

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA



“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

CIRUJANO DENTISTA

Presentado por:

Bach. Karen Silvana Lunazco Blanco.

TACNA - PERÚ

2014

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por haberme dado la vida, con su infinito amor y bondad me bendijo para llegar hasta aquí y porque sin él, nada sería posible.

A mis padres, por ser el pilar más importante en mi vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, por su perseverancia y constancia, pero sobre todo, por su amor. Sé que este momento es tan especial para ellos, como lo es para mí.

A André y Yéssica, porque todos estos años, desde que tuve la bendición de tenerlos en mi vida, me enseñaron que el amor hacia los hermanos es puro e incondicional a pesar de las diferencias.

A Walter, que me apoyaste en todo momento y de diversas formas, tal vez sin saberlo.

AGRADECIMIENTOS

- *A la Universidad Privada de Tacna y en especial a la Escuela Profesional de Odontología, por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional.*
- *A los docentes de la Clínica Odontológica de la UPT, que participaron en mi formación profesional, por todos los conocimientos y apoyo brindados de manera incondicional, despertando en mí, el amor y pasión por mi carrera.*
- *A mi asesor de tesis, C.D. Dante Pango, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia y paciencia, ha logrado en mí, la motivación necesaria para culminar este proyecto.*
- *A la Directora de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Mg. Dina Cotrado Flores, por haberme brindado gentilmente, las instalaciones del Laboratorio de Suelos, para desarrollar mi tesis.*
- *Al C.D. Mauricio Acosta, por sus enseñanzas durante toda mi vida universitaria y su apoyo desinteresado en la elaboración de este proyecto.*
- *Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en dónde estén, quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.*

A todos ellos, muchas gracias y que Dios los bendiga.

RESUMEN

Objetivos: El objetivo del siguiente estudio fue medir y comparar *in vitro*, las fuerzas de cizallamiento en resinas compuestas, adheridas a esmalte tratado con NaOCl al 5% como agente desproteinizante, aplicado durante 25 y 60 segundos, previamente al grabado ácido y compararlo con las fuerzas de cizallamiento logradas en resinas compuestas adheridas a esmalte sin desproteización previa.

Diseño: Experimental, prospectivo y analítico. **Métodos:** Se utilizaron 42 molares bovinos extraídos recientemente, sin lesiones ni alteraciones del esmalte. Se realizó la profilaxis y troquelado de las piezas dentarias y se dividieron en 3 grupos de 14 piezas dentarias cada uno, para la colocación de resinas compuestas en las superficies mesiales y distales de cada molar, haciendo un total de 28 muestras por grupo de estudio. El esmalte de los grupos B y C, fue desproteinado con NaOCl al 5%, durante 25 y 60 segundos, respectivamente. Sobre los 3 grupos de estudio, se realizó el grabado del esmalte con ácido fosfórico al 37%. Posteriormente, se aplicó un sistema adhesivo con solvente a base de etanol (Optibond S) y se adhirieron cilindros de resina compuesta de 2.5 mm de diámetro x 2.5 mm de altura y se sometieron a 120 ciclos de termociclado para simular las condiciones bucales. Se evaluaron las fuerzas de cizallamiento en cada grupo mediante un aplicador de cargas puntuales adaptado. **Resultados:** el grupo A (control) registró 24.96 (+/-3.25) MPa, el grupo B registró 27.32 (+/-2.55) MPa y el grupo C, 30.11 (+/-2.57) MPa. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los 3 grupos de estudio ($p < 0.05$). **Conclusión:** Existen diferencias significativas en las fuerzas de cizallamiento obtenidas entre los 3 tipos de tratamiento del esmalte para la colocación de resinas compuestas.

PALABRAS CLAVE: Dientes bovinos, grabado ácido, desproteización del esmalte, hipoclorito de sodio (NaOCl), termociclado, fuerzas de cizallamiento.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

ABSTRACT

Objectives: The aim of this study was to measure and compare *in vitro*, shear forces in composites bonded to enamel treated with 5% NaOCl deproteinization agent, applied for 25 and 60 seconds, prior to acid etching and compare it with shear forces achieved in composites bonded to enamel without deproteinization.

Design: Experimental, analytical and prospective. **Methods:** 42 freshly extracted bovine molars, without enamel lesion or defects were used. Prophylaxis and punching the teeth was performed and divided into 3 groups of 14 dental pieces each, for the placement of composites in the mesial and distal surfaces of each molar, making a total of 28 samples per study group. Enamel groups B and C, it was deproteinized with 5% NaOCl for 25 and 60 seconds, respectively. On the 3 study groups, the enamel etching was performed with 37 % phosphoric acid. Subsequently, an adhesive system was applied with a based on ethanol solvent (Optibond S) and 2.5 mm of diameter x 2.5 mm height composites cylinders was adhered, and were subjected to 120 cycles of thermocycling to simulate oral conditions. Shearing forces in each group was assessed by a point load adapted applicator. **Results:** Group A (control) recorded 24.96 (+/-3.25) MPa, group B showed 27.32 (+/-2.55) MPa and group C, 30.11 (+/-2.57) MPa. Statistically significant differences between the 3 study groups ($p > 0.05$) were found. **Conclusion:** There are significant differences in shear forces obtained between 3 types of enamel treatment to composites bonding.

KEYWORDS: Bovine teeth, acid etching, enamel desproteinization , sodium hypochlorite (NaOCl), thermocycling, shear forces.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	08
CAPÍTULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	09
1.1 Fundamentación del Problema	10
1.2 Formulación del Problema	12
1.3 Objetivos de la Investigación	12
1.3.1. Objetivo General	
1.3.2. Objetivos Específicos	
1.4 Justificación	13
1.5 Definición de términos básicos	13
CAPÍTULO II REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	16
2.1 Antecedentes de la investigación	17
2.2 Marco teórico	23
2.2.1 La adhesión en Odontología	23
2.2.2 La técnica adhesiva	26
2.2.3 Fenómenos físicos que influyen en la adhesión	29
2.2.3.1 La energía de la superficie	31
2.2.3.2 La humectancia	32
2.2.3.3. La capilaridad	34
2.2.4 El esmalte	37
2.2.4.1 Acondicionamiento del esmalte	41
2.2.4.2 Adhesión a esmalte	53
2.2.5 Hipoclorito de sodio (NaOCl) y su aplicación en la desproteínización del esmalte	55
2.2.6 Sistemas adhesivos	61
2.2.7 Dientes bovinos como sustrato alternativo a	

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

los dientes humanos	68
2.2.7.1 Descripción macroscópica	70
2.2.7.2 Descripción microscópica	72
2.2.7.3 Características	74
2.2.8 Tests mecánicos para la evaluación de sistemas adhesivos	75
2.2.8.1 Test de microtensión	76
CAPÍTULO III HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES	78
3.1 Hipótesis	79
3.2 Operacionalización de las variables	79
CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	80
4.1 Diseño	81
4.2 Población y muestra	82
4.2.1 Criterios de Inclusión	
4.2.2 Criterios de Exclusión	
4.3 Instrumentos de Recolección de datos	83
CAPÍTULO V PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS	90
5.1. Material	91
5.2. Campo de verificación	94
5.3. Estrategia de investigación	95
5.4. Estrategia para manejar los resultados	96
RESULTADOS	98
DISCUSIÓN	101
CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFÍA	111
ANEXOS	116

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, independientemente del nivel sociocultural, las enfermedades bucales, en especial la caries dental, son las más comunes de las enfermedades crónicas y son un importante problema de Salud Pública por su alta prevalencia, impacto en los individuos y en la sociedad, y el costo de su tratamiento.

La prevalencia promedio de caries a nivel mundial es aproximadamente de un 94% en la población adulta, por esta razón, en la actualidad constituye uno de los mayores problemas de salud pública. Ésta enfermedad trae como consecuencia la pérdida de los tejidos dentales, para lo cual se han utilizado una amplia variedad de materiales restauradores con el fin de restituir sus estructuras y funciones, entre ellos, las resinas compuestas.¹

La Odontología, en nuestros días, ha evolucionado significativamente en el ámbito cualitativo de las técnicas de adhesión.

En virtud de ello, el propósito de este trabajo es determinar la variación de las fuerzas de cizallamiento en resinas compuestas adheridas a esmalte sometido a procedimiento de desproteización con NaOCl al 5% aplicado durante diferentes tiempos a una misma concentración, previamente al grabado ácido, en comparación con los valores obtenidos sin el mencionado tratamiento.

¹ Ministerio de Salud, Perú. MINSA 2013. Web page [fecha de acceso: 25 de noviembre 2013]. Artículo disponible en: http://www.minsa.gob.pe/portada/prensa/notas_auxiliar.asp?nota=10036

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA:

Se han efectuado múltiples investigaciones con el objetivo de encontrar un sistema y procedimiento que modifique la superficie del esmalte haciéndola aun más retentiva para obtener la máxima adhesión.

Actualmente se ha establecido de manera clara y evidente que la esencia de la adhesión se fundamenta en lograr el efecto del grabado ácido, con la condición morfológica retentiva generalizada en toda la superficie dentaria expuesta.

Espinosa y cols. en el 2008, analizaron el efecto de la desproteización de la superficie dentaria, en especial de la superficie del esmalte previo al grabado con ácido fosfórico, refiriendo a la utilización del hipoclorito de sodio a una concentración de 5.25%, el cual actúa como un agente desnaturizador de la superficie del esmalte, asegurando ser una posible estrategia para la optimización de la adhesión. Según estos, el hipoclorito de sodio (NaOCl) actúa directamente en la remoción de los elementos orgánicos en la estructura del esmalte, por lo que su aplicación es considerada como un procedimiento importante previo a la aplicación del sistema de grabado ácido.²

El hipoclorito de sodio, dentro del campo de endodoncia, actúa como solvente orgánico de las estructuras celulares y matrices orgánicas del esmalte, dentina y pulpa. Además de su acción antibacteriana, se

² Donoso M, María José. “Evaluación al microscopio electrónico de barrido de la influencia del NaOCl sobre la superficie del esmalte como procedimiento previo a la aplicación de dos diferentes tratamientos adhesivos. Universidad San Francisco de Quito, mayo 2011.

encarga de la remoción del barro dentinario o comúnmente conocido como “smear layer”, debido a que esta solución trabaja específicamente en lo que refiere a materia orgánica, principalmente sobre proteínas ubicadas en la superficie del esmalte o sobre proteínas que constituyen tanto pulpa como dentina.

Su aplicación como parte del procedimiento adhesivo generaría la remoción del smear layer al igual que la desproteínización de la superficie del esmalte, lo cual conduciría a la obtención de una óptima adhesión a nivel de esta estructura dentaria.

El presente estudio se realizó en esmalte dental por su uniformidad en el sustrato, ya que la dentina posee una estructura heterogénea que, de por sí, produce variaciones en la fuerza de adhesión según su profundidad.

El NaOCl podría ser considerado como uno de los posibles métodos para conseguir una adhesión óptima debido a la remoción de los elementos orgánicos tanto de la estructura del esmalte como de la película adquirida, que podrían estar interviniendo dentro del proceso adhesivo.²

Por todo lo anteriormente señalado, parte la curiosidad por comprender, estudiar y verificar la eficacia del hipoclorito de sodio al 5% como agente desproteínizante del esmalte, aplicado previamente al grabado ácido y su efecto clínico al aplicar fuerzas cortantes en resinas compuestas adheridas a esmalte tratado con hipoclorito de sodio al 5% aplicado durante 25 y 60 segundos como agente desproteínizante, aplicado previamente al grabado ácido en comparación a resinas compuestas adheridas a esmalte sin el mencionado tratamiento.

² Donoso M, María José. “Evaluación al microscopio electrónico de barrido de la influencia del NaOCl sobre la superficie del esmalte como procedimiento previo a la aplicación de dos diferentes tratamientos adhesivos. Universidad San Francisco de Quito, mayo 2011.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

¿Existirán diferencias significativas entre las fuerzas de cizallamiento obtenidas en resinas compuestas adheridas a esmalte con y sin tratamiento de desproteización con NaOCl al 5% previo al grabado ácido?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:

1.3.1. Objetivo General:

Comparar in vitro, las fuerzas de cizallamiento obtenidas en resinas compuestas adheridas a esmalte tratado con NaOCl al 5% como agente desproteinizante del esmalte, aplicado durante 25 y 60 segundos, previamente al grabado ácido y resinas compuestas adheridas a esmalte sin dicho tratamiento.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Determinar las fuerzas de cizallamiento en resinas compuestas adheridas a esmalte sin desproteización con NaOCl al 5%.
- Determinar las fuerzas de cizallamiento en resinas compuestas adheridas a esmalte tratado con NaOCl al 5% durante 25 segundos, previamente al grabado ácido, como agente desproteinizante.
- Determinar las fuerzas de cizallamiento en resinas compuestas adheridas a esmalte tratado con NaOCl al 5% durante 60

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

- segundos, previamente al grabado ácido, como agente desproteinizante.
- Comparar la diferencia de las fuerzas de cizallamiento entre ambos tratamientos realizados sobre la estructura del esmalte.

1.4 JUSTIFICACIÓN:

La importancia del presente estudio es determinar las fuerzas de cizallamiento en resinas compuestas adheridas a esmalte tratado con hipoclorito de sodio al 5% durante 25 y 60 segundos, previamente al grabado ácido, lo cual aumentaría la superficie de adhesión y mejoraría significativamente el poder de unión micromecánica de las resinas compuestas, en comparación a las que se adherirán sobre esmalte donde se aplicará de forma convencional el ácido fosfórico durante 15 segundos para el grabado de la superficie del esmalte.

1.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS:

- **Fuerza de cizallamiento:** Es la fuerza interna que desarrolla un cuerpo como respuesta a una fuerza cortante y que es tangencial a la superficie sobre la que actúa. También llamada esfuerzo cortante.³
- **Adhesión:** Mecanismo que mantiene en contacto dos superficies distintas con irregularidades que traben perfectamente a nivel de una misma interfase, siendo el material que se agrega para

³ Diccionario de física. <http://www.parro.com.ar/fuerza+de+cizallamiento>. Parro Arg.Web page, 2013.

producirla, el adhesivo, y el material sobre el que se aplica, el adherente.⁴ Decimos que es micromecánica cuando, para ser observada, es necesario un microscopio.

- **Adhesivo:** Sustancia interpuesta entre dos superficies y que las mantenga unidas mecánica o químicamente o por interacción de ambas.⁵
- **Hipoclorito de sodio (NaOCl):** Compuesto químico alcalino, solvente orgánico de las estructuras celulares y matrices orgánicas del esmalte, dentina y pulpa.²
- **Desproteínización del esmalte:** Desnaturalización de la matriz orgánica adamantina, produciendo micro porosidades en la superficie.²
- **Grabado ácido:** Sistema creado para mejorar la retención de las resinas compuestas en los dientes. Compuesto de ácido fosfórico al 37 %, produce un entramado de micro porosidades en el esmalte o la dentina, permitiendo que el bonding o resina líquida penetre en ellos y se sostenga mecánicamente, de forma que la resina se sostenga a la vez químicamente del bonding.⁶

² Donoso M, María José. “Evaluación al microscopio electrónico de barrido de la influencia del NaOCl sobre la superficie del esmalte como procedimiento previo a la aplicación de dos diferentes tratamientos adhesivos. Universidad San Francisco de Quito, mayo 2011.

⁴ Barrancos M. Operatoria Dental. Argentina: Editorial Médica Panamericana; Tercera Edición, Corregida 2000.

⁵ Bjorn U: Zachirisson ‘Principios generales y técnica Grabar Venarsable. Editorial Panamericana. Tercera Edición, 2003.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

⁶ Rodríguez Cano, William. Dental World Forums/Grabado ácido [20/12/2013]. Disponible en: <http://dentalw.com/dw/foros/posts/16929.html>

- **Termociclado:** Proceso de laboratorio que permite oscilaciones de temperatura, semejando las posibilidades del medio bucal.⁷
- **In vitro:** Técnica para realizar un determinado experimento en un ambiente controlado, fuera de un organismo vivo.

⁷ León Velarde Freyre, Claudia. Absorción acuosa de diferentes resinas compuestas, polimerizadas con luz halógena o luz de leds, en las primeras 24 y 48 horas. Universidad San Martín de Porres. Lima, Perú. 2005.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

“USO DE HIPOCLORITO DE SODIO PARA INCREMENTAR LA FUERZA DE CIZALLAMIENTO, SOBRE RESINAS ADHERIDAS A ESMALTE DESPROTEINIZADO ANTES DEL GRABADO, COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS ADHESIVOS”.⁸

Objetivos: Determinar si existe aumento de la fuerza de unión entre el brácket y el esmalte, mediante la eliminación de las sustancias orgánicas con hipoclorito de sodio al 5,25% de la superficie del esmalte antes del grabado, mediante pruebas de resistencia al cizallamiento usando 2 sistemas adhesivos: una resina compuesta y un RMGI. *Materiales y métodos:* Setenta y seis premolares humanos extraídos fueron limpiados, y al azar divididos en cuatro grupos (2 experimentales y 2 control), con 19 premolares en cada grupo. En el grupo 1 (experimental) y grupo 2 (control), los bráckets fueron adheridos a los dientes utilizando Transbond XT (3M Unitek) y en el grupo 3 (experimental) y grupo 4 (de control), se utilizó Fuji Ortho LC (GC América). Las superficies vestibulares de los premolares en los grupos experimentales 1 y 3 fueron desproteinizados con NaOCl al 5,25 % durante 1 minuto seguido de lavado, secado y

⁸ Justus, Roberto; Cubero, Tatiana; Ondarza, Ricardo; Morales, Fernando. “A new technique with sodium hypochlorite to increase bracket shear bond strength of fluoride releasing resin modified glass ionomer cements: comparing shear bond strength of two adhesive systems with enamel surface desproteinization before etching”. México, 2013.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

tratamiento con ácido fosfórico durante 30 segundos. Posteriormente, el ácido se aclaró y el esmalte se secó. En los cuatro grupos, se procedió a la colocación de los brackets según las instrucciones del fabricante. Los dientes se almacenaron a continuación en agua destilada a temperatura ambiente por 24 horas, luego se sometieron a 500 ciclos de termociclado, entre 5°C y 55°C, luego se colocaron en agua destilada a una temperatura constante de 37°C durante 24 horas. Se montaron las muestras en bloques de acrílico y se aplicaron fuerzas de cizalla usando una máquina de ensayo universal Instron. Se utilizó un análisis de varianza para determinar si había una diferencia significativa en SBSS entre los 4 grupos de ensayo. **Resultados:** Por mm^2 , la media para Transbond XT con NaOCl fue $9,41 \pm 4,46$ MPa; para Transbond XT sin NaOCl, $8,12 \pm 3,10$ MPa; para Fuji Ortho LC con NaOCl fue $9,64 \pm 5,01$ MPa, y para Fuji Ortho LC sin NaOCl fue $5,71 \pm 3,87$ MPa. **Conclusión:** el uso de NaOCl, mejora la fuerza de unión, pero esta no es significativa. No hay diferencias significativas entre el uso de Fuji Ortho LC y Transbond XT, de modo que posiblemente sería mejor utilizar Adhesivos liberadores de fluoruro.

“DESPROTEINIZACIÓN DEL ESMALTE ANTES DEL GRABADO ÁCIDO Y SU EFECTO EN LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO, ESTUDIO IN VITRO”.⁹

Objetivo: Este estudio se realizó para evaluar el efecto de la desproteínización del esmalte con NaOCl al 5,25 %, antes del grabado con

⁹ Harleen N, Ramakrishna Y, Munshi A. “Enamel desproteinization before acid etching and its effect on the shear bond strength--an in vitro study”. Dept. of Pedodontics and Preventive Dentistry, K. D. Dental College and Hospital, Mathura, U.P., India. 2011.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

H₃PO₄ y se evaluó la resistencia al cizallamiento. **Material y método:** Cuarenta molares humanos permanentes, extraídos por motivos periodontales: Grupo A (20 dientes): superficie del esmalte de 5x4mm fue grabado con gel de H₃PO₄ al 37%, durante 15 segundos, se lavaron con agua destilada y se secaron al aire. Se aplicó una capa de Adper Single Bond 2, se colocó y fotopolimerizó por 20 segundos un bloque de resina compuesta Filtek Z -350 XT de 5 mm de longitud, 4 mm de ancho y 5 mm de altura, construido y fotopolimerizado en incrementos de 20 segundos cada uno. Grupo B (20 dientes): La superficie del esmalte se trató con NaOCl al 5,25 % durante 60 segundos, se lavó con agua destilada y se grabó con gel de H₃PO₄ al 37 % de durante 15 segundos, se lavan con agua destilada y secado al aire. Se aplicó una capa de Adper Single Bond 2, se colocó y fotopolimerizó por 20 segundos un bloque de resina compuesta. Se midió la resistencia al cizallamiento de todas las muestras (en MPa) sobre una máquina Instron para pruebas mecánicas. **Resultados:** El valor de resistencia al cizallamiento media para el Grupo A fue de 13,51 +/-5.726 MPa y para el Grupo B es 15,06 +/-6.220 MPa. No se observó ninguna diferencia estadísticamente significativa en las fuerzas de adhesión al cizallamiento entre los dos grupos. **Conclusiones:** No se observó ningún efecto significativo de la desproteínización del esmalte con NaOCl al 5.25% en la resistencia al cizallamiento del adhesivo Adper Single Bond 2 y resina compuesta Filtek Z -350 XT antes del grabado ácido en este estudio.

“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE DOS TRATAMIENTOS DE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE PARA MEJORAR LA ADHESION DEL BRACKET. HIPOCLORITO DE SODIO AL 5%

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

VS. PIEDRA POMEZ”.¹⁰

Objetivo: Determinar la eficacia de dos tratamientos de la superficie del esmalte (piedra pómez e hipoclorito de sodio al 5%) previos al grabado ácido, versus técnica convencional para mejorar la adhesión brácket - esmalte. **Materiales y métodos:** Se hizo una profilaxis con piedra pómez en el grupo de control, durante 10 segundos por cada superficie, mientras que se aplicó con ayuda de un microbrush el hipoclorito de sodio al 5% sobre la superficie del esmalte de las piezas dentales del grupo experimental. Se procedió al grabado ácido en ambos grupos y a la posterior colocación de adhesivo y bloque de resina. Se almacenaron en agua bidestilada y se colocaron en una estufa de cultivo a 37° durante 7 días. Posteriormente, se sometieron a la mordaza de la máquina universal de pruebas marca Instron, modelo 4465 para realizar la prueba de cizalla. **Resultados:** La mayor fuerza de adhesión, se obtuvo en el grupo experimental de NaOCl más ácido fosfórico, con una diferencia significativa en relación al grupo control sin la aplicación de NaOCl.

“EVALUACIÓN AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO, DE LA INFLUENCIA DEL HIPOCLORITO SOBRE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE COMO PROCEDIMIENTO PREVIO A LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES TRATAMIENTOS ADHESIVOS”.²

² Donoso M, María José. “Evaluación al microscopio electrónico de barrido de la influencia del NaOCl sobre la superficie del esmalte como procedimiento previo a la aplicación de dos diferentes tratamientos adhesivos. Universidad San Francisco de Quito, mayo 2011.

¹⁰ Cárdenas León, Amalia de Jesús; Ramírez Benítez, Alma Gloria. “Estudio comparativo entre dos tratamientos de la superficie del esmalte para mejorar la adhesión del bracket: hipoclorito de sodio al 5% vs. piedra pómez”. México, 2011.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

Objetivo: a través de observaciones al MEB, determinar las características topográficas y modificación de la superficie del esmalte tras la desproteínización 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. **Resultados:** 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. **Conclusión:** La acción del hipoclorito sobre la superficie del esmalte, asegura una mejor acción del ácido fosfórico en cuanto a modificación de la superficie dental haciéndola más favorable desde el punto de vista adhesivo.

“DESPROTEINIZACIÓN DEL ESMALTE Y SU EFECTO EN EL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO”.¹¹

Objetivo: Identificar in vitro, las características topográficas de la superficie del esmalte desproteínizado y grabado con ácido fosfórico (H₃PO₄) en comparación con la aplicación únicamente de ácido fosfórico. **Material y método:** Diez primeros y segundos molares inferiores permanentes extraídos fueron pulidos con piedra pómez y agua, se dividieron en 4 secciones iguales con propiedades físicas y químicas similares. Las superficies del esmalte de cada grupo fueron sometidos a los siguientes tratamientos: Grupo A: grabado ácido con H₃PO₄ al 37% durante 15 segundos. Grupo AH1: NaOCl al 5,25% durante 30 segundos, seguido por grabado ácido con H₃PO₄ 37 % durante 15 segundos. Grupo

¹¹ Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Saadia M. “Enamel desproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study”. Department of Oral Rehabilitation, Health Science and Environmental Center, Universidad de Guadalajara. 2008.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

AH2: NaOCl al 5,25% durante 60 segundos seguido de grabado ácido con H₃PO₄ 37 % durante 15 segundos. **Resultados:** El grupo AH2 alcanzó una superficie de grabado total de 76,6 mm² (94,47% con patrón de grabado tipo I y II), seguido por el grupo AH1 con 55,9 mm² (74,1% tipo I y II) y finalmente, el grupo A con sólo 36,8 mm² (48,83% tipo I y II) del área total de grabado. **Conclusión:** Existe diferencia estadística significativa ($P < 0,05$) entre los 3 grupos, lo que lleva a la conclusión de que la desproteínización del esmalte con NaOCl al 5,25% durante 1 minuto antes del grabado ácido con H₃PO₄, aumenta el acondicionamiento de la superficie del esmalte, así como la calidad del patrón de grabado.

“EFECTO DE DESINFECTANTES CAVITARIOS EN LA FUERZA DE ADHESIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS A ESMALTE DENTAL”.¹²

Material y método: Se obtuvieron 12 incisivos centrales inferiores bovinos, lavados meticulosamente con agua, y se eliminaron restos de tejido blando. Se realizaron cortes a nivel de los cuellos de las piezas dentarias, se eliminó el contenido de la cámara pulpar con cureta de dentina y lavado con abundante suero fisiológico. Se introdujo ionómero de vidrio restaurador y se desgastó el esmalte de la cara vestibular aproximadamente 1mm con lija para agua, sin llegar a dentina hasta obtener una superficie vestibular plana. Se dividieron en 3 grupos: G1 (para clorhexidina 2% x 40 seg), G2 (para hipoclorito de sodio 2.5% x 40 seg), G3 (grupo control). Se grabó con ácido fosfórico al 35% durante

¹² Salazar Lipa, Gina. “Efecto de desinfectantes cavitarios en la fuerza de adhesión de los sistemas adhesivos a esmalte dental”. Lima, Perú. 2008

15 seg, se aplicó sistema adhesivo Single Bond (3M). Se colocó la resina de nanorelleno Filtek Z350 (3M) de 6mm de diámetro x 3 mm de altura mediante técnica incremental. Se almacenaron en saliva artificial a 37° C durante 24h (período corto). Se realizaron cortes milimétricos: muestras de 1x1x8 mm, en un extremo, la resina compuesta, hacia el centro la interfase adhesiva y en el otro extremo esmalte y dentina. Para la prueba de cizalla se utilizó un microtensiómetro Microtensile tester. **Resultados:** Grupo control obtuvo una fuerza de adhesión de 25.44 MPa, el grupo de clorhexidina al 2%, 19.99 MPa, el grupo de NaOCl al 2.5% obtuvo 20.78 MPa. **Conclusión:** No se observaron diferencias significativas entre los valores de fuerza de adhesión de los grupos experimentales.

2.2 MARCO TEÓRICO:

2.2.1 LA ADHESIÓN EN ODONTOLOGÍA:

Se han realizado múltiples investigaciones y se han buscado variaciones de materiales y procedimientos necesarios para lograr una adhesión de los materiales restauradores a la superficie dentaria que sea confiable y perdurable. Actualmente se conoce que la adhesión a nivel de esmalte es más efectiva y predecible en comparación a la adhesión conseguida a nivel dentinario. La adhesión a esmalte está dada a partir del anclaje micromecánico que proporcionan las irregularidades producidas por el grabado ácido previo a la técnica adhesiva, dando lugar a una adhesión de gran efectividad, confiabilidad y mínima susceptibilidad.¹³

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

El grabado ácido fue descrito por primera vez en 1955 por Buonocore, quien se inspiró en el empleo industrial de ácido fosfórico al 85% para facilitar la adhesión de pinturas y resinas a superficies metálicas. Fue así como estableció la posibilidad de obtener adhesión entre la resina y el esmalte dentario una vez que este ha sido acondicionado con ácido fosfórico al 85% durante 30 segundos. A partir de estos resultados, se realizaron otros estudios en los cuales se utilizaron concentraciones mayores y menores de ácido fosfórico para tratar la superficie dental, y eliminar alrededor de 10µm de la superficie adamantina, creando en esta un sinnúmero de porosidades que van entre las 5 y 50µm.¹⁴

Ante esta situación, posteriormente Gwinnet en 1971, en conjunto con Buonocore, manteniendo la idea inicial de acondicionar previamente, el esmalte para conseguir un mejor efecto adhesivo sugirieron la utilización de concentraciones de ácido más bajas para así evitar la formación de precipitados que pudieran intervenir negativamente con la adhesión. Los resultados obtenidos a partir del uso de concentraciones inferiores al 27% mostraron la formación de un precipitado de monohidrato de fosfato dicálcico, el cual resultaba difícil de ser retirado y podía afectar directamente la adhesión. A partir de esto se aplicaron concentraciones mayores entre 40 y 50% con el objetivo de obtener mejores resultados.

A lo largo tiempo, y tras diferentes investigaciones fueron los mismos protagonistas quienes obtuvieron igualmente efectos negativos al aplicar concentraciones tan altas ya que el ácido logró

¹⁴Roberson, Theodore M., Heymann, Harald O., Swift Edward J. “Arte y ciencia de la odontología conservadora”. 5ta ed. Elsevier. Madrid, España. 2007.

disolver menos calcio dando lugar a patrones de grabado con peor definición que si se empleaban concentraciones inferiores al 40%. Roberson y Silverstone, en 1975 determinaron que la aplicación del H₃PO₄ a una concentración de 30% a 40% daba lugar a una superficie de esmalte óptimamente retentiva.¹⁴

Por su parte, Fusayama en 1979 como complemento a Gwinnet y Buonocore, describió los efectos del ácido fosfórico al 40% como mecanismo importante para la formación de tags resinosos a nivel de los microporos del esmalte y los túbulos dentinarios para el aumento de la fuerza adhesiva tanto a nivel del esmalte como de la dentina.

Es así como a partir de la realización de los estudios anteriormente expuestos, en complemento con algunos otros, en la actualidad se ha establecido que la superficie rugosa obtenida a partir del grabado ácido aumenta notoriamente el área de contacto y sobre todo la energía superficial. De esta manera, al aplicar una resina de baja viscosidad, como lo son los sistemas adhesivos, estos tenderán a difundirse a través de las microporosidades de la superficie estableciendo así un íntimo contacto que logrará una adhesión micromecánica al esmalte dentario.¹⁵

¹⁴ Roberson, Theodore M., Heymann, Harald O., Swift Edward J. “Arte y ciencia de la odontología conservadora”. 5ta ed. Elsevier. Madrid, España. 2007.

¹⁵ Barrancos Mooney, J. “Operatoria Dental. Integración clínica”. 4ta ed. Panamericana. Buenos Aires, Argentina, 2006.

2.2.2 LA TÉCNICA ADHESIVA:

Actualmente la adhesión se ha vuelto una práctica común y corriente que se aplica en un sinnúmero de acciones clínicas como parte de la ciencia odontológica.¹⁶

Los productos y técnicas adhesivas se utilizan para sellados, restauraciones estéticas, restauraciones directas e indirectas, reconstrucciones protésicas, cementación de postes, carillas, coronas y puentes, ferulizaciones periodontales, aplicación de brackets ortodónticos, entre otros procedimientos importantes dentro de la clínica dental.

La Real Academia Española de la Lengua establece que la palabra “adhesión” deriva del latín, *adhaesio*, y refiere a la “atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie química”. Según la American Society for Testing and Materials (ASTM), la adhesión refiere al “contacto o fenómeno mediante el cual dos superficies de igual o distinta naturaleza se mantienen unidas por las fuerzas interfaciales, sean estas físicas, químicas o por interacción de ambas”.¹³

Joubert, en el 2010 describió a la adhesión como el fenómeno por el cual existe aproximación de dos superficies y se tiene por meta final que una de las superficies no se separe de la otra aunque no se haya utilizado un adhesivo para mantenerlas juntas. Entonces,

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

¹⁶ Brenna, F. “Odontología restauradora: Procedimientos terapéuticos y perspectivas de futuro”. Elsevier Masson. Barcelona, España. 2010.

mientras las dos partes no se separen y se mantengan unidas, significa que se ha conseguido adhesión.¹⁷

Packham en 1992 denominó a la superficie o substrato que se adhiere como “adherente”, al adhesivo como la sustancia capaz de mantener juntas a las superficies resistiendo a su separación y al espacio que existe entre estas dos superficies lo denomina “interfase”. En el caso de la Odontología, existen tres substratos diferentes: el diente, el material de restauración y el adhesivo, que unidos, darán lugar siempre a dos interfases: adhesivo-diente y material de restauración-adhesivo.¹⁸

En la actualidad la adhesión es clasificada como unión física macro o micromecánica y unión química. En la adhesión física o retención mecánica, pueden darse dos situaciones. Por ejemplo, aquella situación en la que se prepara una cavidad para amalgama, y se observa claramente como las paredes cavitarias se enfrentan al material restaurador, eso es adhesión física o macromecánica. Mientras que cuando utilizamos la técnica de grabado ácido adamantino y obtenemos en este tejido la formación de microporos, donde se aloja y endurece el material adhesivo para producir una retención mecánica, es una situación también conocida como una adhesión física pero de magnitud micromecánica. Este es el caso de la adhesión presente a nivel de esmalte y dentina, en los cuales casi todos los casos de adhesión dental se basan

¹⁷ Joubert Hued, R. “Odontología Adhesiva y estética”. Ripano-Editorial Médica. Madrid, España. 2010.

¹⁸ Marro Alesso, C. “Evaluación de un sistema adhesivo de grabar y lavar de dos pasos en dentina grabada vs dentina grabada y tratada con NaOCl”. Tesis Doctoral. Facultad de Odontología de la Universidad de Granada. Granada, España. 2010.

principalmente en una unión esencialmente micromecánica.¹⁴

Por otra parte, la adhesión química refiere a aquella situación en la que la unión depende de un intercambio iónico molecular y no de enfrentamiento o fricción mecánica entre las superficies, situación que se observa entre los materiales a base de ionómero de vidrio y minerales del diente o entre los enlaces iónicos instaurados entre los ácidos poliacrílicos e hidroxiapatita.¹⁷

El esmalte a través de los radicales hidroxilos de la hidroxiapatita, y la dentina a través de los mismos radicales de la hidroxiapatita y los radicales presentes en las fibras colágenas (carboxilos, aminos y cálcicos) los convierten tanto al esmalte como a la dentina en estructuras potencialmente receptivas a uniones químicas.¹³

Dino et al. en el 2009 estableció que la adhesión química también implica algo de adhesión física, ya que las reacciones químicas adhesivas involucran cambios dimensionales.¹⁹

De esta manera la capacidad de los adhesivos les permite unirse por un lado al diente mediante una retención micromecánica, mientras que por el otro lado se unen a resinas compuestas o cementos resinosos en función de una unión química.¹⁴

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

¹⁴ Roberson, Theodore M., Heymann, Harald O., Swift Edward J. “Arte y ciencia de la odontología conservadora”. 5ta ed. Elsevier. Madrid, España. 2007.

¹⁷ Joubert Hued, R. “Odontología Adhesiva y estética”. Ripano-Editorial Médica. Madrid, España. 2010.

¹⁹ Dino, R., Cerutti, A., Magani, F., Putignano, A. “Restauraciones Estéticas-Adhesivas Indirectas Parciales en Sectores Posteriores”. Amolca. Torino, Italia. 2009.

Para que se produzca una adhesión química o física es elemental que las dos sustancias estén en contacto lo más cercano posible entre sí. Sin embargo, es difícil imaginar cómo dos superficies sólidas pueden estar tan cercanas, manteniendo en cuenta su superficie firme y estable. Un método para garantizar un acoplamiento íntimo podría ser el de convertir una de las superficies a un estado líquido o plástico para lograr que esta se deslice y se apoye con facilidad adaptándose a la otra superficie sólida. Dentro de los sistemas adhesivos modernos utilizados en odontología, se considera al adhesivo como el elemento líquido que pasa a ubicarse entre las superficies sólidas, permitiendo eliminar la brecha que existe entre estas, tornándolas en superficies precisas y complementarias.¹⁹

2.2.3. FENÓMENOS FÍSICOS QUE INFLUYEN EN LA ADHESIÓN:

Todo átomo o molécula externa de una superficie tiende a moverse en una estructura molecular por la energía cinética que posee. En el caso de los líquidos este movimiento es limitado, y en el caso de los sólidos este movimiento es casi nulo.²⁰

Por otra parte, toda molécula libre tiende (por cohesión) a acercarse y a atraer a sus moléculas vecinas. Esta atracción por cohesión en

¹⁹ Dino, R., Cerutti, A., Magani, F., Putignaro, A. “Restauraciones Estéticas-Adhesivas Indirectas Parciales en Sectores Posteriores”. Amolca. Torino, Italia. 2009.

²⁰ Barrow, Gordon M. “Química y Física”. 4ta ed. Editorial Rerveté, S.A. Barcelona, España. Reedición 2002.

las moléculas superficiales está presente en todos los materiales, y gracias a este fenómeno se entiende la capacidad de atracción de moléculas de otros materiales colocados en la superficie dentaria. Los cuerpos metálicos y cristalinos (como por ejemplo el esmalte) poseen una alta energía superficial, a diferencia de los cuerpos orgánicos (como la dentina) que presentan una baja energía superficial.²¹

Las caras libres de las moléculas de una superficie son las que provocan que la superficie de un sólido tenga fuerzas de cohesión, induciéndolo a atraer a otras sustancias. La capa mono molecular superficial que presenta una cara libre recibe el nombre de sustrato. Esta capa del cuerpo es la que posee la capacidad de también atraer moléculas libres del medio por adsorción, el cual es un fenómeno por el cual el cuerpo sólido atrae moléculas libres del medio en el que está inmerso (en este caso en fluidos) y estas moléculas se retienen o se concentran en la superficie. Esta acumulación de átomos libres en la superficie se conoce como sustrato adsorbido.¹³

En este caso se habla de que las moléculas se han adsorbido sobre la superficie sólida, siendo este proceso distinto al de la penetración de las moléculas en la masa de otro componente, el cual viene a ser un fenómeno distinto conocido como absorción.²²

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

²¹ Marques, A.C. “Efecto del envejecimiento en la microfiltración de restauraciones clase V de resina compuesta adheridas con adhesivos autograbadores”. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Granada, España. 2007.

²² Sumitt J.- Robbins W. Van Meerbek. “Enamel and Dentin Adhesion”. Fundamentals of operative Dentistry: A contemporary approach 3ra ed. Chicago, USA. p. 178-235. 2006

Por su parte, la absorción refiere al fenómeno de penetración de las moléculas de una sustancia entre las de otra sustancia, o bien, el ingreso de moléculas líquidas en el interior de un cuerpo sólido dando lugar a la formación de una nueva disolución o una auténtica combinación química.²⁰

2.2.3.1. LA ENERGÍA DE SUPERFICIE:

En los procesos adhesivos es importante contar con una superficie con alta energía superficial, por ejemplo encontrada en el esmalte limpio, libre de sustrato adsorbido. El sustrato adsorbido es capaz de reducir la energía superficial del sólido además de que el adhesivo interactuará con este y no con el sustrato superficial del sólido, logrando disminuir la fuerza adhesiva (tanto química como física).¹³

Es por esto que se destaca la importancia de limpiar toda superficie que va a recibir material restaurativo, por su parte el esmalte presenta facilidad para la adsorción de moléculas acuosas del medio bucal y el biofilm, lo cual afectaría reduciendo su energía superficial, y con esto su potencial de adhesión.¹⁴

Tanto la energía superficial como la tensión superficial, son

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

¹⁴ Roberson, Theodore M., Heymann, Harald O., Swift Edward J. “Arte y ciencia de la odontología conservadora”. 5ta ed. Elsevier. Madrid, España. 2007.

²⁰ Barrow, Gordon M. “Química y Física”. 4ta ed. Editorial Rerveté, S.A. Barcelona, España. Reedición 2002.

manifestaciones de energía de las superficies libres (ya sea de un sólido o de un líquido). La tensión superficial refiere a la fuerza contráctil a la cual están sometidos los átomos externos hacia el cuerpo central. Por esta se entiende, la atracción que existe de las moléculas internas de un líquido sobre las moléculas ubicadas en la superficie del mismo. Esto indica la tendencia de un líquido a ocupar el mínimo volumen posible, tendiendo a presentar la menor relación superficial, volumen que geoméricamente es lo que da formación a la esfera o “gota”. La compatibilidad fisicoquímica se obtiene cuando el adhesivo es de baja tensión superficial y el sustrato tiene elevada energía superficial.¹⁹

2.2.3.2. LA HUMECTANCIA:

Roberson et al. determinan que para conseguir una buena adhesión es necesario formar una interfase íntima microscópicamente. La formación de esta interfase se entiende por el efecto de humectación del adherente por parte del adhesivo. Entonces, para producir una buena unión, es necesario que exista una buena humectación, considerando que el adhesivo debe ser absolutamente capaz de humedecer el sustrato (esmalte, dentina o cemento) para que se establezca un contacto íntimo entre ambos.¹⁴

¹⁴ Roberson, Theodore M., Heymann, Harald O., Swift Edward J. “Arte y ciencia de la odontología conservadora”. 5ta ed. Elsevier. Madrid, España. 2007.

¹⁹ Dino, R., Cerutti, A., Magani, F., Putignano, A. “Restauraciones Estéticas-Adhesivas Indirectas Parciales en Sectores Posteriores”. Amolca. Torino, Italia. 2009.

La humectancia indica que mientras más baja sea la tensión superficial de un líquido frente a un sólido de alta energía superficial, mejor será la humectación de este sólido, mientras que si el líquido presentara una alta tensión superficial y el sólido una baja energía superficial, la humectación será mínima, debido a la dificultad del líquido por mojar al sólido, dando lugar a una mayor formación de gotas sobre la superficie.¹⁴

De esta manera, la humectabilidad de un material sólido dependerá de la energía superficial del substrato y de la tensión molecular de la periferia del líquido. La capacidad de un adhesivo para humectar una superficie puede evaluarse midiendo el ángulo de contacto que se forma al aplicar una gota de este adhesivo sobre la superficie. El ángulo de contacto que representa la medición de la humectabilidad, al tener el fluido la capacidad de expandirse con facilidad generando un estado de humectación completa de la superficie, este ángulo de contacto se aproximará a los cero grados, mientras que si la capacidad del líquido por expandirse sobre la superficie se ve limitada, el ángulo de contacto presentará valores mayores, indicando un humectado deficiente y la formación de gotas.¹³

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

¹⁴ Roberson, Theodore M., Heymann, Harald O., Swift Edward J. “Arte y ciencia de la odontología conservadora”. 5ta ed. Elsevier. Madrid, España. 2007.

Por lo tanto, la humectabilidad es un requisito fundamental para la adhesión. El grado de imprimación ideal se da cuando el valor de la tensión superficial del líquido (adhesivo) es menor al valor de la energía superficial del sustrato sólido. Mientras más tendencia tenga el líquido a formar gotas, menos humectante será este.¹⁹

2.2.3.3. LA CAPILARIDAD:

A su vez, para entender un poco acerca de la penetración del adhesivo líquido en el sustrato sólido, se hace referencia al fenómeno de capilaridad, en el cual se explica la elevación o penetración del líquido al suponer que existe una película muy delgada de líquido adsorbida sobre las paredes del capilar. Este fenómeno resulta de la interacción de fuerzas adhesivas y cohesivas, y está ligado a la tensión superficial, ya que este se presenta en la línea de separación que existe entre un líquido con un sólido (en este caso un tubo capilar que podría ser una fisura del esmalte, un túbulo dentinario, una interfaz entre diente y restauración) y con un gas (en este caso, el aire). Entonces, el líquido ubicado en el interior de la estructura tubular tenderá a ascender hasta alcanzar una situación de equilibrio, y en esta situación el componente hacia arriba de la tensión superficial compensa al peso de la columna líquida.¹⁹

¹⁹ Dino, R., Cerutti, A., Magani, F., Putignano, A. “Restauraciones Estéticas-Adhesivas Indirectas Parciales en Sectores Posteriores”. Amolca. Torino, Italia. 2009.

Este ascenso o penetración se debe a que existe una presión capilar positiva en la que las fuerzas que actúan entre moléculas del líquido próximas a la pared del tubo, se dirigen hacia arriba. Estas fuerzas vienen a ser las fuerzas de cohesión entre moléculas próximas a la superficie del tubo con las otras moléculas más internas, y las fuerzas de adherencia debido a la acción de las moléculas de la superficie del tubo y las del líquido. La presión capilar positiva equilibra la presión hidrostática de la columna líquida en el interior de la estructura tubular.²⁰

Dentro del fenómeno de capilaridad, es importante reconocer la formación del menisco en la superficie del líquido contenido dentro del tubo. Este además de relacionarse con el ascenso o descenso del dicho líquido, su forma geométrica depende de la relación entre las fuerzas cohesivas y adhesivas. En el caso de que la fuerza adhesiva sea mayor la forma de este menisco es cóncava, y en el caso de que la fuerza cohesiva sea menor, la forma es convexa.¹⁹

De igual manera, es importante valorar la velocidad de penetración capilar, factor importante para determinar la velocidad a la que el sellador penetraría en los espacios microscópicos producidos posteriormente al grabado ácido del esmalte. Las propiedades del líquido que van a

¹⁹ Dino, R., Cerutti, A., Magani, F., Putignaro, A. “Restauraciones Estéticas-Adhesivas Indirectas Parciales en Sectores Posteriores”. Amolca. Torino, Italia. 2009.

²⁰ Barrow, Gordon M. “Química y Física”. 4ta ed. Editorial Rerveté, S.A. Barcelona, España. Reedición 2002.

influenciar en la velocidad de penetración dependen del producto de la tensión superficial por el coseno del ángulo de contacto, lo cual también se define como coeficiente de penetración capilar.¹³

A partir de la presencia de estos fenómenos físicos varios especialistas concluyen que la selección de un sistema adhesivo debe ser bastante crítica, cuidadosa y reflexiva, basada en distintos datos científicos probados por estudios e investigaciones. Cada adhesivo debe ser considerado según el sustrato para el cual va a ser utilizado, para conseguir el fin u objetivo deseado. Al conocer los principios que regulan el mecanismo de la adhesión, los constituyentes y la formulación de los diferentes sistemas adhesivos, será más fácil poder elegir la opción más apropiada.^{14, 20}

A partir de la presencia y actividad de los fenómenos físicos anteriormente expuestos, se plantea que para una adecuada filtración de un sistema adhesivo tanto a nivel de dentina como en esmalte, el producto ideal debería poseer una baja viscosidad, manifestar una alta tensión superficial y una eficaz humectabilidad.¹⁹

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

¹⁴ Roberson, Theodore M., Heymann, Harald O., Swift Edward J. “Arte y ciencia de la odontología conservadora”. 5ta ed. Elsevier. Madrid, España. 2007.

¹⁹ Dino, R., Cerutti, A., Magani, F., Putignaro, A. “Restauraciones Estéticas-Adhesivas Indirectas Parciales en Sectores Posteriores”. Amolca. Torino, Italia. 2009.

²⁰ Barrow, Gordon M. “Química y Física”. 4ta ed. Editorial Rerveté, S.A. Barcelona, España. Reedición 2002.

2.2.4. EL ESMALTE:

El esmalte dentario se constituye químicamente por una matriz inorgánica de 95%, matriz orgánica del 1 al 2%, y de agua 3 a 5%. En lo que refiere a su matriz inorgánica, este tejido está conformado por sales minerales de fosfatos y carbonatos de calcio que luego del proceso de cristalización se transforman en cristales inorgánicos de hidroxiapatita, conocidos como la unidad estructural del esmalte.¹⁸

Por otra parte, en lo que refiere a la matriz orgánica los componentes más importantes son de naturaleza protéica, entre estos están las amelogeninas, las enamelinas, ameloblastinas, amelaninas, tuftelinas, enzimas y proteínas séricas. El agua por su parte, está presente en la periferia del cristal constituyendo la denominada capa de hidratación o capa de agua adsorbida, la cual disminuye progresivamente con la edad.²¹

El esmalte es una estructura que deriva del ectodermo y se forma a partir del órgano del esmalte. Según Henostroza, el esmalte maduro es acelular, avascular y aneural y no debería ser considerado como un “tejido”, ya que es considerado un tejido durante la etapa de desarrollo cuando permanecen presentes las células ameloblásticas, sin embargo, al desaparecer éstas, el esmalte debería pasar a

¹⁸ Marro Alesso, C. “Evaluación de un sistema adhesivo de grabar y lavar de dos pasos en dentina grabada vs dentina grabada y tratada con NaOCl”. Tesis Doctoral. Facultad de Odontología de la Universidad de Granada. Granada, España. 2010.

²¹ Marques, A.C. “Efecto del envejecimiento en la microfiltración de restauraciones clase V de resina compuesta adheridas con adhesivos autograbadores”. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Granada, España. 2007.

considerarse como una sustancia o material extracelular. Estas características nos llevan a entender por qué el esmalte no tiene capacidad regenerativa, siendo afectado constantemente por diferentes situaciones como la desmineralización ácida, stress oclusal, abfracciones, abrasiones, traumatismos o fracturas; situaciones ante las cuales únicamente puede remineralizarse pero no reconstituirse.¹³

Histológicamente, el esmalte se constituye por la unidad básica estructural que es el prisma o prisma adamantino. Estos, son estructuras longitudinales que miden alrededor de 4 a 6 micras de espesor y que se dirigen desde la unión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte. El número de los prismas varía según el tamaño de la corona, oscilando generalmente entre 5 y 12 millones. Es así como el conjunto de esta unidad estructural adamantina forma el esmalte prismático constituyente de la mayor parte de este tejido.¹⁸

Conocer la relación entre los cristales dentro de cada prisma y en la región interprismática es de mucha importancia. Los cristales parten desde el eje central del prisma, manteniendo la inclinación lateral hasta que pasan a ubicarse de manera perpendicular respecto al prisma en la región interprismática. Los cristales adoptan esta configuración debido a la acción de los ameloblastos y sus fibras de

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

¹⁸ Marro Alesso, C. “Evaluación de un sistema adhesivo de grabar y lavar de dos pasos en dentina grabada vs dentina grabada y tratada con NaOCl”. Tesis Doctoral. Facultad de Odontología de la Universidad de Granada. Granada, España. 2010.

Tomes durante la formación del esmalte. Los prismas van a estar relacionados entre sí, de tal forma que entre dos cabezas se inserta la cola perteneciente a un prisma continuo.¹⁸

De igual manera, es importante tener consideración en cuanto a la dirección de los prismas del esmalte durante la práctica clínica, pues generalmente los prismas se disponen en ángulo recto respecto a la dentina subyacente a la superficie del diente, mientras que en la unión esmalte-cemento, los primas adoptan una orientación más horizontal. Es por esto que al preparar las superficies del esmalte durante la preparación cavitaria, dependiendo de la inclinación a la que se realice el corte, los prismas van a aparecer expuestos en planos tangenciales, oblicuos o longitudinales.²²

Por otro lado, las unidades estructurales secundarias, las cuales se originan básicamente a partir de los mismos prismas del esmalte, son el resultado del diferente grado de mineralización o del cambio de orientación de los prismas de la interrelación del esmalte con la dentina subyacente o la periferia medioambiental. Algunas de estas estructuras son las estrías de Retzius, las laminillas o fisuras del esmalte, los penachos de Linderer, las bandas de Hunter-Schreger, el esmalte nudoso, la conexión amelodentinaria, los husos adamantinos, las periquimatías y las líneas de imbricación de

¹⁸ Marro Alesso, C. “Evaluación de un sistema adhesivo de grabar y lavar de dos pasos en dentina grabada vs dentina grabada y tratada con NaOCl”. Tesis Doctoral. Facultad de Odontología de la Universidad de Granada. Granda, España. 2010.

²² Sumitt J.- Robbins W. Van Meerbek. “Enamel and Dentin Adhesion”. Fundamentals of operative Dentistry: A contemporary approach 3ra ed. Chicago, USA. p. 178-235. 2006

Puckerill.²³

El esmalte es considerado una estructura homogénea en cuanto a composición y organización independientemente de su profundidad y localización. Sin embargo a nivel de la unión amelodentinaria y en algunas áreas de su superficie externa su estructura es aprismática, donde la sustancia adamantina mineralizada no da lugar a la formación de prismas y los cristales se encuentran dispuestos paralelamente entre sí y perpendiculares a la superficie^{24, 22, 18}. El espesor de este esmalte aprismático es de unas 30 micras y está presente en todos los dientes primarios y en un 70% de los dientes permanentes, en los cuales generalmente se encuentran a nivel de las regiones cervicales y en fosas y fisuras.²³

Por otra parte, en lo que respecta a la formación de las estructuras básicas del esmalte, se conoce que los cristales del esmalte se forman a partir de los ameloblastos en un proceso de tres estadios básicos. Dentro del primer estadio, se secreta una matriz orgánica que se mineraliza casi inmediatamente. Principalmente encontramos 2 tipos de proteínas en esta etapa, que son la amelogenina hidrofóbica y la enamulina. De manera progresiva los cristales empiezan a ser depositados en esta matriz en forma de largas y delgadas placas de hidroxiapatita, hasta llegar al siguiente estadio. Dentro del segundo estadio, los cristales empiezan a crecer y a perder agua y proteínas. Generalmente las amelogeninas son eliminadas más rápido que las enamelinas debido a la diferencia de su peso molecular. A partir del tercer estadio, se continúa

²³ Gómez de Ferraris M.E., Campos Muñoz A. “Histología y Embriología Bucodental”. Panamericana, 3ra Ed. Madrid, España. 2009.

perdiendo agua y existe un mayor agregado mineral. La extracción de la matriz orgánica va siendo dirigida hacia la superficie final del esmalte, dejando al esmalte sano constituido en su gran mayoría por el tejido inorgánico.¹¹

Henostroza hace referencia al proceso anteriormente descrito como “Modelado friccional interplasmático adamantino”, determinado así por Avery en 1994, quien lo explica como el conjunto de procesos hidrolíticos y proteolíticos en el cual se logra la degradación de la matriz proteica del esmalte, reduciendo así el contenido orgánico en conjunto de la incorporación de los cristales de hidroxiapatita que caracterizan su constitución final.¹³

2.2.4.1. ACONDICIONAMIENTO DEL ESMALTE:

El tratamiento químico del esmalte, da como resultado el incremento de la adhesión entre la superficie del esmalte tratado y el material restaurativo. Después de los experimentos realizados por Buonocore en 1955, donde se demostró el aumento de adhesión entre las resinas y la superficie del esmalte al ser tratado con ácido fosfórico (H₃PO₄) al 85%, se realizaron muchos otros estudios fundamentales para la aceptación y comprensión del grabado de la superficie del esmalte como sistema básico para

¹¹ Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Saadia M. “Enamel desproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study”. Department of Oral Rehabilitation, Health Science and Environmental Center, Universidad de Guadalajara. 2008.

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

aumento de la adhesión y retención mecánica.¹⁹

Actualmente se conoce que el tratamiento del esmalte con ácido fosfórico al 32, 34.5, 35 y 37%, logra una desmineralización y disolución de la matriz inorgánica de hidroxiapatita de las varillas adamantinas dando lugar a la formación de microporos y microsurcos en la estructura del esmalte. A partir de varios estudios, hoy en día se ha determinado que el uso de ácido fosfórico al 37% da mejores resultados.¹³

Por otra parte, es importante considerar que la superficie intacta del esmalte suele ser más resistente al grabado ácido, ya que en ella el esmalte puede ser aprismático y con frecuencia tiene un mayor contenido de iones de flúor.²⁴

Además se considera que aquel grabado a nivel del esmalte cortado actúa en función de la zona de los prismas que se exponen al ácido. Es así como el mejor efecto es conseguido cuando el ácido ataca directamente las cabezas de los prismas ya que existe una descalcificación mayor en el centro que en la periferia, de forma que se crean microporos de 5 a 15 micras de profundidad, los cuales son

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

¹⁹ Dino, R., Cerutti, A., Magani, F., Putignano, A. “Restauraciones Estéticas-Adhesivas Indirectas Parciales en Sectores Posteriores”. Amolca. Torino, Italia. 2009.

²⁴ Berkovitz B.K.B, Holland G.R., Moxham B.J. “Oral Anatomy, Histology and Embryology”. 3era ed. Mosby. 2002.

considerados altamente retentivos.²⁵

Los ácidos actúan sobre la superficie del esmalte eliminando un porcentaje de impurezas (glicoproteínas salivales o Biofilm) además del smear layer en el esmalte tallado. De igual manera crea estas microporosidades en su superficie por la disolución parcial de las estructuras prismáticas e interprismáticas, elevando su rugosidad microscópica, y por último eleva la energía superficial lo cual permite la perfecta imbricación de la resina en el tejido adamantino.

De esta manera, el ácido actúa como un donante de protones, mientras que el esmalte actuará como un aceptador de protones. A partir de esta reacción, el ácido activa la superficie del tejido (el cual presenta baja energía superficial) convirtiéndolas en áreas de alta energía superficial, además de producir la disolución de la matriz inorgánica para dar lugar a la formación de microporos y microsurcos.²⁶

La reacción ácido-base producida, da lugar a la formación de sales insolubles de fosfato de calcio que desmineralizan y producen una pérdida irreversible del tejido superficial del

²⁵ García Barbero J., Kessler Nieto F. “Adhesión en Patología y terapéutica dental. Ed. J García Barbero, Síntesis. Madrid, España 2007. pp. 467-482.

²⁶ Lanata, E.H. “Operatoria Dental. Estética y Adhesión”. Grupo Guía. Argentina. 2005.

esmalte.¹⁶

Existen teorías donde se manifiesta que la pérdida de la sustancia superficial va a depender de la concentración del ácido y del tiempo que este sea aplicado. Entonces, tras el ataque a la estructura inorgánica como producto de la reacción ácido-base con la hidroxiapatita, se da lugar a la formación de las sales insolubles de fosfato de calcio que serán posteriormente eliminadas por el agua aplicada rigurosamente al momento de lavar la superficie.¹³

Se conoce que el ácido remueve aproximadamente 10µm de la superficie de esmalte, dando lugar a una capa porosa de entre 5 y 50 µm de profundidad. A partir de la reacción ácido-base se describe que pueden presentarse diferentes tipos o patrones de grabado.

Espinosa hace referencia a los estudios realizados por Gwinnet y colaboradores en 1971 y Silverstone en 1975, quienes definieron la micromorfología y clasificación del esmalte en tres patrones de grabado. Dentro de esta clasificación observaron que para el patrón de grabado tipo I, el ácido fosfórico disuelve los cristales de hidroxiapatita de la cabeza del prisma o varilla adamantina, mientras que

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

¹⁶ Brenna, F. “Odontología restauradora: Procedimientos terapéuticos y perspectivas de futuro”. Elsevier Masson. Barcelona, España. 2010.

el material periférico (o sustancia interprismática) se mantiene intacta. En el patrón de grabado tipo II, encontraron que el ácido diluye la zona periférica de los primas al igual que los cristales de hidroxiapatita del cuello o extremo caudal de los primas mientras que la cabeza y estructura central de los mismos permanece intacta. Por último, generalmente cuando el acondicionamiento supera los 15 segundos con un ácido de concentración de 32 a 37% o mayor, se produce un patrón de acondicionamiento tipo III, el cual se caracteriza por una mayor pérdida de tejido superficial, debido a que el ácido continua eliminando sustancia superficial. Dentro de este patrón de grabado tipo III se dice que debido al exceso de pérdida del tejido superficial, disminuye la profundidad y amplitud de los microporos producidos, por lo que se reduciría la capacidad de retener micromecánicamente de manera efectiva los sistemas adhesivos.¹³

Durante la práctica clínica, estos tres patrones de grabado no son considerados clínicamente importantes ya que pueden presentarse en diferentes proporciones en cualquier punto del esmalte, pueden presentarse en la misma zona o separadamente dependiendo de las características de mineralización, de la esclerosis de la estructura o de la disposición de los prismas, los cuales se disponen en forma

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

de haces que se curvan y retuercen arbitrariamente. A partir de la diferente modificación de la superficie del esmalte tras el grabado, se concluyó que los patrones de grabado más retentivos son los de tipo I y II, debido a que una superficie porosa tiende a presentar áreas retentivas de mayor tamaño y mayor profundidad. Estos patrones generan microporos y microsurcos que miden de 10 a 25 μ m de profundidad y 1.5 a 3.5 μ m de amplitud en el tejido adamantino cuando los lapsos de acondicionamiento no superan los 10 a 15 segundos.¹¹

Según Espinosa, un lapso superior a 60 segundos de acondicionamiento puede provocar grandes pérdidas de sustancia superficial, generando defectos estructurales como las microgrietas¹¹. Brenna establece de igual manera que el tiempo de grabado ácido mayor a 15 segundos, no contribuye a incrementar la fuerza de la adhesión.¹⁶

Sin embargo, Jhonson et al. en 1998, mediante un estudio de comparación en el cual se analiza el efecto del grabado ácido sobre la superficie de molares y la superficie de dientes anteriores concluye que el tiempo de acondicionamiento ácido recomendado para piezas

¹¹ Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Saadia M. “Enamel desproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study”. Department of Oral Rehabilitation, Health Science and Environmental Center, Universidad de Guadalajara. 2008.

¹⁶ Brenna, F. “Odontología restauradora: Procedimientos terapéuticos y perspectivas de futuro”. Elsevier Masson. Barcelona, España. 2010.

anteriores, tantos incisivos como caninos, y premolares es de 15 segundos, ya que un tiempo mayor a este podría reducir la eficiencia de la fuerza adhesiva. Mientras que si se aplica este mismo rango de tiempo a superficies vestibulares de molares para la colocación de tubos de ortodoncia, el patrón de grabado ácido sería de poca calidad.

A partir de esta investigación determinan que el tiempo de grabado ácido para la superficie de esmalte en los molares, no debe ser menor a 30 segundos, ya que a partir de este tiempo, se producen verdaderos cambios morfológicos de la superficie que aportarán para una mejor adhesión, debido a la disolución de la superficie libre de prismas del esmalte, y con esto el patrón de acondicionamiento se vuelve más satisfactorio. De esta manera se establece que un tiempo mayor a 30 segundos de aplicación ácida en estas superficies no alterará los resultados.

Sustentando lo establecido por Jhonson et al. en 1998, en cuanto los tiempos de aplicación de grabado ácido, Roberson et al. hacen referencia a otros estudios en los cuales se hizo uso de microscopía electrónica de barrido para demostrar que un grabado ácido de 15 segundos daba lugar a una rugosidad de la superficie similar a la conseguida con un grabado de 60 segundos. Otros estudios realizados in vitro también demostraron fuerzas de unión y microfiltración similares para tiempos de grabado de 15 y

60 segundos.¹⁴

Barrancos por su parte, indica que 15 segundos de acondicionamiento ácido para la superficie del esmalte es poco para lograr una energía superficial suficiente. Es posible obtener valores más altos con aplicación de 30 a 60 segundos, sin diferencia significativa entre estos dos tiempos. Por lo tanto concluye que el tiempo de acción extendido del ácido en el esmalte no es tan importante como en la dentina, donde es fundamental no exceder los 15 segundos de acción del ácido fosfórico.¹⁵

Lanata en el 2005, igualmente afirma que el ácido, al extraer calcio de la hidroxiapatita, forma fosfatos de calcio insolubles que al precipitar sobre la superficie del esmalte limitan y neutralizan la acción del ácido, lo cual se conoce como “efecto autolimitante” de la acción del ácido fosfórico. Con esto concluye que si por alguna circunstancia el ácido llegara a permanecer en contacto con la superficie por un tiempo mayor, este hecho no generaría problema alguno, ya que pasado el minuto de aplicación la solución estará completamente neutralizada.²⁶

Por otra parte, al considerar otras maneras alternativas de

¹⁴ Roberson, Theodore M., Heymann, Harald O., Swift Edward J. “Arte y ciencia de la odontología conservadora”. 5ta ed. Elsevier. Madrid, España. 2007.

¹⁵ Barrancos Mooney, J. “Operatoria Dental. Integración clínica”. 4ta ed. Panamericana. Buenos Aires, Argentina, 2006.

²⁶ Lanata, E.H. “Operatoria Dental. Estética y Adhesión”. Grupo Guía. Argentina. 2005.

conseguir una superficie de esmalte óptima para recibir a los sistemas adhesivos existen teorías que sustentan al procedimiento de arenado (con partículas de óxido de aluminio) de la superficie adamantina como alternativa en remplazo de la aplicación de ácido fosfórico para conseguir una superficie rugosa que promueva la adhesión sin la necesidad de grabar la superficie.

Elham et al. durante un estudio realizado en el 2004, encuentran que el ácido fosfórico además de crear microporosidades en la superficie para una adhesión micromecánica del material, puede llegar a causar daños de la superficie del esmalte debido a la pérdida de su estructura mineral que a larga puede ser remineralizada y no es un proceso irreversible. Mientras que la técnica de aire abrasiva aplicada por la arenación de la superficie resulta en la pérdida y daño irreversible de la superficie del esmalte. Con esto se concluye que como tratamiento previo a la adhesión se sugiere mejores resultados por medio de la aplicación del ácido fosfórico y no de otros tratamientos alternativos.²⁷

Por último, además de los beneficios obtenidos por la aplicación del ácido fosfórico para la desmineralización de la superficie, la reacción ácido-base producida por el mismo al estar en contacto con la superficie del esmalte es también

²⁷ Elham, S.J., Alhajja, A., Al-Wahadni, A. “Evaluation of shear bond strength with different enamel pre-treatments”. *European Journal of Orthodontics* 26. Vol 26 no2. 179-184. 2004.

elemental para la remoción del smear layer.¹⁵

Cuando la superficie es tratada por medio del uso de piedras diamantadas, fresas o instrumental cortante dará lugar a la formación de barro dentinario o smear layer. Esta estructura fue descrita por primera vez en 1963 por Boyde et al. y desde entonces se la ha pasado a conocer por diferentes nombres, entre estos: capa estriada, capa untuosa, residuo dentinario, lodo, elemento de desecho, entre otros.

Actualmente se conoce que el smear layer a nivel del esmalte se constituye básicamente de “esmalte pulverizado, cristales de hidroxiapatita, restos inorgánicos, proteoglicanos, glucosaminoglicanos, microorganismos bacterianos, fragmentos de diamante y carburo procedente de los instrumentos rotatorios, y lo encontramos tanto sobre el esmalte como sobre la dentina después del uso de instrumental manual o rotatorio durante la preparación de la superficie o cavidad”.¹⁷

Nakabayashi y Saimi, en una investigación realizada en 1996, determinaron que la presencia de smear layer, la cual se adhiere débilmente a la superficie dentaria, es una capa muy inestable capaz de comprometer el proceso de adhesión, especialmente a nivel de la dentina.

¹⁵ Barrancos Mooney, J. “Operatoria Dental. Integración clínica”. 4ta ed. Panamericana. Buenos Aires, Argentina, 2006.

¹⁷ Joubert Hued, R. “Odontología Adhesiva y estética”. Ripano-Editorial Médica. Madrid, España. 2010.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

En cuanto al esmalte, se establece que la interdigitación micromecánica que debe darse entre el material y la estructura desmineralizada es un prerrequisito básico para conseguir la mayor fuerza mecánica de adhesión posible. La presencia del smear layer limita el contacto libre y absoluto del ácido con la superficie además de obstruir la entrada del material en las microporosidades y espacios intercristales creados a partir de la respectiva desmineralización.²⁶

Típicamente el smear layer es removido por agentes ácidos, gracias a la acción de desmineralización que se encargará de extraer selectivamente las sales de calcio, y de su bajo pH que actuará respectivamente sobre los microorganismos y restos presentes¹⁷. Actualmente existen sistemas adhesivos que requieren de la eliminación previa del barrillo dentinario, mientras que otros sistemas aprovechan de este y únicamente lo disuelven y alteran su morfología. Este último sistema es generalmente conocido en la actualidad como sistema de autograbado o self-etch.²²

Van Meerbek et al. en 1994 reportaron que aquellos sistemas adhesivos que remueven el smear layer y además desmineralizan la superficie dentaria darán mejores resultados adhesivos que aquellos sistemas que modifican el smear layer sin su completa remoción.

²² Sumitt J.- Robbins W. Van Meerbek. “Enamel and Dentin Adhesion”. Fundamentals of operative Dentistry: A contemporary approach 3ra ed. Chicago, USA. p. 178-235. 2006.

²⁶ Lanata, E.H. “Operatoria Dental. Estética y Adhesión”. Grupo Guía. Argentina. 2005.

La literatura tiende a clasificar los sistemas adhesivos autocondicionantes como débiles, medios y fuertes, dando mayor preferencia a aquellos sistemas fuertes ya que dan resultados más efectivos a nivel del esmalte íntegro. Mientras que aquellos sistemas débiles o medios al no ser tan ácidos presentan mejores resultados a nivel del esmalte biselado. Es por esto que algunos fabricantes de los sistemas autocondicionantes débiles o intermedios recomiendan el uso adicional de acondicionamiento ácido a nivel del esmalte previamente al uso de estos sistemas y esto se debe a que generalmente los primers de los adhesivos autocondicionantes presentan una acidez de pH 2 mientras que el pH del ácido fosfórico es 0,6.¹³

Loguercio et al. por su parte añaden que el patrón de grabado ácido obtenido por los sistemas de autocondicionado, no es igual de definido como aquel patrón de grabado obtenido tras la aplicación de ácido fosfórico. De igual manera establecen que mediante diferentes estudios, que el esmalte es más receptivo a los sistemas adhesivos cuando se realiza en la superficie un leve desgaste o microabrasión, pero esto aun no ha sido totalmente comprobado, ya que existen otros estudios que indican lo contrario, donde la superficie desgastada no se diferencia de la superficie íntegra para el tratamiento

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

Adhesivo.²⁸

2.2.4.2 ADHESIÓN A ESMALTE:

La adhesión a esmalte es uno de los avances de la odontología más significantes del siglo XX y XXI, llevada a ser considerada como una condición elemental para el éxito de varios procedimientos restaurativos.²⁹

Los sistemas de unión, los cuales generalmente constan de una mezcla de monómeros acrílicos líquidos, fluyen en el interior de los espacios creados entre y dentro de los prismas del esmalte por medio de la acción capilar. Los monómeros del material se polimerizan y el material se entrelaza con la superficie del esmalte. Es así como la unión producida depende de las digitaciones, tags o prolongaciones de resina que pasan a interrelacionarse con las irregularidades generadas a nivel de la superficie del esmalte como resultado del grabado ácido. La adhesión que se logra establecer al esmalte es micromecánica, la cual establece una traba mecánica generada por la penetración de los monómeros en las microporosidades para contrarrestar la fuerza de contracción de polimerización de la resina, permitiendo la retención de las restauraciones.

²⁸ Loguercio A.D., Moura S.K., Pellizzaro A., Dal-Bianco K., Paazlaff R.T., Grande RHM. “Durability of enamel bonding using two-step self etch systems on ground and unground enamel”. *Operative Dentistry*. 33-1, 79-88. 2008.

²⁹ Gordon J. C. “Bonding to dentin and enamel – Where does it stand in 2005?” *JADA* vol. 136. American Dental Association. September, 2005.

Las digitaciones de resina formadas entre la periferia de los prismas del esmalte son conocidas como macrodigitaciones. Por otro lado, existe también la formación de una red de digitaciones bastante más delgadas a lo largo del extremo de cada prisma, lugar donde se han disuelto los cristales de hidroxiapatita, dejando criptas limitadas por material orgánico residual. Estas digitaciones más delgadas se conocen como microdigitaciones. Ambos tipos de digitaciones vienen a ser la estructura básica de unión micromecánica del esmalte, siendo las microdigitaciones de mayor importancia debido a que se presentan en mayor cantidad y además de presentar una gran área de contacto. Estas son consideradas como el mecanismo fundamental de la adhesión entre esmalte y resina.¹⁴

Tomando en cuenta otros factores que pueden influenciar en la fuerza adhesiva al esmalte, a partir de los distintos sistemas adhesivos que existen hoy en día, De Munck et al. establecen que para que exista una adhesión fuerte, duradera y segura al esmalte, esta puede ser conseguida mediante el patrón de desmineralización por medio del uso del ácido fosfórico y la aplicación aparte de un adhesivo de naturaleza hidrofóbica sin necesidad de aplicar previamente un primer. Los sistemas de dos pasos que actualmente se utilizan con frecuencia, en los cuales el ácido es separado del primer y adhesivo, se ha demostrado que al contener

¹⁴Roberson, Theodore M., Heymann, Harald O., Swift Edward J. “Arte y ciencia de la odontología conservadora”. 5ta ed. Elsevier. Madrid, España. 2007.

un primer de naturaleza hidrofílica y un ácido de pH mayor (como es el caso de los sistemas de autocondicionado) aunque generan una efectividad mayor en cuanto a la adhesión a dentina, en estos casos la adhesión a esmalte podría verse comprometida.³⁰

2.2.5. HIPOCLORITO DE SODIO (NaOCI) Y SU APLICACIÓN EN LA DESPROTEINIZACIÓN DEL ESMALTE:

Se conoce que las soluciones de ácido fosfórico al 35 o 37% son aplicadas con el objetivo de eliminar el smear layer y desmineralizar la superficie adamantina a la cual ha sido aplicada.

Por otra parte existe una solución de hipoclorito de sodio, que se presenta comúnmente a una concentración del 5 al 5.25%, siendo esta capaz de actuar como agente bactericida y bacteriostático eliminando las proteínas desnaturalizadas por medio de un proceso de desproteínización, logrando generar la aparición de canales tridimensionales para que un agente adhesivo sea capaz de quedar retenido, para dar lugar a una adhesión óptima.³¹

Dentro del campo de la endodoncia, se utiliza comúnmente el hipoclorito de sodio como un efectivo irrigante utilizado como procedimiento elemental para la sanitización, ya que este agente se encarga de limpiar y neutralizar todo contenido pulpar

³⁰ 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 84(2): 118-132. February, 2005.

³¹ Miller, M., Castellanos, I. “Dental Adhesives”. Res Reality. Houston, USA. 2001.

necrótico además de su actividad antimicrobiana. Este irrigante actúa básicamente mediante tres reacciones químicas; la reacción de saponificación mediante la cual actúa como solvente de material orgánico y ácidos grasos transformándolos en jabón y glicerol reduciendo la tensión superficial de la solución remanente. Por otro lado, está la reacción de neutralización mediante la cual neutraliza y degrada los aminoácidos debido a la reducción del pH dando lugar a la formación de sal y agua. Y por último está la reacción de cloraminación, donde se produce una reacción entre el cloro y el grupo amino dando lugar a la formación de cloraminas que actúan en el metabolismo celular. El hipoclorito de sodio tiene además efectiva actividad antimicrobiana debido a su alto pH, ya que esta condición interviene en la integridad de la membrana citoplasmática por medio de una inhibición enzimática irreversible, una alteración biosintética en el metabolismo celular y la degradación de fosfolípidos.³²

Dentro de un estudio realizado en el 2008 sobre la “Desproteínización del esmalte y su efecto en el grabado ácido”, se llegó a la conclusión de que la aplicación de NaOCl al 5.25% en el esmalte durante 60 segundos como método previo al grabado con ácido fosfórico, da lugar a la desproteínización de la superficie adamantina y como resultado aumenta la superficie retentiva del esmalte.¹¹

¹¹ Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Saadia M. “Enamel desproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study”. Department of Oral Rehabilitation, Health Science and Environmental Center, Universidad de Guadalajara. 2008.

³² Estrela, C., Estrela, C. R., Barbin, E., Spano, J., Marchesan, M., Pécora, J. “Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite”. *Braz Dent J* 13(2): 113-117. 2002.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

El correcto grabado ácido en el esmalte va a depender de la concentración del ácido, del tiempo de exposición del grabado y de la composición de la superficie del esmalte. A partir de esto se han realizado varias investigaciones con el fin de encontrar un sistema que promueva la modificación de la superficie del esmalte de tal manera que esta se vuelva más retentiva. A pesar de los varios intentos, la experiencia clínica ha podido demostrar que aun existen varias fallas en cuanto a la retención y al sellado marginal de las restauraciones.¹¹

En estudios recientes realizados por Hobson RS en el 2005, se demuestra que la calidad topográfica del esmalte grabado con ácido fosfórico no se logra en toda la superficie que será adherida, más del 69% de la superficie tratada no presentó modificación alguna tras el grabado, el 7% presentó un grabado leve y únicamente el 2% fue idealmente grabado.³³

Dentro de los resultados obtenidos por Espinosa et al. en el 2008, logró llegar a la deducción e interpretación de que el ácido fosfórico actúa únicamente a nivel de los tejidos mineralizados (sobre materia inorgánica), sin actuar sobre la materia orgánica.

Los componentes orgánicos que pueden encontrarse en la superficie del esmalte pueden presentarse como resultado del

¹¹ Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Saadia M. “Enamel desproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study”. Department of Oral Rehabilitation, Health Science and Environmental Center, Universidad de Guadalajara. 2008.

³³ Hobson R.S., Rugg-Gunn A.J., Booth T.A., “Acid-etch patterns on the bucal surface of human permanent teeth”. Arch Oral Biol. Mayo 2002. 47(5)-407-12.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

propio desarrollo de la superficie o bien ser componentes adquiridos del medio ambiente bucal. La película adquirida se forma a partir de la integración de mucoproteínas y sialoproteínas salivales (generalmente encontradas en superficies dentales), proteoglicanos y glicoproteínas (encontradas en tejidos blandos contiguos) y bacterias en conjunto con algunos productos como las inmunoglobulinas (IgG).

Tras el “Modelado friccional interplasmático adamantino” por el cual se produce la incorporación de los cristales de hidroxiapatita del esmalte además de la reducción del contenido orgánico del esmalte por degradación de la matriz proteica, estos residuos de la degradación del material orgánico pasan a ubicarse generalmente en la superficie final del esmalte. Según el estudio planteado por Espinosa, estos residuos son los que posteriormente evitan el tratamiento adecuado del grabado ácido sobre el esmalte.¹¹

Sin embargo, pueden manifestarse ciertas alteraciones durante el proceso de amelogénesis, en el cual alguno de los estadios se ve afectado dando como resultado la inadecuada aposición y extracción de la matriz orgánica, por lo que compuestos proteicos pueden quedar aislados dentro de la estructura generando mayor dificultad para un correcto grabado ácido de la superficie del esmalte.³¹

¹¹ Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Saadia M. “Enamel desproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study”. Department of Oral Rehabilitation, Health Science and Environmental Center, Universidad de Guadalajara. 2008.

³¹ Miller, M., Castellanos, I. “Dental Adhesives”. Res Reality. Houston, USA. 2001.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

Esto explica porque un procedimiento de desproteización previo al grabado ácido en la superficie del esmalte que presenta amelogenesis imperfecta, aumenta la adhesión a la resina de manera considerable.

Así, Espinosa concluye que “la desproteización del esmalte como procedimiento previo al grabado ácido es un elemento fundamental para lograr que el ácido fosfórico ejerza su acción sobre la superficie del esmalte a tratar, aumentando la superficie de esmalte grabada en forma retentiva, con la posibilidad de obtener mayor retención y sellado marginal”.¹¹

Manteniendo la idea de aplicar hipoclorito de sodio sobre la superficie dentaria para conseguir una mejor adhesión, por su parte Barbieri et al. realizaron un estudio en el 2004 sobre el efecto del gel de hipoclorito de sodio al 10% durante 60 segundos únicamente sobre la superficie de dentina después de la aplicación del ácido fosfórico y previo a la aplicación de tres diferentes sistemas adhesivos con primers a base de distintos solventes, con el objetivo de evaluar su fuerza adhesiva.³⁴

Siendo la estructura dentinaria muy diferente a la del esmalte, en esta, la presencia de la zona orgánica rica en colágeno ha sido

¹¹ Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Saadia M. “Enamel desproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study”. Department of Oral Rehabilitation, Health Science and Environmental Center, Universidad de Guadalajara. 2008.

³⁴ Barbieri Bedran de Castro, A.K., Mariote Amarda, C., Boni Ambrosano, G., Freire Pimenta, L. Effect of sodium hypochlorite gel on shear bond strength of one-bottle adhesive systems”. Brazilian Journal of Oral Sciences. Vol.3, No 9: 465-469, 2004.

determinada como un factor importante para dar lugar a una óptima retención micromecánica al interactuar con la resina adhesiva.

A comparación de lo que sucede en esmalte, donde el exceso de secado no influye negativamente en el proceso adhesivo, el exceso de secado de la dentina acondicionada puede promover el colapso de las fibras colágenas contribuyendo a la incompleta penetración del primer y el adhesivo en la zona de túbulos dentinarios. Debido a que la presencia de aquellas zonas intertubulares que no llegan a ser protegidas por resina representan un riesgo de deterioro y pérdida de la fuerza adhesiva, muchos autores han sugerido que la capa híbrida puede no ser importante para el mecanismo de adhesión entre los sistemas adhesivos y la dentina.¹⁶

Barbieri establece que Gwinnet en 1994 observó que la zona de colágeno no ofrece directamente contribución a la fuerza adhesiva y desde entonces se han realizado varios estudios, entre los cuales se evalúa el tratamiento de la estructura dental con hipoclorito de sodio con el objetivo de modificar y remover las fibras colágenas expuestas.³⁴

En los distintos grupos de estudios, Barbieri incluyó la aplicación de sistemas adhesivos constituidos de diferentes solventes manteniendo como variación la aplicación o no del NaOCl al 10%

¹⁶ Brenna, F. “Odontología restauradora: Procedimientos terapéuticos y perspectivas de futuro”. Elsevier Masson. Barcelona, España. 2010.

³⁴ Barbieri Bedran de Castro, A.K., Mariote Amarda, C., Boni Ambrosano, G., Freire Pimenta, L. “Effect of sodium hypochlorite gel on shear bond strength of one-bottle adhesive systems”. Brazilian Journal of Oral Sciences. Vol.3, No 9: 465-469, 2004.

en las respectivas preparaciones. El sistema adhesivo con solvente de acetona, al ser aplicado después de la desmineralización y desproteínización, muestra el incremento de la fuerza adhesiva en comparación a los otros grupos, en los cuales el tratamiento con el gel de NaOCl al 10% no afectó en sus resultados. Bajo el estudio realizado por Barbieri et al. se concluye que la técnica adhesiva con desproteínización y desmineralización a pesar de mostrar resultados satisfactorios al aplicar un sistema adhesivo específico, es extremadamente sensible en cuanto a los distintos factores que pueden variar durante el desarrollo de la técnica, como por ejemplo la profundidad dentinaria, ya sea superficial o profunda, el grado de humectabilidad de la superficie y la composición de los sistemas adhesivos. Estos factores determinantes, siendo sensibles pueden influenciar en el proceso y fuerzas adhesivas obtenidas.³⁴

2.2.6. SISTEMAS ADHESIVOS:

A partir de 1970, cuando la odontología estética únicamente se enfocaba en la adhesión a nivel de esmalte, se emplearon materiales de naturaleza hidrofóbica, que se continúan utilizando hasta la actualidad. Estos son utilizados con el objetivo de que al carecer de afinidad con aquellos líquidos que ingresan al medio oral y puedan estar constituidos de colorantes, puedan alterar el color de la restauración estética, al igual que sus márgenes en donde encontramos la presencia del material adhesivo. Estos adhesivos se comportan muy bien en lo que refiere a su unión con

³⁴ Barbieri Bedran de Castro, A.K., Mariote Amarda, C., Boni Ambrosano, G., Freire Pimenta, L. “Effect of sodium hypochlorite gel on shear bond strength of one-bottle adhesive systems”. Brazilian Journal of Oral Sciences. Vol.3, No 9: 465-469, 2004.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

el esmalte, ya que esta estructura al volverse porosa una vez que se le ha aplicado el ácido y ha sido lavada y secada como corresponde, resulta ser una superficie adecuada para la penetración del adhesivo de naturaleza hidrofóbica. Es por esto que existe la posibilidad de conseguir una perfecta adhesión de materiales resinosos a los márgenes de una preparación cavitaria totalmente circundada por esmalte.²⁶

Sin embargo, a pesar de que los materiales de naturaleza hidrofóbica trabajan de manera óptima a nivel de esmalte, al ser este mismo procedimiento aplicado a nivel del tejido dentinario, se dieron cuenta que el nivel de humedad presente, resultaba ser incompatible con las características hidrofóbicas de los adhesivos.³⁵

La solución consistió en crear un nuevo compuesto llamado “primer”, más fluido e hidrofílico que fue creado para que penetre con facilidad en las irregularidades del esmalte y de la dentina desmineralizada húmeda para posteriormente ser recubierto por el agente adhesivo de naturaleza hidrofóbica.¹³

Los primers son monómeros disueltos en un solvente que puede ser de base acetónica, alcohólica o acuosa. Esta distinción conlleva a

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

²⁶ Lanata, E.H. “Operatoria Dental. Estética y Adhesión”. Grupo Guía. Argentina. 2005.

³⁵ Garone Netto, N., Russo E.M., Sobral, M.A., Luz, M.A., Carvalho, R. et al. “Introducao á Dentística Restaurador Adhesivos Dentários”. Sao Paulo: Santos. 2003.

importantes repercusiones en especial durante la fase de secado de la cavidad.¹⁶

Entonces, en la actualidad se conoce que los solventes de las resinas son indispensables en la composición que los sistemas adhesivos necesitan para adherir a la dentina, y esto se debe a que la naturaleza húmeda de la dentina solamente permite una buena humectabilidad cuando se aplica un adhesivo de naturaleza hidrofílica. Es así como, la adición de monómeros hidrofílicos por un lado, y un solvente por el otro logrará que el comportamiento de humectabilidad de los adhesivos mejore drásticamente. La baja viscosidad de los primers y las resinas adhesivas es debida en parte a la disolución de los monómeros en un solvente, aumentando su habilidad de difusión en la estructura microrrententiva de la superficie.¹⁸

Los solventes son sustancias capaces de disolver o dispersar una o más sustancias. Las moléculas de soluto se separan y los espacios que van quedando entre ellas vienen a ser ocupados por las moléculas del solvente.

El agua es considerada un solvente muy polar con la capacidad de disolver y formar puentes de hidrógeno. Es un solvente deficiente de sustancias orgánicas las cuales son generalmente hidrofóbicas.

¹⁶ Brenna, F. “Odontología restauradora: Procedimientos terapéuticos y perspectivas de futuro”. Elsevier Masson. Barcelona, España. 2010.

¹⁸ Marro Alesso, C. “Evaluación de un sistema adhesivo de grabar y lavar de dos pasos en dentina grabada vs dentina grabada y tratada con NaOCl”. Tesis Doctoral. Facultad de Odontología de la Universidad de Granada. Granda, España. 2010.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

En los adhesivos de 3era generación es capaz de re-expandir la red de colágeno colapsada debido a su alta constante dieléctrica, mediante la cual tiene la capacidad de romper los enlaces de hidrógeno entre las fibras de colágeno. Pero debido a su baja presión de vapor y alta temperatura de ebullición es difícil eliminarla del diente después de ser aplicado.

El etanol por su parte, es un solvente polar capaz de formar enlaces de hidrógeno con los solutos. Su alta presión de vapor comparada con el agua permite una mejor evaporación mediante el secado con aire, incluso se lo utiliza como co-solvente en conjunto con el agua, lo cual dará lugar a una mejor evaporación de este agregado que del agua pura, aumentando la desecación de la superficie.³⁶

Por último la acetona es capaz de disolver compuestos polares y apolares debido a su alto momento bipolar y baja constante dieléctrica. Este solvente es considerado una buena opción dentro de los sistemas adhesivos que combinan componentes hidrófilos con hidrófobos. Presenta alta presión de vapor. También puede ser utilizado como co-solvente con el agua, pero la acetona presenta mucha facilidad para evaporar el agua debido a su momento bipolar y su excelente capacidad de evaporación.¹⁸

¹⁸ Marro Alesso, C. “Evaluación de un sistema adhesivo de grabar y lavar de dos pasos en dentina grabada vs dentina grabada y tratada con NaOCl”. Tesis Doctoral. Facultad de Odontología de la Universidad de Granada. Granada, España. 2010.

³⁶ Nakaoki Y., Nikaido T., Pereira P.N., Inokoshi S., Tagami J. “Dimensional changes of desmineralized dentin treated with HEMA primers”. Dent Mater. 2000 Nov; 16(6):441-6.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

El primer sistema adhesivo ofrecido dentro del mercado se basó en la aplicación independiente del ácido, primer y adhesivo, siendo su presentación en un frasco individual para cada elemento con sus indicaciones respectivas. Debido a que los fabricantes continuamente están buscando la manera de simplificar los sistemas y procedimientos adhesivos, pasaron a presentar una segunda opción, siendo esta la 5ta generación de sistemas adhesivos en la cual simplificaron el sistema al colocar primer y adhesivo en un solo frasco, y manteniendo al ácido fosfórico en su presentación individual.³⁰

Entonces, mientras que el agente adhesivo se mantiene compuesto de monómeros hidrofóbicos que funcionan con la unión entre el primer y la resina compuesta de la restauración, el primer se compone de uno o más monómeros con terminaciones hidrofílicas e hidrofóbicas disueltas en solventes afines al agua como lo son la acetona y el etanol.

Cuando dentro del sistema adhesivo se encuentra a la acetona como solvente, la cual es muy compatible y se puede mezclar con el agua, resulta este ser el sistema más efectivo.³⁷

Es así como el primer se considera un elemento importante para

³⁰ 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 84(2): 118-132. February, 2005.

³⁷ Littlewood S.J., Mitchell L., Greenwood D.C., Bubb N.L., Wood D.J., “Investigation of a hydrophilic primer for Orthodontic Bonding: an in vitro study”. Journal of Orthodontics. Vol 27. 181-186. 2000.

promover la adhesión con el fin de aumentar la humectabilidad del adhesivo sobre el sustrato.

Tanto el primer como el adhesivo se aplican generosamente sobre la superficie, asegurando una cobertura uniforme de toda el área que ha sido grabada con ácido fosfórico para garantizar la correcta impregnación ayudada de un secado leve por una corriente de aire por vía indirecta para conseguir la eliminación del exceso además de la evaporación del solvente.¹⁶

Por otro lado, se conoce que se lograría con facilidad una adhesión óptima de un material adhesivo de naturaleza hidrofóbica a la superficie de esmalte completamente seca y hoy en día existen varias dudas acerca de si el primer hidrofílico que ha sido fabricado para conseguir adhesión a nivel de dentina, logrará también obtener resultados óptimos a nivel de esmalte o no.³⁰

Varias investigaciones plantean la posibilidad de que si quedase una porción de humedad en la estructura de esmalte una vez que ha sido lavada y secada posteriormente al grabado ácido, el primer aplicado encontraría una situación favorable para penetrar. Entonces, bajo esta situación, al encontrarse la superficie levemente húmeda el primer lograría restablecer el valor máximo de adhesión.

¹⁶ Brenna, F. “Odontología restauradora: Procedimientos terapéuticos y perspectivas de futuro”. Elsevier Masson. Barcelona, España. 2010.

³⁰ 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 84(2): 118-132. February, 2005.

Según Hanson et al. en 1995, si el sistema adhesivo utilizado tiene presentación de un solo frasco para primer y adhesivo, tanto en el esmalte húmedo como en el esmalte seco se han observado resultados igualmente satisfactorios. Sin embargo, se establece que si el proceso adhesivo se realiza únicamente a nivel de esmalte, luego de ser grabado, lavado y secado por completo, debe recibir únicamente el agente adhesivo. Pero, en el caso de que el área de restauración involucre tejido dentinario, es indispensable el uso previo de un primer, el cual podrá ser colocado tanto sobre la dentina como sobre el esmalte.¹³

Littlewood et al. por su parte discute esta teoría, planteando que dentro de un estudio realizado en el 2000, en el cual comparó la fuerza adhesiva al adherir brackets a la superficie de esmalte por medio del uso de diferentes primers, uno convencional (hidrófobo) y uno de naturaleza hidrofílica que contenía acetona como solvente, como resultado encontró que aquellos adheridos con el primer hidrofílico presentaron una menor fuerza adhesiva que aquellos en los que se aplicó un primer convencional. Las muestras utilizadas, se realizaron bajo condiciones de absoluto secado, debido a la dificultad por establecer y controlar la cantidad de humedad que puede quedar posterior al lavado del ácido fosfórico en la superficie, considerando que el exceso de agua también puede comprometer la fuerza adhesiva. De esta manera, según el autor, al mantener la superficie bajo la condición de absoluto secado se procedió a obtener resultados reales científicamente más

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

controlados. El esmalte por su parte, no se ve afectado si su superficie grabada es deshidratada ya que más bien su oportunidad para generar una retención micromecánica se ve maximizada. Es por esto que siendo estas estructuras dentales tan diferentes, el sistema adhesivo que resulta exitoso a nivel de la dentina húmeda, no siempre será exitoso para el esmalte seco.³⁷

Por todo ello, De Munck et al. citan lo propuesto por Buonocore en 1955 indica que la adhesión a esmalte únicamente necesita de un procedimiento de grabado ácido seguido de la aplicación de una resina fluida como adhesivo, sin la necesidad de colocar un primer como elemento intermedio. Pero a partir de los resultados obtenidos de su investigación concluye que los primers no influyen negativamente en la efectividad de la adhesión y los indica como indispensables al momento de realizar adhesión en una superficie húmeda, en especial para aquellos sistemas que tienen como solvente acetona, la cual requiere de una superficie húmeda para brindar efectivos resultados en la adhesión.³⁰

2.2.7. DIENTES BOVINOS COMO SUSTRATO ALTERNATIVO A LOS DIENTES HUMANOS:

Recientemente se ha propuesto utilizar los dientes de bovino en reemplazo de dientes humanos para investigaciones en el

³⁰ 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 84(2): 118-132. February, 2005.

³⁷ Littlewood S.J., Mitchell L., Greenwood D.C., Bubb N.L., Wood D.J., “Investigation of a hydrophilic primer for Orthodontic Bonding: an in vitro study”. Journal of Orthodontics. Vol 27. 181-186. 2000.

campo odontológico. Dadas las tendencias actuales, obtener piezas dentarias resulta muy complicado si es que no se cuenta con el respaldo de una institución donde se realicen procedimientos de exodoncia de manera regular; en caso de no estar relacionado a una de estas instituciones, los procedimientos de investigación se convierten en procesos complicados de llevar a cabo o en su defecto dilatado por el hecho de la recolección de muestras.³⁸

Las investigaciones dentarias se realizan generalmente en terceras molares o premolares extraídas con fines ortodónticos, por lo que los estudios en piezas anteriores son muy escasos. La razón del estudio en dientes incisivos de bovino es la dificultad de conseguirlos en humanos, debido a su largo tiempo de permanencia en boca y el criterio odontológico que refiere como un acto antiético la extracción de estos dientes, lo que conlleva a la falta de accesibilidad a incisivos humanos frescos y adecuados para las pruebas necesarias a las que deben ser sometidos al probar los materiales dentales.³⁹

Los dientes de bovino presentan algunas características particulares como son la composición histológica y la forma anatómica haciéndolos sustitutos ideales de las piezas humanas.

³⁸ Puentes H., Rincón L. Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales. Rev. Federación Odontológica Colombiana. 2004; 20: 9-19.

³⁹ Posada M; Sánchez C; Jaime G; Peláez A; Restrepo L; López J. Dientes de bovino como sustitutos de dientes humanos para su uso en la odontología. Revisión de literatura. Revista CES Odontología. 2006; 19 (1): 63-68.

2.2.7.1. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:

Radiográficamente el esmalte bovino es más radiopaco que el resto de tejidos, debido a la mayor cantidad de componentes inorgánicos; seguido a éste, el hueso es el segundo tejido más radiopaco, pero con una gran irregularidad en su conformación estructural o también conocida como hueso esponjoso y su porción más regular como hueso cortical³⁸. La imagen radiolúcida de menor intensidad observada es la dentina, seguidos a ésta se encuentra el cemento, la pulpa, el espacio de ligamento periodontal y la sutura media mandibular.³⁹

Macroscópicamente, presentan similitud a las estructuras de las piezas dentarias humanas, las coronas de los dientes incisivos de bovinos tienen forma trapezoidal con mayor longitud aproximada mesio-distal de 14 mm en el tercio incisal, de 12 mm en el tercio medio y de 10 mm en el tercio cervical, la altura cérvico-incisal es de aproximadamente 21 mm y su grosor vestíbulo lingual de 8.5 mm en su parte más ancha. La cámara pulpar es ligeramente más grande en los dientes de bovino.³⁸

La raíz de los dientes incisivos de bovino, en su mayoría,

³⁸ Puentes H., Rincón L. Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales. Rev. Federación Odontológica Colombiana. 2004; 20: 9-19.

³⁹ Posada M; Sánchez C; Jaime G; Peláez A; Restrepo L; López J. Dientes de bovino como sustitutos de dientes humanos para su uso en la odontología. Revisión de literatura. Revista CES Odontología. 2006; 19 (1): 63-68.

se observa de forma cónica, con una leve dilaceración hacia mesial, en esta porción el diente se observa de un color más oscuro que el coronal. La longitud aproximada de esta parte del diente bovino es de 26,5 mm de la zona cervical al ápice, una distancia meso-distal aproximada, en el tercio coronal de 9 mm, en el tercio medio de 6,5 mm y en el tercio apical de 4 mm, y un grosor vestíbulo-lingual de aproximadamente 7 mm en su parte más ancha.³⁸

Presentan esmalte similar al humano, siendo una sustancia vidriosa, blanca y forma una capa muy dura sobre la corona terminando a la altura del cuello. El esmalte de la cara vestibular es poco espeso. La dentina se presenta dura y ligeramente amarillenta, da forma a todo el diente y presenta una cavidad interna ocupada por la pulpa dentaria. El cemento que recubre la raíz es menos duro que la dentina y se puede encontrar cemento sobre la corona. La pulpa dentaria se encuentra contenida en la cavidad del diente y la llena por completo, es esta se alojan vasos sanguíneos, linfáticos y nervios. A nivel histológico se identifican una zona odontoblástica, una zona poco celular, la zona celular y la zona central de la pulpa.³⁹

³⁸ Puentes H., Rincón L. Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales. Rev. Federación Odontológica Colombiana. 2004; 20: 9-19.

³⁹ Posada M; Sánchez C; Jaime G; Peláez A; Restrepo L; López J. Dientes de bovino como sustitutos de dientes humanos para su uso en la odontología. Revisión de literatura. Revista CES Odontología. 2006; 19 (1): 63-68.

2.2.7.2. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA:

La unidad básica del esmalte para bovinos es la varilla o prisma, la que a su vez es determinada por las interrelaciones en las direcciones de los cristales. Las características estructurales más destacables en el esmalte bovino son: las estrías de Retzius, las estrías transversales y las bandas de Hunter-Schreger.³⁹

La dentina de bovino está formada principalmente por los túbulos dentinarios, los cuales atraviesan todo su espesor siguiendo un trayecto en S levemente acentuada, desde la unión amelo-dentinaria hasta la pulpa. A nivel de tercio cervical, raíz y borde incisal adopta una disposición casi rectilínea en su totalidad y la disposición de los túbulos dentinales en dentición bovina, observados en corte transversal, muestran una irregularidad en su orden. En la dentina de bovino se reconocieron tres tipos de dentina compuestos principalmente por colágeno tipo I: la dentina primaria y junto a ésta la predentina, la dentina secundaria y la dentina terciaria.³⁸

Dentro de las características estructurales identificadas, encontramos en la dentina bovina la presencia de: la dentina peritubular, la dentina intertubular, las líneas incrementales

³⁸ Puentes H., Rincón L. Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales. Rev. Federación Odontológica Colombiana. 2004; 20: 9-19.

³⁹ Posada M; Sánchez C; Jaime G; Peláez A; Restrepo L; López J. Dientes de bovino como sustitutos de dientes humanos para su uso en la odontología. Revisión de literatura. Revista CES Odontología. 2006; 19 (1): 63-68.

y de crecimiento, la capa granular de Tomes y como característica destacable la no presencia de la dentina interglobular. Los túbulos dentinales en la dentina profunda presentan un diámetro aproximado de 2.4 micras, en la capa de la dentina media 2.3 micras y en la capa superficial 1.6 micras. Cuantitativamente la dentina presenta aproximadamente en su capa superficial, por milímetro cuadrado, 26026 túbulos dentinales, en la dentina media 29032 túbulos dentinarios por mm cuadrado y en la dentina profunda 29433 túbulos.

En tejido pulpar bovino se identifican a nivel histológico: en la periferia pulpar, la zona odontoblástica. Bajo los odontoblastos la zona poco celular. Adyacente a la zona acelular, la zona celular e irrigación e inervación en la zona central de la pulpa. Organización extracelular de haces fibrosos de colágeno tipo I y tipo III.³⁹

A nivel radicular, se encuentran dos tipos de cemento, el que recubre el tercio apical de la raíz o celular y el ubicado inmediatamente adyacente a la dentina radicular o acelular. De igual manera cubriendo la superficie radicular e interpuesta con haces fibrosos de ligamento periodontal, las células formadoras de cemento o cementoblastos y éstas encapsuladas en su propia matriz o cementocitos.³⁸

³⁸ Puentes H., Rincón L. Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales. Rev. Federación Odontológica Colombiana. 2004; 20: 9-19.

³⁹ Posada M; Sánchez C; Jaime G; Peláez A; Restrepo L; López J. Dientes de bovino como sustitutos de dientes humanos para su uso en la odontología. Revisión de literatura. Revista CES Odontología. 2006; 19 (1): 63-68.

2.2.7.3. CARACTERÍSTICAS:

Superficialmente el esmalte maduro de bovino, posee coloración y brillo similar al humano, pero se diferencia de éste por tener mayor cantidad de líneas incrementales, generándole aumento en su rugosidad.

La conformación estructural de la dentina de bovino es similar a la de los humanos. La organización de la dentina madura de bovino se diferencia de la humana, por ausencia de la dentina interglobular, mayor número, disposición más irregular, mayor diámetro, cantidad y recorrido casi rectilíneo de sus túbulos dentinales. Dentro de las capas de dentina estudiadas en incisivos de bovinos, la superficial es la más semejante a la dentina humana en su organización y dimensiones estructurales.

El principal componente orgánico de la dentina bovina, observado con microscopía óptica y medio de contraste de Hematoxilina-Eosina, es el colágeno tipo I, el cual se reporta para humanos. El tejido pulpar bovino posee en su conformación histológica, la misma disposición y tipo de estructuras a las reportadas para humanos. La estructura del cemento bovino, difiere únicamente con el de humano, por la mayor cantidad presente en bovinos. En el análisis químico por espectrografía de emisión los componentes inorgánicos para esmalte y dentina, de humanos y bovinos, son los mismos.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

Por las características descritas en este estudio, los dientes de bovino son una posibilidad para la práctica de técnicas en operatoria dental, sobre un sustrato real.³⁸

2.2.8 TESTS MECÁNICOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS:

Cada vez más sistemas adhesivos entran al mercado como resultado del constante desarrollo de biomateriales para uso del profesional. Debido a esta velocidad de introducción, la producción de datos científicos relevantes y confiables de estos productos se vuelve muy difícil de realizar, tanto es así que en ocasiones encontramos trabajos de investigación de materiales que ya se han descontinuado en el mercado.⁴⁰

Los test realizados para la evaluación de los sistemas adhesivos se basan generalmente en la aplicación de fuerzas para romper la adhesión entre el sustrato y el material restaurador, simulando de esta manera las condiciones que se presentan en la cavidad bucal. Existen autores que consideran que la evaluación de adhesivos en el laboratorio es importante para obtener un análisis previo al

³⁸ Puentes H., Rincón L. Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales. Rev. Federación Odontológica Colombiana. 2004; 20: 9-19.

⁴⁰ Pimentel F; Perlatti P; Suga R; Marins de Carvalho R. Testes mecânicos para a avaliação Laboratorial da união resina/dentina. Rev. Fac. Odontol Bauru. 2002; 10(3):118-27

desarrollo de un estudio clínico, que es mucho más costoso y mayor en términos de tiempo, ya que un sistema adhesivo que no se muestre provisorio en los estudios de laboratorio difícilmente tendrá un buen desempeño en el medio bucal.⁴⁰

2.2.8.1. TEST DE MICROTENSIÓN:

A lo largo del tiempo se han desarrollado diversos test de fuerza de adhesión. Estas fuerzas han sido evaluadas tradicionalmente utilizando en test de resistencia al cizallamiento o *shear bond strength*, el cual resulta útil para probar los materiales que fallan ante valores comprendidos entre los 18 – 20 MPa o menos. Sin embargo en valores que excedan la citada cifra a menudo no permitirá diferenciar entre la fuerza del adhesivo y la fuerza cohesiva del composite o la dentina, Además, debido a que la evaluación exacta de un material adhesivo se determina mejor cuando el fallo ocurre en el propio material y no implica a la estructura dentaria o al composite y, dado que la mejora de los adhesivos dentinarios aumenta con el paso del tiempo, apareció la necesidad de obtener un método mejor y más eficaz.

De esta manera, se creó el test de microtensión, que hoy en día es el más utilizado, la técnica de microtensión para

⁴⁰ Pimentel F; Perlatti P; Suga R; Marins de Carvalho R. Testes mecânicos para a avaliação Laboratorial da união resina/dentina. Rev. Fac. Odontol Bauru. 2002; 10(3):118-27

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

evaluar la resistencia adhesiva. Se trata de una técnica muy laboriosa pero que presenta múltiples ventajas como por ejemplo: con ella se pueden medir grandes fuerzas de adhesión, permite testear la adhesión en áreas muy pequeñas y en diferentes regiones y es capaz de obtener de una sola pieza múltiples especímenes.⁴¹

⁴¹ Albaladejo A. Estudio in vitro de factores que afectan la durabilidad de la unión esmalte dentina. Tesis para obtener el grado de Doctor en Estomatología Universidad de Granada. 2006

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

CAPITULO III

HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

CAPITULO III

HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES

3.1. HIPÓTESIS:

Las fuerzas de cizallamiento obtenidas en resinas compuestas adheridas a esmalte previamente sometido a tratamiento desproteinizante con NaOCl al 5%, serían superiores a las fuerzas de cizallamiento obtenidas en resinas compuestas adheridas a esmalte sin dicho tratamiento.

3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:

VARIABLE	INDICADOR	CATEGORIZACIÓN	ESCALA
FUERZAS DE CIZALLAMIENTO	MPa	Valor exacto	De razón
TRATAMIENTO DEL ESMALTE BOVINO	Sin NaOCl	Grupo A: Tratamiento sin NaOCl al 5%	Nominal
	Con NaOCl	Grupo B: Tratamiento con NaOCl al 5% durante 25 segundos	
		Grupo C: Tratamiento con NaOCl al 5% durante 60 segundos	

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

CAPITULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

CAPITULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 DISEÑO:

4.1.1. Técnica de Investigación

- **EXPERIMENTAL - IN VITRO:** Porque se determinan de forma in vitro, las fuerzas de cizallamiento en las restauraciones de resina aplicadas sobre superficies adamantinas bajo dos tipos de tratamiento de grabado ácido: uno con desproteización previa de la estructura del esmalte a diferentes tiempos y otro, sin ella.
- **PROSPECTIVO - TRANSVERSAL:** Porque los hechos, se registran a medida que van ocurriendo y las variables se estudian de forma simultánea.
- **ANALÍTICO - COMPARATIVO:** Porque se comparan las diferentes resistencias al cizallamiento obtenidas en ambos grupos experimentales en relación con el grupo control.

4.1.2. Técnica de ejecución de investigación

4.1.2.1. Selección de muestras:

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

a. Criterios de Inclusión: Las piezas dentarias comprendidas en el estudio, reunieron las siguientes características:

- Molares bovinos, superiores e inferiores con estructura coronal y radicular íntegras.
- Piezas conservadas en un medio húmedo (suero fisiológico al 0,09%).

b. Criterios de Exclusión: Las piezas dentarias comprendidas en el estudio, no presentaron las siguientes características:

- Molares bovinos con malformaciones del esmalte o dentina.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA:

Molares superiores e inferiores bovinos, extraídos y conservados en suero fisiológico. La muestra de estudio corresponde a 42 piezas dentales obtenidas de bovinos, seleccionadas de forma intencional, de acuerdo a los criterios de inclusión. Las muestras se dividen en 3 grupos:

- **GRUPO A:** Piezas dentales bovinas con resinas compuestas adheridas a esmalte sin tratamiento con hipoclorito de sodio al 5%.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

- **GRUPO B:** Piezas dentales bovinas con resinas compuestas adheridas a esmalte tratado con hipoclorito de sodio al 5% durante 25 segundos, previamente al grabado ácido.
- **GRUPO C:** Piezas dentales bovinas con resinas compuestas adheridas a esmalte tratado con hipoclorito de sodio al 5% durante 60 segundos, previamente al grabado ácido.

4.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

4.3.1. Instrumento documental:

- Fichas de observación in vitro.

4.3.2. Instrumentos mecánicos:

- Aplicador de cargas puntuales IMPACT PI-350, modelo AG 187 adaptado.
- Cámara fotográfica digital Lumix.
- Computadora.
- Termociclador adaptado.
- Micromotor y pieza recta Kavo Unik.
- Pieza de mano Kavo Unik.
- Lámpara LED de fotocurado.
- Unidad dental FareDent.

4.3.3. Procedimientos y técnica:

- **Preparación previa de los especímenes:**

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

Para este estudio, se utilizó una muestra de 42 piezas dentales bovinas, molares, libres alteraciones y fracturas en el esmalte y recientemente extraídas:

- Se conservaron en suero fisiológico y se eliminaron los restos de ligamento periodontal con hojas de bisturí N° 15 (Fig. 01).
- Se realizó el destartraje de las muestras con ultrasonido DTE - D1, con refrigeración constante.
- Con ayuda de discos de corte montados en un micromotor, se cortaron los ápices de los dientes, orificios por los cuales, se extrajeron las pulpas dentarias con ayuda de tiranervios N° 70 y 80 y se lavaron en abundante agua corriente (Fig. 02).
- Se realizó la profilaxis mediante el uso de escobillas montadas en un contrángulo sobre la superficie coronal de las piezas dentarias, sin pasta profiláctica y con agua de jeringa triple de la unidad dental.
- Se conservaron en suero fisiológico para evitar la desecación de las muestras.
- Se dividieron en 3 grupos:
 - **GRUPO A:** Grupo Control. Piezas dentales para ser tratadas sin hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5% previamente al grabado ácido.

- **GRUPO B:** Piezas dentales para ser tratadas con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5% durante 25 segundos, previamente al grabado ácido.
- **GRUPO C:** Piezas dentales para ser tratadas con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5% durante 60 segundos, previamente al grabado ácido.

- **Troquelado de las piezas dentarias:**

Se troquela cada una de las piezas dentarias bovinas con acrílico transparente en un molde de silicona pesada de 5 cm. de diámetro, dejando expuestas las superficies coronales (Fig. 03).

Para su mejor identificación, se da la siguiente asignación de colores (Fig. 04):

- **GRUPO A:** Acrílico de autocurado + colorante rosado.
- **GRUPO B:** Acrílico de autocurado + colorante verde.
- **GRUPO C:** Acrílico de autocurado + colorante celeste.

- **Elaboración de cilindros de resina:**

Con ayuda de un molde cilíndrico de 2.5 mm de diámetro interno y 2.5 mm de alto, apoyados sobre una platina de vidrio, se elaboraron los cilindros con resina de nanorrelleno Herculite Kerr, aplicando la técnica

incremental con capas de 1,5 mm aproximadamente y aplicando luz Led durante 20 segundos entre capa y capa para su polimerización (Fig. 05, 06).

Posteriormente, se retiraron del molde y se confirmó su diámetro mediante un calibrador para fresas (Fig. 07).

Se alisó uno de los lados de cada cilindro de resina con lija fina para asegurar el asentamiento exacto del cilindro sobre el esmalte, quedando con una altura de 2 mm.

- **Alisamiento de la superficie del esmalte:**

Con lija fina, se alisaron las superficies mesiales y distales de las coronas de los dientes bovinos con un área aproximada de 5x5 mm, con el fin de que las superficies sobre las que coloquemos nuestros cilindros de resina de 2.5 mm de diámetro, queden lo más planas posible.

- **Desinfección de la superficie del esmalte:**

Se realiza la desinfección, aplicando clorhexidina al 2% (Fig. 08), con una torundita de algodón sobre la superficie del esmalte a tratar y previamente alisada.

- **Desproteínización del esmalte con NaOCl al 5%:**

- **GRUPO A:** No se aplicó la solución de hipoclorito de sodio al 5%.
- **GRUPO B:** Se aplicó una solución de hipoclorito de sodio al 5% mediante el uso de microbrush sobre la superficie del esmalte alisada y desinfectada, durante 25 segundos (Fig. 09).

- **GRUPO C:** Se aplicó una solución de hipoclorito de sodio al 5% mediante el uso de microbrush sobre la superficie del esmalte alisada y desinfectada, durante 60 segundos (Fig. 09).

En los grupos B y C, se realizó el lavado con abundante agua por 20 segundos con ayuda de la jeringa triple manteniéndola a una distancia estandarizada de 2cm para pasar a ser posteriormente secada con la ayuda del aire proveniente de la misma jeringa a una distancia de 5cm por 3 segundos.

En adelante, los procedimientos y técnicas empleados en cada grupo, serán los mismos.

- **Grabado con ácido fosfórico al 37%:**

En los 3 grupos, la superficie del esmalte, se grabó con gel de ácido fosfórico ‘Perfect’ al 37% por 15 segundos, seguido por el lavado con abundante agua por 20 segundos con la ayuda de la jeringa triple manteniéndola a una distancia estandarizada de 2cm para, posteriormente, ser secada con la ayuda del aire proveniente de la misma jeringa a una distancia de 5cm por 3 segundos (Fig. 10).

- **Aplicación del adhesivo:**

Se aplicó el adhesivo Optibond - Kerr con la ayuda de un aplicador, frotando levemente la superficie durante 5 segundos. Por último se aplica una corriente de aire leve a

una distancia de 5cm por 3 segundos para promover la evaporación del solvente, siguiendo las instrucciones del fabricante (Fig. 11).

- **Aplicación del composite:**

Inmediatamente a la aplicación del adhesivo, se procedió colocar el cilindro de resina fabricado en procedimientos anteriores, sobre la superficie del esmalte, con ayuda de una pinza, asegurando la correcta posición y asentamiento del cilindro sobre la superficie y se procedió a fotocurar con una lámpara LED por 20 segundos, tiempo suficiente para la polimerización del adhesivo, a través del cilindro de resina, debido a su diámetro y altura, de 2.5 mm (Fig. 12); espesor aceptable, ya que teóricamente hablando, en resinas de nanorrelleno, las capas de resina no deben superar los 3mm de espesor para garantizar una polimerización completa.

- **Termociclado:**

Cada grupo de piezas dentarias, con sus respectivas restauraciones, después de haber estado 24 horas en suero fisiológico al 0.09% a temperatura ambiente, se someten a cambios de temperatura mediante 120 ciclos de 55° a 5°C, con una variabilidad de +/- 3°C. Con intervalos de 2 minutos y un intermedio de agua a 37°C por 1 minuto (Fig. 13).

Terminado este procedimiento, el grupo de piezas dentarias se sumerge en suero fisiológico a una temperatura constante de 37°C en una estufa por 24 horas.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

Se mantienen las muestras constantemente en la misma solución.

- **Método de evaluación:**

- **Aplicación de fuerzas cortantes:**

Transcurridas las 24 horas de las muestras en suero fisiológico, se realizó a la aplicación de fuerzas de cizallamiento mediante un aplicador de cargas puntuales adaptado (Fig. 14).

Para este procedimiento, se lavaron cada una de las muestras con agua corriente y se secaron con papel toalla, sólo al momento de la aplicación de fuerzas. Enseguida, fueron colocadas en el soporte superior del aplicador de cargas puntuales y se sujetaron firmemente para calibrar el punzón situado en la zona inferior, de modo que la tangente de aplicación de fuerzas se halle a 90° en relación al eje de la resina adherida (Fig. 15).

Los resultados son tomados en Newton y registrados para su posterior conversión a MPa (Fig. 16).

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

CAPITULO V

PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

CAPITULO V

PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

5.1. MATERIAL:

5.1.1. Para la recolección del grupo de estudio:

- Envases de plástico.
- Suero fisiológico al 0,9%.
- Guantes.
- Barbijos.
- Lentes de protección.

5.1.2. Para la profilaxis de las muestras:

- Hojas de bisturí N° 15.
- Ultrasonido DTE - D1.
- Unidad dental FareDent.
- Micromotor y contrángulo Kavo Unik.
- Escobillas descartables para profilaxis.
- Base para posicionar las piezas dentarias.
- Discos de corte.
- Tiranervios para endodoncia N° 70 y 80.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

5.1.3. Para el troquelado de los grupos de estudio:

- Ácido fosfórico al 37% Perfect.
- Adhesivo Natural Bond.
- Resina 3M ESPE - Valux Plus.
- Molde de silicona pesada de 5 cm de diámetro interior.
- Polímero transparente de autocurado.
- Monómero de autocurado.
- Colorantes verde, celeste y rosado para acrílico.
- Envase de vidrio.

5.1.4. Para la colocación de resina sobre el grupo control y los grupos experimentales:

- Campos descartables.
- Unidad dental.
- Microbrush.
- Solución de NaOCl al 5%.
- Clorhexidina al 2% Máquira.
- Ácido fosfórico 37% Perfect.
- Adhesivo Optibond S - Kerr.
- Resina Herculite - Kerr.
- Lámpara de luz halógena.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

5.1.5. Para la conservación las primeras 24 horas:

- Suero fisiológico 0,09%.
- Envase de plástico.

5.1.6. Para el termociclado:

- Conservador de alimentos adaptado.
- Voltímetro.
- Termómetro electrónico.
- Motores de pecera.
- Cronómetro.
- Hervidor eléctrico.
- Bolsa con cubos de hielo.
- Pizarra acrílica.
- Plumones para pizarra acrílica.
- Unidad dental.

5.1.8. Para el análisis de fuerzas de cizallamiento:

- Aplicador de cargas puntuales.
- Fichas de recolección de datos.
- Cámara fotográfica digital.
- Mandil blanco.
- Guantes descartables.

5.2. CAMPO DE VERIFICACIÓN:

5.2.1. Ubicación espacial:

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Tacna, en los ambientes de la Clínica Odontológica de la Universidad y en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Privada de Tacna.

5.2.2. Unidades de estudio:

Para el estudio, se procedió a seleccionar 42 piezas dentales bovinas (molares) extraídas recientemente, los cuales se dividen en 3 grupos, de 14 piezas dentales cada uno. De cada pieza dental, se obtuvieron 2 muestras. Cada muestra de cada uno de los grupos, se enumera del 1 al 28.

- **Grupo A:**

Grupo control. 14 piezas dentarias, con 28 muestras. Cada una con una resina compuesta adherida a esmalte sin tratamiento desproteinizante con NaOCl al 5% sometidas a 120 ciclos de termociclado.

- **Grupo B:**

14 piezas dentarias, con 28 muestras. Cada una con una resina compuesta adherida a esmalte bajo tratamiento desproteinizante con NaOCl al 5% durante 25 segundos, previamente al grabado ácido, sometidas a 120 ciclos de termociclado.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

○ **Grupo C:**

14 piezas dentarias, con 28 muestras. Cada una con una resina compuesta adherida a esmalte bajo tratamiento desproteinizante con NaOCl al 5% durante 60 segundos, previamente al grabado ácido, sometidas a 120 ciclos de termociclado.

5.3. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN:

5.3.1. Organización:

5.3.1.1. Para la recolección de muestras:

- Recolección de unidades de estudio en ganado vacuno sacrificado para consumo humano.
- Se selecciona la muestra de acuerdo a los requerimientos.

5.3.2. Recursos:

5.3.1.2. Recursos Humanos:

- Investigador: Karen Lunazco Blanco.
- Asesor: CD. Dante Pango Palza.

5.3.1.2. Recursos Físicos:

- Unidad dental.
- Laboratorio con equipo adecuado para cumplir satisfactoriamente con los objetivos propuestos.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

5.3.1.2. Recursos Económicos:

- Propios del investigador.

5.3.1.2. Recursos Institucionales:

- Biblioteca de la UPT.
- Laboratorio de Suelos de la Escuela de Ingeniería Civil de la UPT.
- Ambientes de la Clínica Odontológica de la UPT.

5.4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS:

5.4.1. A nivel de sistematización:

5.4.1.1. Tipo de procesamiento de datos:

- Matriz de registro y control computarizado.

5.4.1.2. Plan de Operaciones:

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

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

5.4.2. A nivel de datos de estudio:

5.4.1.1. Modalidades Interpretativas:

- Se comparan las fuerzas de cizallamiento en MPa en las muestras según el grupo.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

RESULTADOS

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

RESULTADOS

TABLA N° 01

FUERZAS DE CIZALLAMIENTO SEGÚN LOS GRUPOS DE ESTUDIO

		GRUPO				p
		GRUPO A: Control	GRUPO B: 25 seg	GRUPO C: 60 seg	Total	
FUERZA DE CIZALLAMIENTO (MPa)	Media	24.96	27.32	30.11	27.46	< 0.05
	Máximo	30.00	31.00	34.00	34.00	
	Mínimo	19.00	23.00	26.00	19.00	
	Desviación típica	3.25	2.55	2.57	3.49	

Fuente: Ficha de recolección de datos

Se observa la comparación entre las fuerzas de cizallamiento en Megapascales (MPa) obtenidas en resinas compuestas, independientemente de la superficie de aplicación.

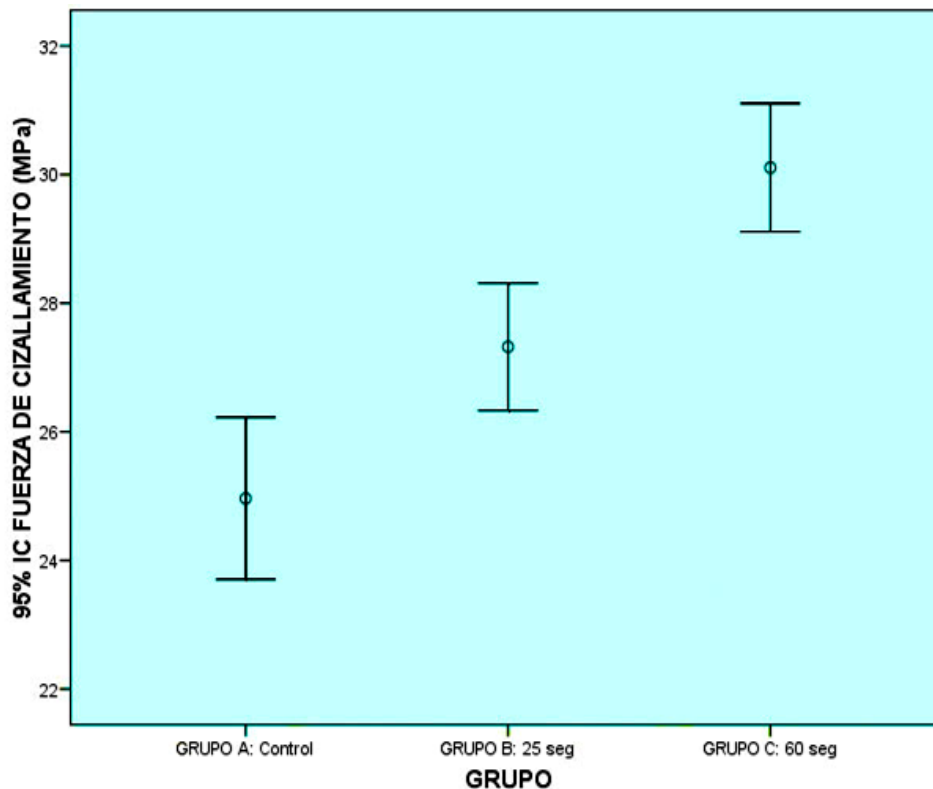
El valor media de resistencia al cizallamiento obtenida en el grupo A, fue de 24.96 MPa. El valor media de resistencia al cizallamiento obtenida en el grupo B, fue de 27.32 MPa. El valor media de resistencia al cizallamiento obtenida en el grupo C, fue de 30.11 MPa.

En los 3 grupos, las fuerzas de cizallamiento aplicadas mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

GRÁFICO N° 01

ANÁLISIS DE TENDENCIA CON UN INTERVALO DE CONFIANZA DEL 95% DE LAS FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN LOS TRES GRUPOS DE ESTUDIO



Se observa que hay una mayor resistencia a la fuerza de cizallamiento en el grupo B en relación al grupo A y del grupo C en relación al grupo B.

Podemos afirmar con un intervalo de confianza de 95%, que la mayor resistencia a la fuerza de cizallamiento se obtuvo en el grupo C, sometido a desprotección del esmalte durante 60 segundos.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

Este estudio, se realizó en dientes bovinos por su gran similitud estructural macro y microscópicamente, a los dientes humanos, además de superar las dificultades para la obtención de éstos, libres de lesiones cariosas y con el esmalte intacto.^{38,39}

Con el fin de simular las condiciones térmicas a las que son sometidos los materiales en la cavidad bucal, se realizó el termociclado de las muestras a temperaturas de 5° y 55°C con fluctuaciones de +/-3°C, por 120 ciclos.

Dentro de este estudio se pudo verificar que para que exista un correcto y óptimo grabado de la superficie es importante considerar la composición de la misma y la disposición de los elementos inorgánicos presentes en esta estructura tratada, al igual que la concentración del ácido fosfórico que debe ser utilizada, la cual de forma unánime y establecida se mantiene alrededor del 35% y 37%.^{11,13,26}

Actualmente existe mucha controversia en cuanto al tiempo estimado de aplicación del ácido fosfórico sobre la superficie del esmalte. Por una parte, Espinosa et al. en el 2008 plantea que la exposición del ácido fosfórico en contacto con el esmalte por un rango de tiempo mayor a 15 segundos, podría

¹¹ Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Saadia M. “Enamel desproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study”. Department of Oral Rehabilitation, Health Science and Environmental Center, Universidad de Guadalajara. 2008.

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

²⁶ Lanata, E.H. “Operatoria Dental. Estética y Adhesión”. Grupo Guía. Argentina. 2005.

³⁸ Puentes H., Rincón L. Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales. Rev. Federación Odontológica Colombiana. 2004; 20: 9-19.

³⁹ Posada M; Sánchez C; Jaime G; Peláez A; Restrepo L; López J. Dientes de bovino como sustitutos de dientes humanos para su uso en la odontología. Revisión de literatura. Revista CES Odontología. 2006; 19 (1): 63-68.

generar daños irreversibles en la estructura, al igual que un patrón de grabado tipo III, el cual da lugar a la formación de microporos de menor amplitud y de profundidad reducida, lo que llevaría a disminuir la capacidad de retener micromecánicamente los sistemas adhesivos. De igual manera, Brenna en el 2010 atribuye al hecho de que un tiempo de grabado mayor a 15 segundos, no contribuye a incrementar la fuerza de adhesión.

Por otra parte, discutiendo lo anteriormente planteado, Lanata en el 2005, determina que al extraer calcio de la hidroxiapatita se forman los fosfatos de calcio insolubles, que al precipitar sobre la superficie del esmalte lograrán limitar y neutralizar la acción del ácido. Es por esto que a la acción del ácido la considera como un efecto “autolimitante”. Esta condición es también atribuida por Roberson et al en el 2007 y Myers et al en 1973, quienes demostraron por estudios realizados in vitro que la rugosidad de la superficie conseguida a partir de la aplicación de ácido fosfórico por 15 segundos daba lugar a características muy similares a las de superficies en las cuales fue aplicado éste por 60 segundos. Barrancos, en el 2006, afirma que la aplicación por 15 segundos es muy reducida para lograr una energía superficial suficiente, determinando la posibilidad de obtener valores más altos con la aplicación de 30 a 60 segundos.^{4, 14, 26}

A partir de esto, es posible llegar al acuerdo de que existen otros factores importantes los cuales deben ser tomados en cuenta para la aplicación del ácido sin hacer referencia al tiempo de aplicación. La concentración del ácido a utilizar, el tiempo de lavado posterior a la aplicación, al igual que otros tratamientos previos como podría ser la aplicación del hipoclorito de sodio, serían considerados

⁴ Barrancos M. *Operatoria Dental*. Argentina: Editorial Médica Panamericana; Tercera Edición, Corregida 2000.

¹⁴ Roberson, Theodore M., Heymann, Harald O., Swift Edward J. “Arte y ciencia de la odontología conservadora”. 5ta ed. Elsevier. Madrid, España. 2007.

²⁶ Lanata, E.H. “Operatoria Dental. Estética y Adhesión”. Grupo Guía. Argentina. 2005.

factores importantes para dar lugar al éxito clínico, ya que haciendo referencia a la literatura, el exceso de tiempo de aplicación no afecta negativamente a la superficie del esmalte.

Dentro de la investigación realizada, se decidió aplicar el ácido fosfórico por un rango de 15 segundos, manteniendo el protocolo de práctica clínica más común, y siguiendo la metodología similar a lo propuesto por el estudio de Espinosa et al. en el 2008.

El ácido fosfórico, a pesar de su eficiente actividad a nivel de los tejidos mineralizados, se lo considera incapaz e ineficiente en lo que refiere a la eliminación de la materia orgánica de esta superficie.¹³

Nakabayashi, tras un estudio en 1996 demuestra la inactividad del ácido fosfórico a nivel de estructura orgánica ya que al ser este aplicado sobre la dentina durante la desmineralización de la misma, las fibras colágenas se mantienen intactas, lo que explicaría los resultados conseguidos por nosotros dentro de esta investigación, pues al ser el hipoclorito de sodio aplicado a una concentración del 5 al 5.25% actúa como agente bactericida y bacteriostático al eliminar a las proteínas desnaturalizadas por medio de un proceso de desproteínización.

Este compuesto es capaz de neutralizar los aminoácidos de la proteína dando lugar a la formación de agua y sales. Con la salida de iones hidroxilo, existe una reducción del pH. El ácido hipocloroso, una sustancia presente en la solución de hipoclorito de sodio, al tener contacto con la materia orgánica actúa como solvente, liberando cloro que al combinarse con los aminoácidos forma cloraminas y da lugar a la degradación e hidrólisis de los aminoácidos.³²

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

³² Estrela, C., Estrela, C. R., Barbin, E., Spano, J., Marchesan, M., Pécora, J. “Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite”. *Braz Dent J* 13(2): 113-117. 2002.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

Entonces, al realizar la desproteínización como un mecanismo de preparación previo al grabado ácido y a la aplicación del sistema adhesivo, se considera que la aplicación de hipoclorito de sodio al 5%, como fue utilizado en el grupo B y C, demostró que al ser aplicado por un periodo de 25 y 60 segundos, respectivamente, logran una diferencia importante con el Grupo A, dentro el cual únicamente existió la aplicación del grabado ácido.

La desproteínización del esmalte como procedimiento previo al grabado ácido, es considerada hoy en día como un elemento fundamental para lograr que el ácido fosfórico ejerza su acción de manera correcta y eficiente sobre la superficie del esmalte a tratar. Es así como se consigue el aumento del área de superficie del esmalte grabada en forma retentiva, con la posibilidad de obtener mayor retención de las restauraciones adhesivas.¹¹

En cuanto a la elección del adhesivo, al ser un estudio realizado únicamente sobre esmalte se usó el Optibond S (Kerr), el cual posee un solvente a base de etanol, por considerarse innecesario el uso de un adhesivo con base cetónica, el cual es ideal en sustrato con zonas hidrófobas e hidrófilas, como en el caso de resinas compuestas adheridas en cavidades talladas que involucren tanto esmalte, como dentina.

Si el proceso adhesivo se realiza únicamente a nivel del esmalte, en este caso puede aplicarse un agente adhesivo en ausencia de primer, o en su defecto, con etanol. Reconociendo todas aquellas características que hacen de la dentina y el esmalte tejidos tan distintos, se establece que el sistema adhesivo que resulte ser exitoso a nivel de la dentina húmeda, no necesariamente será exitoso a nivel del

¹¹Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Saadia M. “Enamel desproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study”. Department of Oral Rehabilitation, Health Science and Environmental Center, Universidad de Guadalajara. 2008.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

esmalte.^{13, 37}

Harleen N, Ramakrishna Y, Munshi A. en su estudio “Enamel desproteinization before acid etching and its effect on the shear bond strength--an in vitro study”. India. 2011, muestran que el valor media de resistencia al cizallamiento para su Grupo A (sin NaOCl) fue de 13,51 +/-5.726 MPa y para el Grupo B (NaOCl al 5, 25% durante 60 segundos) es 15,06 +/-6.220 MPa. Donde no se observa ninguna diferencia estadísticamente significativa en las de cizallamiento entre los dos grupos. Estos valores por debajo de los encontrados en nuestro estudio, podrían deberse a la diferencia entre los tamaños de cilindros de resina adheridos al esmalte, ya que, Harleen y cols. usaron para su estudio, cilindros de resina de 4 mm de diámetro y 5 mm de altura, mientras que en nuestro estudio usamos cilindros de resina de 2.5 mm de diámetro y 2 mm de altura, para asegurar la polimerización completa del adhesivo, ya que la teoría define un máximo de espesor de 2 mm en resinas convencionales y hasta un 3mm en resinas de nanorelleno, como son Filtek Z -350 XT usada por Harleen y cols. y Optibond S, usada en nuestro estudio.

¹³ Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.

³⁷ Littlewood S.J., Mitchell L., Greenwood D.C., Bubb N.L., Wood D.J., “Investigation of a hydrophilic primer for Orthodontic Bonding: an in vitro study”. Journal of Orthodontics. Vol 27. 181-186. 2000.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- **PRIMERO:** Partiendo del objetivo general de determinar si existen diferencias significativas entre la fuerza de cizallamiento en resinas compuestas adheridas a esmalte sometido a tratamiento de desproteínización con NaOCl al 5% en relación a la resistencia al cizallamiento en resinas compuestas adheridas a esmalte sin dicho tratamiento, podemos decir que sí existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos sistemas.
- **SEGUNDO:** La resistencia a la fuerza de cizallamiento en resinas adheridas a esmalte sin tratamiento desproteínizante fue de 24.96 (+/- 3.25) MPa.
- **TERCERO:** La resistencia a la fuerza de cizallamiento en resinas adheridas sobre esmalte desproteínizado con NaOCl al 5% durante 25 segundos, fue de 27.32 (+/- 2.55) MPa.
- **CUARTO:** La resistencia a la fuerza de cizallamiento en resinas adheridas sobre esmalte desproteínizado con NaOCl al 5% durante 60 segundos, fue de 30.11 (+/- 2.57) MPa.
- **QUINTO:** Bajo la metodología empleada, sí existen diferencias significativas en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre los tres grupos, especialmente entre el grupo control y el grupo donde se aplicó el NaOCl al 5% durante un mayor tiempo (60 segundos).

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados de la presente investigación, se abren nuevas posibilidades de estudio, pudiendo evaluar otros parámetros, como el análisis usando un microscopio electrónico de barrido (MEB), no sólo de la superficie del esmalte desproteínizado, para observar la diferencia entre los patrones de grabado, sino también de la interfase en resinas compuestas adheridas a esmalte desproteínizado previamente al grabado ácido.
- Se recomienda hacer estudios de microfiltración en resinas adheridas a esmalte desproteínizado, ya que, si el aumento en las fuerzas de cizallamiento es considerable estadísticamente, el sellado marginal debería mejorar con esta técnica.
- Se sugiere continuar las investigaciones para evaluar las fuerzas de cizallamiento usando adhesivos con base cetónica y libres de primer.
- En los estudios de corona, específicamente sobre esmalte, se recomienda usar acrílico de curado rápido en toda la raíz con el fin de asegurar estabilidad a la muestra al realizar la evaluación de fuerzas.
- Se recomienda estudios in vivo, que evalúen el desempeño de estos materiales bajo la técnica descrita, en el área clínica.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Salud, Perú. MINSA 2013. Artículo disponible: http://www.minsa.gob.pe/portada/prensa/notas_auxiliar.asp?nota=10036
2. Donoso M, María José. “Evaluación al microscopio electrónico de barrido de la influencia del NaOCl sobre la superficie del esmalte como procedimiento previo a la aplicación de dos diferentes tratamientos adhesivos. Universidad San Francisco de Quito, mayo 2011.
3. Diccionario de física. <http://www.parro.com.ar/fuerza+de+cizallamiento>. Parro Arg. Web page, 2013.
4. Barrancos M. Operatoria Dental. Argentina: Editorial Médica Panamericana; Tercera Edición, Corregida 2000.
5. Bjorn U: Zachrisson ‘Principios generales y técnica Grabar Venarsable. Editorial Panamericana. Tercera Edición, 2003.
6. Rodríguez Cano, William. Dental World Forums/Grabado ácido [20/12/2013]. Disponible en: <http://dentalw.com/dw/foros/posts/16929.html>
7. León Velarde Freyre, Claudia. Absorción acuosa de diferentes resinas compuestas, polimerizadas con luz halógena o luz de leds, en las primeras 24 y 48 horas. Universidad San Martín de Porres. Lima, Perú. 2005.
8. Justus, Roberto; Cubero, Tatiana; Ondarza, Ricardo; Morales, Fernando. “A new technique with sodium hypochlorite to increase bracket shear bond strength of fluoride releasing resin modified glass ionomer cements: comparing shear bond strength of two adhesive system with enamel surface desproteinization before etching”. México, 2013.
9. Harleen N, Ramakrishna Y, Munshi A. “Enamel desproteinization before acid etching and its effect on the shear bond strength--an in vitro study”. Dept. of Pedodontics and Preventive Dentistry, K. D. Dental College and Hospital, Mathura, U.P., India. 2011.

10. Cárdenas León, Amalia de Jesús; Ramírez Benítez, Alma Gloria. “Estudio comparativo entre dos tratamientos de la superficie del esmalte para mejorar la adhesión del bracket: hipoclorito de sodio al 5% vs. piedra pómez”. México, 2011.
11. Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Saadia M. “Enamel desproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study”. Department of Oral Rehabilitation, Health Science and Environmental Center, Universidad de Guadalajara. 2008.
12. Salazar Lipa, Gina. “Efecto de desinfectantes cavitarios en la fuerza de adhesión de los sistemas adhesivos a esmalte dental”. Lima, Perú. 2008
13. Henostroza, G. “Adhesión en Odontología Restauradora”. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2da ed. Madrid, España. 2010.
14. Roberson, Theodore M., Heymann, Harald O., Swift Edward J. “Arte y ciencia de la odontología conservadora”. 5ta ed. Elsevier. Madrid, España. 2007.
15. Barrancos Mooney, J. “Operatoria Dental. Integración clínica”. 4ta ed. Panamericana. Buenos Aires, Argentina, 2006.
16. Brenna, F. “Odontología restauradora: Procedimientos terapéuticos y perspectivas de futuro”. Elsevier Masson. Barcelona, España. 2010.
17. Joubert Hued, R. “Odontología Adhesiva y estética”. Ripano-Editorial Médica. Madrid, España. 2010.
18. Marro Alesso, C. “Evaluación de un sistema adhesivo de grabar y lavar de dos pasos en dentina grabada vs dentina grabada y tratada con NaOCl”. Tesis Doctoral. Facultad de Odontología de la Universidad de Granada. Granada, España. 2010.
19. Dino, R., Cerutti, A., Magani, F., Putignano, A. “Restauraciones Estéticas-Adhesivas Indirectas Parciales en Sectores Posteriores”. Amolca. Torino, Italia. 2009.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

20. Barrow, Gordon M. “Química y Física”. 4ta ed. Editorial Rerveté, S.A. Barcelona, España. Reedición 2002.
21. Marques, A.C. “Efecto del envejecimiento en la microfiltración de restauraciones clase V de resina compuesta adheridas con adhesivos autograbadores”. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Granada, España. 2007.
22. Sumitt J.- Robbins W. Van Meerbek. “Enamel and Dentin Adhesion”. Fundamentals of operative Dentistry: A contemporary approach 3ra ed. Chicago, USA. p. 178-235. 2006
23. Gómez de Ferraris M.E., Campos Muñoz A. “Histología y Embriología Bucodental”. Panamericana, 3ra Ed. Madrid, España. 2009.
24. Berkovitz B.K.B, Holland G.R., Moxham B.J. “Oral Anatomy, Histology and Embryology”. 3era ed. Mosby. 2002.
25. García Barbero J., Kessler Nieto F. “Adhesión en Patología y terapéutica dental. Ed. J García Barbero, Síntesis. Madrid, España 2007. pp. 467-482.
26. Lanata, E.H. “Operatoria Dental. Estética y Adhesión”. Grupo Guía. Argentina. 2005.
27. Elham, S.J., Alhaija, A., Al-Wahadni, A. “Evaluation of shear bond strength with different enamel pre-treatments”. European Journal of Orthodontics 26. Vol 26 no2. 179-184. 2004.
28. Loguercio A.D., Moura S.K., Pellizzaro A., Dal-Bianco K., Paazlaff R.T., Grande RHM. “Durability of enamel bonding using two-step self etch systems on ground and unground enamel”. Operative Dentistry. 33-1, 79-88. 2008.
29. Gordon J. C. “Bonding to dentin and enamel – Where does it stand in 2005?”. JADA vol 136. American Dental Association. September, 2005.
30. 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 84(2): 118-132. February, 2005.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

31. Miller, M., Castellanos, I. “Dental Adhesives”. Res Reality. Houston, USA. 2001.
32. Estrela, C., Estrela, C. R., Barbin, E., Spano, J., Marchesan, M., Pécora, J. “Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite”. Braz Dent J 13(2): 113-117. 2002.
33. Hobson R.S., Rugg-Gunn A.J., Booth T.A., “Acid-etch patterns on the bucal surface of human permanent teeth”. Arch Oral Biol. Mayo 2002. 47(5)-407-12.
34. Barbieri Bedran de Castro, A.K., Mariote Amarda, C., Boni Ambrosano, G., Freire Pimenta, L. “Effect of sodium hypochlorite gel on shear bond strength of one-bottle adhesive systems”. Brazilian Journal of Oral Sciences. Vol.3, No 9: 465-469, 2004.
35. Garone Netto, N., Russo E.M., Sobral, M.A., Luz, M.A., Carvalho, R. et al. “Introducao á Dentística Restaurador Adhesivos Dentários”. Sao Paulo: Santos. 2003.
36. Nakaoki Y., Nikaido T., Pereira P.N., Inokoshi S., Tagami J. “Dimensional changes of desmineralized dentin treated with HEMA primers”. Dent Mater. 2000 Nov; 16(6):441-6.
37. Littlewood S.J., Mitchell L., Greenwood D.C., Bubb N.L., Wood D.J., “Investigation of a hidrofílic primer for Orthodontic Bonding: an in vitro study”. Journal of Orthodontics. Vol 27. 181-186. 2000.
38. Puentes H., Rincón L. Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales. Rev. Federación Odontológica Colombiana. 2004; 20: 9-19.
39. Posada M; Sánchez C; Jaime G; Peláez A; Restrepo L; López J. Dientes de bovino como sustitutos de dientes humanos para su uso en la odontología. Revisión de literatura. Revista CES Odontología. 2006; 19 (1): 63-68.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

40. Pimentel F; Perlatti P; Suga R; Marins de Carvalho R. Testes mecânicos para a avaliação Laboratorial da união resina/dentina. Rev. Fac. Odontol Bauru. 2002; 10(3):118-27
41. Albaladejo A. Estudio in vitro de factores que afectan la durabilidad de la unión esmalte dentina. Tesis para obtener el grado de Doctor en Estomatología Universidad de Granada. 2006

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

ANEXOS

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

ANEXO N° 1:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Número de muestra: _____

Código: _____

Grupo de muestra:

- **Grupo A**
- **Grupo B**
- **Grupo C**

Resultado:

	Valor en N/mm ²	Valor en MPa
Fuerza de Cizallamiento		

Fecha: _____

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

ANEXO N° 2:

FICHA DE FUERZAS DE CIZALLAMIENTO

NUMERO DE MUESTRA	FUERZAS DE CIZALLAMIENTO MPa		
	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

LISTA DE FIGURAS:



Fig. 01: Eliminaron los restos de ligamento periodontal con hojas de bisturí N° 15.



Fig. 02: Profilaxis, recorte de los ápices, extracción y lavado de las piezas dentarias.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”



Fig. 03: Troquelado de las muestras.



Fig. 04: Asignación de colores según grupo de estudio.



Fig. 05: Elaboración de cilindros de resina bajo la técnica incremental.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”



Fig. 06: Fotopolimerización de cilindros de resina.



Fig. 07: Verificación del diámetro de cilindros de resina con ayuda de un calibrador para fresas.



Fig. 08: Clorhexidina al 2% como agente desinfectante.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

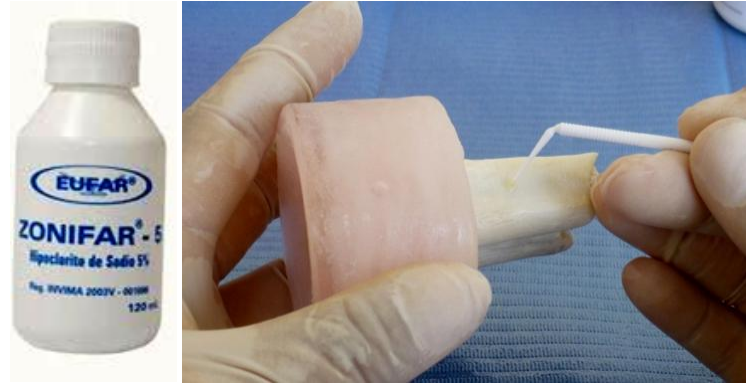


Fig. 09: Aplicación de NaOCl al 5% sobre superficie del esmalte alisada, pulida y desinfectada.



Fig. 10: Aplicación de ácido fosfórico al 37% sobre la superficie del esmalte, previamente desproteinizada.



Fig. 11: Adhesivo Optibond S, con solvente a base de etanol.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”

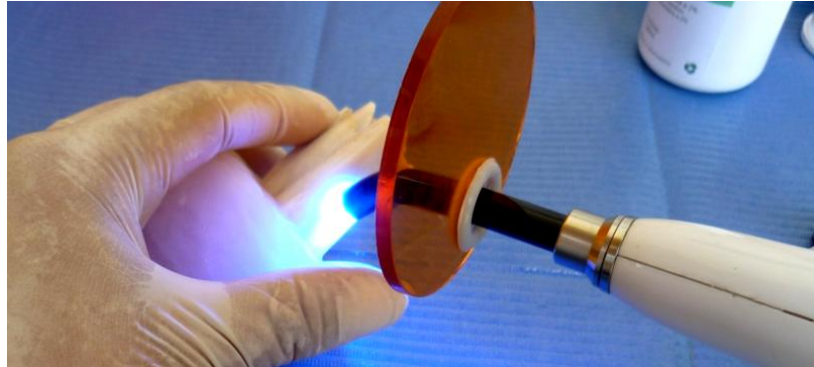


Fig. 12: Adhesión del cilindro de resina sobre la superficie del esmalte.



Fig. 13: Termociclador adaptado a distintas temperaturas.

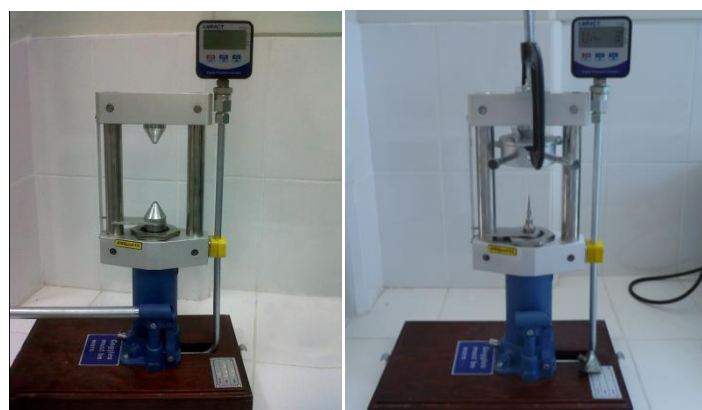


Fig. 14: Aplicador de cargas puntuales adaptado.

“FUERZAS DE CIZALLAMIENTO EN RESINAS COMPUESTAS ADHERIDAS A ESMALTE BOVINO TRATADO CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% COMO AGENTE DESPROTEINIZANTE DEL ESMALTE, APLICADO DURANTE 25 Y 60 SEGUNDOS, PREVIAMENTE AL GRABADO ÁCIDO: ESTUDIO IN VITRO, TACNA 2013”



Fig. 15: Punzón calibrado, de modo que la tangente de aplicación de fuerzas se halle a 90° , en relación al eje de la resina adherida.



Fig. 16: Resultados tomados en Newton y registrados para su posterior conversión a MPa.