raíz fue vaciada en un molde de silicona de forma cúbica con acrílico de curado rápido poniéndole un gancho hecho de alambre de ortodoncia para que este quede fijo con el acrílico, el cual proporcionaba una base simétrica, luego se realiza la preparación de la cavidad en el esmalte de dicho diente para luego proceder a los métodos de adhesión con y sin hipoclorito de sodio (desproteínización) y convencional.

▪ Preparación de la muestra (técnica convencional).

El premolar fue vaciada en el molde de silicona con acrílico de curado rápido para tener una base y para seguir posteriormente estos pasos:

Grabado ácido:

El premolar fue tratado con ácido al 37%, por un tiempo de 15seg.

Secado:

Posterior al grabado se procedió a enjuagar por 15 segundos con abundante agua eliminando los restos del ácido, luego se secó con torundas de algodón y aire el cual proporciona una adecuada humedad.

Colocación del adhesivo

Se procedió a colocar el adhesivo de nanopartículas 3M con un microbrush, frotando la superficie concienzudamente como indican anteriores investigaciones que determinaron mayores

valores de adhesión en la colocación del adhesivo por medio de una frotación rigurosa cuidando así obtener valores altos de adhesión.

Fotopolimerización:

Posterior a la colocación del adhesivo inmediatamente se procedió a fotocurar 20 segundos según las especificaciones del fabricante.

Colocación de la resina:

Teniendo la superficie del esmalte con una capa fotocurada de adhesivo se procedió a colocar la resina 3M por medio de capas delgadas aumentando un gancho para luego fotocurar y que este quede sujeto con la resina.

- **Técnica convencional con la aplicación del gel de hipoclorito de sodio al 5,25 %.**

Luego de tener el premolar vaciado con el gancho en acrílico se sigue los siguientes pasos:

Desprotección:

Después de haber obtenido la cavidad se procede a colocar el gel de hipoclorito de sodio al 5.25% con la superficie mediante un microbrush, el cual estaba debidamente empapado pudiendo así obtener una capa acuosa sobre el esmalte, dejándolo por un tiempo de 1 min.

Secado:

Posterior a la colocación del gel se procedió a enjuagar con abundante agua eliminando los restos del gel, luego se secó con torundas de algodón y aire.

Grabado ácido:

El premolar fue tratado con ácido al 37%, por un tiempo de 15seg.

Secado:

Posterior al grabado se procedió a enjuagar por 15 segundos con abundante agua eliminando los restos del ácido, luego se secó con torundas de algodón y aire el cual proporciona una adecuada humedad.

Colocación del adhesivo:

Se procedió a colocar el adhesivo de nanopartículas 3M con un microbrush, frotando la superficie concienzudamente como indican anteriores investigaciones que determinaron mayores valores de adhesión en la colocación del adhesivo por medio de una frotación rigurosa cuidando así obtener valores altos de adhesión.

Fotopolimerización:

Posterior a la colocación del adhesivo inmediatamente se procedió a fotocurar 20 segundos según las especificaciones del fabricante.

Colocación de la resina:

Teniendo la superficie del esmalte con una capa fotocurada de adhesivo se procedió a colocar la resina 3M por medio de capas delgadas aumentando un gancho para luego fotocurar y que este quede sujeto con la resina.

c) Gelificación del hipoclorito de sodio.✓ **Materiales:**

Hipoclorito de sodio al 7,8%

Natrosol

Polietilenglicol 8000

Agua

✓ **Calculo:**

Queremos 100ml de 5.25% de hipoclorito

Tenemos el hipoclorito a una concentración de 7,8%

$$V1 c1 = v2 c2$$

$$100 (5.25) = x (7.8)$$

$$(100 * 5.25) / 7.8 = x$$

$$67.3 \text{ ml} = x \text{ de hipoclorito}$$

$$100 - 67.3 = 32.7$$

✓ **Procedimiento:**

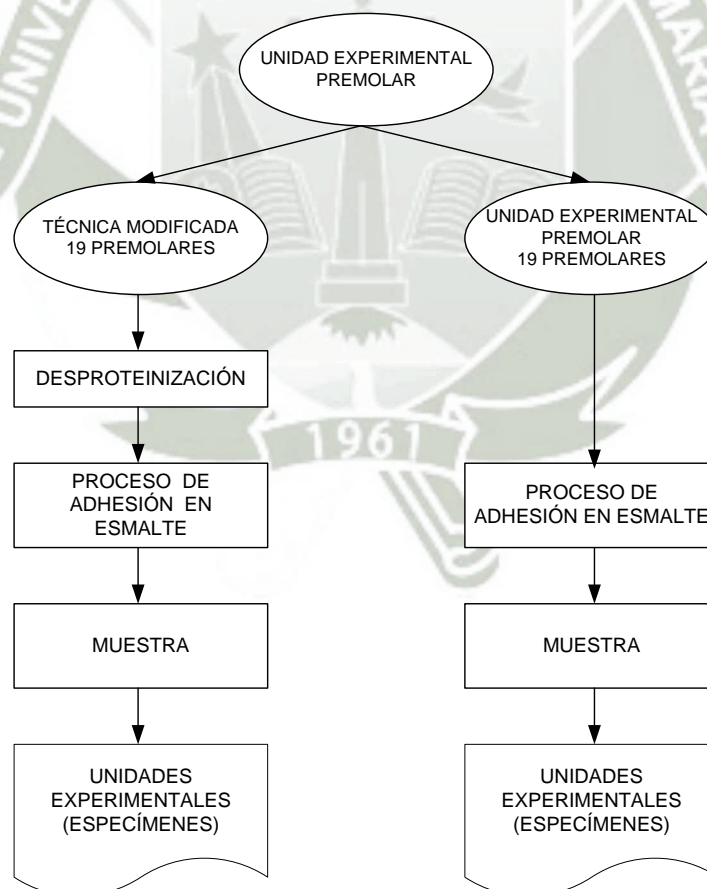
- Se procede a pesar en la balanza 1.5 g de natrosol, 1.2 g de polietilenglicol 8000.
- Lugo se procede a colocar 30 ml de agua destilada, y se procede a mezclar llevando este recipiente a una cocina eléctrica y haciéndolo hervir a fuego bajo.
- Luego verificar que esta mezcla tenga la consistencia de gelatina.
- Al verificar que la mezcla este como gelatina añadir 67.3 ml de hipoclorito de sodio y mesclar.
- Al mezclar todos estos componentes tendremos como resultado el gel de hipoclorito de sodio al 5.25%.

d) Medición de la resistencia a la tracción.

La resistencia a la tracción fue medida con una maquina llamada máquina de tracción y compresión la cual está diseñada para medir todo tipo de especímenes . La fuerza máxima aplicada por esta máquina es de 45 lb, 20 kg o 200 newtons, se midieron con una velocidad de 10 mm. /min. Los especímenes fueron medidos uno por uno de la siguiente manera:

Se colocó el cubo en la máquina de tal manera de hagamos coger con ganchos preparados con esta. Luego se procede a la programación de la máquina y se realiza la tracción del diente.

1.1 Esquema básico del diseño



1.2. Instrumentos

1.2.1 Instrumentos documentales

Para la recolección de información se usó una ficha de observación laboratorial escrita, posteriormente dichos datos se procesaron en una ficha virtual en el programa excel el cual automáticamente nos daba la fuerza de adhesión en megapascales

1.2.2 Instrumentos mecánicos

- Maquina universal de prueba.
- Lámpara LED
- Pieza de alta velocidad.
- Cámara fotográfica digital.
- Video Cámara.
- Congeladora.

1.3. Materiales

1.3.1 Para la recolección de los grupos de estudio.

- Frascos de muestras de análisis laboratorial.
- Suero fisiológico.
- Guantes.

1.3.2 Para la preparación de los dientes humanos (Sub Unidades Experimentales).

- Pieza de alta
- Espátula de resina.
- Pinzas.
- Piedras de diamante.
- Acrílico de curado rápido.
- Silicona dental.

- Lijar de agua
- Agua destilada.
- Alambre de ortoncia n° 7.
- Alicates
- Vaso dapen
- Guantes
- Campo
- Barbijo

1.3.3 Para el proceso de grabado y desprotección.

- Ácido
- Gel de hipoclorito al 5.25%
- Microbrush.
- Torundas de algodón.
- Guantes.
- Agua

1.3.4 Para la aplicación del adhesivo y resina.

- Lámpara LED.
- Adhesivo dental.
- Microbrush.
- Resina dental.
- Espátula de resina.

1.3.5 Para la medición de la resistencia a la tracción.

- Máquina de tracción y compresión.
- computadora
- Pinzas.
- Lijar de agua .
- Cámara fotográfica.
- Guantes.

2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

2.1. Ubicación espacial

Corresponde el ámbito general de la universidad Católica Santa María y en el ámbito específico de la facultad de ingeniería mecánica.

2.2. Unidades de Estudio

a. Identificación de grupos

Las unidades experimentales (premolares) se han dividido en dos grupos el primero tratado bajo la técnica modificada de adhesión y el segundo bajo la técnica convencional de adhesión, la finalidad de obtener la fuerza de adhesión esmalte-resina (variable respuesta) luego de haber aplicado la experimentación.

b. Control o igualación de los grupos

Criterios de inclusión:

- Piezas dentales sanas sin fracturas.
- Piezas dentales extraídas con una antigüedad no mayor a tres meses.
- Premolares

Criterios de Exclusión:

- Piezas dentales cariadas o con fracturas.
- Piezas dentales extraídas con una antigüedad mayor a los tres meses.

2.3. Ubicación temporal

La planificación de la investigación se realizó desde el mes de febrero 2013 la fase de recolección de datos fue desde fines del mes de marzo a abril del 2013 y la experimentación entre los meses de mayo y junio 2013.

El tipo de investigación fue prospectivo (según el período que se capta la información) y transversal (según la evolución del fenómeno estudiado se realizó en una sola evaluación post estímulo).

3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.1. Organización:

- Solicitud de autorización para el uso del laboratorio de la Universidad Católica de Santa María (Arequipa)
- Solicitud de autorización de la máquina de tracción y compresión de la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad Católica de Santa María.

3.2. Recursos

3.2.1. Recursos Humanos

investigadora: Nury Stefany Romero Herrera

Asesor: Dr. Enrique de los Ríos

3.2.2. Recursos Físicos:

- Laboratorio de la Universidad Católica de Santa María
- Clínica Odontológica de la Universidad Católica de Santa María
- Biblioteca de la Universidad Católica de Santa María.
- Campus virtual

3.2.3. Recursos Económicos

Autofinanciado por el investigador

3.2.4. Recursos Institucionales

- Universidad Católica de Santa María

3.3 Validación del instrumento.

Para realizar la investigación se hizo una prueba piloto con 10 muestras, probando los adhesivos del método convencional y el de desproteización, para garantizar la validez y nivel de confianza de los datos obtenidos.

De acuerdo al grado de variación de la variable respuesta se obtuvo un tamaño de muestra de 38 unidades experimentales. El tamaño de la muestra nos dará una confiabilidad del 95%.

4. Diseño metodológico.

4.1 Tipo de investigación: El tipo de investigación desarrollado, según las características del problema es descriptivo-comparativo.

4.2 Información: La bibliografía utilizada para el presente trabajo fueron libros de texto especializados, Journals (revistas de investigación internacionales) y páginas de internet.

4.3 Metodología estadística:

a) Población: Constituida por premolares permanentes de pacientes jóvenes.

b) Muestra: Para realizar la experimentación, primero se hizo una prueba piloto usando los dos métodos. De acuerdo al grado de variación de la variable respuesta, se obtuvo un tamaño de muestra de 38 unidades experimentales a un nivel de confianza de 95%.

c) Métodos estadísticos: Para responder a los objetivos e hipótesis de la investigación se han utilizado los siguientes métodos estadísticos: gráficos, medidas descriptivas, media aritmética, la prueba de, T student, intervalos de confianza.

LAS FÓRMULAS DE LAS MEDIDAS DESCRIPTIVAS SON:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$$

Media aritmética muestral:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Varianza muestral:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Desviación estándar muestral:

EL PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS ES EL SIGUIENTE:

Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa.

H0= La proporción de unidades experimentales de los dos grupos de estudio es igual.

H1= Las proporciones son diferentes para cada uno de los grupos de estudio.

Asignar el nivel de significación.

$\alpha = 0.05$

d) Procesamiento estadístico y cómputo: Para procesar los datos de la experimentación, se utilizó el programa Excel y el paquete de datos (software) EPI. Los resultados se muestran en los cuadros y gráficos que van en los resultados y anexos.

4.4 Criterios para el manejo de resultados.

a. En el ámbito de sistematización.

- Clasificación.
- Recuento.
- Análisis de datos.
- Tabulación.

b. En el ámbito de estudio de datos.

- Comparación de datos.
- Interpretación de datos.
- Operaciones para la interpretación de datos.

c. En el Ámbito de conclusiones.

Las conclusiones serán formuladas respondiendo a las interrogantes e hipótesis de la investigación.

d. En el ámbito de las recomendaciones.

Se tomarán como sugerencias para el ejercicio de la profesión y como enriquecimiento de la línea investigativa.





CUADRO N° 1

**DEFORMACIÓN DEL ALAMBRE EN EL GRUPO SIN EL GEL DE HIPOCLORITO
DE SODIO**

Sin Hipoclorito de Sodio	Valores Estadísticos
Media Aritmética	0.4950
Mediana	0.4944
Desviación Estándar	0.0066
Valor Mínimo	0.4836
Valor Máximo	0.5088
Total	19

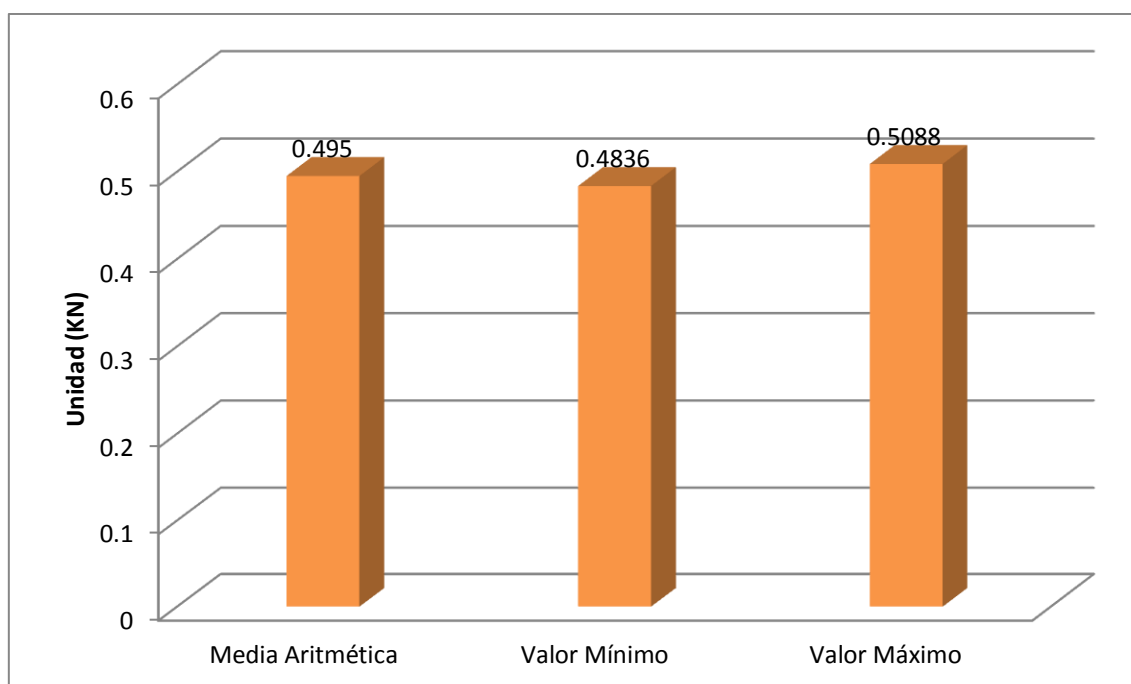
FUENTE : Matriz de datos del investigador

INTERPRETACIÓN:

En el presente cuadro podemos observar que la fuerza de tracción promedio que se necesitó para deformar el alambre en el grupo donde no se aplicó el gel de hipoclorito de sodio, fue de 0.4950 KN; además la fuerza mínima necesaria para la deformación del alambre fue de 0.4836 KN. Mientras que la máxima llegó a 0.5088 KN.

GRAFICO N° 1

DEFORMACIÓN DEL ALAMBRE EN EL GRUPO SIN EL GEL DE HIPOCLORITO DE SODIO



FUENTE : Matriz de datos del investigador

CUADRO N° 2

DEFORMACIÓN DEL ALAMBRE EN EL GRUPO CON EL GEL DE HIPOCLORITO
DE SODIO

Con Hipoclorito de Sodio	Valores Estadísticos
Media Aritmética	0.4933
Mediana	0.4932
Desviación Estándar	0.0108
Valor Mínimo	0.4716
Valor Máximo	0.5208
Total	19

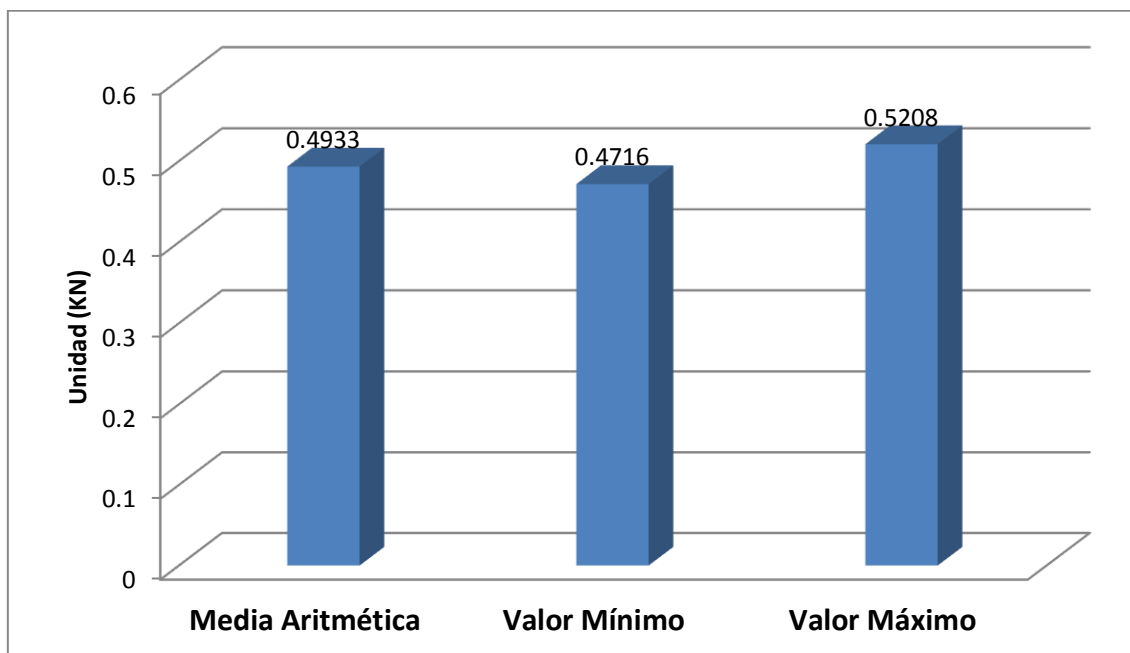
FUENTE : Matriz de datos del investigador

INTERPRETACIÓN:

En el presente cuadro podemos observar que la fuerza de tracción promedio que se necesitó para deformar el alambre en el grupo donde si se aplicó el gel de hipoclorito de sodio, fue de 0.4933 KN; además la fuerza mínima necesaria para la deformación del alambre fue de 0.4716 KN. Mientras que la máxima llegó a 0.5208 KN.

CUADRO N° 2

DEFORMACIÓN DEL ALAMBRE EN EL GRUPO CON EL GEL DE HIPOCLORITO
DE SODIO



FUENTE : Matriz de datos del investigador

CUADRO N° 3

COMPARACIÓN DE LA DEFORMACIÓN DEL ALAMBRE ENTRE EL GRUPO SIN Y
CON HIPOCLORITO

Medición Máxima	Sin Hipoclorito	Con Hipoclorito
Media Aritmética	0.4950	0.4933
Desviación Estándar	0.0066	0.0108
Total	19	19

P = 0.563 (P \geq 0.05) N.S.

FUENTE : Matriz de datos del investigador

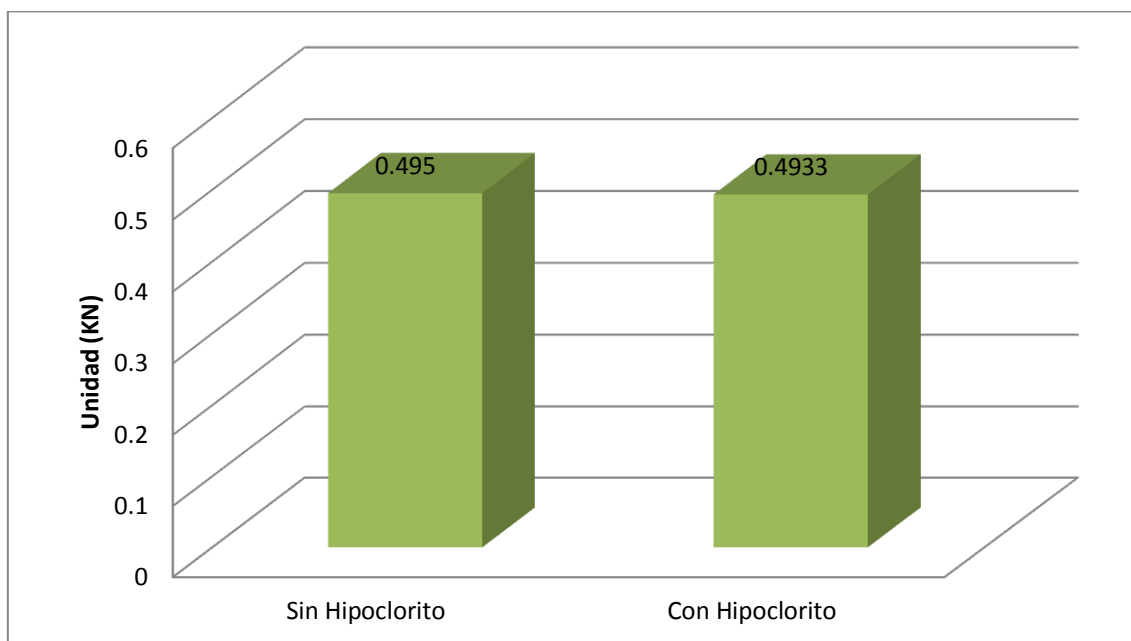
INTERPRETACIÓN:

En el cuadro N° 3 se presenta la comparación entre el grupo tratado con hipoclorito de sodio y el grupo que no recibió este estímulo; apreciándose que para el primero la fuerza de tracción promedio necesaria para deformar el alambre fue de 0.4933 KN, en tanto que para el segundo llegó a 0.4950 KN.

Según la prueba estadística, la diferencia entre ambos grupos es no significativa, es decir, ambos son iguales respecto a la deformación del alambre, lo que quiere decir que ambos grupos se trataron de la misma forma al momento de ser sometidos a la fuerza de tracción ejercida por el equipo de medición.

CUADRO N° 3

COMPARACIÓN DE LA DEFORMACIÓN DEL ALAMBRE ENTRE EL GRUPO SIN Y
CON HIPOCLORITO



FUENTE : Matriz de datos del investigador

CUADRO N° 4

RESISTENCIA A LA FUERZA DE TRACCIÓN DEL SISTEMA ADHESIVO
CONVENCIONAL SIN LA APLICACIÓN DEL GEL DE HIPOCLORITO

Sin Hipoclorito de Sodio	Valores Estadísticos
Media Aritmética	0.2741
Mediana	0.2520
Desviación Estándar	0.0572
Valor Mínimo	0.1836
Valor Máximo	0.3768
Total	19

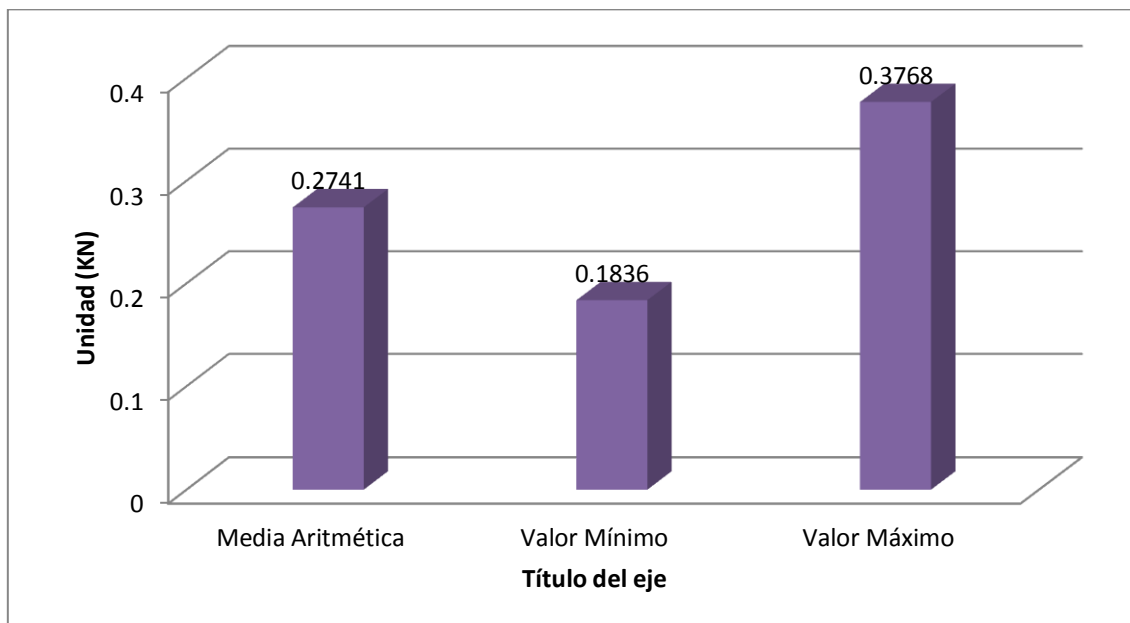
FUENTE : Matriz de datos del investigador

INTERPRETACIÓN:

En el presente cuadro podemos observar que la resistencia a la fuerza de tracción promedio en el grupo donde no se aplicó hipoclorito de sodio, fue de 0.2741 KN; además la resistencia mínima necesaria fue de 0.1836 KN. mientras que la máxima llegó a 0.3768 KN.

CUADRO N° 4

RESISTENCIA A LA FUERZA DE TRACCIÓN DEL SISTEMA ADHESIVO
CONVENCIONAL SIN LA APLICACIÓN DEL GEL DE HIPOCLORITO



FUENTE : Matriz de datos del investigador

CUADRO N° 5

RESISTENCIA A LA FUERZA DE TRACCIÓN DEL SISTEMA ADHESIVO
CONVENCIONAL CON LA APLICACIÓN DEL GEL DE HIPOCLORITO

Con Hipoclorito de Sodio	Valores Estadísticos
Media Aritmética	0.3195
Mediana	0.3180
Desviación Estándar	0.0505
Valor Mínimo	0.2328
Valor Máximo	0.4044
Total	19

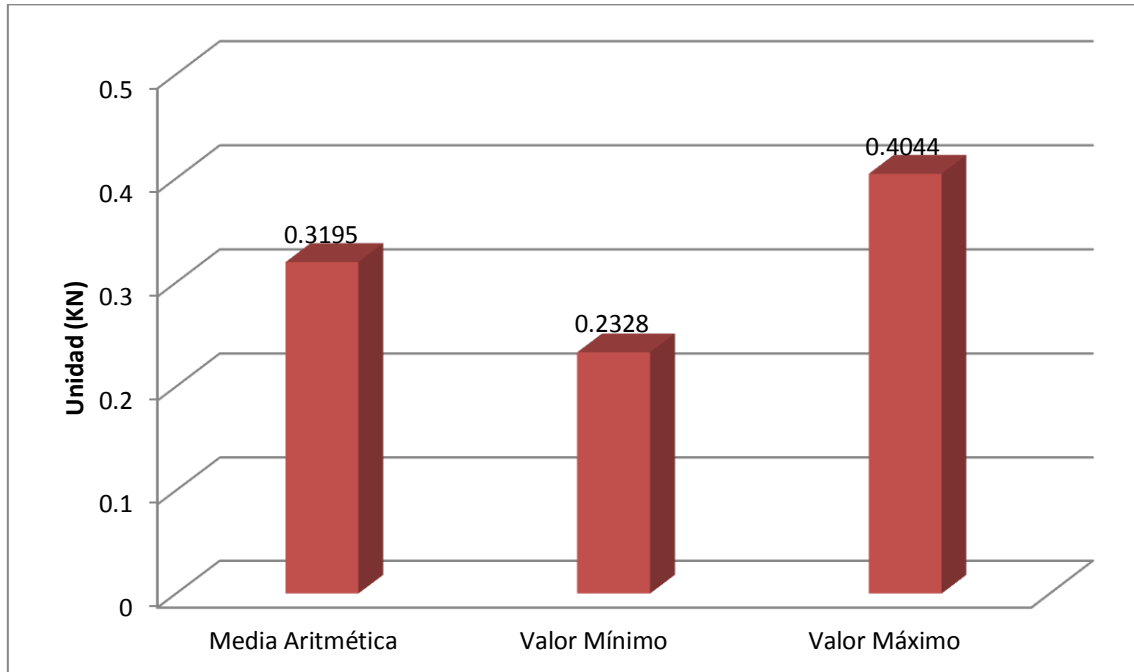
FUENTE : Matriz de datos del investigador

INTERPRETACIÓN:

En el presente cuadro podemos observar que la resistencia a la fuerza de tracción promedio en el grupo donde se aplicó hipoclorito de sodio, fue de 0.3195 KN; además la resistencia mínima necesaria fue de 0.2328 KN. mientras que la máxima llegó a 0.4044 KN.

CUADRO N° 5

RESISTENCIA A LA FUERZA DE TRACCIÓN DEL SISTEMA ADHESIVO
CONVENCIONAL CON LA APLICACIÓN DEL GEL DE HIPOCLORITO



FUENTE : Matriz de datos del investigador

CUADRO N° 6

COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA DE TRACCIÓN DEL
SISTEMA ADHESIVO CONVENCIONAL CON Y SIN LA APLICACIÓN DEL GEL DE
HIPOCLORITO

Medición Mínima	Con Hipoclorito	Sin Hipoclorito
Media Aritmética	0.3195	0.2741
Desviación Estándar	0.0505	0.0572
Total	19	19

P = 0.014 (P < 0.05) S.S.

FUENTE : Matriz de datos del investigador.

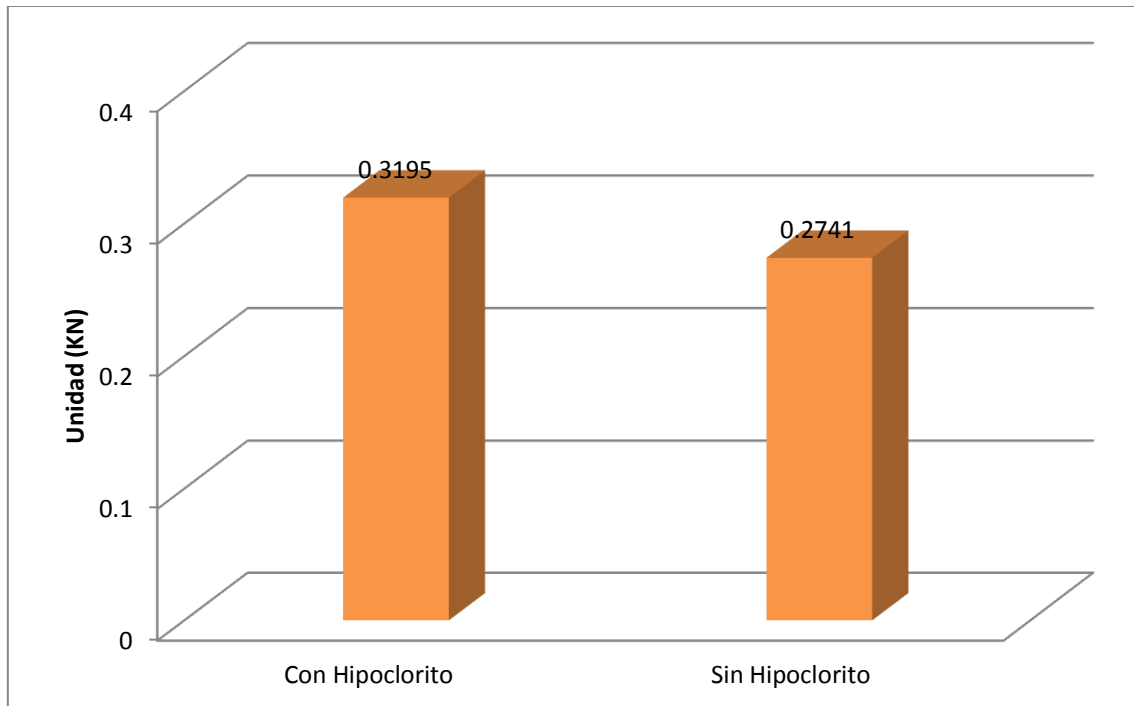
INTERPRETACIÓ

En el cuadro N° 6 se presenta la comparación entre el grupo tratado con hipoclorito de sodio y el grupo que no recibió este estímulo; apreciándose que para el primero la resistencia promedio necesaria fue de 0.3195 KN, en tanto que para el segundo llegó a 0.2741 KN.

Según la prueba estadística, la diferencia entre ambos grupos es significativa, es decir, ambos son diferentes respecto a la resistencia de la resina, lo que quiere decir que el hipoclorito de sodio ayuda a mejorar la adhesión del sistema adhesivo convencional.

CUADRO N° 6

COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA DE TRACCIÓN DEL
SISTEMA ADHESIVO CONVENCIONAL CON Y SIN LA APLICACIÓN DEL GEL DE
HIPOCLORITO



FUENTE : Matriz de datos del investigador

DISCUSIÓN

Dentro de este estudio se pudo verificar que para que exista una correcta y exitosa adhesión es importante considerar los componentes de cada material.

Tras la investigación se vio que el grupo que tenía el gel de hipoclorito de sodio tuvo mayor resistencia a la fuerza de tracción, demostrando así que el hipoclorito de sodio ayuda a remover el material orgánico dando lugar a un mejor acondicionamiento de la superficie.

Sin embargo tras los antecedentes investigativos Miller reporta que no todos los sistemas adhesivos graban de la misma forma en esmalte ya que este varía de acuerdo al tiempo de gravado ácido y la concentración del hipoclorito de sodio.

Es por eso que muchos estudios proponen que para utilizar estos sistemas a nivel del esmalte es preferible que exista un acondicionamiento previo al ácido (Perdigão et al. 2003).

Según Taniguchi et al. (2009) existen varios estudios donde se plantea que la aplicación del hipoclorito de sodio sobre la superficie dentinaria tiene efectos negativos sobre la adhesión. Lo cual se explica debido a que los residuos de radicales libres activos producidos por el efecto de oxidación del hipoclorito de sodio y la dentina inhiben la polimerización de los monómeros del material adhesivo.

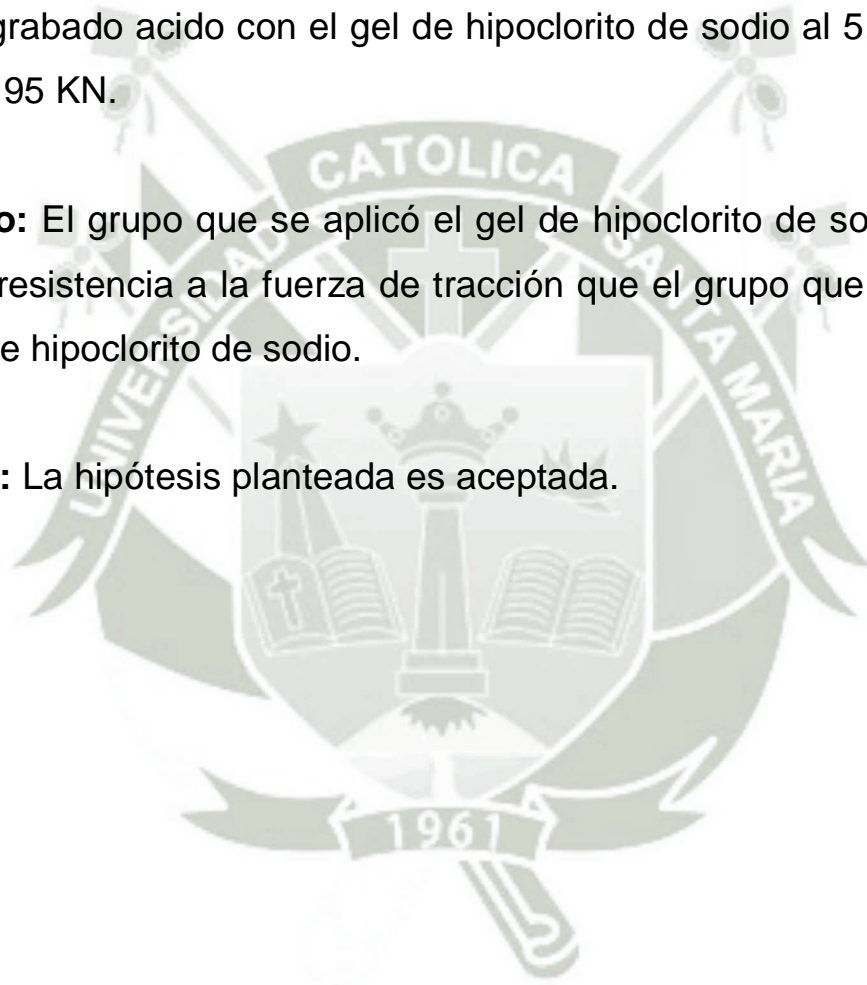
CONCLUSIONES

Primero: La resistencia a la fuerza de tracción del adhesivo que utiliza grabado ácido sin el gel de hipoclorito de sodio al 5,25 % es de 0.2741 KN.

Segundo: La resistencia a la fuerza de tracción del adhesivo que utiliza grabado ácido con el gel de hipoclorito de sodio al 5,25 % es de 0.3195 KN.

Tercero: El grupo que se aplicó el gel de hipoclorito de sodio tiene mayor resistencia a la fuerza de tracción que el grupo que no tiene el gel de hipoclorito de sodio.

Cuarto: La hipótesis planteada es aceptada.

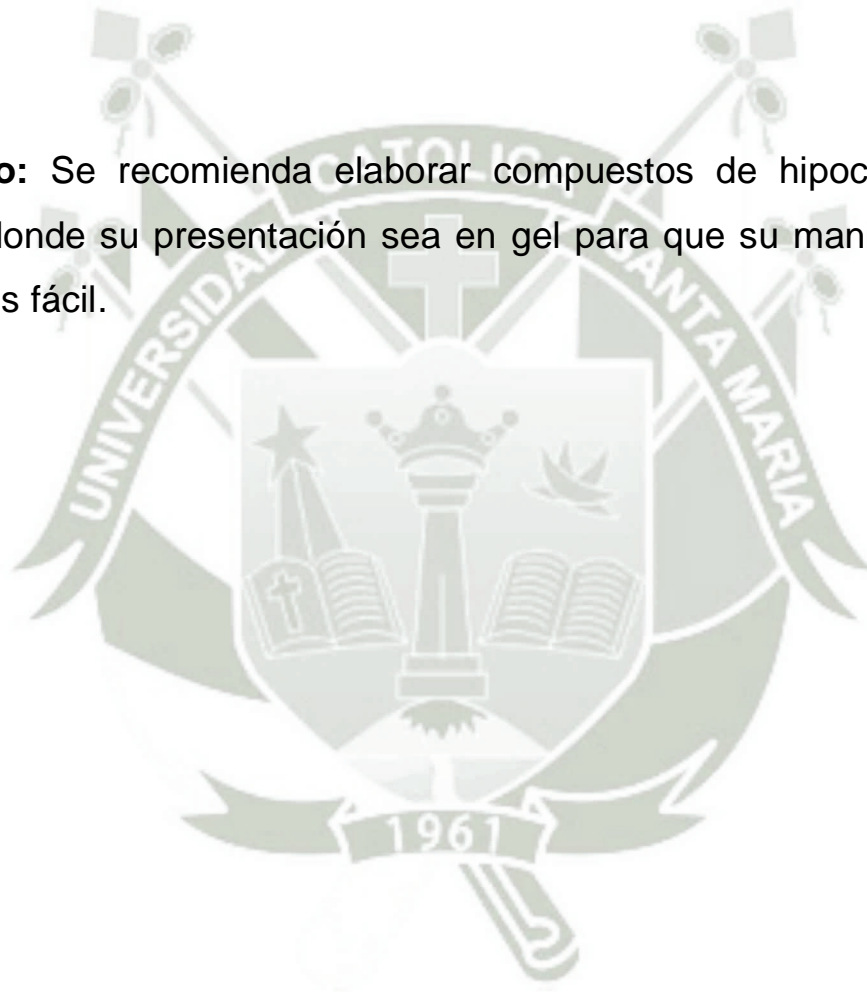


RECOMENDACIONES

Primero: Se recomienda utilizar la técnica modificada porque nos brinda una mayor resistencia a la fuerza de tracción.

Segundo: A nivel investigativo se le recomienda profundizar estudios con diferentes tipos de adhesivos de última generación.

Tercero: Se recomienda elaborar compuestos de hipoclorito de sodio donde su presentación sea en gel para que su manipulación sea más fácil.



BIBLIOGRAFÍA

- BARRANCOS MOONEY, Julio. **OPERATORIA DENTAL**. Cuarta edición. Editorial médica panamericana 2006.
- BOTTINO, Marco Antonio. **ODONTOLOGÍA ESTÉTICA**. Editorial Artes Médicas Ltda. Sao Paulo 2008.
- GUZMAN, Humberto José. **BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS DE USO CLÍNICO**. Tercera edición. Editorial Prisma Asociados Ltda. Colombia 2003.
- BARATIERI, Luis Narciso. **ESTÉTICA**. Segunda Edición. Editorial Santos, Sao Paulo Brasil 2004.
- LANATA, Eduardo Julio. **OPERATORIA DENTAL ESTÉTICA Y ADHESIÓN**. Grupo Guía S.A. 2003.
- HENOSTROZA, H.B. **ADHESIÓN EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA**. Editora Maio, Curitiba Brasil 2003.
- REIS, Alessandra. **MATERIALES DENTALES DIRECTOS**. Editora Santos. 2012.
- FIGUN, Mario. **ANATOMIA ODONTOLOGICA FUNCIONAL Y APLICADA**. Segunda edición. Librería editorial El Ateneo. Argentina 2007.
- MACCHI, RL. **MATERIALES DENTALES**. Cuarta edición. Editorial Panamericana; 2001.
- MIYASHITA, E.; SALAZAR, A. **ODONTOLOGÍA ESTÉTICA: EL ESTADO DEL ARTE**. Sao Paulo; Editora Artes Médicas Ltda; 2005.

- GLADWIN, MARCIA – BAGBY, MICHAEL. **ASPECTOS CLÍNICOS DE LOS MATERIALES EN ODONTOLOGÍA**. Primera edición, editorial El manual moderno 2001.
- LEE, HENRY. **COMPUESTOS ADHESIVOS PARA RESTAURACIONES DENTALES**. Editado por farmacéuticas LEE. 1973.
- RAMOS, JOSÉ ANTONIO. **BIOQUÍMICA BUCODENTAL**. Editorial Síntesis España. 2008.
- VEGA, JOSE MARÍA. **MATERIALES EN ODONTOLOGÍA**. Primera edición, ediciones medico dentales Madrid España 1998.
- De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. J Dent Res. 2005;84:118–132.

INTERNET

- FGM productos.

<http://www.fgm.ind.br/site/produtos.php?prd=23&lng=es>
- Mark A. Latta. William T. Naughton. “**Adhesion de composite a dentina y esmalte utilizando adhesivos auto grabadores**”.

<http://www.dentsply.es/Noticias/clinica4404.htm>
- C.D. Omar J. Neyra Colchado. “**Adhesivos dentales autograbadores: (VI) Mas que un solo paso**”.

http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2004_v1n1/kiru2004v1n1art5.pdf

- Prof. Robert A. Ramirez Molina. **“Adhesión”**

<http://webdelprofesor.ula.ve/odontologia/robertramirez/PDF/13>

- Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

<https://skydrive.live.com/?cid=3df75b08418342ed&id=3DF75B08418342ED%21798&sc=documents>

- Publimed.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

- Freedman, George- Leinfelder, Karl. **“Adhesivos de septima generación”** revisión bibliográfica 2008.

<http://www.sdpt.net/OPCH.htm>

- Mg. C.D. Hans Rudolf Morgenstern Orezza. **“Técnicas de secado y resistencia a la tracción de los materiales adhesivos dentinarios”.**

http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2005_v2n1/kiru2005v2n1art5.pdf

- Self-etching primer, conventional adhesive systems.

<http://www.revistadentaldechile.cl/temas%20agosto%202001/PDF%20AGOSTO%202001/Sistemas%20Adhesivos%20de%20Autograbado.pdf>

- Paz Pumpido, Francisco. **“Biocompatibilidad de los adhesivos dentinarios”**

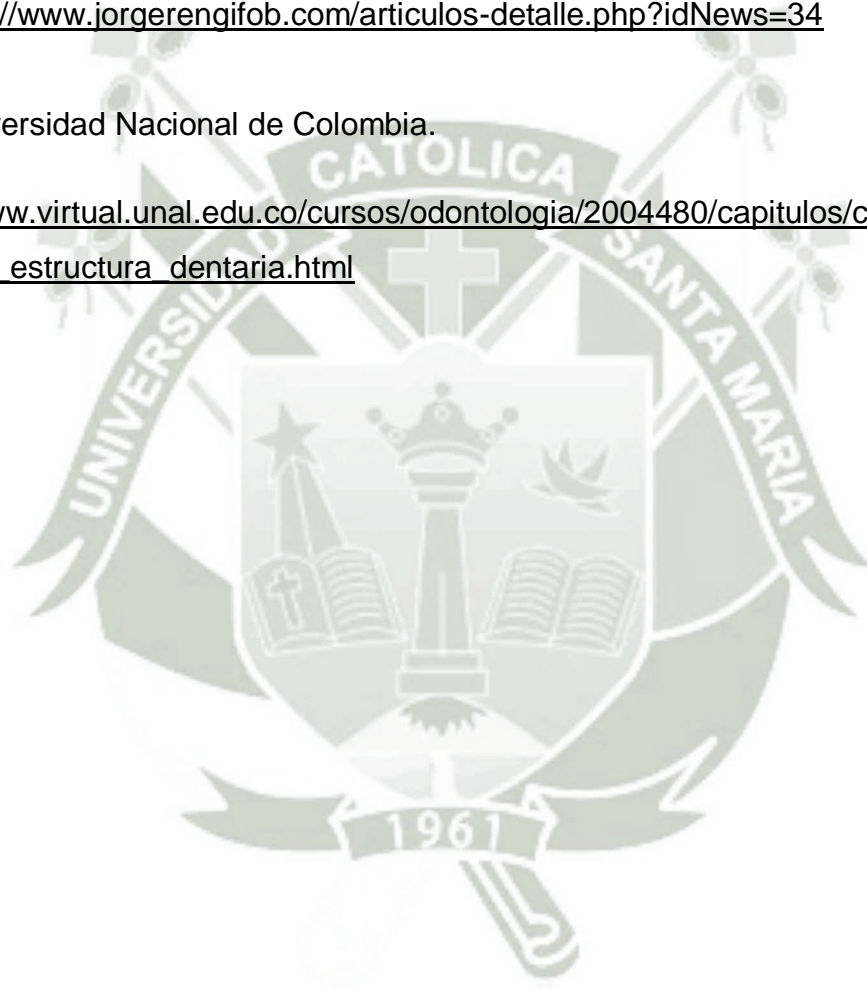
<http://dialnet.unirioja.es>

- Dr. Jorge Rengifo Bernardi. **“Principios básicos de adhesión”**.

<http://www.jorgerengifob.com/articulos-detalle.php?idNews=34>

- Universidad Nacional de Colombia.

http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/2004480/capitulos/capitulo5/adhesion_estructura_dentaria.html





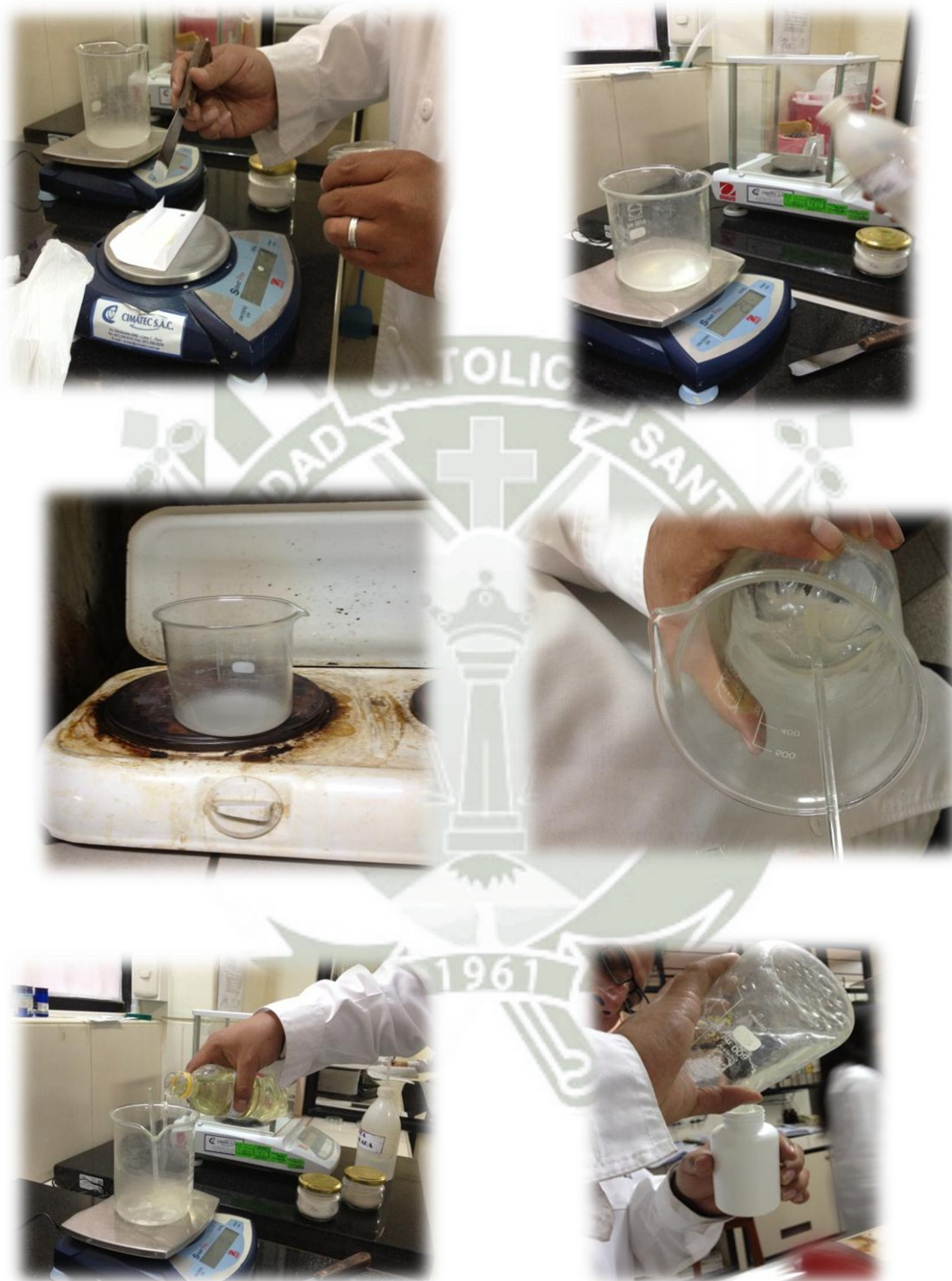
ANEXO N° 1 CUADRO

Grupo	Número de Muestra	Deformación del alambre (KN)	Resistencia a la adhesión (KN)
Adhesión sin hipoclorito de sodio	1	0.5028	0.3516
	2	0.4896	0.3156
	3	0.4836	0.2972
	4	0.4932	0.3768
	5	0.4920	0.2832
	6	0.4944	0.2520
	7	0.5004	0.2568
	8	0.4968	0.2448
	9	0.4980	0.2400
	10	0.4908	0.1980
	11	0.4968	0.2436
	12	0.5016	0.2280
	13	0.4884	0.2448
	14	0.4908	0.2556
	15	0.4884	0.2424
	16	0.4872	0.1836
	17	0.5040	0.3768
	18	0.4992	0.3360
	19	0.5088	0.3324

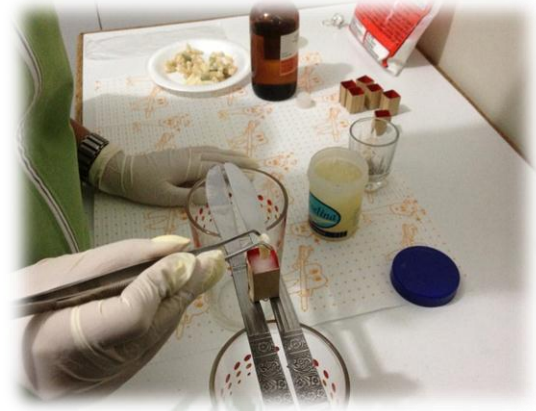
ANEXO N° 2 CUADRO

Grupo	Número de Muestra	Deformación del alambre (KN)	Resistencia a la adhesión (KN)
Adhesión con hipoclorito de sodio	1	0.4716	0.3372
	2	0.4716	0.4044
	3	0.4932	0.3816
	4	0.4920	0.3768
	5	0.4956	0.2964
	6	0.492	0.3180
	7	0.4992	0.3324
	8	0.4956	0.3048
	9	0.4884	0.2436
	10	0.4932	0.3180
	11	0.5016	0.3288
	12	0.4956	0.2328
	13	0.4920	0.2784
	14	0.4884	0.2544
	15	0.4968	0.3708
	16	0.4920	0.3792
	17	0.4872	0.2880
	18	0.5076	0.2688
	19	0.5208	0.3564

ANEXO N° 3: IMÁGENES



PROCESO DE MELIFICACIÓN DEL HIPOCLORITO DE SODIO



ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS



MÁQUINA DE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN