

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA  
AREA DE BIOMATERIALES DENTALES**

**ESTUDIO COMPARATIVO *IN VITRO* AL MICROSCOPIO ELECTRONICO  
DE BARRIDO DEL EFECTO SOBRE EL ESMALTE DENTAL DE LA  
TECNICA DE GRABADO ACIDO CONVENCIONAL V/S TRES SISTEMAS  
ADHESIVOS AUTOGABANTES.**

**Carlos Manuel Guzmán Millán**

**TRABAJO DE INVESTIGACION  
REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE  
CIRUJANO DENTISTA**

**Tutor Principal  
Profesor Dr. Marcelo Bader M.**

**Santiago –Chile  
2007**

**A mi esposa, Soraya, por su amor incondicional  
Y su apoyo en esta larga travesía.**

## AGRADECIMIENTOS.

- A Dr. Marcelo Bader, por su tiempo y paciencia que me permitieron desarrollar mi trabajo.
  
- A mi mejor amigo, Carlos Carrasco, por su amistad y por su apoyo cuando el desánimo aparecía.
  
- A todos mis compañeros y profesores que hicieron de mi paso por la universidad una de las mejores etapas de mi vida : Maca fuentes, Pachurro, Necro, Clinton, Sole, Claudia Godoy, Diego Arredondo, Nano Arzola, Chascón, el Jota Castro y a todos los que hicieron de mi paso por la U un tiempo inolvidable..... a todos gracias de todo corazón.
  
- A toda mi familia, en especial a mi madre, ya que gran parte de lo que hoy soy se lo debo a ella.

## INDICE

INTRODUCCION	1
MARCO TEORICO	3
HIPOTESIS	34
OBJETIVOS	35
MATERIALES Y METODOS	36
RESULTADOS	42
DISCUSION	56
CONCLUSIONES	59
SUGERENCIAS	60
RESUMEN	61
BIBLIOGRAFIA	62

## INTRODUCCION

La caries es una enfermedad infectocontagiosa, multifactorial, de tipo crónico, poli microbiana, localizada, que afecta a los tejidos duros del diente y que se produce por la acción de los ácidos orgánicos provenientes de la fermentación microbiana de los carbohidratos de la dieta (1-2).

Produce un deterioro progresivo y silencioso de las piezas dentarias, que si no es detectado oportunamente, se hará irreversible desde el punto de vista de su auto reparación, es decir la remineralización de los tejidos afectados (1).

Al ocurrir esto último, el único tratamiento posible es la remoción mecánica del tejido dañado. Esto trae como consecuencia la generación de una secuela de la enfermedad, la que se traducirá en una cavidad en la estructura dentaria que debe ser restaurada basándose en los principios de la odontología restauradora.

Esta restauración puede realizarse con numerosos materiales, siendo las resinas compuestas, el material restaurador de mayor uso en Chile (3).

Las resinas compuestas no poseen unión directa a la pieza dentaria, por ello se desarrolló la técnica de grabado ácido y el uso de adhesivos a esmalte y dentina.

La adhesión a esmalte guarda relación con el grabado ácido de su superficie, que pretende cambiar una superficie suave y lisa a una irregular, expresando toda su energía superficial (4).

El ácido ortofosfórico al 37% es el ácido más usado para realizar esta técnica, esto avalado por estudios realizados con diversos ácidos que han demostrado que el

ácido fosfórico es el más eficaz, ya que, produce patrones de grabado adecuados para la función retentiva tanto en esmalte como en dentina.

Últimamente han aparecido sistemas adhesivos autograbantes que permiten simplificar la técnica, lo que se traduciría en mayor eficiencia, reduciendo los tiempos operatorios y aumentando el confort del paciente.

Estos adhesivos tienen monómeros hidrofílicos ácidos que serían capaces de grabar y penetrar el esmalte y la dentina. Debido a su bajo pH, estos adhesivos grabarían el esmalte de manera similar a como lo hace el ácido fosfórico (5). Siendo el sellado marginal en la zona del borde cavosuperficial un factor de extrema importancia para prevenir la microfiltración, se hace necesario conocer el real efecto que tendrían los sistemas autograbantes en esta zona del esmalte, en cuanto al patrón de grabado que ellos generan.

Por esta razón, el objetivo de este estudio fue comparar al microscopio electrónico de barrido los patrones de grabado sobre el esmalte generados por de la técnica de grabado ácido convencional versus los sistemas autograbantes: XENO III (Dentsply), ADhese (Vivadent) y Go (Sdi) para determinar si existen diferencias en los cambios generados en la microestructura adamantina por estos sistemas comparados con la técnica convencional con ácido fosfórico.

## **MARCO TEORICO**

La caries se define como una enfermedad infectocontagiosa, multifactorial y de tipo crónico que afecta a los tejidos duros del diente, la que es producto de la acción de ácidos orgánicos producidos por la fermentación de los hidratos de carbono consumidos en la dieta por parte de microorganismos (1). La acción de estos ácidos provoca en la mayoría de los casos un daño irreversible en la estructura de la pieza dentaria. En este caso el tratamiento debe ser la eliminación mecánica de los tejidos dañados, que dejará como secuela una preparación cavitaria que debe ser restaurada, con el objetivo de devolver la anatomía perdida, la función y la estética de dicha pieza dentaria (2).

Existen numerosos biomateriales que cumplen con los parámetros mecánicos, biofuncionales y estéticos para la restauración de las piezas dentales dañadas. Dentro de estos materiales estéticos de restauración, y por mucho uno de los más utilizados en la actualidad, encontramos a las resinas de dimetacrilato con refuerzos orgánicos o resinas compuestas (6).

### **Resinas compuestas**

En la década de los 60s R.L. Bowen, patenta en Estados Unidos su fórmula que consiste en una nueva molécula orgánica de alto peso molecular con capacidad de ser polimerizada, la que llamó BIS-GMA. Esta molécula es un monómero derivado de la combinación de una molécula epóxica como el Bisfenol con un Glicidil Dimetacrilato.

Este compuesto formaba una matriz orgánica con mejores características que las resinas acrílicas sin relleno, pero aún presentaba deficiencias que debían ser superadas. Para superar estas deficiencias se le agregó un relleno inorgánico en forma de partículas irregulares de tamaño variable, el que se unía a esta matriz de BIS-GMA a través del uso de un agente de acoplamiento que originalmente fue un derivado del vinil-silano.<sup>(3-7)</sup> De esta forma se logró disminuir la contracción de polimerización, el alto coeficiente de variación dimensional térmica y aumentar la resistencia mecánica, además de disminuir el posible daño al complejo pulpar, problemas que presentaban las resinas acrílicas <sup>(8)</sup>.

Por lo tanto, en una resina compuesta intervienen tres fases: una matriz orgánica, un relleno inorgánico y un agente de enlace entre ellos, además de un sistema que induce la polimerización <sup>(3,9)</sup>.

Para lograr el endurecimiento del material, este debe polimerizar, para lo cual los monómeros de la matriz orgánica deben ser activados mediante el aporte de energía que logre romper el doble enlace de sus grupos terminales.

La reacción de polimerización se acompaña siempre de dos fenómenos, la **exotermia**, que se produce porque el material pasa de un estado de mayor energía a uno de menor energía, y la diferencia energética entre ambos estados se libera en forma de calor. La **contracción** es el segundo fenómeno asociado a la polimerización y corresponde al acortamiento de la distancia entre las moléculas, ya que ellas deben acercarse para reaccionar entre sí, disminuyendo de esta manera el volumen total de la masa <sup>(10)</sup>.



La contracción de polimerización es uno de los factores más importantes a tener en cuenta para el futuro comportamiento clínico de una restauración, ya que esta no puede ser evitada, pero si disminuida o contrarestanda, ya sea por la composición del material a utilizar o por una correcta técnica operatoria clínica (11-12).

La adaptación marginal de las restauraciones de resinas compuestas es muy importante, pues la contracción de polimerización, según su magnitud, puede generar una brecha entre la restauración y la pieza dentaria que podría afectar la durabilidad de restauración, haciéndola fracasar. Se sabe que las resinas que contienen partículas de relleno se contraen en menor medida que aquellas que no las poseen, ya que la contracción es proporcional a la cantidad de matriz orgánica. Además, las tensiones generadas por la contracción de polimerización, pueden superar la fuerza de adhesión de las resinas compuestas a la estructura dental, a pesar del grabado ácido del esmalte y el uso de adhesivos, lo que se traduce en filtraciones marginales, que hacen fracasar la restauración (13).

Existen múltiples factores que influyen en el éxito de las restauraciones de resinas compuestas. Estas no poseen adhesión específica a la pieza dentaria, por esta razón se ha creado la técnica de grabado ácido y el uso de los adhesivos, que permiten la unión de este material a la pieza dentaria, dando paso a la denominada odontología adhesiva, que obedece a los principios generales de adhesión.

### **Adhesión a tejidos dentarios.**

Los tejidos dentarios difieren en estructura y composición, pudiendo de esta manera facilitar o dificultar la adhesión. Así, es diferente trabajar únicamente sobre esmalte o dentina, que trabajar sobre esmalte y dentina en conjunto.

### **Esmalte.**

Es el tejido con mayor mineralización del cuerpo, y por lo tanto es el más duro pero también el más frágil. Es un tejido que no puede regenerarse, es avascular y acelular, micro poroso y anisotrópico, y está en directa relación con el medio ambiente. Es de origen ectodérmico y es sintetizado por ameloblastos secretores<sup>(15-16)</sup>.

El esmalte es un tejido que contiene un 97% de mineral, un 3% de material orgánica y un porcentaje traza de agua <sup>(16-18)</sup>. La matriz orgánica del esmalte está constituida principalmente de un componente proteico en base a un sistema de multiagregados polipéptidos que no han sido determinados en forma definitiva. Dentro de esta matriz se han identificado una gran cantidad de proteínas <sup>(15)</sup>. Hay zonas donde la sustancia orgánica está más concentrada y se denominan calco globulinas, con un espesor de unos 0,5um. Existen otras zonas donde existe una menor concentración de proteínas, las que se denominan calco ferritos, con un espesor de 3 a 6 um de diámetro. Ambas zonas se van alternando, y su origen está en la base del proceso de mineralización que ocurre en forma rítmica <sup>(14)</sup>.

La matriz inorgánica del esmalte está constituida por sales minerales de carbonato y de fosfato. Está formada en su mayor parte por cristales de hidroxiapatita que corresponde a la fórmula  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . En el esmalte, a diferencia de lo que ocurre en dentina o en el tejido óseo, no se encuentra fosfato cálcico amorfo. Además podemos encontrar minerales de Calcio como carbonatos y sulfatos, y oligoelementos como Potasio, Magnesio, Hierro, Flúor, Manganeso, Cobre, etc. (14-15).

El agua se localiza en la periferia de los cristales formando parte de la zona de hidratación o capa de agua absorbida, cuya cantidad es mínima y disminuye al avanzar la edad. Así, por debajo y hacia el interior en el cristal, se ubica una capa de iones y compuestos absorbidos en las que el catión  $\text{Ca}^{+2}$  puede ser sustituido por  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{H}_3\text{O}^+$  y el anión  $\text{OH}^-$  por  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ , etc. (14-15).

Los cristales de hidroxiapatita son más voluminosos que los que existen en la dentina y en el tejido óseo, alcanzando una longitud de 100-1000nm y un ancho de 30-70nm. La forma y el tamaño del cristal maduro varían con el grado de mineralización y la ubicación dentro del esmalte (15-16).

Estos cristales son de naturaleza iónica, ya que la hidroxiapatita está compuesta de iones fosfato y calcio junto con grupos hidroxilos. Estas uniones iónicas entregan un sólido con alta energía superficial, lo que es considerado una situación favorable para la adhesión. (12).

Esta alta energía superficial solo se manifiesta al estar el esmalte totalmente limpio, lo que en condiciones normales no ocurre, ya que en el medio bucal el

esmalte está contaminado por iones provenientes del medio bucal, además de estar recubierto por una capa orgánica que de ser eliminada, rápidamente vuelve a depositarse en la superficie del esmalte. Considerando estos antecedentes, el uso de un adhesivo de resina directamente sobre el esmalte no generaría una adhesión adecuada. El esmalte debe ser tratado con alguna técnica que permita limpiar su superficie y prepararlo para recibir una resina compuesta (12).

El esmalte posee una estructura básica correspondiente al cristal y una secundaria que son los prismas (15,16).

Los cristales se unen entre si para formar los prismas, lo que da origen a un esmalte prismático, que es mayoritario, y existe un esmalte en donde los cristales no se organizan en prismas y forman el esmalte aprismático, que se ubica preferentemente en la periferia.

El esmalte prismático es la capa subsuperficial del esmalte, los prismas son estructuras longitudinales de 4um de espesor, que se dirigen en longitud desde el límite amelodentinario a la superficie. Su diámetro varía entre 4-10um y se van haciendo más gruesos al acercarse a la superficie. Su número varía en relación al tamaño de la corona y va desde 5 a 12 millones. Su disposición varía según el corte realizado. En un corte longitudinal se observan bandas delgadas irregulares, en un corte transversal se presentan como secciones hexagonales irregulares, ovoides o como en una forma que semeja escamas de pescado. Un modelo más actual de la estructura del esmalte, guiado por estudios de microscopía electrónica, identifica los

prismas como bastones irregularmente paralelos en un corte longitudinal y en cortes transversales como una morfología en ojo de cerradura, lo que permite identificar un cuerpo, zona más ancha, de 5um de diámetro y una cola cuya longitud es de 9um. Su disposición está estrechamente relacionada entre si, pues las colas están siempre unidas a los cuerpos de los otros prismas, este sistema de unión es lo que otorga mayor resistencia al esmalte, pues su ordenamiento permite una distribución de fuerzas y así mismo los prismas se disponen de tal manera que su cabeza está dirigida al extremo incisal u oclusal del diente y la cola a la zona gingival. (15-16).

La orientación de los prismas es compleja, estos se dirigen desde la unión amelodentinaria a la superficie externa del diente, se organizan y disponen en hileras en planos circunferenciales alrededor del eje mayor del diente. Entre las hileras existe un cambio en la orientación de unos cuantos grados (15). Estos sufren una serie de desviaciones y entrecruzamientos constantes, que son muy pronunciados en el tercio medio, formándose una zona de entrecruzamientos denominada esmalte nudoso. Cerca de la superficie, los prismas suelen cambiar bruscamente de dirección para ubicarse perpendicularmente a la superficie. (14).

En los dientes permanentes las hileras de los prismas de la zona cervical se desvían de la horizontal y se inclinan hacia apical. En la zona cuspídea las hileras presentan una orientación vertical o perpendicular. Además los prismas forman ángulos agudos de 60° aprox. hacia la profundidad de los surcos y fosas, los prismas de las cúspides forman ángulos de mas o menos 90° con la superficie externa de

esmalte y además crean ángulos a oclusal de  $106^\circ$  cuando terminan en la superficie correspondiente al tercio gingival de las caras laterales de la pieza dentaria.(15).

El esmalte aprismático es la capa más superficial del esmalte, no presenta prismas, los cristales se ubican en forma perpendicular a la superficie, se localiza en la zona mas externa de la superficie con un grosor de 30um en todos los dientes temporales y en 70% de los dientes permanentes, ubicándose en las zonas cervicales y en relación a las fosas y fisuras, pero no se encuentra en cúspides. Estas zonas de esmalte aprismático no son favorables para realizar la técnica de grabado ácido.

#### **Adhesión a esmalte.**

La adhesión a esmalte está íntimamente relacionada con el grabado ácido de su superficie, que cambia una superficie suave y lisa a una irregular, lo que aumenta su energía superficial. Así una resina fluida de baja viscosidad puede humedecer la superficie con alta energía para luego ser arrastrada dentro de los microporosidades creadas, por la condición de tracción capilar. Después de la polimerización, estas extensiones de resina en las micro porosidades, conocidas como “tags”, forman una fuerte trabazón micro mecánica y reológica con el esmalte. (17).

Los primeros ensayos realizados por Buonocore (18), en 1955, propusieron el uso de ácido sobre la superficie dentaria antes de la aplicación de una resina acrílica, para hacerla más receptiva a la adhesión (19). Luego de varios estudios, logró encontrar y desarrollar una técnica en la que al esmalte se le aplicaba ácido fosfórico al 85% durante 30 segundos, el cual producía una disolución irregular de su

superficie siguiendo las zonas de menor mineralización de los prismas del esmalte, la que luego lavaba y sacaba dejando un área micro porosa que permitía una fuerte adhesión micro mecánica de la resina acrílica al diente. Esta técnica es conocida como “Técnica de grabado ácido del esmalte”, la que además de lograr una buena unión microscópica, permite disminuir la cantidad de tejido sano a remover en comparación con la confección de cavidades macroscópicamente retentivas (3,19).

Actualmente el ácido utilizado es el ácido ortofosfórico ( $H_3PO_4$ ), que es muy compatible con la composición del esmalte, a diferencia de otros ácidos que son muy reactivos, como el sulfúrico o el clorhídrico, o muy poco reactivos como el ácido cítrico o el láctico. El ácido ortofosfórico actúa sobre la hidroxiapatita del esmalte, extrayendo Calcio, que pasa a formar parte de la solución. (12).

La concentración de 37,5% es la más utilizada en la actualidad, ya que se ha observado que concentraciones mayores logran menor formación de micro poros, así como una menor profundidad de grabado, y concentraciones menores del ácido, aumentan la velocidad de formación de estos (19).

El tiempo de aplicación del ácido no debe ser muy largo ya que la reacción es auto limitante y se puede producir una reprecipitación de fosfato de Calcio sobre el esmalte, lo que oblitera los poros generados y disminuye la capacidad de unión. El retiro de esta capa de sales precipitadas es muy difícil, lo que crea problemas para la adhesión de un material restaurador .

El ácido se retira lavando con agua por un tiempo igual o bien superior al que se aplicó el ácido, con una fuerte aplicación para retirar de entre los poros todos los

restos de ácido y las sales de calcio disueltas en el líquido, ya que, más que por remoción directa, el ácido se elimina por una dilución de éste desde el fondo de las grietas en que está atrapado. La presencia de ácido o restos de sales de fosfato contaminará la superficie e irá en desmedro una efectiva adhesión. Una vez lavada la superficie se debe realizar un completo secado de esta, ya que un mínimo de humedad en ella impedirá el contacto real buscado (12).

Este procedimiento efectuado sobre la superficie del esmalte, demostró aumentar la duración de la adhesión bajo las condiciones de humedad que posee el medio bucal (20).

Con estas técnicas se logra obtener un esmalte con una superficie limpia, sin contaminantes, llena de poros o grietas de una profundidad aproximada de 10 a 70um, de aspecto opaco, que permite :

- Aumentar macroscópicamente la superficie total de esmalte capaz de adherirse, ya que las grietas y surcos formados aumentan la cantidad de esmalte expuesto.
- Liberar toda la potencialidad de la energía superficial del esmalte.
- La formación de micro cavidades retentivas en la superficie adamantina.

La adhesión que se alcanza es suficientemente eficaz en términos de resistencia adhesiva como para asegurar el sellado marginal de la restauración y la integración material-diente que se quiere lograr. (12).



El grabado ácido del esmalte está fundamentado principalmente en la diferencia de solubilidad que presentan las distintas partes de los cristales de hidroxiapatita que forman los prismas. Estos prismas están unidos lateralmente e íntimamente entre sí, y su aspecto en la superficie es similar a un panal de abejas<sup>(4)</sup>

Esta diferencia de solubilidad va a depender si se trata de la superficie del centro o de la periferia del prisma, lo que determina que al aplicar el ácido sobre el esmalte la disolución será diferente, lo que puede generar distintos patrones de grabado, los que se clasifican en (4-5):

**Tipo I:** existe disolución más marcada en el centro del prisma, quedando el aspecto de empalizadas unidas con depresiones o “poros” entre ellas, y la periferia casi intacta.

**Tipo II:** se disuelve más la periferia que el centro del prisma, con lo que se observan pequeñas islas de esmalte rodeadas de surcos y grietas entre ellas, donde el núcleo del prisma permanece intacto.

**Tipo III:** hay una mezcla de los patrones anteriores, no se evidencia estructura prismática.

Aunque el patrón de grabado más común es el Tipo I, los resultados de investigaciones sugieren que no existe un patrón específico, producido por la acción del ácido sobre el esmalte (21).

En relación a la disolución de los cristales de hidroxiapatita, cuatro son los aspectos principales de la estructura y de la organización del cristal a tener presente:

las impurezas, el tamaño del cristal, los defectos cristalinos y la velocidad de difusión de los iones que se disuelven por los espacios ínter cristalinos (22).

El objetivo en la adhesión a esmalte es que la resina sea absorbida por atracción capilar creando un puente y envolviendo a los prismas, creándose dos tipos de Tags (23-24):

- Micro tags que llenan el espacio alrededor del prisma.
- Nano tags resultantes de la infiltración y polimerización en el corazón de los prismas, dentro de los cristales.

Los sistemas de adhesión para esmalte dependen principalmente de la formación de los tags resinosos que se crean en las irregularidades superficiales producidas por el grabado ácido. Los nanotags formados son los de mayor importancia puesto que son más numerosos y dan una mayor superficie de contacto. La fuerza de unión estará determinada por el espesor de la capa de adhesivo y por la resistencia al cizallamiento de los tags formados (25).

### **Adhesión a dentina.**

Debido a que la composición del esmalte y dentina son distintos, es también distinta la manera que tienen ambos tejidos de interactuar con los sistemas adhesivos. La adhesión a dentina ha sido difícil de desarrollar principalmente por su compleja estructura y composición variable.(5)

La dentina constituye la mayor parte de la pieza dentaria y rodea a la cámara pulpar. Es similar al hueso en su composición química, aunque se le considera de mayor dureza. Está compuesta por un 18% de material orgánico, en un 70% de

material inorgánico y un 12% de agua. Esta composición varía con la edad debido a que la mineralización continúa aún después que el diente está totalmente formado. De la parte orgánica el 92% es colágeno, encontrándose además cantidades mínimas de polisacáridos, lípidos y proteínas. La parte inorgánica está constituida principalmente por cristales de hidroxiapatita cuya longitud promedio es de 60 nm.<sup>(13)</sup>

La dentina es un tejido altamente calcificado, surcado por innumerables conductillos que alojan en su interior una sustancia protoplasmática, cuya célula madre se encuentra en la pulpa, que recubre la pared interna de la dentina y que se denomina *odontoblasto*.

Es esta célula la que produce la dentina, tiene forma cilíndrica y posee una gran prolongación citoplasmática, el proceso odontoblástico. El cuerpo celular se localiza en la periferia de la pulpa y los procesos odontoblásticos quedan en los conductillos o túbulos dentinarios.

Se pueden identificar distintos tipos de dentina dependiendo de su ubicación: dentina periférica que se encuentra inmediatamente por debajo del esmalte, es la primera en formarse, y posee fibras colágenas más gruesas; la dentina peritubular, que recubre el túbulo dentinario como una vaina y muestra un alto grado de mineralización; la dentina intertubular, que separa un túbulo de sus vecinos y presenta un grado menor de mineralización, a la vez que contiene una mayor cantidad de componente orgánico, especialmente fibras colágenas que se disponen

formando una red alrededor de los túmulos dentinarios. ; la dentina circunpular, y la predentina.<sup>(12)</sup>

Además de la compleja histología de la dentina existe otra dificultad para lograr una correcta adhesión a esta, y es la formación del barro dentinario.

El *barro dentinario*, se produce durante la preparación cavitaria, y está formado por una mezcla de fibras colágenas, cristales de hidroxiapatita dañados y bacterias, además de detritus orgánico e inorgánico. El barro dentinario ocluye los tubulos dentinarios actuando como una “barrera de difusión”.<sup>(3,24)</sup>

La remoción del barro dentinario mediante el grabado ácido, ha sido discutida como una opción para la creación de retención micromecánica, para que la resina pueda ser adherida al sustrato subyacente.<sup>(5)</sup> el ácido aplicado sobre la dentina, además de remover el barro dentinario, descalcifica la dentina intertubular y peritubular, aumenta la permeabilidad dentinaria y ensancha los túmulos<sup>(5,12,23)</sup>. La profundidad de la descalcificación se ve afectada por varios factores como el Ph, concentración, viscosidad y tiempo de aplicación del ácido. En la dentina los cristales de hidroxiapatita son disueltos, dejando una malla de colágeno que puede colapsar y contraerse debido a la pérdida de soporte inorgánico. La remoción del barro dentinario, que actúa como un tapón en los túbulos dentinarios, aumenta el flujo hacia el exterior del fluido dentinario resultando una interfase de adhesión húmeda que debilita la adhesión con las resinas hidrofóbicas contenidas en los sistemas adhesivos. Por otra parte, sin un adecuado tratamiento post grabado de la dentina, podría producirse sensibilidad posoperatoria e irritación pulpar<sup>(3)</sup>.

Así, las alternativas para aumentar la superficie total de dentina capaz de adherirse y lograr un aumento en la fuerza de unión son:

- Remover completamente el barro dentinario, para que los sistemas adhesivos penetren en los túbulos dentinarios .
- Utilizar adhesivos que penetren a través del barro dentinario alcanzando la matriz dentinaria.

Para que las resinas compuestas se unan de manera eficaz y duradera a la estructura dentaria, es fundamental el empleo de una resina de baja viscosidad o adhesivo, que sea capaz de penetrar en las micro porosidades creadas por el grabado ácido y ahí polimerizar. Estas resinas de baja viscosidad son los sistemas adhesivos. En la actualidad todos los sistemas adhesivos se componen básicamente de una resina hidrofílica, una resina hidrofóbica y un solvente, además de los elementos iniciadores de la polimerización.

### **Sistemas adhesivos.**

Los sistemas adhesivos se pueden clasificar de distintas maneras:

1.- Según sus componentes:

- Adhesivos de tres etapas: las etapas de grabado, acondicionamiento y adhesión están separadas.

- Adhesivos en dos etapas con grabado previo: el agente imprimante y adhesivo están juntos.
- Adhesivos en dos etapas con auto grabado: un agente imprimante ácido produce el grabado y la penetración de este en un solo paso, y por separado está el adhesivo.
- Adhesivos en un solo paso: el agente imprimante, el adhesivo y la parte ácida que produce el grabado están juntos.

#### 2.-Según acondicionamiento ácido:

- Los que requieren grabado y acondicionamiento previo.
- Los que graban y acondicionan la superficie a la vez que penetra el monómero adhesivo.

#### 3.-Según el grado de acidez del sistema que graba la superficie:

- pH alto: los que presentan menor capacidad de grabado(Clearfil liner bond2V, clearfil SE Bond)
- pH intermedio: (Adpter prompt L pop y Non-Rinse Conditioner).
- pH bajo: corresponden a los de última generación con un pH de 1, cercano al del ácido fosfórico (pH 0,6). (Xeno III, Simplicity y Tyrian SPE.)<sup>(61)</sup>

#### 4.-Según el solvente los adhesivos pueden ser:

- adhesivos con solvente acuoso.

- Adhesivos con solvente alcohólico.
- Adhesivos con solvente acetónico.

5.-Según método de activación, pueden ser:

- Adhesivos fotoactivados.
- Adhesivos de activación química.
- Duales.

6.-según orden de aparición:

- 1ª generación: Bowen, al principio de la década de los setenta, propone el uso de un comonomero, que teóricamente podía unirse al calcio de la dentina. Sin embargo, al contacto con el agua esta adhesión disminuía ostensiblemente, mostrando resultados clínicos muy pobres (1,27).
- 2ª generación: fueron desarrollados a principios de los ochenta. La mayoría de estos eran ésteres halofosfóricos de resinas sin relleno, como el bisfenol A-glicidylmetacrilato (BISGMA) o el hidroxietil metacrilato (HEMA). Su mecanismo de unión a la dentina se basaba en la unión al calcio presente en el barro dentinario, mediante la acción de los grupos fosfatos del adhesivo y por lo tanto, estos adhesivos modificaban el barro dentinario. Sin embargo, este sistema adhesivo presentaba una fuerza de adhesión bastante débil, que no contrarrestaba la fuerza producida por la contracción de polimerización, lo que provocaba la filtración marginal de las restauraciones (27-28).

- 3ª generación: aparecen al final de la década de los ochenta. Se basaba principalmente en la remoción o modificación del barro dentinario, que permitía la penetración de la resina adhesiva a la dentina subyacente. Clínicamente estos adhesivos mejoraron la retención y la integridad marginal, aunque sus resultados clínicos no fueron óptimos, ya que, disminuyeron la infiltración marginal pero no la eliminaron (27,29).
- 4ª generación: aparecen a principio de los noventa, son llamados adhesivos de tres pasos o también sistemas con grabado ácido total. Su mecanismo de acción consta de tres pasos: acondicionamiento ácido, aplicación de un agente imprimante y por último el adhesivo. El acondicionamiento se basa en la técnica de grabado ácido total propuesta por Fusayama en 1979, que consiste en el grabado ácido simultáneo de la dentina y el esmalte, desmineralizando el componente inorgánico y exponiendo las fibras de colágeno de la dentina. La malla de colágeno desmineralizada será tratada con un agente imprimante, que consiste en una resina de tipo hidrofílica, que actúa como un agente de enlace entre la resina adhesiva, que es hidrofóbica, y la dentina húmeda que es hidrofílica, para que una vez polimerizada constituya una capa denominada híbrida, ya que está conformada por colágeno infiltrado con resinas. El agente imprimante es capaz de penetrar la dentina húmeda, para luego unirse a la resina adhesiva a través de enlaces químicos. Una vez polimerizada la resina adhesiva se coloca la resina compuesta restauradora (27-28).



- 5ª generación: este sistema fue creado con el fin de simplificar el sistema de tres pasos. Para ello se combinó el agente imprimante y la resina adhesiva en una sola botella, por lo que fueron llamados “monobotella”. También corresponden a sistemas adhesivos con grabado ácido total. Luego del grabado ácido se aplica el adhesivo en una o dos capas. Posteriormente se polimeriza y se aplica la resina de restauración. Este sistema junto al anterior han demostrado un buen comportamiento en cuanto a fuerza adhesiva y sellado marginal. Al igual que con el sistema de 4ª generación, se han reportado reacciones de sensibilidad postoperatoria, asociadas al grabado ácido, que al remover el barro dentinario aumenta la permeabilidad de los túbulos. Actualmente son los sistemas más utilizados y dentro de ellos se pueden mencionar a Prime & Bond NT, Single Bond2, One-Step, entre otros. (27,29).
- 6ª generación: en la actualidad el desarrollo de los sistemas adhesivos está orientado a simplificar los pasos operatorios, disminuyendo las etapas en la técnica, y a solucionar los problemas de sensibilidad postoperatoria. Fue así como aparecieron los sistemas autograbantes, que no requieren un grabado ácido previo a su aplicación, encontrándose entre ellos los agentes imprimantes autograbantes (dos pasos) y los adhesivos autograbantes (un solo paso) (27,30).

Los agentes imprimantes autograbantes consisten en dos botellas. La primera combina el grabado ácido y la aplicación del agente imprimante y la segunda contiene el adhesivo de resina. Este material puede grabar e imprimir el esmalte y la

dentina simultáneamente, es decir, desmineraliza el componente inorgánico de la dentina infiltrando con el agente imprimante las fibras de colágeno expuestas seguida de un segundo paso operatorio que es la aplicación del adhesivo. Ejemplos de estos sistemas son Clerfil SE Bond y Adhese.

Los sistemas adhesivos autograbantes, al igual que los agentes imprimantes autograbantes corresponden a dos botellas, la primera contiene el acondicionador y el agente imprimante y la segunda que contiene el adhesivo. La diferencia radica en que en estos se mezclan ambos componentes, para ser aplicados en un solo paso clínico. En teoría los adhesivos autograbantes desmineralizan el componente inorgánico del esmalte y la dentina, promoviendo la difusión de monómeros de resina adhesiva dentro de la malla de colágeno desmineralizada. Algunos ejemplos de este sistema son Xenol III, Amper Prompt L-Pop (31-32).

Las técnicas adhesivas a estructuras dentarias se basan en dos procedimientos que son los más utilizados en la actualidad.

### **Técnica de grabado ácido o grabado y lavado.**

Las técnicas adhesivas con el uso de grabado ácido son las más usadas en nuestro medio actualmente, y eliminan toda capa de sustrato dentario libre. Básicamente se trata de aplicar un ácido sobre la superficie dentaria por 15-20 segundos, con lo que se logra eliminar el barro dentinario. Además remueve el contenido mineral del esmalte, eliminando la capa aprismática y logrando una

profundidad de grabado mayor que todos los otros sistemas adhesivos, dejando los prismas expuestos (33). Luego de aplicar el ácido se debe lavar por 30 segundos, secar y aplicar el agente imprimante que penetrará en los espacios producidos. Luego se aplica el adhesivo resinoso de características hidrofóbicas que se ubica donde pudo infiltrarse el agente anterior, esto gracias al HEMA contenido en él. La aplicación del agente imprimante y la resina adhesiva puede ser en dos o en un solo paso clínico dependiendo del producto utilizado. Una vez aplicado el agente imprimante y la resina adhesiva se polimeriza por acción lumínica y se forma la llamada capa híbrida (34). Luego se aplica el material restaurador para confeccionar la restauración de resina compuesta terapéutica. (35). Prime&Bond NT y SingleBond son ejemplos de adhesivos usados en esta técnica.

### **Técnica de auto grabado.**

Esta técnica se diferencia de la anterior porque se usa el sustrato producido por la desmineralización para la adhesión. Los sistemas autograbantes son aplicados en la superficie dentaria por un tiempo determinado. De esta forma se desmineraliza o graba la superficie por el pH ácido del material y luego, sin lavado, el agente imprimante contenido en el mismo líquido va infiltrándose en las zonas grabadas mientras ocurre el proceso de desmineralización. Finalmente, una capa de adhesivo de resina que puede también estar contenido en el mismo líquido se autoaplica a la superficie tratada. El objetivo principal de estos sistemas es incorporar el sustrato

dentario libre producto de la desmineralización a la capa híbrida y simplificar la aplicación de la técnica<sup>(34)</sup>. Por esta razón, en el caso de sistemas autograbantes se habla de una capa de integración más que de una capa híbrida.

El mayor o menor efecto acondicionador de los sistemas autograbantes se basa en la mayor o menor acidez de los monómeros acídicos resinosos que los componen. Aunque los sistemas autograbantes continuamente están siendo mejorados, todavía está el peligro que estos puedan sufrir un efecto buffer por el contenido mineral de capas de barro dentinario de grosor mayor <sup>(36)</sup>. Esto se traduce en un menor potencial de desmineralización.

Actualmente las investigaciones se encuentran enfocadas en el conocimiento del mecanismo de adhesión y de la efectividad clínica de estos sistemas, comparados con los sistemas adhesivos con grabado ácido total. El ahorro de tiempo clínico y la simplificación de la técnica que presentan los sistemas autograbantes han tenido una alta aceptación por parte de la comunidad odontológica, pero es necesario un conocimiento acabado de su mecanismo de adhesión, que asegure un comportamiento clínico exitoso <sup>(37)</sup>.

En los sistemas en donde el agente imprimante y el adhesivo están en una misma botella, los monómeros están incluidos en un solvente volátil lo que aumenta su capacidad de difusión y por ende mejora el proceso de adhesión, incluso en un sustrato húmedo <sup>(38)</sup>, aunque existen estudios en los que se han detectado diferencias entre una técnica de adhesión sobre superficies secas respecto a una técnica húmeda cuando se ocupa un sistema adhesivo en base acuosa <sup>(39-40)</sup>.

Estudios han mostrado que el esmalte al ser sometido al grabado ácido tradicional forma una capa más gruesa de tags comparado con la capa que se forma al usar un sistema autograbante. Así mismo, que el tratamiento con ácido ortofosfórico es suficiente para descalcificar el prisma del esmalte, tanto para hidroxiapatita (pH 5.5) y fluorapatita (pH 4.5) en un tiempo de aplicación determinado. En el caso de los sistemas autograbantes parece ser que el mismo tiempo es insuficiente para un correcto grabado. Estos descalcifican selectivamente las regiones ínter prismática dado la baja acidez, pero los tags formados presentan una réplica de la estructura del esmalte descalcificado más limpia (41).

En los sistemas autograbantes a pesar de presentar una menor desmineralización, proveen una buena infiltración y difusión del adhesivo, lo que es un factor importante en la producción de adhesión a nivel de esmalte. Teniendo en cuenta que no se produce una remoción total de la capa aprismática, pues no hay proceso de lavado, lleva a inferir que obtendría una mejor adhesión en esmalte profundo que en la capas superficiales. Esto constituye un punto de discusión, ya que, mientras algunos estudios consideran satisfactorio su uso en dentina, otros no lo encuentran adecuado para su uso en esmalte íntegro (32,42). Una solución sería ocupar ácido ortofosfórico entre 30% y 37% antes de emplear el sistema autograbante, o utilizar sistemas autograbantes con pH menor a uno, los que deberían ser más eficientes en esmalte íntegro.

Otros estudios muestran que los tags interprismáticos de resina que se observan cuando se utiliza grabado con ácido ortofosfórico de 32% a 37% sobre

esmalte, no se observan cuando se ocupa un sistema autograbante. Aparentemente, la infiltración entre los cristales del esmalte crea tags de resina nanométricos que pueden contribuir al aumento de la resistencia de la adhesión aun en ausencia de tags de resina interprismáticos (43-44).

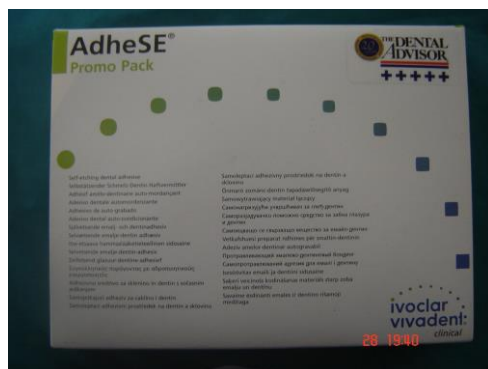
Existen otros factores que deben ser considerados como la existencia de zonas de inhibición producidas por oxígeno, problemas con la completa polimerización de los monómeros utilizados como acondicionadores o como adhesivos y problemas relacionados a la naturaleza de la activación entre el adhesivo y la resina restaurativa (45-46).

En este estudio se utilizaron tres sistemas adhesivos autograbantes y se compararon con el efecto del ácido ortofosfórico 37% sobre el esmalte. Se uso el sistema Adhese (IVOCLRAR VIVADENT, Schaan, Liechtenstein), XenoIII (Dentsply, Konstanz, Alemania) y Go (Sdi).

### **Características sistema AdheSE (Vivadent).**

**Descripción:** AdheSE es un sistema adhesivo bicomponente, autograbante, fotopolimerizable con relleno, para esmalte y dentina. AdheSE corresponde a un adhesivo de 6ª generación, del tipo agente imprimante y autograbante y está compuesto por:

- AdheSE Primer.
- AdheSE Bond.



**Composición:**

- AdheSE Primer: dimetacrilato, acrilato ácido fosfónico, iniciadores y estabilizadores en solución acuosa.
- AdheSE Bond: HEMA, dimetacrilato, dióxido de silicio, iniciadores y estabilizadores.

**Indicaciones:**

- -Adhesivo para restauraciones fotopolimerizables directas a base de resinas compuestas, restauraciones de cerómomeros y compómeros.
- Adhesivo para la confección de muñones con composite autopolimerizable o de polimerización dual previa fotopolimerización del componente adhesivo.

**Containdicaciones:**

Si el paciente es alérgico a cualquiera de los componentes de AdheSE o si no se puede aplicar la técnica de trabajo estipulada. Recubrimiento directo de la pulpa con AdheSE.

**Aplicación:**

1. se debe asegurar un aislamiento seco del campo operatorio.
2. aplicar una adecuada cantidad de AdheSE Primer con un pincel. Todas las superficies de la cavidad, comenzando por el esmalte, se deben humectar adecuadamente. Si fuera necesario, se deberá aplicar Primer de nuevo. Una vez que se han cubierto completamente todas las superficies cavitarias, el Primer se debe frotar por toda la superficie durante otros 15 segundos. El tiempo de total de reacción no debe ser inferior a 30 segundos.
3. dispersar el exceso de AdheSE Primer con un fuerte chorro de aire, hasta que ya no se vea líquido en movimiento.
4. aplicar AdheSE Bond, comenzando por la dentina.
5. dispersar AdheSE Bond, con un chorro de aire suave. Evitar encharcamientos. Se debe tener cuidado de no eliminar el agente adhesivo con el chorro de aire. Todas las superficies preparadas se deben cubrir adecuadamente con AdheSE Bond.
6. polimerizar AdheSE Bond durante 10 segundos utilizando lámpara de polimerización convencional con una intensidad lumínica superior a 400mW/Cm<sup>2</sup>.
7. el material de obturación se debe aplicar según las instrucciones del fabricante.



### Características del sistema adhesivo autograbante Xeno III.

El sistema adhesivo Xeno III, es un adhesivo de 6ª generación del tipo adhesivo autograbante y ofrece de forma integrada, un pretratamiento/grabado de esmalte y dentina.

Se presenta en dos botellas cuyos contenidos se mezclan al momento de la aplicación.



### Composición:

- Líquido A

2-hidroxi-etil metacrilato, agua purificada, Etanol, Butil-hidroxi-tolueno (BTH), Dióxido de silicio poco concentrado.

- Líquido B

Resina de polimetacrilato modificada con ácido fosfórico, resina de metacrilato modificada con fosfaceno de monofluoruro, resina de metacrilato de uretano, Butil-hidroxi-tolueno, Canforquinona, Etil-4-dimetil aminobenzoato.

Con agua/etanol como solvente, Xeno III contiene dos promotores de adhesión:

- PEM-F, un buscador de iones calcio liberador de flúor, que aumenta la eficacia de grabado.
- Pyro-EMA, que forma grupos de ácido fosfórico tras su hidrólisis.(fig.)

**Instrucciones de uso:**

1. Dispensar una gota de cada frasco en el vaso dappen.
2. Mezclar los líquidos con una punta aplicadora.
3. Aplicar Xeno III generosamente para mojar todas las superficies de la cavidad.
4. Dejar actuar por 20 segundos, airear uniformemente el adhesivo usando chorro suave de aire por al menos 2 segundos, hasta que desaparezca el líquido del adhesivo. (evitar el uso de presión de aire excesiva que puede producir una capa adhesiva fina).
5. fotopolimerizar durante 10 segundos.

**Modo de empleo de Xeno® III**  
Para su correcta aplicación basta con seguir los siguientes pasos.



**1** Dispensar un gota de cada frasco en el vaso dappen



**2** Mezclar los líquidos A y B con una punta aplicadora



**3** Aplicar XENO III generosamente para mojar todas las superficies de la cavidad.



**4** Dejar actuar durante 20 seg. Airear uniformemente el adhesivo usando un chorro suave durante al menos 2 segundos, hasta que desaparezca el líquido del adhesivo. (Evitar el uso de presión de aire fuerte que puede provocar una capa adhesiva fina)



**5** Foto-polimerizar durante 10 segundos.

**Nota:** tras mezclar XENO III se puede usar hasta 1 hora, siempre que se proteja de la luz.

### **Indicaciones.**

Adhesivo dental de autograbado de un solo paso, para materiales de restauraciones de resinas compuestas directas y fotopolimerizables.

### **Contraindicaciones.**

1. En pacientes que tengan un historial de reacciones alérgicas agudas a las resinas de metacrilato o a cualquiera de los otros componentes.
2. No usar para recubrimiento pulpar directo.
3. No usar junto a materiales de auto-curado o duales sin fotocurado, previo al adhesivo.

## Características de sistema adhesivo Go (SDI).

Es un sistema adhesivo autograbante de 7<sup>a</sup> generación. Se presenta como una sola botella con 5 ml de producto o bien como minibotellas de 0,1 ml para aplicación única.



Se caracteriza por su alta liberación de flúor, no contiene HEMA, al momento de aplicación tiene un color amarillo que una vez fotopolimerizado se vuelve transparente.

## Indicaciones.

- Adhesión de restauraciones basadas en resinas directas.
- Adhesión de restauraciones indirectas con el cemento de resina indicado.
- Brackets ortodónticos (previo grabado ácido).
- Tratamiento de hipersensibilidad.
- Insensibilización de áreas cervicales.

## Instrucciones de uso.

---

**1** Limpie y aisle el diente

**4** Aplique una fuerte ráfaga de aire seco y sin aceite por 5 segundos. Deje la superficie brillante



**2** Elimine el exceso de agua. Preferiblemente mantenga el área húmeda, pero está bien si la superficie está seca

**5** Fotocúrelo por 10 segundos



**3** Aplique Go! para saturar todas las superficies internas y déjela en el área afectada por 20 segundos

**6** Aplique un composite o compómero como Ice, de conformidad con las instrucciones del fabricante



## **Hipótesis.**

Existen diferencias en el patrón de grabado generado en la superficie del esmalte con los sistemas autograbantes y la técnica de grabado ácido convencional.

### **Objetivo general.**

Determinar si existen diferencias en el patrón de grabado generado en el esmalte con los sistemas autograbantes y con la técnica de grabado ácido convencional.

### **Objetivos específicos.**

1. Analizar al microscopio electrónico de barrido el patrón de grabado obtenido sobre el esmalte con un sistema autograbante de dos tiempos, ADhese (Vivadent).
2. Analizar al MEB el patrón de grabado obtenido sobre el esmalte de un sistema autograbante de un tiempo, Xeno III.(dentsply).
3. Analizar al MEB el patrón de grabado de un sistema autograbante todo en uno, Go (SDI):
4. Visualizar al MEB el patrón de grabado obtenido en el esmalte con la técnica de grabado ácido convencional.
5. Analizar comparativamente las superficies obtenidas en los cuatro casos relacionándolas con la estructura del esmalte sin tratar.

## **MATERIALES Y METODOS**

Para este estudio se usaron cuatro terceros molares sanos, extraídos recientemente. Los molares fueron colocados en una solución de suero fisiológico , hasta su uso en el estudio.



### **Preparación de las muestras.**

Se realizó una limpieza manual con curetas Hu-Friedy 5-6 para remover restos de ligamento periodontal y se limpiaron con escobilla y piedra pómez. Las piezas fueron lavadas con suero fisiológico antes de su preparación. Se cortaron las raíces de todas las piezas a nivel del límite amelocementario con micromotor y disco de carborundum, utilizando como refrigerante agua en abundancia. Así, se



obtuvieron cuatro coronas que fueron numeradas del 1al 4 las que posteriormente fueron cortadas en ocho segmentos. Los cortes se realizaron en sentido vertical a las coronas. Un corte sagital en el sentido mesio distal, un corte sagital en el sentido vestibulo lingual y dos cortes oblicuos. Así se obtuvieron ocho segmentos por cada corona.



A cuatro de los segmentos obtenidos se le realizó un bisel en el ángulo cavosuperficial y se realizó un fresado suave en la zona externa para eliminar el esmalte aprismático.

A los cuatro segmentos restantes se fresó suavemente la superficie externa para eliminar el esmalte aprismático.

Se fresaron las superficies cortadas para obtener una superficie plana que fue marcada con lápiz grafito y que sería la superficie de apoyo durante las observaciones al MEB.



Se lavaron todas las muestras obtenidas con agua destilada y se secaron en papel filtro antes de su tratamiento. Las muestras fueron guardadas en recipientes individuales para cada pieza seccionada.

De esta manera se tenían cuatro molares seccionados en ocho partes cada uno, cuatro con bisel en borde cavosuperficial para una observación en sentido sagital y cuatro segmentos con esmalte fresado para una vista en superficie. Cada pieza fue guardada en recipientes individuales para su posterior tratamiento.

### **Tratamiento de las muestras.**

Se tomó un segmento con borde cavosuperficial biselado de cada pieza y se realizó la técnica de grabado ácido del esmalte, con ácido ortofosfórico al 37% en gel (Dentsply) aplicado sobre la superficie interna, el bisel y la superficie externa durante 30 segundos, luego se lavó con abundante agua durante 40 segundos, se secó suavemente con aire y se colocó cada segmento tratado en un recipiente adecuado marcado con el número de la pieza y el tratamiento realizado.

El mismo procedimiento se realizó en los segmentos para una observación en superficie, que una vez tratados fueron guardados en recipientes adecuados marcados con el número de la pieza y el tratamiento realizado.

Se tomó un segmento con borde biselado de cada pieza y se aplicó solución solo del frasco verde del sistema adhese por 30 segundos frotándolo sobre las superficies interna y externa, además del bisel, luego del tiempo se lavó con abundante agua por al menos 40 segundos y se secó suavemente con aire. Se uso un minibrush por cada segmento tratado, así como adhesivo nuevo por cada segmento. Las muestras fueron guardadas en recipientes independientes para su posterior observación.

El mismo procedimiento se realizó con los cuatro segmentos para una vista superficial.

Se tomo un segmento con borde biselado de cada pieza y se aplicó Xenon III por 30 segundos sobre las superficies interna y externa frotando estas superficies con un minibrush, luego se lavó con abundante agua por al menos 40 segundos y se secaron suavemente con aire. Se uso un minibrush por cada segmento tratado así como una preparación de solución de autograbante individual para cada segmento. Las muestras fueron guardadas en recipientes adecuadamente marcados y cerrados.

El mismo procedimiento se realizó con los segmentos para una vista superficial.

Por último se tomaron los cuatro segmentos restantes con borde biselado y se les aplicó el sistema autograbante Go (SDI), por 30 segundos con un minibrush

frotando la superficies interna y externa de cada segmento, luego se lavó con abundante agua por 40 segundos y se secó con aire suave. Las muestras fueron guardadas en recipientes adecuadamente marcados.

El mismo procedimiento se realizó en los segmentos para una vista superficial.

### **Microscopio electrónico de barrido.**

El MEB entrega observaciones tridimensionales de muestras biológicas tanto duras como blandas, animales o vegetales. Funciona mediante la emisión de un haz de electrones muy fino, que recorre y explora la superficie de la muestra bombardeándola con este haz de electrones, lo que genera una segunda emisión de electrones secundarios que son captados y proyectados sobre la pantalla, obteniéndose una imagen tridimensional.(72).

Las muestras a ser observadas necesitan un tratamiento previo para su observación:

1. **secado:** las muestras fueron colocadas en una cápsula de petri sobre papel filtro, en una estufa a 37° durante tres días a calor seco para eliminar toda humedad. Esto permite lograr un correcto vacío en el microscopio, que será imprescindible para permitir el paso de los electrones sin interferencias.

2. **metalizado:** es el recubrimiento de las muestras con una delgada capa de oro paladio, para protegerlas y hacerlas conductoras, lo que evita que el haz de electrones que incide sobre las muestra se desvíe, alterando la formación de la imagen.

Todas las muestras fueron fotografiadas en un MEB Zeiss, modelo DMS 940, que posee un poder de magnificación de 20000x. Este microscopio se encuentra en el laboratorio de Microscopia Electrónica CESAT-ICBM, de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Las fotografías se realizaron con una cámara analógica de 35mm, T-Max de Kodak.

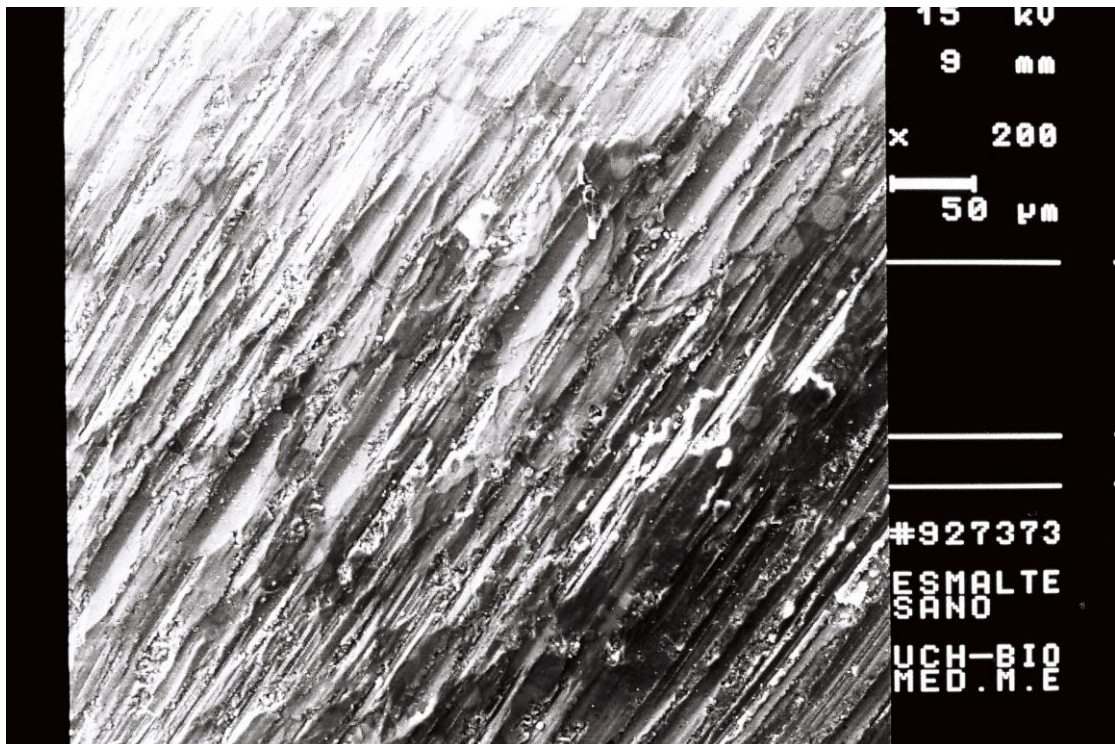
## Resultados.

### **Observación al microscopio electrónico de barrido (MEB).**

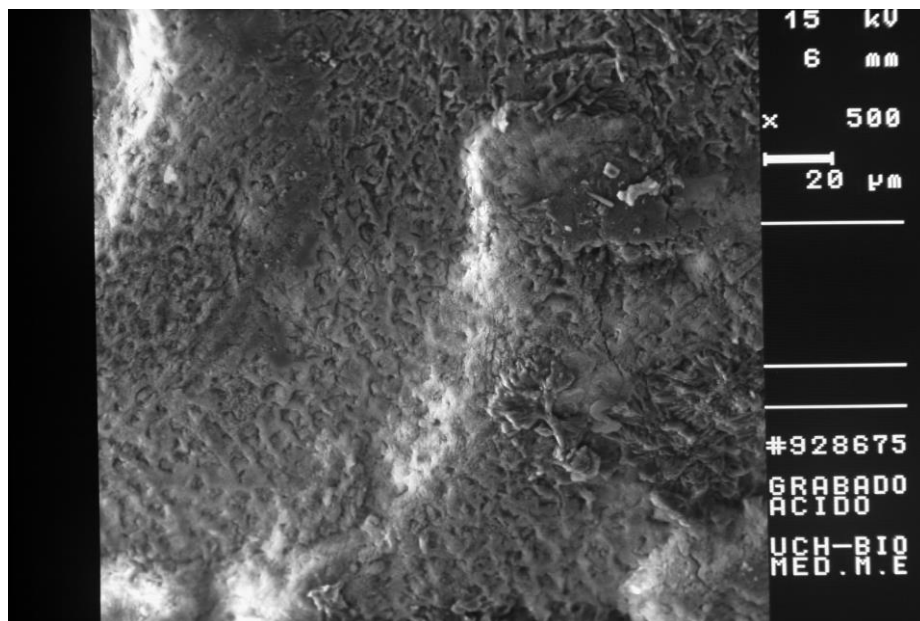
Al observar al MEB a distintos aumentos las muestras de esmalte sano, esmalte tratado con grabado ácido ortofosfórico al 37%, esmalte tratado con sistema adheSE, XenoIII y Go se obtuvieron los siguientes resultados:

A la vista panorámica de la superficie vestibular de esmalte sano en la fotografía N° 1 se observa una superficie irregular correspondiente al esmalte aprismático fresado.

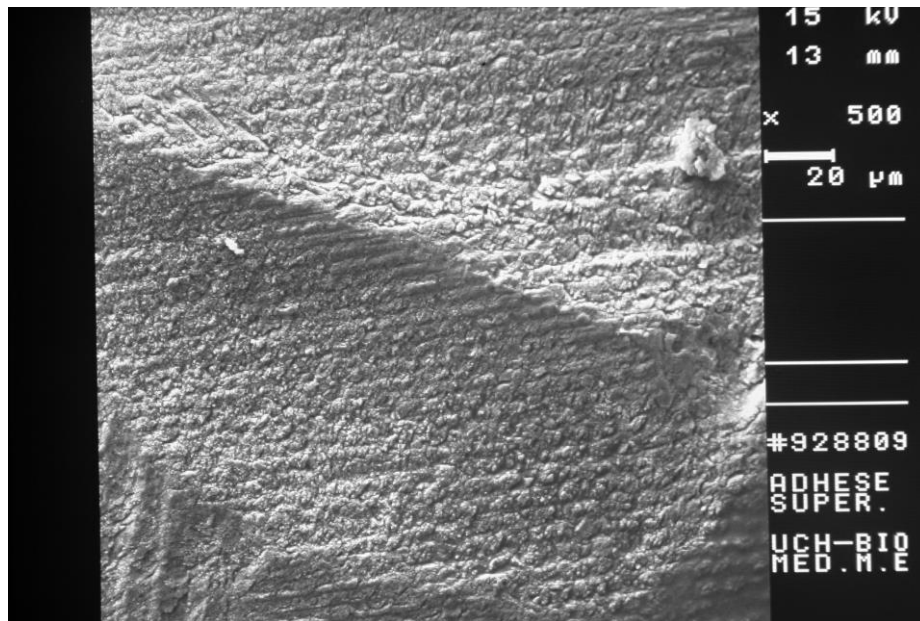
**Fotografía MEB N°1:** vista de superficie vestibular esmalte sano 200X.



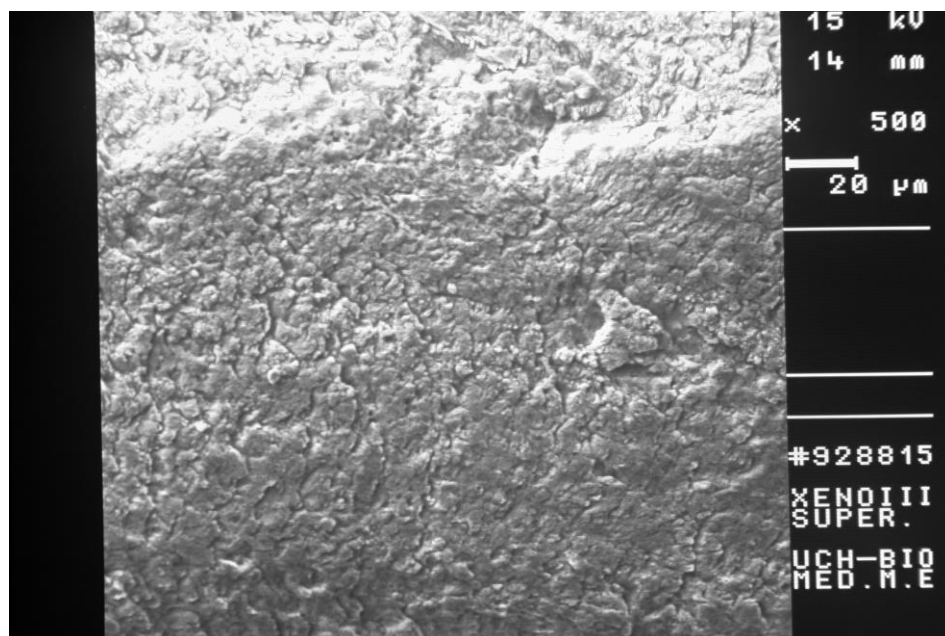
Al observar la superficie adamantina tratada con ácido ortofosfórico al 37%, se aprecia una vista general del patrón de grabado obtenido (fotografía N°2), se observan distintos grados de desmineralización que generan una superficie irregular y con microretenciones. La fotografía N°3 muestra una vista panorámica del patrón de grabado obtenido con el sistema adheSE, nótese que se observa un patrón menos definido que la muestra tratada con grabado ácido, pero toda la superficie se observa desmineralizada. La siguiente fotografía N°4 muestra la acción de Xenon III, en donde se observa una superficie como con escamas, sin un patrón definido de grabado. La fotografía N°5 muestra la acción de Go, en donde se observan zonas tratadas y otras en donde no se observa esmalte grabado, las zonas en donde se observa esmalte grabado este se presenta con patrón más o menos definido con zonas más acentuadas y otras menos definidas.



**Fotografía n°2 MEB Ac. 37%, 500X**

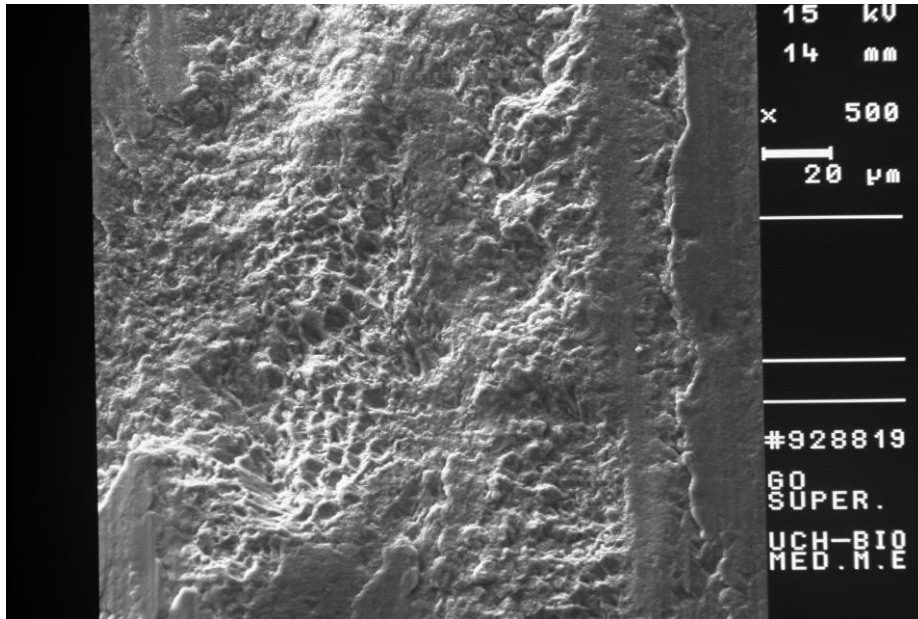


**Fotografia N°3 MEB AdheSE, 500X**



**Fotografia N°4 MEB XenoIII, 500X**

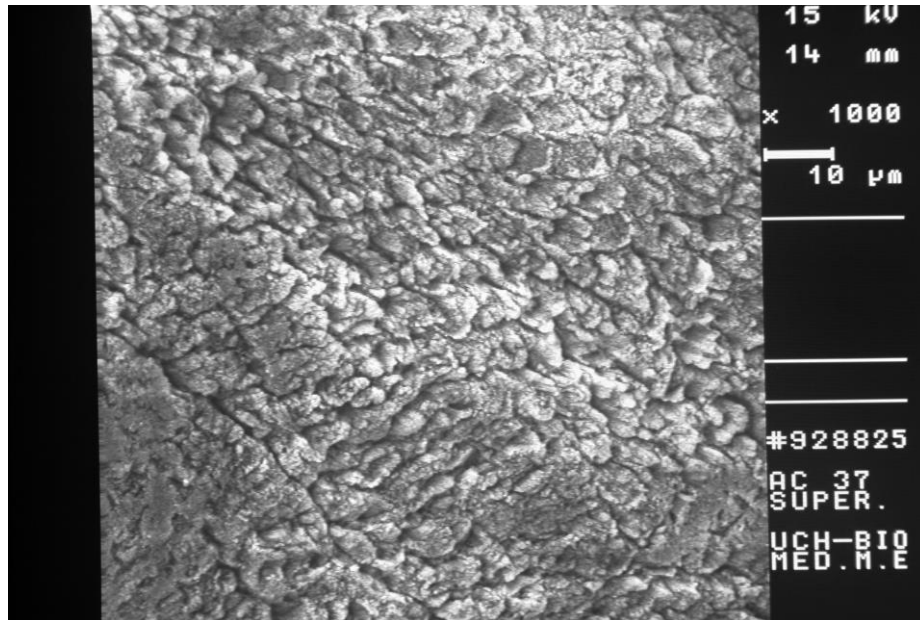




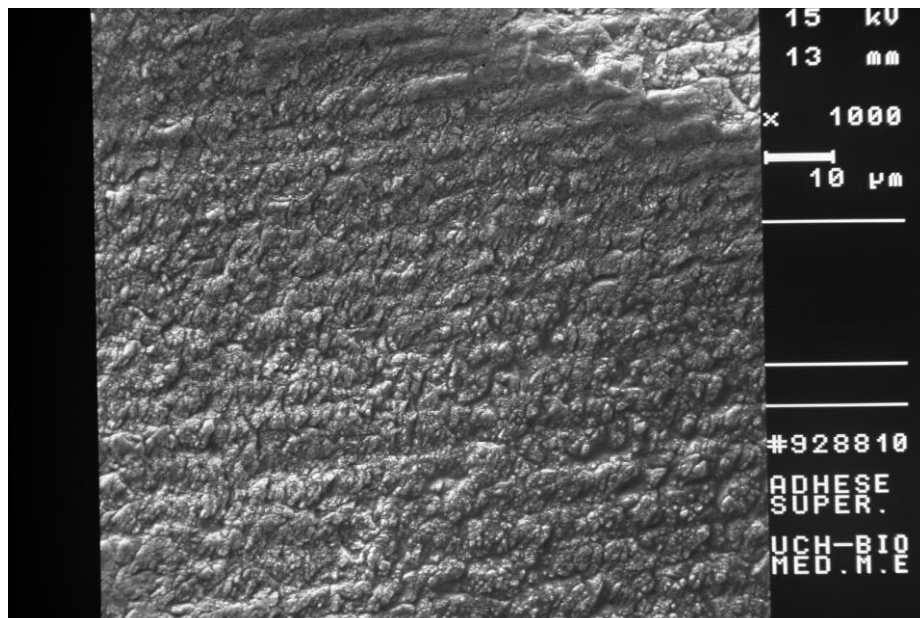
**Fotografía N°5 MEB, GO, 500X.**

Al observar a mayor aumento, 1000X, se observa en la fotografía N°6 el esmalte tratado con ac. Ortofosfórico 37%, en donde se aprecia la superficie grabada con un patrón marcado, se logran ver zonas con los prismas desmineralizados en la periferia y en el centro, compatibles con un patrón de grabado tipo I, además se observan zonas con una desmineralización más acentuada en la periferia de los prismas o patrón tipo II. En la fotografía N°7 se observa el efecto del sistema adheSE, se nota una superficie grabada sin patrón definido, pero uniforme. La fotografía N°8 muestra la superficie tratada con el sistema Xeno III sin patrón definido, irregular. En la fotografía N°9 la acción de Go, genera zonas de grabado y

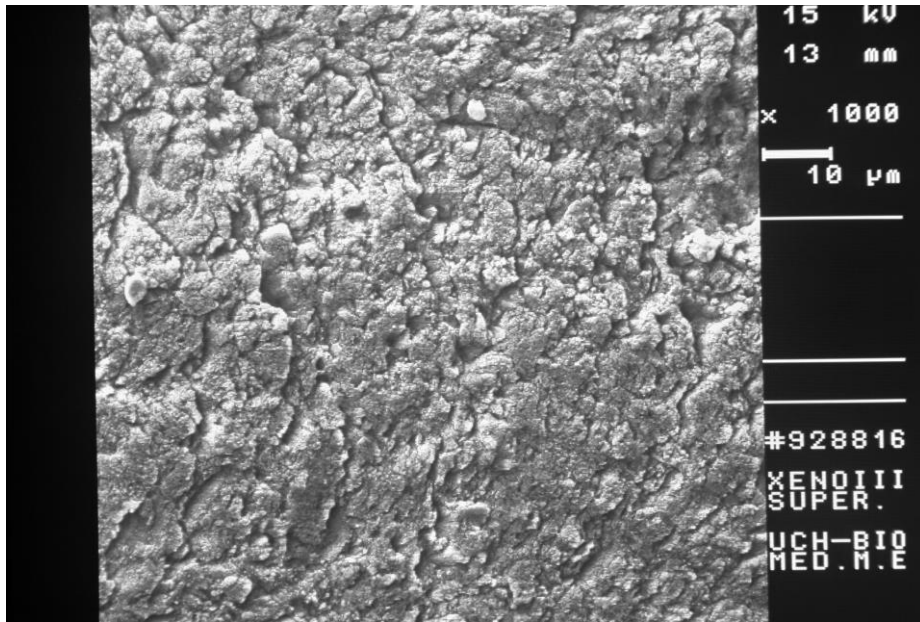
otras no. En las zonas grabadas se observan los prismas desmineralizados en la zona central preferentemente.



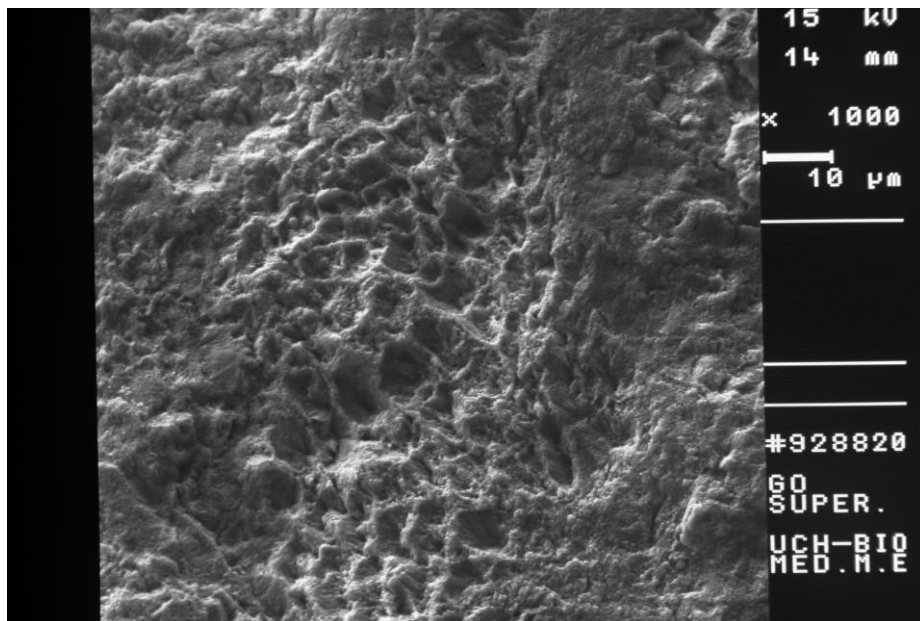
**Fotografía n°6:** MEB AC. 37%. 1000X



**Fotografía n°7:** MEB AdheSE. 1000X

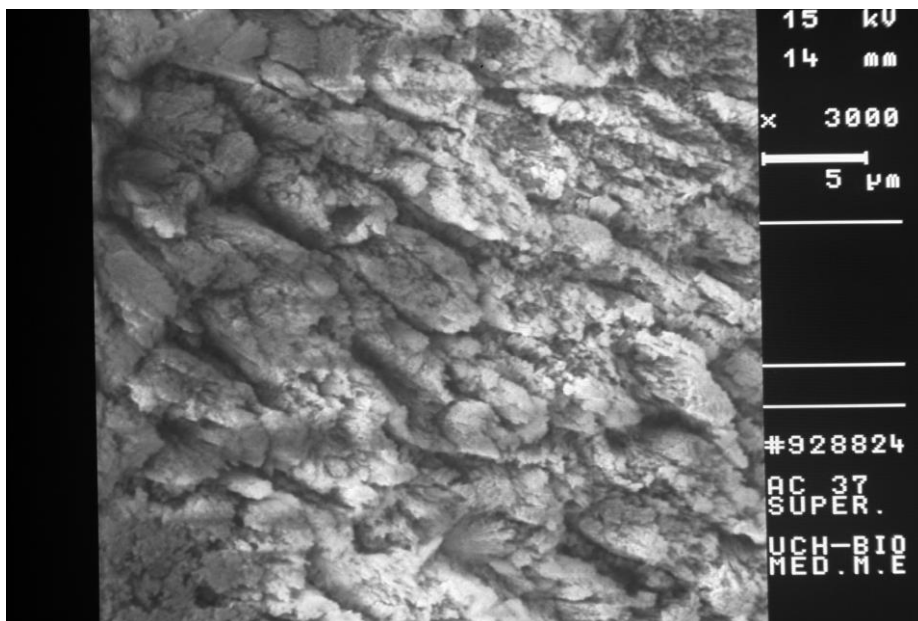


**Fotografía nª8: MEB Xenon III. 1000X**

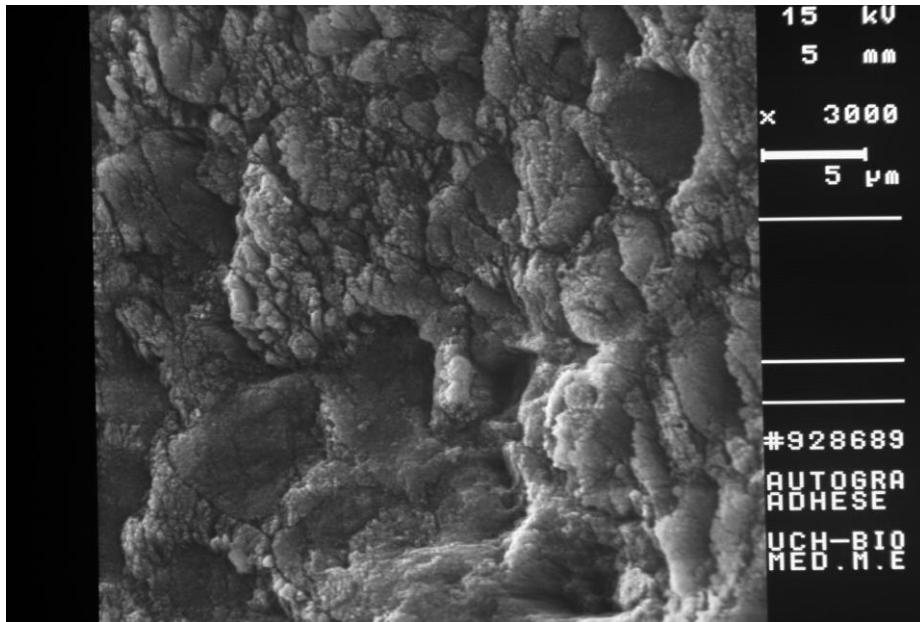


**Fotografía nª9: Go. 1000X**

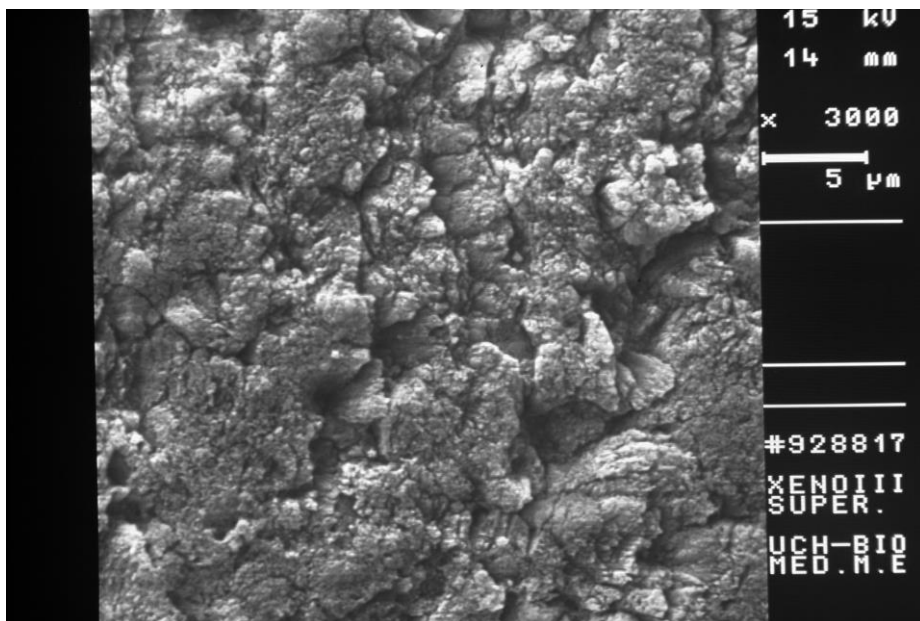
A mayor aumento, 3000X, se observa en la fotografía N°10, el esmalte tratado con ácido ortofosfórico 37%, se aprecian los prismas con su periferia desmineralizada y algunas prismas con la zona central desmineralizada. La fotografía N°11 muestra un esmalte grabado con sistema adheSE, en donde se aprecian una muy leve desmineralización de baja profundidad y principalmente en el centro del prisma. Sin embargo se nota toda la superficie tratada. En la fotografía N°12 la acción de Xeno III produce una desmineralización muy irregular y sin patrón definido, donde es la zona periprismática la que sufre un ataque más notorio. El sistema Go, en la fotografía N° 13, en las zonas donde hubo algo de grabado, produce una desmineralización un poco más marcada que el sistema anterior y más uniforme, nótese la nula desmineralización de la zona periprismática pero si se observa en el centro del prisma una desmineralización más marcada, pero de baja profundidad.



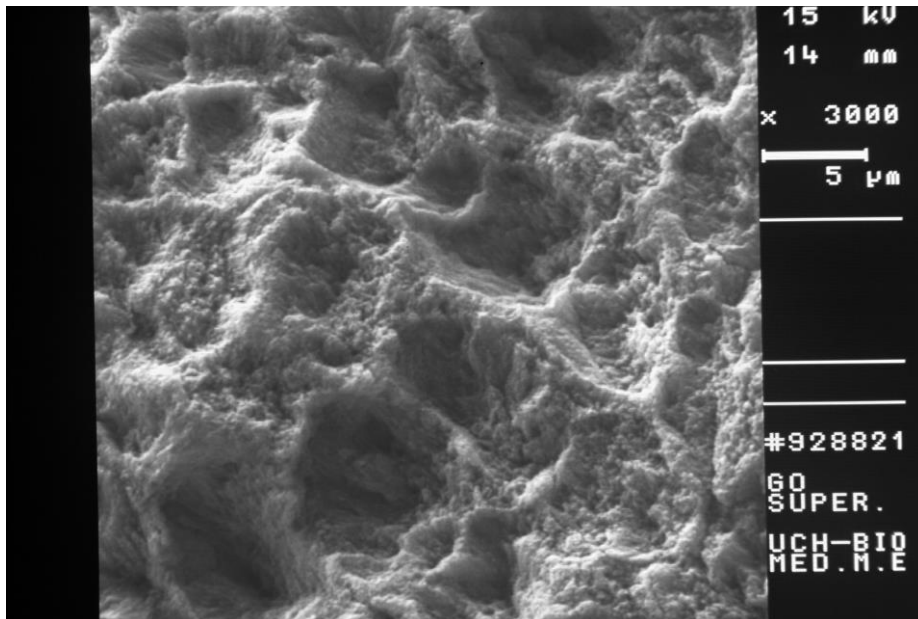
**Fotografía n°10: MEB. AC. 37%.3000X.**



**Fotografía n°11:** MEB. AdheSE. 3000X



**Fotografía n°12:** MEB. Xeno III. 3000X

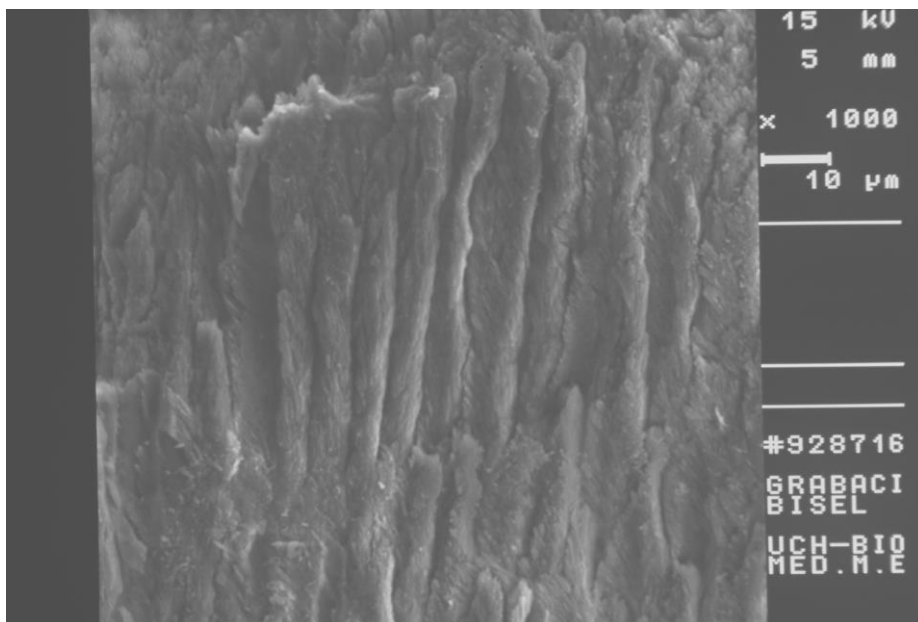


**Fotografía n°13:** MEB. Go. 3000X

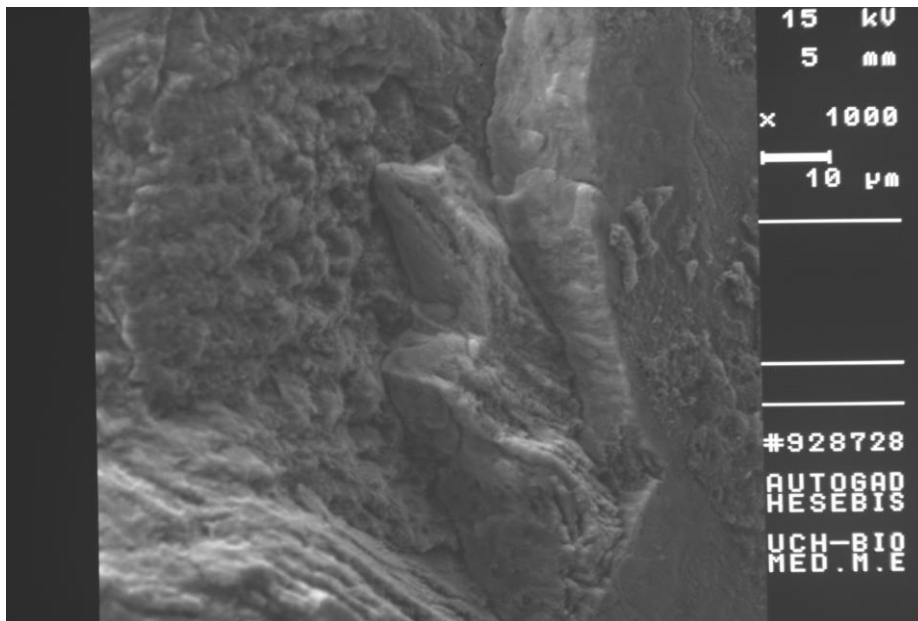
Los resultados anteriores corresponden a una vista en superficie del esmalte tratado. A continuación se mostraran los resultados obtenidos en el borde cavosuperficial biselado.

En la fotografía N°14 observamos una vista interna del borde cavosuperficial, se pueden apreciar los prismas en longitud, tratados con ácido ortofosfórico 37%. Se nota un patrón homogéneo de grabado en toda la superficie. En la fotografía N° 15 se observa el efecto del sistema adheSE sobre el borde biselado del esmalte, nótese la porción de esmalte aprismático no fresado en donde no se aprecia ningún rastro de desmineralización. Al contrario en la zona de esmalte fresada se aprecia un patrón de grabado más o menos homogéneo, predominando una desmineralización en el centro del prisma más que en su periferia. En la fotografía N°16 se observa el efecto

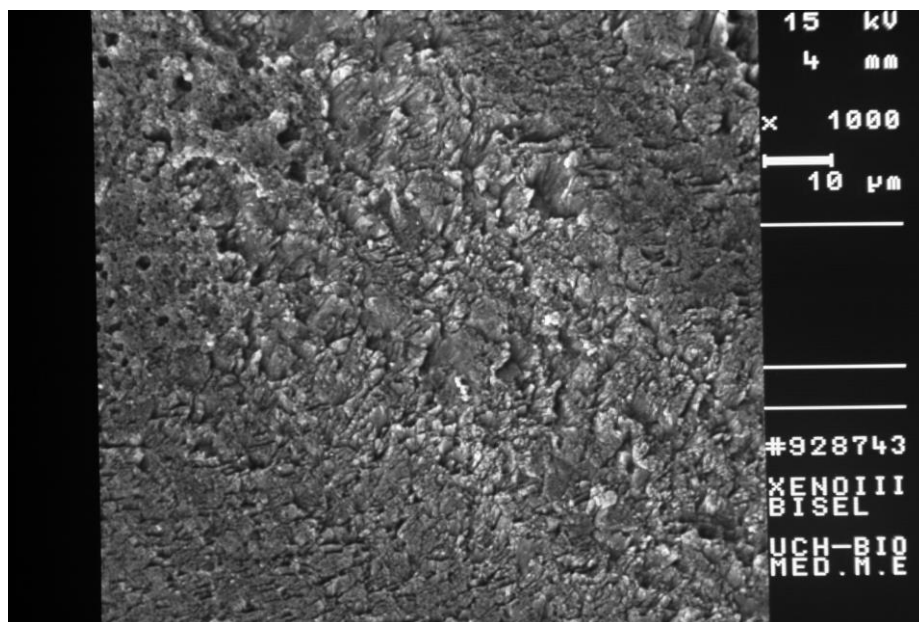
del sistema Xenon III sobre el esmalte, donde no aparece un patrón definido de desmineralización. En la fotografía N°17 el sistema Go logra un patrón de grabado espacialmente en el centro de los prismas y levemente en su periferia. Existe una porción de esmalte no grabado que corresponde a un esmalte aprismatico que no fue removido por el fresado previo al tratamiento de las muestras.



**Fotografía n°14** MEB AC. 37%. 1000X

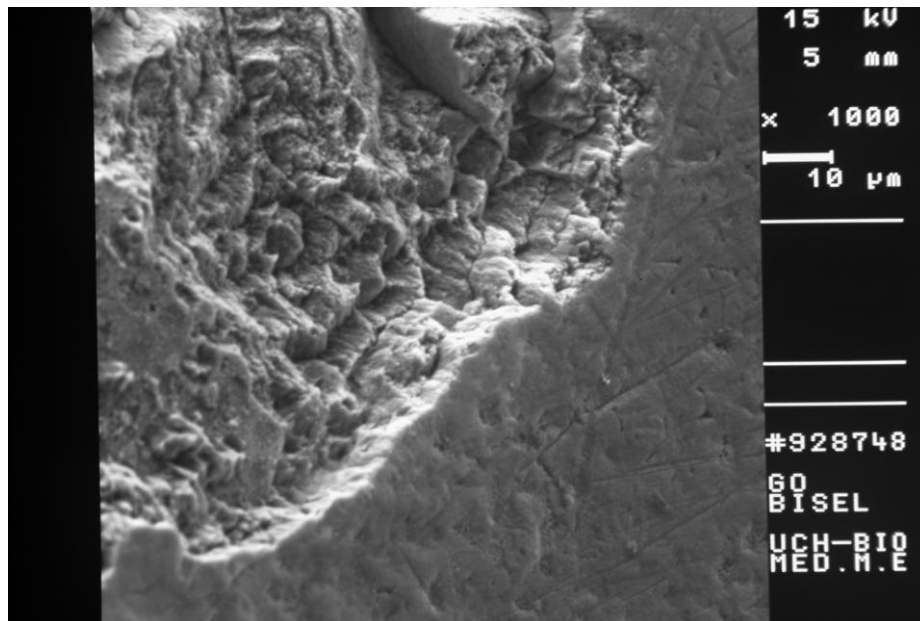


**Fotografia n°15 MEB AdheSE. 1000X**



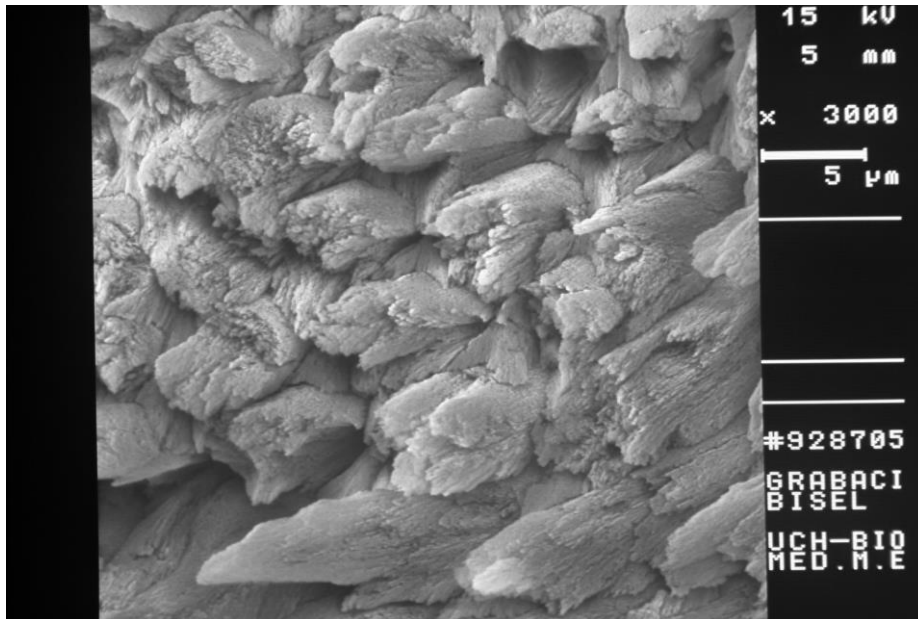
**Fotografia n°16. MEB Xeno III. 1000X.**



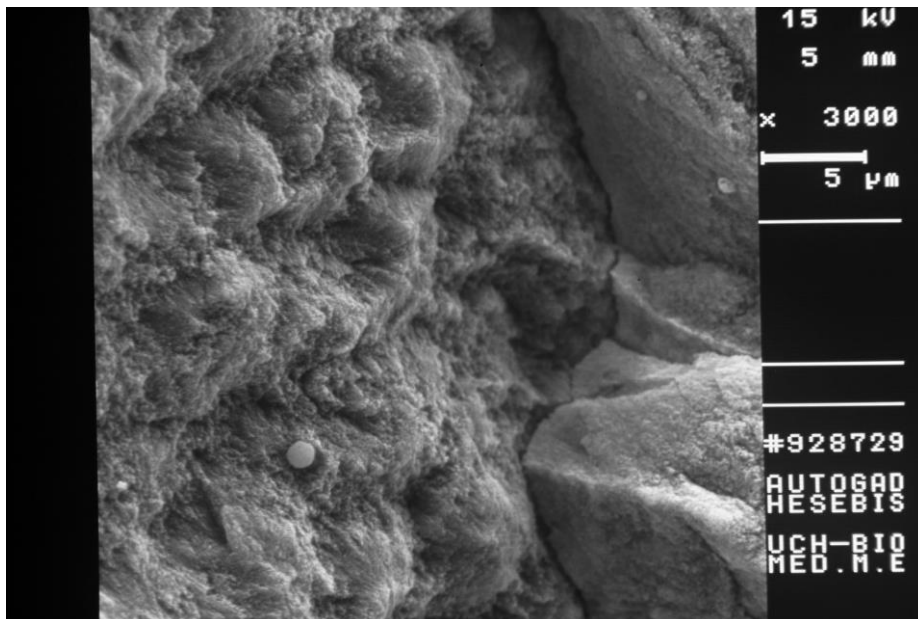


**Fotografía n°17 MEB. Go .1000X.**

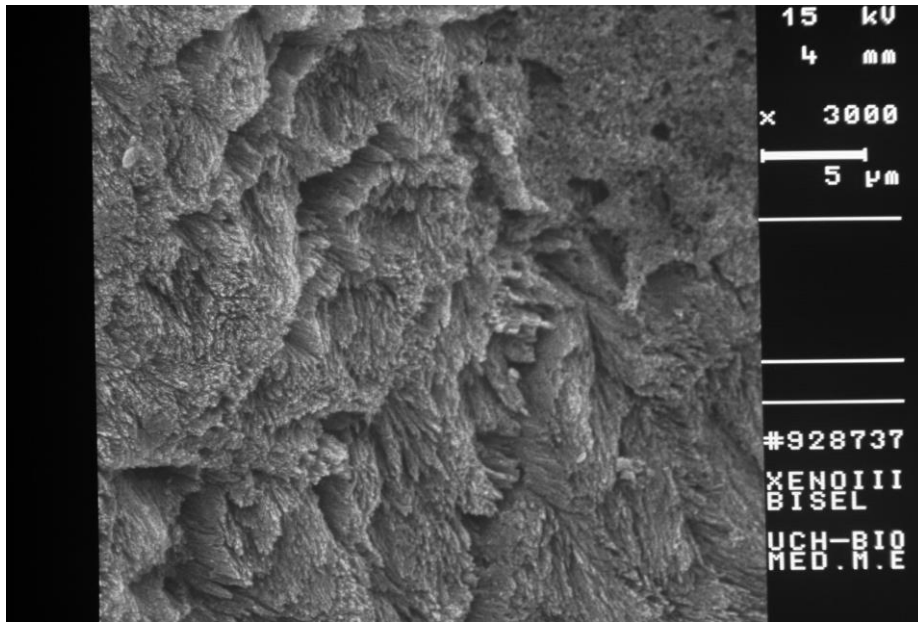
A mayor aumento se aprecia en la fotografía N°18 un esmalte tratado con ácido ortofosfórico al 37%, la superficie se encuentra desmineralizada tanto en la zona interprismática como en el centro de los prismas. En la fotografía N°19 se puede observar de mejor manera el efecto mayor del sistema AdheSE sobre el centro de los prismas que sobre la zona interprismática, que es levemente desmineralizada. El sistema Xeno III, no logra producir un patrón homogéneo en la superficie del esmalte, nótese que existe desmineralización en el centro del prisma como en la periferia de este, pero su magnitud es menor comparado con el efecto del ácido ortofosfórico por ejemplo. Por ultimo en la fotografía N°20 el sistema Go logra una desmineralización del centro del prisma principalmente, pero también se aprecia una desmineralización en la zona interprismática mayor que con el sistema ADhese.



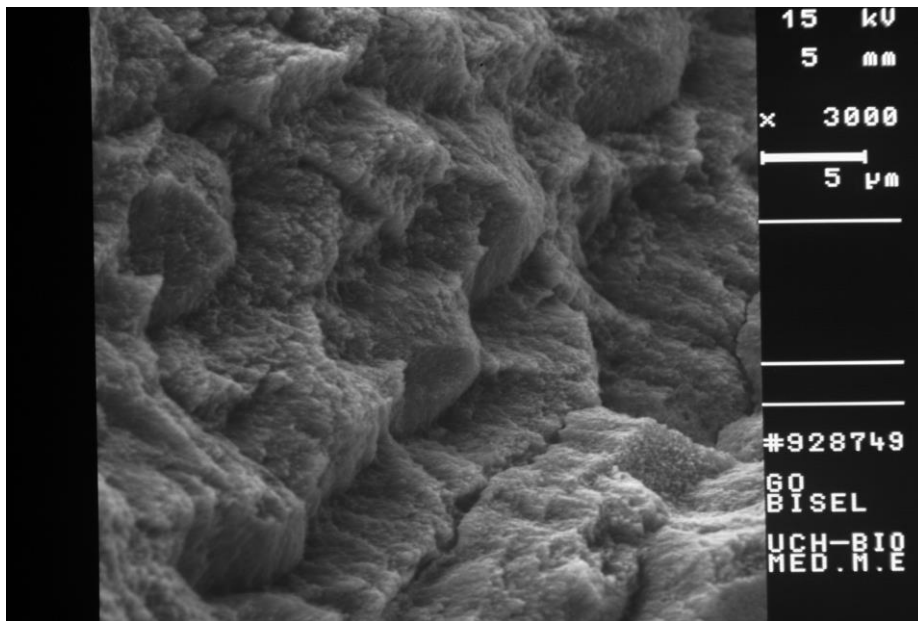
**Fotografia n°18** MEB. AC: 37%. 3000X



**Fotografia n°19** MEB. AdheSE. 3000X



Fotografia n°20. MEB. Xeno III. 3000X



Fotografia n°21 MEB. Go. 3000X

## Discusión

En la actualidad, la odontología busca materiales que permitan mejorar el rendimiento clínico y que a la vez posean un comportamiento similar al de las estructuras dentarias. Los sistemas adhesivos han evolucionado con este propósito, pero muchos de los estudios que respaldan el uso de uno u otro sistema están ligados a las mismas empresas que los fabrican. Por esta razón este estudio evaluó el efecto sobre el esmalte de tres sistemas autograbantes y los comparó con el efecto del ácido ortofosfórico 37%.

Se eligieron tres sistemas autograbantes : uno de dos pasos clínicos, adheSE; uno de un paso clínico, que mezcla sus componentes inmediatamente antes de su uso, XenoIII; y uno de un solo paso clínico que viene listo para usarse, Go.

El comportamiento de los adhesivos autograbantes en esmalte y también en dentina ha sido y es un tema controversial. Algunos estudios *in Vitro* han mostrado que los sistemas adhesivos autograbantes funcionan efectivamente en esmalte y dentina (51-54), en cambio otros reportan resultados insuficientes (55-56). Muchos factores influyen en la resistencia adhesiva a los tejidos dentarios, como el tipo de tejido dental, preparación de la superficie, método de prueba, grosor de la capa adhesiva y factores relacionados con el operador (57).

Los resultados obtenidos muestran un patrón de grabado bien definido al utilizar la técnica convencional con ácido ortofosfórico lo que concuerda con otros estudios (57-58). Al usar ácido ortofosfórico se obtuvo en todas las muestras un efecto

en la totalidad de la zona tratada, es decir, una zona totalmente desmineralizada, con patrones de tipo interprismáticos e intraprisimáticos. (59)

Ninguno de los sistemas autograbantes estudiados fue capaz de grabar el esmalte aprismatico, que es más mineralizado y podría contener flúor (32). Esto podría mejorarse aumentando el tiempo de acción de los sistemas autograbantes. Algunos estudios, por ejemplo, han demostrado que una doble aplicación de adheSE aumenta significativamente la fuerza de adhesión (60).

Las diferencias observadas en los patrones de grabado de los sistemas autograbantes podrían ser explicadas por la naturaleza química de los monómeros acídicos que ellos contienen, acrilato de ácido fosforico para adheSE o Pyro-Ema y PEM-F para Xenon III por ejemplo, así como del sustrato mismo. Otra explicación sería la forma comercial en que se presentan, ya que, por ejemplo adheSE contiene sus monómeros acídicos en un frasco, lo que ayuda mantener una concentración estable al momento de usar. En cambio, en Xenon III, deben ser mezclados sus dos componentes, lo que podría alterar la concentración de sus monómeros acídicos, disminuyendo su capacidad desmineralizadora.(61)

Un punto importante de discusión es el Ph que presentan los distintos productos. Si bien Xenon III posee un Ph menor que adheSE, 0.87 y 1.69(61), respectivamente, la acción de Xenon III fue menor que la mostrada por adheSE, lo que podría explicarse por lo dicho anteriormente con respecto a la presentación comercial y su efecto en la concentración de monómeros acídicos.

El sistema adhesivo Go mostró resultados que podrían considerarse satisfactorios, ya que grabó tanto el centro como la periferia del prisma. Pero comparado con la técnica convencional el efecto fue de menor profundidad. El sistema Go fue el producto que mostró mayor número de zonas sin grabar al ser aplicado.

Ninguno de los sistemas adhesivos estudiados mostraron el mismo nivel de desmineralización que el ácido ortofosfórico. Un patrón definido de grabado es un criterio importante de calidad de grabado pero no es por sí el único. adheSE y go mostraron los patrones más definidos de grabado, con el centro del prisma desmineralizado principalmente. Xeno III fue en este estudio el sistema que mostró el patrón de grabado menos definido, con respecto a los otros, con una desmineralización en la periferia del prisma principalmente.

## **Conclusiones.**

- La superficie adamantina obtenida al tratar la superficie con el ácido ortofosforico al 37% revela una desmineralización efectiva y completa del esmalte, con patrones interperismaticos e intraprismaticos.
- La morfología adamantina obtenida al tratar la superficie con los tres sistemas autograbantes revela una desmineralización parcial o incompleta del esmalte ya que, se observan zonas sin desmineralizar.
- El potencial grabador de los sistemas autograbantes es menor que el del ácido ortofosforico.
- Por lo tanto se acepta la hipótesis de trabajo que señala “Existen diferencias en el patrón de grabado generado en el esmalte con los sistemas autograbantes y con la técnica de grabado acido convencional.

### **Sugerencias.**

Sugerimos complementar el presente estudio con:

1. Realizar trabajos similares con muestras mayores.
2. Realizar estudios que relacionen pH real de los sistemas autograbantes y efecto sobre el esmalte.
3. Realizar estudios que midan la cantidad de sales de calcio removidas con cada sistema autograbante.
4. Realizar estudios aplicando los sistemas autograbantes a tiempos mayores o mayor número de aplicaciones.



## **RESUMEN**

Para este estudio se utilizaron cuatro coronas de molares sanos que fueron seccionados en ocho segmentos cada una. Cuatro segmentos fueron tratados para una vista en superficie y cuatro para una vista del borde cavosuperficial, en estos últimos se realizó un bisel. Se tomaron dos segmentos de cada corona, uno para una vista en superficie y otra para una vista del borde cavosuperficial y se trataron con ácido ortofosfórico al 37% durante 30 segundos. El mismo procedimiento se realizó para cada sistema adhesivo, AdheSE, Xeno III y Go. Se observaron las muestras al microscopio electrónico de barrido y se determinó que existen diferencias en el patrón de grabado que se obtiene con los sistemas adhesivos autograbantes comparados con la técnica convencional. Todos los sistemas adhesivos autograbantes estudiados no fueron capaces de lograr grabado en esmalte aprismático. Los patrones de grabado sobre esmalte mostrados por sistemas adhesivos autograbantes fueron bastante heterogéneos. El aumento de los tiempos de grabado podrían mejorar las características del patrón de grabado que presentan estos sistemas.

## **Bibliografía.**

1. Mariné A., Stange F., Urzua I. "Tratamiento de una enfermedad infectocontagiosa". Primera Edición. Editor Dr. Felipe Stange. Chile, 1997. 54p. Pags. 9-26.
2. Craig R., O'Brien W., Powers J. "Materiales dentales, Propiedades y Manipulación". 6ª Edición. Editorial Mosby, 1996. 294 p.p 1-75. Cap. I-IV.
3. Ehrmantraut M., Bader M. "Polimerización de resinas compuestas a través de estructuras dentarias". Rev. Fac. Odont. U. de Chile. 12(2): 22-27. 1994.
4. Aguirre, A., Mery, C., Montenegro, M. "Histología y embriología del sistema Estomatognático". Facultad de Odontología, U. de Chile, 1986. 138. p.p 61-75. Cap. V-VI.
5. Swift EJ., Perdigao J., Heymann H. "Bonding to enamel and dentine: a brief history and state of art, 1995". Quint. Int. 26(2): 95-110. 1995.
6. Cordero V. "Estudio comparativo in Vitro de la resistencia adhesiva de restauraciones en resina compuesta realizadas con técnica adhesiva con grabado ácido v/s un sistema adhesivo autograbante". Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano –Dentista, Facultad de Odontología, U. de Chile. 2004.
7. Leinfelder K. "New developments in resin restorative systems". JADA. 128:573-581. 1997.

8. Acuña P. "Cementación de inlays de resina compuesta ¿cementación de RC o VI?". Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano-Dentista. Facultad de Odontología. U. de Chile. 1992.
9. Fortín, D., Vargas, M. "The spectrum of composite: new techniques and materials". JADA. 131:26-30.2000.
10. Lopez G. et al. "Dental adhesion: Present state of art and future perspectives". Quintessence Int. 33:213-224. 2002.
11. Uribe J., Spadilero M., Cabral J. "Operatoria dental. Ciencia y Práctica: Sistemas resinosos compuestos". 3ª Edición. Editorial Avances Médicas Centrales Madrid. 1990. 381p. Pags. 15-41. Cap. I, VIII.
12. Barrancos, J. "Operatoria Dental". 3ª Edición. Editorial Panamericana, 1998. p.p 570-662. Cap.17-21.
13. Phillips, R. "La ciencia de los materiales dentales de Skinner". 7ª Edición. Editorial Interamericana, 1986. 583.p.p 18-439. Cap. 2, 30.
14. Abramovich A., "Histología y embriología dentaria", Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires, 1999, pag. 119-144.
15. Gomez de Ferraris M., Campos A."Histología y embriología bucodental", Ed. Médica Panamericana, 1999, Madrid, pag. 229-249.
16. A.R. Ten Cate. "Histología oral: desarrollo, estructura y función". Buenos Aires: Médica Panamericana, 2ª Edición, 1986. 267-272.
17. O'Brien W. "Dental materials and their selection". 2ª Edición. Editorial Quintessence Int. 1997. p 39-48. Cap. IV.

18. Rivera C., Quevedo E., Bader M.” Análisis comparativo *in Vitro* de las propiedades físicas y mecánicas de dos resinas compuestas de reciente aparición v/s su predecesora”, Revista Facultad de Odontología, U. de Chile, v.18, Pag. 25-33, 2000, Chile.
19. Buonocore M. “A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces”. Revisado en Van Meerbeek. Et al. “The clinical performance of adhesives”. J. Dent. 26(1): 1-20.1998.
20. Otamendi, C. “Efecto de los compuestos eugenólicos en los amateriales utilizados en endodoncia sobre la unión de los sistemas adhesivos”. [www.carlosboveda.com/adontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado3](http://www.carlosboveda.com/adontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado3).
21. Silverstone, L., et al. ”Variation in the pattern of etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy”
22. Nikiforuk G.” Caries dental, aspectos básicos y clínicos”, Ed. Mundi S.A.I.C., Buenos Aires, Argentina, 1986, cap. 4 y 9.
23. Van Meerbeek B. and others “Buonocore memorial lectura: ahesion to enamel en dentine: current status and future challenges”, Operative Dentistry, 2003, 28-3, 215-235.
24. James B., Summitt J., William R., Richard S. “Fundamentals of operative Dentistry: A contemporary approach”, 2ª Edición, Quintessence Publishing Co., Int. Illinois, USA, 2001, pag 191-194.
25. Sturdevant, Clifford M et al., “Arte y ciencia de operatoria dental”. Madrid Harcourt Brace, 1996, pp. 273-276.

26. De Munck J., Van Landuyt K., Peumans M., Poitevin A., Braem M., Van Meerbeek B. "A critical review of durability of adhesion to tooth: methods and results". *J. Dent Res.* 2005 Feb, 84(2): 118-132.
27. Swift, E." Bonding systems for restorative materials a comprehensive review". *Pediatr. Dent.* 20(2):80-84. 1998.
28. Kugel, G., Ferrari, M."The science of bonding: from first to sixth generation". *JADA.* 131:20-25. 2000.
29. Swift, E." Dentin/enamel adhesives: review of literature". *Pediatr. Dent.* 24(5):456-461.2002.
30. Sundfeld, R et al. "Hybrid layer thickness and resin tag length of a self etching adhesive bonded to sound dentin". *J. Dent.* 33(8):675-681. 2001.
31. Perdigao, J et al. "Clinical performance of a self etching adhesive at 18 months". *Am. J. Dent.* 18(2):135-140. 2005.
32. Kanemura, N., Sano, H., Tagami, J. "Tensile bond strength to and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces". *J. Dent.* 27(7):523-530. 1999.
33. Nakabayashi N., Pashley DH. *Hybridization of dental hard tissues.* Chicago: Quintessence, 1998.
34. Pashley DH., Tay FR. "Aggressiveness of contemporary self etching adhesive Part II: etching effects on ground enamel". *Dent Mater.* 2001; 17:430-444.
35. Nakabayashi N., Nakamura M., Yasuda N."Hybrid layer as a dentin bonding mechanism". *J. Esthet. Dent.* 1991;3:133-138.

36. Hume WR. Influence of dentin on the pulp-ward release of eugenol or acids from restorative materials. *J. Oral Rehab.* 1994;21:469-473.
37. Perdigao, J., Geraldeli, S. "Bonding characteristics of self-etching adhesive to intact versus prepared enamel". *J. Esthet. Restor. Dent.* 15(1):32-41. 2003.
38. Carpena Lopes G., Baratieri L., et al. "Dental adhesión: present state of the art a future perspectives". *Quintessence Int.* Vol. 33: 32-41. 2002.
39. Torii Y., Itou K., Nishitani Y., Ishikawa K., Suzuki K. "Effect of phosphoric acid etching prior to self-etching primer application on adhesion of resin composite to enamel and dentine". *Am. Journal of Dent.*, Vol 15, Oct. 2002, 305-309.
40. Perdigao, J., Frankenberger, R., Rosa, B., Breschi, L."New trends in dentin/enamel adhesion". *Am. Journal of Dent.*, Vol 13, Special issue, Nov, 2002.
41. Torii Y., Itou K., Hikasa R., Iwata S., Nashitani Y."Enamel tensile bond strength and morfology of resin enemal interface created by acid etching system whit and whithout moisture and self-etching priming system". *J. Oral Rehab.*, Vol 29, 2002, 528-533.
42. Ferrari M., Mannocci F., Vichia F., Davison C. "Effect of two etching times on the sealing ability of clearfil liner Bond 2 in class V restorations". *American Journal of Dentistry* 1997; 10:66-70.
43. Hannig M., Bock H., Bott B., Hoth-Hannig W." Inter-cristallite nanoretention of self-etching adhesives at enamel imaged by TEM". *Eur. J. Oral Sci.* 2002; 110:464-470.

44. Justino LM., Tames DR., Demarco FF."In situ and in vitro effects of bleaching with carbamide peroxide on human enamel". *Oper. Dentistry*, 2004, 29-2, 219-225.
45. Tay Franklin R., Pashley D.H., Yui C., Sanares A., Wei Stephen H.Y."Factors contributing to incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part I. Single Step self-etching adhesive". *J. Adhes. Dent.* 2003; Vol 5, pag. 27-40.
46. Tay Franklin R., Pashley D.H., Suh Byoung I., Prati C., Chuang Shu-fen "Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and self-cured or dual-cured composites. Part II. Single-bottle, total-etch adhesive". *J. Adhes. Dent.* 2003; Vol 5; n°2: 91-105.
47. Microscopio Electrónico de Barrido. Biología Unidad de Morfología.
48. Información del fabricante incluido en el producto.
49. Información del fabricante para el usuario.
50. Información del fabricante incluido en el producto.
51. Hanning M., Reinhardt K., Bott B."Self-etching primer v/s phosphoric acid: An alternative concept for composite-to-enamel bonding". *Oper. Dent.* 1999; 24:172-180.
52. Fritz UB., Diedrich O., Finger WJ."Self-etching primers: an alternative to the conventional acid etch technique". *J. Orofacial Ortho.* 2001; 62:238-245.
53. Oberlander H., Friedl K., Schmatz G."Bond strength of polyacid resins using a new one step adhesive system". *Oper. Dent* 2001;26:127-133.

54. Hanning M., Reinhard K., Bott B. "Composite-to-dentine bond strength, micromorphology of the bonded dentine interface and marginal adaptation of class II composite resin resorations using self-etching primers". *Oper. Dent.* 2001;26:152-165.
55. Frankenberger R., Perdigao J., Rosa BT., Lopes M. "No bottle v/s Multi bottle dentine adhesive. A microtensile strength and morphological study". *Dent. Mater.* 2000;17:373-380.
56. Bouillaguet S., Gysi P., Wataha J., et al. "Bond strength of composite to dentine using conventional, one step, and self-etching adhesive systems". *J. Dent.* 2001;29:55-61.
57. Kiremitci A., Yalcin F., Gokalp S. "Bonding to enamel end dentin using self-etching adhesive systems". *Quintessence Int.* 2004 May; 35(5):367-370.
58. Foong J., Lee K., Nguyen C., Tang G., Austin D., Ching C., Burrow MF., Thomas DL. "Comparison of microshear bond strengths of four self-etching bonding systems to enamel using two test methods". *Australian Dental Journal*, 2006;51(3):252-257.
59. Miguez P., Castro S., Nunes MF., Walter R., Pereira P. "Effect of acid-etching on the enamel bond of two self-etching systems". *J. Adhes. Dent.* 2003;5(2):107-112.
60. Perdigao J., Gomes G., Lopes M. "Influence of conditioning time on enamel adhesion". *Quintessence int.* 2006;37(1):35-40.
61. Genevieve G., Ahmed Y. "Evaluation of enamel etching capacity of six contemporary self-etching adhesives". *Journal of Dentistry.* 2007;35(5):388-397.



