

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA INFANTIL

**PATRONES DE GRABADO ÁCIDO EN ESMALTE
PRIMARIO HUMANO. ESTUDIO IN VITRO.**

Trabajo Especial de
Grado presentado ante la
Ilustre Universidad
Central de Venezuela por
la Odontóloga Liliana M
Suárez I para optar al
título de Especialista en
Odontología Infantil

Caracas, de 29 Mayo De 2007

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA INFANTIL

**PATRONES DE GRABADO ÁCIDO EN ESMALTE
PRIMARIO HUMANO. ESTUDIO IN VITRO.**

Autor: Liliana M Suárez I

Tutor: Carlos E Acosta P.

Caracas, 29 De Mayo de 2007

VEREDICTO

Aprobado en Nombre de la Universidad Central de Venezuela por el siguiente jurado examinador:

Firma _____

Dr. Carlos Acosta Prado

Firma _____

Dra. Mildre Longobardi

Firma _____

Dra. Maria Gabriela Martínez

Lugar y Fecha _____

Observaciones _____

DEDICATORIA

A mis padres y
compañeras de postgrado por
ser siempre apoyo
incondicional.

Al Dr. Carlos Acosta
motivador de esta
investigación.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos, que en todo momento son inspiración, apoyo y amor.

A la Universidad Central de Venezuela y al postgrado de Odontología Infantil por abrirme sus puertas y darme esta oportunidad.

Al Dr. Carlos Acosta por su constante apoyo, dedicación y confianza.

A la Sra. Milagros Díaz por su colaboración en la realización de este trabajo.

A mis compañeras de postgrado con las que conté en todo momento. Son un regalo que me brindo esta experiencia.

A la familia Giamporcaro Urrutia, por brindarme su afecto, su amistad incondicional y darme un lugar en su hogar. Siempre estaré agradecida.

A todos los niños que me obsequiaron sus dientes para hacer posible la realización de este trabajo. Este trabajo es para ustedes.

LISTA DE CONTENIDOS

Veredicto	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos.....	v
LISTA DE CONTENIDOS.....	vi
Lista de figuras	viii
Resumen	xiii
Introducción	1
I Revisión de la literatura	4
1 Principios básicos de la adhesión a esmalte dental.....	4
Definición de adhesión.....	4
Características histológicas y estructurales del esmalte. ..	7
Diferencias histológicas y estructurales del esmalte de dientes primarios.	24
2 Acondicionamiento del esmalte dental	33
Patrones de grabado ácido y tiempo de acondicionamiento adamantino.....	40
II Objetivo de la investigación.	60
III Materiales y métodos	61

IV	Resultados.....	66
V	Discusión.....	80
VI	Conclusiones.....	87
VII	Referencias bibliográficas.....	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.

Figura 2. Dibujo esquemático de las arcadas dentales en dentición primaria. **¡Error! Marcador no definido.**

RESUMEN

El tiempo óptimo de acondicionamiento del esmalte en dientes primarios es aún muy controversial. El objetivo de este estudio es determinar el tiempo mínimo necesario, compatible con el tiempo clínico, para crear sobre la superficie del esmalte primario patrones de grabado que sean considerados apropiados para la adhesión.

Superficies vestibulares de 33 caninos primarios, extraídos por razones ortodónticas o exfoliados espontáneamente, fueron utilizados. Se dividieron en cuatro grupos de 8 caninos cada uno y un canino como control, y les fue aplicado para el acondicionamiento, ácido fosfórico al 37% en la zona central de la cara vestibular, previamente delimitada, en tiempos de 15, 30,45 y 60 segundos respectivamente.

Los especímenes fueron observados al microscópio electrónico de barrido (MEB) encontrando la formación de patrones de grabado solo en los especímenes acondicionados durante 45 y 60 segundos. Sin embargo, solo aplicando el ácido durante 60 segundos se observaron patrones de grabado en toda el área acondicionada. Por lo cual se concluye que es

necesario la prolongación, a 60 segundos, de el tiempo de grabado en el esmalte primario para obtener una superficie adecuada para la penetración del material restaurador.

INTRODUCCIÓN

El uso de resinas compuestas como material restaurador, tanto en el sector anterior como posterior, se ha incrementado recientemente gracias al perfeccionamiento de los sistemas adhesivos, así como la aplicación de sellantes de puntos y fisuras en la prevención y progresión de la caries. Sin embargo, cuando son utilizados sobre dientes primarios pueden representar inconvenientes, debido a que se han encontrado diferencias, tanto en su composición como morfología, en el esmalte y la dentina en relación a los dientes permanentes. Uno de los problemas planteados y que ha sido de gran controversia, es el tiempo necesario de grabado ácido.

En relación a esta problemática, los primeros reportes aconsejaban grabar el esmalte primario por 120 seg.²³ Esto se debía a la presencia de una capa aprismática que cubría el total de la coronas de los dientes primarios^{6,7,17,18, 28.}

Sheykholesman y Buonocuore en 1972 reportaron que la presencia de una capa aprismática en el esmalte de dientes

primarios prevenía la penetración de la resina dentro de la superficie, inclusive después del grabado ácido³⁰, mostrando concordancia con los resultados obtenidos por Hinding y Sveen en 1974, Silvertone en 1975²³.

Varios estudios reportaron que el aumento de los tiempos de acondicionamiento ácido por encima de 15 segundos era necesario para producir patrones de grabado adecuados para la adhesión.^{34,36,37,40}

Otros autores propusieron el tratamiento previo de la superficie del esmalte para eliminar la capa aprismática y aumentar así la penetración del ácido.^{29,31,32}

En contraste Horsted en 1976 encontró zonas aprismáticas con distribución irregular en forma de islas sobre la superficie.¹⁸ Nordenvall en 1980 compararon tiempos más cortos (15 y 60 seg.) entre dientes primarios y permanentes, en relación a la formación de patrones de grabado y no justificaron la prolongación de los tiempos de acondicionamiento, ni el tratamiento previo antes de la aplicación del ácido.³³ Igualmente

Tandon en 1989³⁵, Gwinnet y Garcia-Godoy en 1992³⁸, Duggal en 1997³⁹ y Boj en 2004⁴², concluyeron que no es necesario establecer diferencias con los estándares establecidos para dientes permanentes.

El propósito de este estudio fue investigar la relación entre los tiempos de grabado ácido sobre esmalte de dientes primarios con respecto a la calidad en el patrón de grabado.

I REVISIÓN DE LA LITERATURA

1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ADHESIÓN A ESMALTE DENTAL.

Uno de los mayores problemas de la Odontología Restauradora, que pretende reconstruir las partes pérdidas de las estructuras dentarias duras, es unirse a ellas.

Cualquiera que sea el método o técnica de fijación del biomaterial restaurador que se utilice, incluirá la adhesión al diente.

Por lo cual es importante definir en términos generales y específicos lo que es adhesión.

Definición de Adhesión.

Algunas definiciones de adhesión son:

- Según el diccionario Salvat: Fenómeno por el cual dos superficies colocadas en contacto se mantienen unidas

por fuerzas de atracción establecidas entre moléculas.// Unión química o mecánica entre materiales mediante un adhesivo.¹

- Según el Diccionario de odontología de Friedenthal:
Fuerza que produce la unión de dos sustancias cuando se ponen en íntimo contacto. La atracción aquí se realiza entre moléculas dispares. //Adhesión mecánica, es la que se produce cuando una de las partes penetra en las irregularidades que presenta la otra, quedando de tal manera trabadas// Adhesión química es la que se produce cuando las partes en contacto, por medio de fuerzas obtenida por la formación de uniones químicas entre las superficies, se adaptan entre sí por un contacto íntimo.¹
- Involucra la atracción molecular entre dos superficies o materiales en contacto. La atracción molecular produce una interfase. Las fuerzas moleculares pueden ser divididas en dos tipos básicos; química y física. La fuerza química es de tipo iónica. La fuerza física esta

en relación con las fuerzas de Van der Waal's.²

- Según la American Society for Testing and Materials en 1983: Es el estado o fenómeno mediante el cual dos superficies de igual o distinta naturaleza se mantiene unidas por fuerzas interfaciales, sean físicas, químicas o por interacción de ambas.¹

Tomando estas definiciones como referencia se podría decir que la adhesión en odontología restauradora significa unir a un sustrato sólido (estructura dental) el biomaterial a aplicar, manifestándose la adhesión como tal en la interfase diente-restauración, en las cuales se deben producir fuerzas que las mantengan unidas en forma permanente.¹

La comprensión de estas interacciones, entre material restaurador y un sustrato, está basada en el conocimiento de las características morfológicas, la composición y el comportamiento de dicho sustrato, que en este caso es el esmalte, el cual es complejo y dinámico.³ Por lo cual se realizará una descripción de las características del esmalte dental humano.

Características histológicas y estructurales del esmalte.

El esmalte humano es el único tejido hipermineralizado derivado del ectodermo que recubre y protege a los tejidos conectivos subyacentes integrados en el isosistema dentino-pulpar. Todos los demás tejidos relacionados y mineralizados como el cemento, dentina y hueso, y no mineralizados como la pulpa, derivan del mesodermo.^{1,6,3,4}

El esmalte maduro está compuesto en un 96% de matriz inorgánica, agua en un 3% y matriz orgánica en un 1% en peso.^{1,3,4,6} El componente inorgánico del esmalte es principalmente constituido de apatita en su forma de hidroxido, fluor o carbono, siendo los dos mayores componentes inorgánicos el calcio y el fosfato,^{3,6,4} y con menor frecuencia puede encontrarse aluminio, bario, magnesio, estroncio, entre otros⁴.

El agua se encuentra principalmente asociada a la matriz orgánica y envuelta a los cristales de apatita, estando en mayor

proporción que el componente orgánico.^{5, 6}

Y por último la matriz orgánica del esmalte es de naturaleza proteica, principalmente, con agregado de polisacáridos, y en su composición no participa el colágeno; sin embargo todavía las proteínas no han podido ser caracterizadas de forma definitiva.⁶ Muchos autores han concluido que probablemente la proteína presente en el esmalte dental pertenece a la familia de la keratina, ya que su origen embriológico es ectodermal⁴. Deutsch y Pe`er en 1982 citado por Gwinnett en 1992,⁴ refiere que diferencias cuantitativas en los componentes sugiere la presencia de complejos de aminoácidos. Se han encontrado diferentes proteínas en mayor o menor grado, en las distintas fases de la formación del esmalte, entre ellas: Las amelogeninas, las enamelinas, las amelinas y las tuftelinas.^{6, 7}

Less y Rollins 1972, Lazzari 1978, Munechika 1984, Uribe Echeverria 1990, Avery 1994 Carvalho 2000, Shimada y Tagami 2003 citados por Henostroza en 2003¹ refieren que es un tejido microcristalino, microporoso y anisótropo, acelular, avascular, aneural, de alta mineralización y de extrema dureza, que

presenta como característica fundamental su única y particular forma de reaccionar ante cualquier cambio físico, químico y biológico, con la pérdida de sustancia, cuya magnitud está en relación directa con la intensidad del agente causal.

Estas propiedades determinan que el esmalte no tenga poder regenerativo, siendo afectado por la desmineralización ácida (caries, erosiones y acondicionamiento ácido), por el stress oclusal (abfracciones), por la acción de pastas y sustancias abrasivas (abrasiones) y por traumatismos (fracturas), pudiendo producirse en él fenómenos de remineralización,¹ el cual ocurre en un pequeño espesor de la superficie (30µm),⁶ pero nunca de regeneración, como sucede en otros tejidos ectodérmicos. Esto se debe a la capacidad de captación continua de ciertos iones o moléculas existentes en saliva, siendo su permeabilidad extremadamente selectiva y escasa.^{6,3,4}

El espesor del esmalte, que es la distancia comprendida entre la superficie libre y el límite o unión amelodentinaria, no es constante y varia en los diferentes grupos de dientes y en el seno de un mismo diente,⁶ siendo más grueso sobre las cúspides y más fino sobre la base de las fosas y fisuras y en la región

cervical de la corona.³ Presenta mayor espesor por vestibular que por lingual, y en las caras proximales el espesor mayor está por mesial.⁶

En términos de propiedades físicas, es interesante resaltar que la composición del esmalte le confiere propiedades físicas únicas: Según Caldwell y Cols 1957 citado por Gwinnett en 1992⁴ y Chain en 2001³, su dureza es muy alta variando de 200 a 500 Knoop, situándose en el grado 6 en la escala de Mohs. La dureza adamantina decrece desde la superficie libre al límite amelodentinario, por lo que está en relación con el grado de mineralización.^{6,4} Posee un alto módulo de elasticidad (alta rigidez) y relativamente baja resistencia a la tracción, característica indicativa de un material muy friable, por lo cual, es la alta resistencia a la compresión de la dentina lo que le confiere su funcional durabilidad.^{3,4}

El alto contenido inorgánico le confiere la característica de ser translúcido, por lo que el color que se observa en esencia es el de la dentina, especialmente en las zonas donde el esmalte es más delgado como la región cervical, en las zonas de mayor grosor tiende a hacer más grisáceo.^{3, 4}

En lo que se refiere a su micromorfología; Avery 1994, Uribe Echeverria 1990, Bath-Balogh 1997, Gómez Ferraris y Campos Muñoz 2002 citados por Henostroza en 2003¹ refieren que la dureza del tejido, las limitaciones en la preparación de las muestras y las técnicas microscópicas utilizadas, determinaron durante mucho tiempo imágenes estructurales falseadas, originadas sobre la superposición de planos microscópicos cuando el tejido se procesaba por desgaste o cuando se utilizaba esmalte embrionario o inmaduro que facilitaban su corte con los micrótomos a cuchilla de la época.

El perfeccionamiento de las técnicas microscópicas ha posibilitado a los investigadores descubrir nuevos aspectos de la microestructura adamantina, a través de modernas técnicas de replicas microscópicas (TRM); Fotovideomicroscopía con analizador de imágenes Metamorph (FVM); Fotovideomicroscopía de contraste de fase por interferencia diferencial, Nomarsky (FVM-CID); Microscopía Electrónica de Transmisión (MET); Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) y Confocal Laser Mcanning microscope (CLSM).¹

La estructura histológica del esmalte está constituida por la denominada *unidad estructural básica del esmalte*, la cual fue descrita durante mucho tiempo con la clásica forma prismática hexagonal, presente en el esmalte humano únicamente en estado embrionario.¹

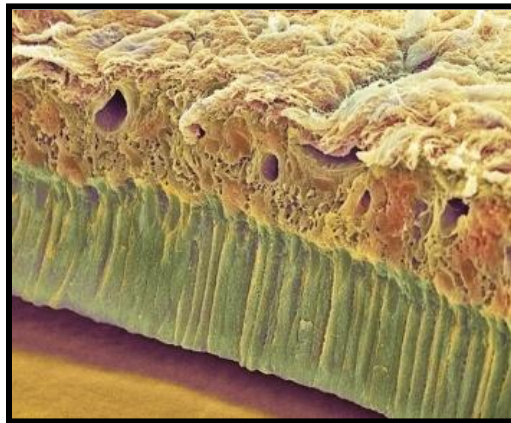


Fig. 1. Esmalte en período de formación. Tomado de www.immediart.com/catalog/product_info.php?cP...⁸

La aplicación del MEB al estudio de la morfología del esmalte, ha permitido resolver muchas interrogantes acerca de la forma de los mismos. Con dicha técnica, en cortes longitudinales, se observan como bastones irregulares paralelos (Fig.1) y en cortes transversales con una morfología en ojo de cerradura de llave antigua o escamas de pescado⁶ (Fig. 2). Estas

imágenes microscópicas conducen a denominar a la unidad estructural del esmalte como: **varilla o bastón adamantino**.¹ Sin embargo, muchos autores continúan llamándola primas del esmalte.^{3,4,6,40,42} Por ser prismas de esmalte la denominación más ampliamente conocida seguiremos mencionándola de esta manera durante el desarrollo de nuestra investigación, para facilitar la comprensión.

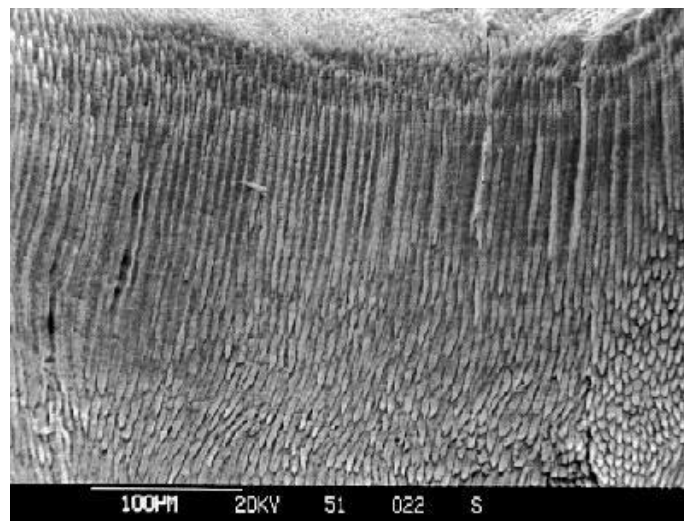


Fig. 2. Corte longitudinal de esmalte dentario. Tomado de <http://www.charite.de/ch/kiz/poster/hucke>⁹

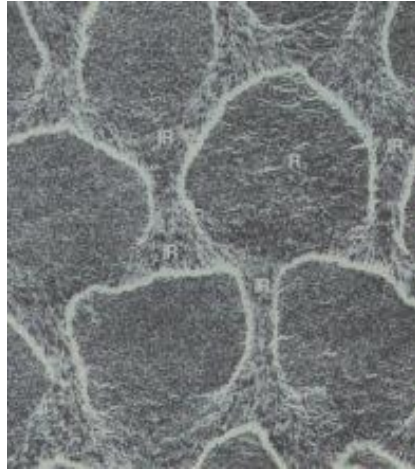


Fig. 3. Corte transversal de esmalte dentario. Tomado de www.forp.usp.br/.../temas/adhesivos/adhesivos.htm¹⁰

Los prismas o varillas adamantinas son estructuras longitudinales de $4\mu\text{m}$ de espesor promedio, que se dirigen de la unión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte y en la que se puede distinguir dos regiones: la cabeza y la cola. La cabeza corresponde a la región más ancha y se halla limitada por superficies cóncavas; el diámetro es de $5\mu\text{m}$; la región de la cola es la más delgada encontrándose situada debajo de la cabeza. En relación con su longitud es mayor que el propio espesor del esmalte, pues su curso es sinuoso. Su diámetro varía entre los $4\text{-}10\mu\text{m}$, es menor en su punto de origen y aumenta gradualmente a medida que se acerca a la superficie. El número de prismas varía según el tamaño de la corona evaluándose entre 5 y 12 millones.⁶

Los prismas o varillas de esmalte son estructuras que se encuentran estrechamente asociadas unas con otras y en este sentido hay que indicar que las cabezas siempre se encuentran ubicadas entre las colas de los prismas subyacentes. Ese sistema de engranaje le confiere mayor resistencia al esmalte, pues la cabeza soporta los choques de las fuerzas masticatorias y las colas las distribuyen y las disipan.⁶



Fig. 4. Diagrama de la disposición de los prismas del esmalte. Tomado de http://doctorspiller.com/tooth_anatomy.htm¹¹

Hoy en día es posible observar estas estructuras en forma tridimensional: a) en un corte transversal se observan en forma de cúpula esférica orientada hacia la unión amelodentinaria, un cuello estrecho y una cola con terminación irregular; b) en un corte longitudinal bucolingual se visualizan estructuras lineales

en forma de líneas gruesas que corresponden a la cabeza y líneas finas que coinciden con el extremo del prisma o varilla adamantina contigua; c) en un corte longitudinal mesio-distal se observan estructuras lineales en forma de líneas anchas que corresponden al corte longitudinal del cuerpo, y delgadas que indican la unión de la cabeza con el extremo caudal del prisma o varilla subyacente.¹

Los prismas o varillas adamantinas alcanzan la superficie de la estructura dental casi perpendicular a su tangente, pero, es importante resaltar que no todos los prismas llegan la superficie, como se ha demostrado tanto en denticiones primarias como permanentes, donde puede encontrarse una zona homogénea libre de prismas. Las regiones más comunes de ocurrencia de esmalte aprismático son las coronas de los dientes primarios y las fosas y fisuras y regiones cervicales de la dentición permanente.^{3,4}

Sin embargo la morfología y características de dicha capa aprismática presenta diferencias entre dientes primarios y permanentes. En los primeros se observa como una banda con apariencia laminar. En los permanentes la apariencia puede estar

relacionada con patrones incrementales en el desarrollo del tejido.⁴

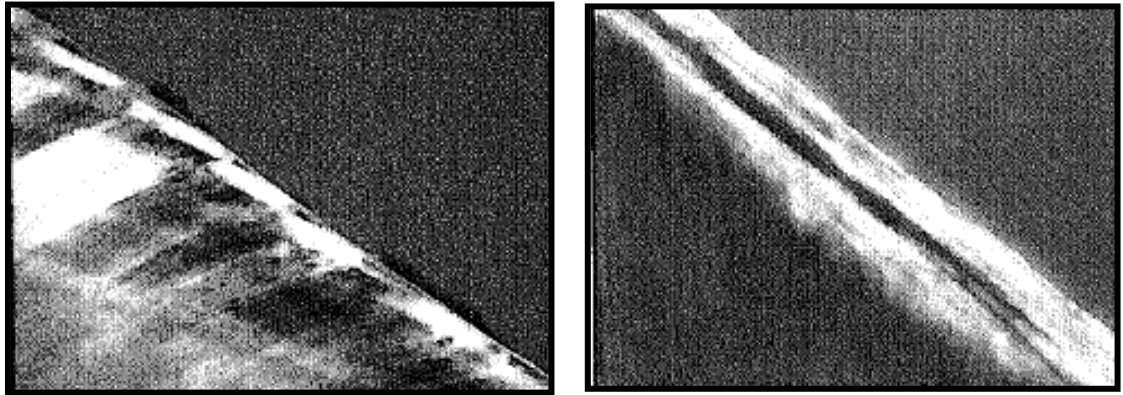


Fig. 5. Izquierda: Esmalte aprismático en dientes permanente (19X). Derecha: Banda en la superficie del esmalte, típica del esmalte aprismático en dientes primarios. Tomado de Gwinnett 1992⁴

En referencia a la matriz orgánica, esta es muy escasa y se distribuye básicamente en la periferia de los prismas o varillas, rodeando la estructura en ojo de cerradura (cabeza y cola), antes descrita. Este material orgánico periférico es un material muy insoluble y corresponde a la denominada vaina de los prismas. Al MET esta vaina aparece formando un fino retículo tridimensional que asocia unos prismas con otros. Como dicha matriz orgánica se condensa en la periferia de los prismas, aparecen rodeadas por una zona muy delgada de menos de 50 a 100 nm (que prácticamente carece de cristales). Se considera, en

consecuencia, que la diferencia entre el prisma o varilla y la vaina de los prismas es cuantitativa, es decir, estas últimas son zonas con menor grado de mineralización, por el contenido de proteínas, resultando de un espacio más amplio entre los cristales al enfrentarse en distintos ángulos.⁶

En referencia a la composición de los prismas o varillas, como se mencionó antes, están constituidos por un conjunto de cristales de hidroxiapatita. Estos cristales presentan una orientación muy definida en el interior de los mismos. En un corte longitudinal se observa que los ejes mayores de los cristales se disponen paralelamente al eje longitudinal de los prismas de esmalte en la región de la cabeza. En la unión de la cabeza con la cola se van inclinando progresivamente respecto al eje longitudinal prismas o varillas adamantinas hasta adquirir, el cristal, una posición perpendicular (respecto al eje longitudinal de los prismas) en la región de la cola.

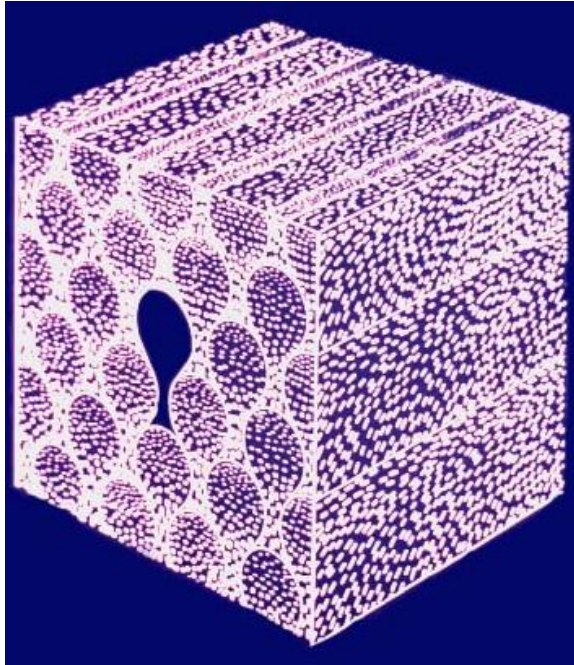


Fig. 6. Orientación de los cristales en el interior de las varillas adamantinas en las tres caras de un bloque de esmalte. Tomado de Gómez de Ferraris. M, Campos Muñoz A: 2002⁶

Otro punto importante de mencionar en relación a la micromorfología del esmalte es la orientación de los prismas; inicialmente se pensaba que estos se disponían perpendiculares a la superficie. La matriz del esmalte comienza a ser depositada por la secreción celular que se excreta a nivel de los procesos de Tomes. Llama la atención que durante la etapa de secreción de la matriz el movimiento ameloblástico, desde la unión amelodentinaria hacia el exterior del diente, se aproxima a la perpendicularidad y que el prisma adamantino es secretado por el polo apical en un ángulo aproximado de 45° respecto al eje

celular.^{1,6} Estos conocimientos básicos plantearon interrogantes respecto al concepto clásico de la perpendicularidad de las varillas o prismas con la superficie externa del esmalte, que no concuerda con la disposición que adopta en el momento de su formación embriológica.⁶

En el esmalte permanente los prismas presentan la siguiente disposición: 1) Formando ángulos de más o menos 60° con la superficie del esmalte, es decir convergen hacia la profundidad de los surcos^{1,6}; 2) En las cúspides forman ángulos de 90° con la superficie externa del esmalte^{1,6} y 3) En el tercio gingival forman ángulos obtusos de 106° hacia oclusal.⁶ Según Priotto en 1983 citado por Hinostroza en 2003¹ presentan un promedio de 96, 25°.

El esmalte presenta otras estructuras consideradas como: ***Estructuras secundarias del esmalte.*** Estas se definen como variaciones estructurales que se originan a partir de la unidad estructural primaria, como resultado de los diferentes grados de mineralización o el cambio del recorrido de los prismas y de la interrelación del esmalte con la dentina o la periferia medioambiental.⁶ Entre ellas tenemos:

- Estrias de Retzius: Son estructuras que aparecen en los preparados por desgaste en forma de bandas de color parduzco con luz transmitida y claras con luz refleja. Son más numerosas en la región cervical.⁶ Estas representan la secreción descendente de los ameloblastos desde las cúspides hasta la región cervical de la corona⁴, marcando la aposición de capas. Dichas líneas se relacionan con períodos de reposo durante la mineralización y por lo tanto indicarían zonas de menor grado de mineralización. Aunque se sugiere que su origen podría deberse a un retraso en la producción de la matriz o trastornos en el sitio de mineralización.⁶

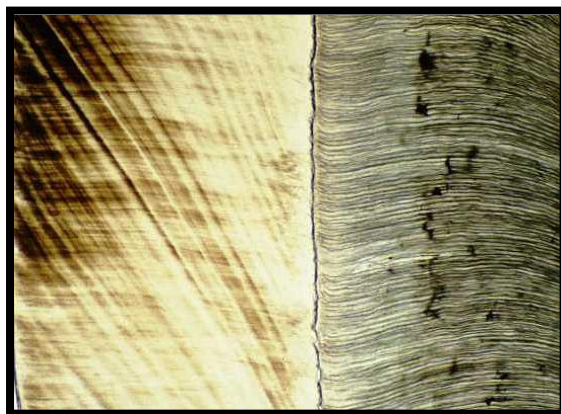


Fig. 7. Estrias de Retzius. Tomado de www.forp.usp.br/mef/esmalte1.htm¹²

- Laminillas o fisuras de esmalte: Estas son formaciones comparables a fallas geológicas, finas y delgadas, que se extienden de forma rectilínea desde la superficie hasta la dentina, e incluso pueden penetrar en ella. Y están constituidas básicamente por tejido poco o nada mineralizado.^{6,7}

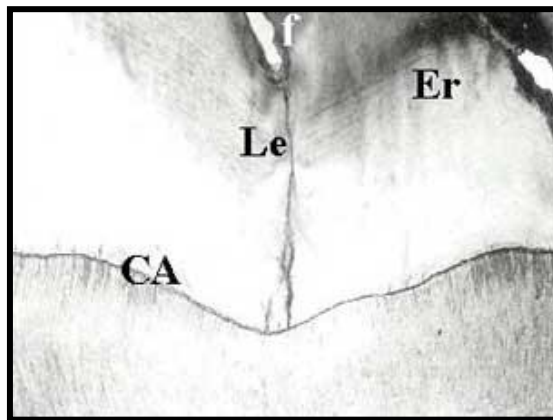


Fig. 8. Análisis Morfoestructural con Microscopía Óptica y Electrónica de Transmisión del Esmalte Humano en Superficies Oclusales". Le: Laminilla del esmalte , CA: Conexión amelo dentinaria , Er: Estrias de Retzius. 4 X
.Tomado de Amerise 2002¹³

- Penachos de Linderer: Son estructuras muy similares a las fisuras del esmalte, también comparables con fallas geológicas. Se extienden en el tercio interno del esmalte y se despliegan desde el límite

amelodentinario en forma de arbustos, observable en cortes transversales mediante técnica de desgaste con microscopía óptica. Se cree que se forman en el desarrollo debido a cambios bruscos en la dirección de los prismas, y que están formados básicamente por tejido poco mineralizado ricos en proteínas del esmalte.⁶



Fig. 9. Penachos de Linderer. Tomado de Gwinnett 1992⁴

Entre otras estructuras encontradas en el esmalte tenemos: Bandas de Hunter-Schreger, esmalte nudoso, husos adamantinos, periquimatías y líneas de imbricación de Peckerill.⁶

Diferencias histológicas y estructurales del esmalte de dientes primarios.

El esmalte en la dentición primaria está constituido estructuralmente por las mismas entidades histológicas que caracterizan al diente permanente. Sin embargo, existen algunas diferencias y particularidades microscópicas que deben destacarse.⁶

El espesor del esmalte en los dientes primarios es la mitad del que se observa en los dientes permanentes y varía de acuerdo a las distintas zonas de la corona. En las cúspides y bordes incisales el espesor es de 1,5 mm aproximadamente, reduciéndose progresivamente en las caras libres y proximales hasta llegar a 0 ó 0,5 mm en la unión amelocementaria.⁶

En relación a sus propiedades físicas se admite que la dureza en el esmalte de los dientes primarios es ligeramente inferior a los dientes permanentes.⁶ Está altamente aceptado que los dientes primarios están menos mineralizados que el esmalte permanente.¹⁴ Silverstone en 1970 encontró menores niveles de

mineralización en el esmalte primario, y grandes cantidades de material orgánico en relación al esmalte permanente.²³

Bosch, Borsboom y Ten Cate en 1980 citado por Wilson en 1989¹⁴ reportaron la impresión clínica de que el avance de la caries era más rápido y encontraron menor resistencia a la caries en un estudio in Vitro.

Wilson en 1989 comparó los niveles de mineralización entre dientes primarios y permanentes utilizando una técnica no destructiva y cuantificando con microradiografías. Los especímenes fueron seguidamente sometidos a pruebas de microdureza. Ellos encontraron que tanto en dientes permanentes como primarios, los niveles de mineralización presentaban un incremento de adentro hacia fuera, encontrando los valores mas bajos a nivel del limite amelodentinario. Ambas denticiones presentaban incrementos similares desde las capas más internas a la más externa. Se observaron varios niveles de mineralización; sin embargo, la superficie oclusal externa de los permanentes y los caninos presentaron significativamente mayor mineralización que sus predecesores primarios.¹⁴

La razón para los menores niveles de mineralización en los dientes primarios, puede estar dada por un menor tiempo para el proceso de maduración, el cual es alrededor de un año en relación a los 3 a 5 años en la dentición permanente. El esmalte primario es mas delgado que el permanente y debe completar su mineralización en tiempos mas cortos, esta misma relación se puede observar entre el esmalte oclusal y el cervical en ambas denticiones.^{6,14}

Mortimer en 1970 citado por Silverstone en 1975²³ encontró que los niveles de mineralización del esmalte primario oscilaban entre 86 a 88%, aunque se observaron incluso niveles de 80,6% en algunos casos. Cuy en 2002 y Angker en 2004 citados por Wang en 2006¹⁵ reportan que el contenido mineral de los dientes primarios es de 81,3 a 94,2 %.

Wang en su estudio reporta, que los dientes primarios tienen mayor contenido de matriz orgánica, presentándose una disolución del tejido más rápida que en los dientes permanentes, observándose así mayor susceptibilidad a la desmineralización de manera significativa¹⁵

Shellis en 1984 citado por Wang en 2006¹⁵ asocia la profundidad de las lesiones cariosas con la unión o interrelación de los prismas y la densidad de la sustancia interprismática, observando un aumento significativo en los dientes primarios en relación a los permanentes.

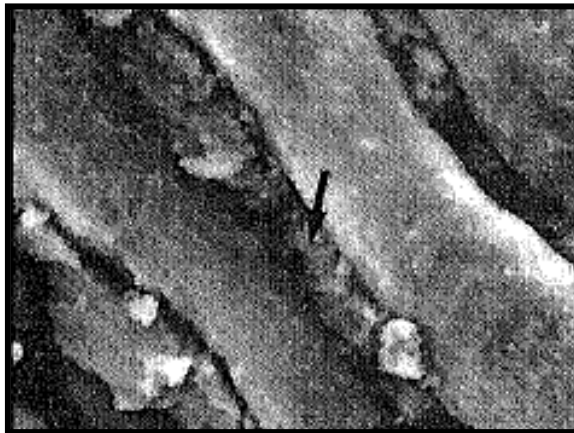


Fig. 10. Sustancia interprismática. 2400X. Tomado de Gwinnett 1992⁴

Linden en 1986¹⁶ afirma que el esmalte primario exhibe diferencias morfológicas, entre ellas: un menor nivel de mineralización, y un mayor coeficiente de difusión en relación al esmalte de dientes permanentes. Ellos encontraron una mayor permeabilidad al fluoruro y a la clorhexidina en el esmalte de dientes primarios, lo cual sugiere poros de mayor tamaño, observados también por Silverstone²³ que posiblemente es

consecuencia de la relativa hipomineralización.

Ripa en 1965 reportó la presencia de mayor espacio entre los prismas en relación a los dientes permanentes, lo que podría ser compatible con mayor progresión de la caries.²⁸ Silness en 1973 y Shellis en 1984 citados por Wilson en 1989¹⁴, encontraron que el área de interfase entre la porción orgánica e inorgánica en el esmalte de dientes primarios era mayor que en los dientes permanentes.

En relación a su microestructura, los prismas o varillas adamantinas, unidades estructurales y funcionales del esmalte, presentan caracteres microscópicos semejantes a los del esmalte de los dientes permanentes, pero en ningún caso alcanzan la superficie externa, pues en esta zona y rodeando toda la corona se encuentra el esmalte aprismático.⁶ La presencia de este esmalte aprismático ha sido tema de mucha controversia y blanco varias investigaciones.^{17,18,28,29}

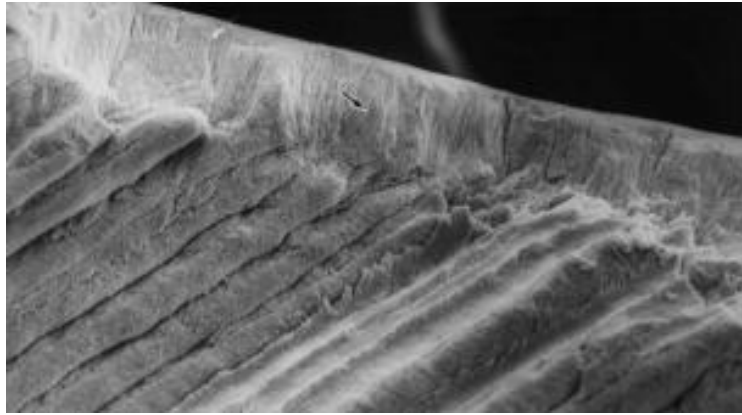


Fig. 11. Corte transversal de esmalte primario(X4.500). Evidencia de la capa aprismática. Tomado de Rev Odontol Univ São Paulo v. 11 n. 4 São Paulo Oct./Dic. 1997¹⁹

Ripa en 1965 encontró la presencia de la capa aprismática en el total de los especímenes observados. En la superficie proximal, la capa aprismática usualmente se extiende desde la unión amelocementaria hasta la región cuspidea. En relación a superficies mas expuestas a la abrasión (labiolingual), la extensión estaba más limitada al tercio gingival en un 14 % de los dientes. A nivel óptico, la superficie carecía de las características normales de los prismas del esmalte. Se observaba como una capa que recorría en sentido paralelo a la superficie; sin embargo, tenía apariencia laminar, lo que sugiere que los cristales se encuentran organizados uniformemente perpendiculares al esmalte periférico.²⁸ Esta diferencia en la orientación y organización de los prismas también fue observada

por Gwinnett en 1966¹⁷ y Horsted en 1976¹⁸, que describen un cambio abrupto en la orientación de los cristales, quedando orientados de manera paralela al eje axial del diente desde 16° hasta 70°, observándose como un área de configuración laminar casi paralela a la superficie y que no corresponde con las características individuales de los prismas. Sin embargo, Horsted solo la observa como pequeñas islas localizadas cercana a la cima de las cúspides.¹⁸

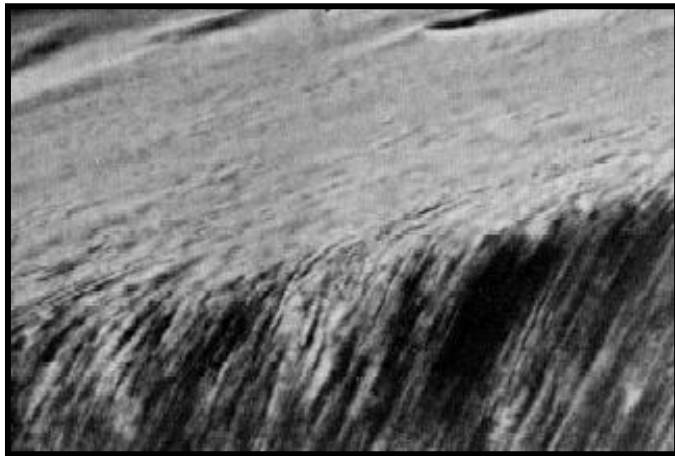


Fig. 12. Capa aprismática a magnificación de 450X. nótese el abrupto cambio de dirección de los prismas observándose paralelos en la superficie. Tomado de Ripa 1966.²⁸



Fig. 13. SEM de esmalte aprismático (magnificación de de 475X) donde se observa la disposición paralela de los cristales a la superficie, con aspecto laminar y perpendiculares al esmalte subyacente. Tomado de Gwinnett 1992⁴

Gwinnett en 1966 encuentra un incremento en la radiodensidad de la capa aprismática, utilizando microradiografías, en relación con el esmalte subyacente, observándose como líneas paralelas a la superficie, probablemente de manera incremental. Este aumento en la densidad se demostró en un microdensitómetro. Sugiere que la mayor radiodensidad de la capa aprismática es debido a la manera como se encuentran agrupados los cristales en esta zona, teniendo una orientación preferencialmente paralela y mas particularmente a la ausencia de prismas siendo un área relativamente rica en poros¹⁷

En relación al espesor de la capa aprismática se ha descrito un espesor aproximado es de $30\mu\text{m}$ ^{6,17,29}. Ripa en 1965 describió rangos de entre 15 y 55 μm , encontrando solo en un espécimen con espesor de 220 μm .²⁸ Horsted también encontró rangos diferentes entre especímenes exhibiendo espesores de 5 a $60\mu\text{m}$ ¹⁸

Se ha sugerido que el esmalte aprismático es el resultado de la ausencia o poco desarrollo de los Procesos de Tomes.⁶

En los estudios realizados por Uribe Echeveria en dientes primarios en relación a la orientación de los prismas demostró que: 1) en la profundidad de fosas y fisuras de las caras oclusales, los prismas terminan formando ángulos agudos, entre 67° y 70° ; 2) en las cúspides forman ángulos rectos de 90° con la superficie externa y 3) en la zona del tercio gingival, los prismas se orientan en ángulos obtusos hacia oclusal de aproximadamente 120° , lo cual marca ciertas diferencias con los dientes permanentes.⁶

2 ACONDICIONAMIENTO DEL ESMALTE DENTAL

Cuando se habla de acondicionamiento, sin duda, es específicamente al hecho de acondicionar o preparar una superficie, en este caso el esmalte dental, con el objetivo de hacerla más proclive a la adherencia directa.²⁰

Las uniones iónicas ameritan un sólido con elevada energía superficial,²¹ definiendo como energía superficial al campo eléctrico electrostático de una superficie sólida, en donde se produce la atracción por cohesión en sus moléculas superficiales.¹ El esmalte por ser un cuerpo cristalino presenta la capacidad de atraer a las moléculas libres del medio, que tengan un campo eléctrico contrario¹, lo cual es favorable desde el punto de vista del objetivo de la técnica operatoria. Sin embargo, la superficie, tal como la ofrece un paciente, no se presenta exactamente en esas condiciones, si no que está recubierta superficialmente por una película orgánica en el medio bucal, lo que crea una superficie de baja reactividad y compleja desde el punto de vista micromorfológico y químico, llegando a presentar una energía superficial de 28 dinas/cm^{8,3}

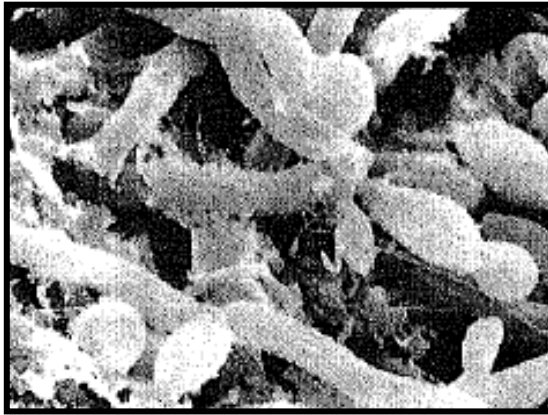


Fig. 14. SEM a 4760X de la placa microbial o película adquirida.
Tomado de Gwinnett 1992⁴

Durante el preparado cavitario esa biopelícula orgánica puede ser removida, pero no aumenta la energía superficial del esmalte, debido a una capa de detritos que se acumula superficialmente.³

Con lo expresado anteriormente se hace evidente la necesidad de limpiar toda la superficie del esmalte que va a recibir el biomaterial restaurador.

El primer investigador en describir la modificación de la superficie del esmalte para mejorar su adhesión fue **Michael Buonocore**, el cual publicó en 1955 un artículo titulado “Un método simple para aumentar la adhesión de resinas

acrílicas a la superficie del esmalte”. Usando como referencia la aplicación del ácido fosfórico en la industria, para la preparación de la superficie del metal, Buonocuore lo escoge para su estudio basado en la idea de que quizás una simple descalcificación resultaría en la remoción de estructura superficial del esmalte, que era necesaria para producir una superficie más receptiva a la adhesión.

Realizó una comparación entre la resistencia que ofrecía la resina acrílica sobre la superficie de esmalte de dientes extraídos, al intentar removerla con la uña del dedo pulgar, entre superficies tratadas con ácido fosfórico al 85% durante 30 segundos y superficies no tratadas, y encontró un aumento en la adhesión en aquellas superficies tratadas. Por lo que decide repetir el procedimiento en el medio intrabucal, y observó que ameritaba una fuerza considerable para el desprendimiento de la resina acrílica, resultando en una fractura del material, más no en una separación limpia de la superficie. Al remover la resina acrílica en su totalidad se encontró un esmalte con apariencia opaca y blanca, descrita previamente, pero la apariencia normal retorno a los pocos días, no haciéndose evidente el tratamiento en el área.²²

Buonocuore atribuyó el incremento de la adhesión a varios factores, pero es hasta 1965 cuando Gwinnett y Buonocuore citado por Chain en 2001³, describen el mecanismo micromecánico por el cual las resinas se adhieren al esmalte, y luego fue pormenorizado por Gwinnett y Matsui en 1967 citado por Chain en 2001³, los cuales detallaron la micromorfología de la interface entre resina y esmalte. Ellos afirmaron que la aplicación de la técnica de acondicionamiento ácido removía aproximadamente 10um de la superficie del esmalte, creando una capa de poros de una profundidad de 5 a 50 μm .²⁵

La acción del ácido o acondicionador cambia la superficie del esmalte intacto, que es de baja energía superficial, en un área activa, limpia, desmineralizada y de alta energía superficial. Además, produce la desmineralización y disolución de la matriz inorgánica de las varillas o prismas adamantinos, creando microporos y microsurdos que transforman el tejido en un sólido cristalino y micropososo, fenómeno conocido como efecto geométrico. De la misma forma, actúa sobre el tejido adamantino tallado con distintos tipos de instrumentos rotatorios, donde el esmalte se encuentra recubierto por una capa de tejido

distorsionada, constituida por restos inorgánicos de la estructura; prismas, cristales de hidroxiapatita y biofilm.¹

Jendresen y Glantz en 1981 citado por Chain en 2001³ reportaron el aumento de la tensión superficial del esmalte de 28 a 72 dinas/cm después del acondicionamiento ácido. Otros reportes describen que la energía superficial del esmalte aumenta a ± 42 dinas/cm, cuando es grabada con ácido en concentraciones adecuadas.¹

Es importante resaltar que una superficie tan reactiva necesita estar bien protegida de contaminación, durante la fase inicial del procedimiento de adhesión, por ejemplo, la saliva contiene proteínas que se adsorben al esmalte acondicionado, reduciéndose significativamente la penetración resinosa.³

La compatibilidad fisicoquímica se obtiene cuando el adhesivo es de baja tensión superficial y el sustrato es de alta energía superficial, originando que las fuerzas intermoleculares entre adhesivo y sustrato sean menores que las fuerzas cohesivas entre dos sustancias. Esta compatibilidad es positiva

cuando no es interrumpida por humedad, agua de precipitación o partículas contaminantes,¹ por lo que se hará necesario realizar un buen aislamiento del campo operatorio.

La solución ácida a utilizar debe tener suficiente actividad para ejercer su acción en un lapso suficientemente breve para que sea compatible con el tiempo clínico. Al mismo tiempo, debe poder ser controlada su acción, para no dañar en forma exagerada la estructura dentaria.²¹

La solución acuosa de ácido fosfórico ha demostrado ser sumamente conveniente.²¹ Cuando el tejido adamantino es tratado con ácido fosfórico en alta concentración, se produce una reacción ácido-base con formación de sales solubles de fosfato de calcio, que pasa a formar parte de la solución, produciendo la desmineralización y pérdida irreversible del tejido superficial. Esta pérdida de sustancia, del tejido adamantino, va a depender de la concentración del ácido utilizado y del tiempo de exposición del mismo.¹

Silverstone en 1975 demostró que las soluciones de ácido fosfórico entre el 30 y el 40% producían condiciones favorables para la adhesión y reportó la relación inversa entre la concentración del ácido y la profundidad de los microporos después del acondicionamiento del esmalte.²³ Las concentraciones mayores o menores forman fosfatos de calcio con mayor rapidez, y por lo tanto, su efecto sobre el esmalte puede resultar menos satisfactorio.²¹

Hace algún tiempo se intentó tratar al esmalte con otras concentraciones de ácido fosfórico, por ejemplo al 10%, o bien soluciones de otros ácidos, como el maléico, nítrico, cítrico, oxálico, etc. Lo que era aprovechado en técnicas adhesivas de grabado total. Como el esmalte y la dentina son tejidos de diferente composición, esto resultaba beneficioso para uno pero no para el otro. El uso de estos ácidos en sustitución del fosfórico en su concentración habitual no fue masivamente aceptado a la luz de los resultados obtenidos, especialmente en esmalte.²⁴ Por lo cual el ácido fosfórico entre 30% y 40% (frecuentemente al 37%) es la concentración mas comercializada.²⁵

Patrones de grabado ácido y tiempo de acondicionamiento adamantino.

La desmineralización del tejido adamantino, con ácido fosfórico, produce tres tipos o patrones básicos de acondicionamiento.²³

Un patrón de grabado es la estructura topográfica remanente a la colocación del agente acondicionador, que se produce en la superficie del esmalte, y que lo preparará para recibir al adhesivo. Este se produce cada vez que colocamos el ácido sobre la superficie del esmalte, y su topografía varía, siendo más o menos constante, de acuerdo a las características del tejido y las otras variables que intervengan en el sistema,²⁰ como la concentración del ácido y tiempo de exposición. Dichos patrones fueron descritos por Silverstone en 1975:²³

1. **Tipo I:** Cuando el ácido ataca o desmineraliza y remueve preferencialmente el centro del prisma.

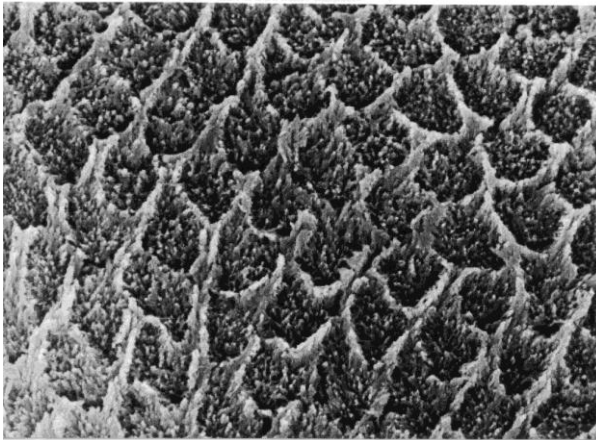


Fig. 15. Patrón de Grabado Ácido tipo 1. (SEM X2000). Tomado de www.sdm.buffalo.edu/scic/gallery.html.²⁶

2. **Tipo 2:** Cuando el ácido ataca o desmineraliza y remueve preferencialmente la periferia del prisma.

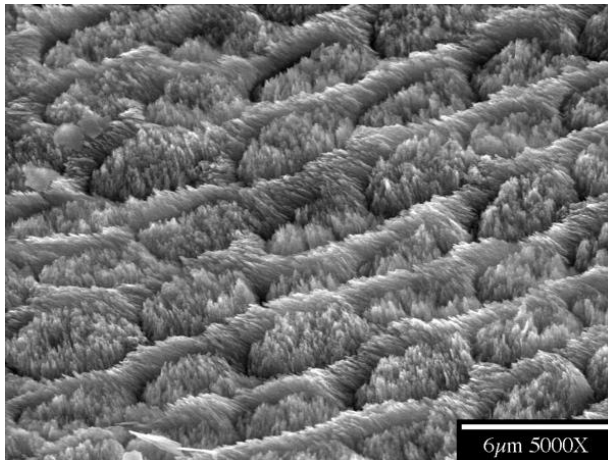


Fig. 16. Patrón de Grabado tipo 2. 5000X. Tomado de www.sdm.buffalo.edu/scic/gallery.html.²⁶

3. **Tipo3:** Cuando la superficie grabada no tiene semejanza a la morfología del esmalte.²³ Caracterizado por una mayor pérdida de tejido superficial producida porque el ácido continúa eliminando sustancia en superficie, disminuyendo la profundidad y aumentando la amplitud de los microporos.¹

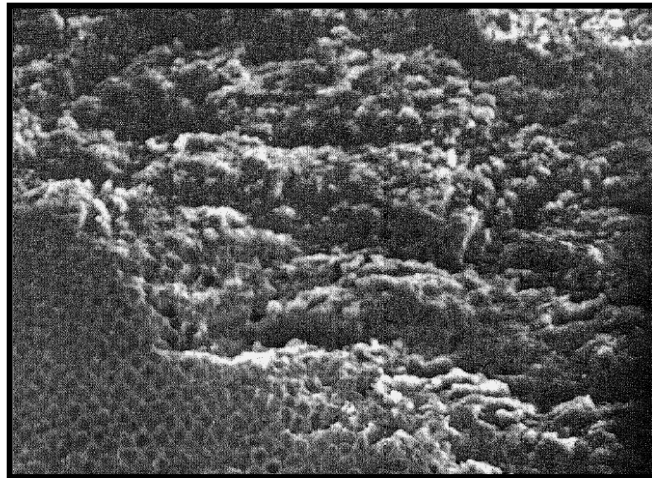


Fig. 17. Esmalte humano acondicionado observado en SEM a 400X. se observa una pequeña área a la izquierda compatible con patrón tipo 1. El esmalte remanente no presenta características definidas clasificándolo como patrón tipo 3. Tomado de Nathanson 1982²⁷

Los tres patrones de acondicionamiento pueden ser encontrados en una misma superficie, y producidos por una misma solución ácida.²³ Este fenómeno es clínicamente arbitrario

y no depende de la forma en que el operador aplique el agente acondicionador, sino a las características de mineralización o esclerosis de la estructura adamantina y al área estructural y subestructural de los prismas adamantinos involucrados en el acondicionamiento.¹

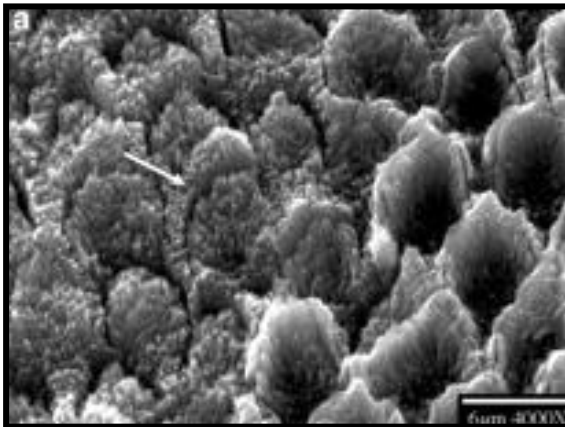


Fig. 18. Superficie de esmalte en donde se diferencian varios tipos de patrones de grabado (tipo1 y tipo2) en una misma área. Tomado de Wang 2006¹⁵

Muchos han sido los estudios que han tratado de aclarar cuales son los factores que condicionan a la formación de los diferentes patrones de grabado.

Simmelink, Nygard y Scout en 1974, Crawford y Whitaker en 1977, Ten Cate en 1980 citados por Díaz en 1984²⁰ sugieren

que las variaciones en los patrones de grabado están en relación o dependen de la orientación de los prismas.

Es sumamente difícil lograr patrones de grabado uniformes y reproducibles, debido a la gran cantidad de variables que intervienen en el sistema; al respecto Jørgensen en 1975 citado por Díaz en 1984²⁰, afirma que la variación de relieve y profundidad de los patrones de grabado, es significativamente distinta de diente en diente y en diferentes zonas del mismo diente, mientras que si toman áreas simétricas de pares de dientes contralaterales, se encuentra un patrón de grabado idéntico en ambas.

Díaz en 1984 concluye que no es posible la obtención de un patrón específico que se repita a lo largo de una superficie, lo cual es debido a varios factores, como: la disposición de los cristales, el contenido de materia orgánica de las distintas áreas del esmalte, el régimen de disolución del mismo, la variación en la composición química entre las diferentes superficies, entre otras²⁰

Hinding y Swenn en 1974 citado por Díaz en 1984²⁰ y Silvestone en 1975²³ concluyen que existen variaciones en el patrón de grabado si se trata de dientes primarios y permanentes. Estas variaciones se atribuyen a la presencia de esmalte aprismático²⁰ que como mencionamos anteriormente se encuentra en toda la corona de los dientes primarios y en zonas como en el tercio cervical y fondo de fosas y fisuras en los dientes permanentes.

En relación a los tiempos de grabado ácido las técnicas primitivas aconsejaban aplicar el acondicionador durante 2 a 4 minutos.¹

Silverstone en 1975²³, y Uribe–Echeverria en en 1990, Gwinnett en 1992 y Blunck en 2000 citados por Henostroza en 2003¹, afirman que el aumento en el tiempo de acondicionamiento es uno de los factores más negativos, produciendo el patrón de grabado tipo III, el cual no tiene la suficiente capacidad para retener micromecánicamente en forma efectiva a los sistemas adhesivos basados en monómeros hidrófugos.¹

Un estudio realizado por Mardaga y Shannon en 1982, citado por Swift en 1995²⁵, concluyeron que la disminución de los tiempos de grabado ácido disminuían la fuerza de adhesión. Sin embargo, estudios con microscopia electrónica (SEM) realizados por Nordenvall y Brännström en 1980³³ y Barkmeier en 1986, citado por Swift en 1995,²⁵ determinaron que tiempos mas cortos (15 segundos) proveían esencialmente la misma superficie descrita que al usarlo durante 60 segundos. Igualmente test de laboratorios encontraron fuerzas de adhesión y microfiltración marginal similar entre tiempos de 15 y 60 segundos de acondicionamiento.

Hoy día se ha comprobado que las soluciones ácidas permiten lograr el resultado buscado en escasos 15 segundos cuando se habla de esmalte permanente.²¹ Uribe-Echeverria en 1990 citado por Henostroza en 2003¹ asegura que los lapsos superiores a los 60 segundos provocan, en el esmalte de dientes permanente, grandes pérdidas de sustancia superficial y ampliación de los defectos estructurales , generando microfracturas que comunican la periferia del tejido con la dentina, siendo particularmente significativo a nivel del tercio cervical.

Cuando se hace referencia de los tiempos necesarios para producir patrones de grabado ácido, adecuados para la adhesión, en la dentición primaria, las opiniones y los resultados en las investigaciones son encontradas, en relación a la necesidad de aumentar los tiempos de grabado ácido debido a la presencia de la capa aprismática.

El bajo contenido mineral del esmalte primario también es un factor a considerar. Silverstone lo considera un factor extremadamente importante en relación a las características de grabado de la superficie de esmalte de los dientes primarios. Lo que podría explicar, en parte, la necesidad de aumentar los tiempos de grabado para que se produzcan patrones similares a lo de los dientes permanentes.²³

Numerosos trabajos han reportado la presencia de la capa aprismática. Sin embargo, no todos los estudios están de acuerdo al respecto. Ripa en 1966²⁸ y Ripa, Gwinnett y Buonocuore en 1966 citado por Silverstone en 1975²³, reportaron la presencia de esmalte aprismático en el 100% de los dientes primarios observados. Gwinnett en 1966 citado por Conniff en 1976²⁹ describe la presencia de una capa aprismática sobre la

superficie del esmalte que interfiere con la penetración y la topográfica de la superficie cuando es acondicionada con ácido, exhibiendo solo una superficie áspera con microporos al azar , mostrando un patrón en forma de panal de abeja. Además con la ayuda de un microscopio electrónico y microscopio de luz se demostró que al aplicar la resina sobre esta superficie, no había buena penetración, resultando en una reducción de la adhesión mecánica.

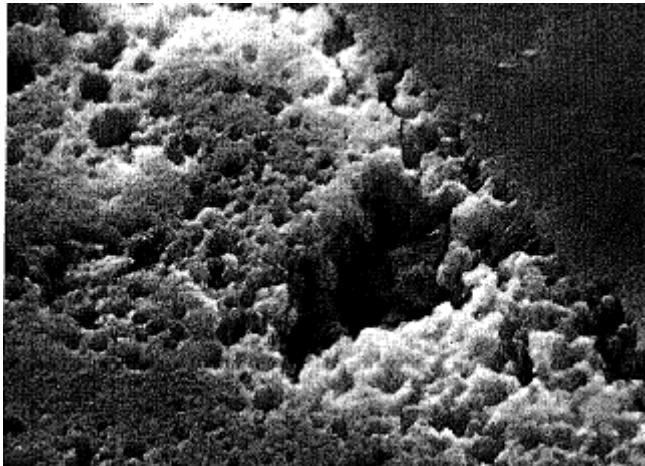


Fig. 19. Fotografía con SEM a 5000^x donde se observa el esmalte con ausencia de las características normales de los primas de esmalte después del acondicionamiento ácido. La superficie exhibe numerosas microporosidades de diferentes tamaños y distribución, lo cual es la apariencia típica de la existencia de capa aprismática.
Tomado de Gwinnett 1973²

Helmcke en 1967 citado por Sheykholeslam en 1972,³⁰ reportó que existía una zona de transición en la superficie donde se observaba una capa de cristales distribuidos mas paralelos, quedando la otra estructura prismática encubierta. Según Helmcke tal arreglo no conduce a la formación de espacios entre prismas (que era lo que se consideraba para la época, como el resultado del acondicionamiento ácido) lo cual se obtendría cuando los cristales se encuentran unidos oblicuamente entre si.

Sin embargo, un estudio en dientes primarios cariados realizado por Mortimer en 1970 citado por Silvestone en 1975²³, encontró áreas con esmalte aprismático intercalada con islas de esmalte con primas. El concluyó que el esmalte aprismático no tenía efecto significativo en la extensión de la caries en dientes primarios. En vista de los resultados la pobre retención de los sellantes en dientes primarios no fue completamente atribuida a las áreas aprismáticas, debido a la prevalencia de las mismas. De igual manera Silverstone en 1970, realizó un trabajo donde estudió 100 dientes con lesiones de caries, y solo el 17 % evidenció áreas de esmalte aprismático, y tales regiones fueron encontradas más comúnmente en la región cervical y no en la cara oclusal.

Reportes como el de Ripa en 1970 y Buonocure en 1971 citados por Silvestone en 1975²³ encontraron, por el contrario, mayor retención de los sellantes de fisuras en los dientes permanentes en relación a los primarios después de dos años, y luego, Sheykholeslam y Buonocure en 1972 refieren que la existencia de una capa aprismática en la superficie de los dientes primarios previene la penetración del adhesivo dentro de la superficie del esmalte, reduciendo la retención mecánica. Reportan que el grabado ácido no produce la topografía normal del esmalte, descrita para los dientes permanentes, en cuanto a la profundidad de disolución del centro y periferia del prisma, lo que para ellos explica la diferencia clínica observada por Buonocure en 1971, y que mostró concordancia con los resultados obtenidos por los investigadores en este estudio. También reportaron diferencias considerables en cuanto a la penetración del material y formación de “tags” entre las superficies labiales y las caras oclusales de dientes permanentes. Esta diferencia es justificada por el desgaste de los molares primarios exfoliados, usados en el estudio, en función al tiempo de vida intrabucal, esto parece soportar la relativa ausencia de la capa aprismática en el corte longitudinal de la superficie oclusal. Por lo que sugieren que la presencia de la capa aprismática debe ser tomada en cuenta en las

restauración de dientes primarios jóvenes, considerando que probablemente esta no se haya abrasionado, a diferencia de los dientes primarios con mayor tiempo de erupción.³⁰

Ese mismo año Gwinnett citado por Conniff en 1976²⁹ reportó que una vez que la capa aprismática es removida se pueden producir los patrones de grabado ácido al exponerlo al acondicionamiento con ácido fosfórico.

En 1974 Hinding y Sveen citado por Silverstone en 1975²³ encontraron un grado menor de disolución de la superficie oclusal en la dentición primaria, en relación a los dientes permanentes, después del grabado ácido con ácido fosfórico. Este trabajo también concluyó la presencia de una capa aprismática en la superficie de los dientes primarios.

En contraste Horsted, Larson , Thylstrup, Fejerskov en 1975 comparon estructuras de esmalte y orientación de los cristales entre dientes primarios y permanente y concluyeron que solo en raras ocasiones se observa esmalte aprismático, como refirió Silverstone en 1970. La orientación de los prismas se encontró

en la misma disposición que la encontrada en los dientes permanentes.¹⁸

En el estudio realizado por Silverstone en 1975, describe tres tipos de patrones de acondicionamiento ácido, cuando la superficie del esmalte es tratada con ácido fosfórico, y determinó que era necesario incrementar los tiempos de grabado ácido a 120 seg para conseguir patrones de grabado similares a los de los dientes permanentes.²³

Conniff y Ray en 1976 utilizaron incisivos y caninos primarios los cuales fueron acondicionados con ácido fosfórico al 50%, preparando la superficie previamente con piedra pómez y piedras de diamante, removiendo 30 μm aproximadamente de superficie, para luego aplicar resina compuesta. Ellos concluyen que la presencia de una capa aprismática es una variable que se debe considerar. Debido a que la longitud de los "tags" no fueron medidos en la superficie del esmalte y no se observaron al microscopio electrónico, los investigadores solo plantearon la hipótesis de que la fuerza de retención del sistema adhesivo, se incrementa parcialmente con la remoción de la capa aprismática.²⁹

Simonsen en 1978 y 1979 citado por Redford en 1986,³⁴ realizó una comparación clínica entre la longevidad de los sellantes en dientes primarios y permanentes usando tiempos de 60 y 120 segundos. El no encontró diferencia significativa en la retención entre los dos tiempos; sin embargo, refiere que las fallas presentadas cuando se utilizó 120 segundos se debían al manejo del paciente durante el minuto adicional.

En 1978 Smutka, Jedrychowski y Caputo estudiaron los efectos de realizar un tratamiento previo al esmalte en caras vestibulares y linguales de molares primarios para remover su superficie, y observar los efectos sobre la retención de la resina. Concluyeron que se aumentaba la fuerza de adhesión en aquellos dientes que fueron tratados previamente antes del grabado ácido.³¹

Bozales, Marshall y Cooley en 1979, compararon diferentes tipos de tratamiento del esmalte previo al acondicionamiento ácido (Piedra pómez, piedras verdes, pasta profiláctica con y sin fluoruro y discos de grano fino), para observar la influencia en la formación de patrones de grabado y luego determinar su relación con la fuerza de adhesión, utilizando incisivos, caninos y

molares. Usaron tiempos de grabado desde 0,5 a 5 minutos con ácido fosfórico al 50%. Concluyeron que no es necesario prolongar los tiempos de grabado más de 3 minutos, que las áreas sujetas a desgaste fisiológico (Ej. Bordes incisales) ameritan periodos más cortos (1,5 min.) y que los patrones conseguidos prestaron alta variabilidad, no asociada a tiempos ni a un tratamiento previo determinado.³²

En 1980 Nordenvall y Brannström, compararon los patrones de grabado producidos entre dientes primarios y permanentes en tiempos más cortos de 15 y 60 segundos con ácido fosfórico al 37%. Ellos no encontraron diferencias significativas entre 15 y 60 segundos, mostrando que se produjeron pérdidas de sustancia tanto en el centro como en la periferia del prisma. En comparación con los dientes permanentes los dientes primarios presentaron mayores irregularidades en las superficies; sin embargo, las diferencias estadísticas no fueron significativas. Es por ello que los investigadores consideran que la remoción mecánica de la superficie del esmalte y la prolongación de los tiempos de grabado en esmalte primario no está justificada.³³

Redford y cols en 1986 plantean la necesidad de determinar los tiempos mínimos de acondicionamiento en esmalte primario que mantengan satisfactoriamente una buena retención de los sellantes, debido a que los tiempos cortos resultan beneficiosos porque minimizarían el tiempo del aislamiento del campo operatorio y reducen el tiempo de trabajo. Sus resultados determinaron que no era necesario el incremento a 120 segundos en relación a 15, 30 y 60 segundos comparando la fuerza de adhesión, en caras oclusales de molares primarios. También reportaron que la desviación estándar de la fuerza de adhesión obtenida entre 15 y 30 segundos era considerable en relación a los tiempos más largos (80 y 120 segundos), sugiriendo la reducción de tiempos de grabado ácido por debajo de 60 segundos. El incremento de la profundidad fue dramáticamente observado entre 60 y 120 segundos, por lo que reportan que no es necesario incrementar el tiempo de grabado a 120 segundos en los dientes primarios.³⁴

Tandon, Kumasi y Udapa en 1989 no reportaron diferencias significativas, en la adhesión de sellantes de puntos y fisuras, entre diferentes tiempos de grabado, aplicando 15, 30, 60 y 120 segundos con ácido fosfórico al 37%. Ellos compararon

la fuerza de adhesión de sellantes de puntos y fisuras ente los diferentes tiempos utilizando la Instron Universal Mesting Machine y compararon los tiempos utilizados con los patrones de grabado ácido producidos en dientes primarios y permanentes usando SEM. Concluyeron que 15 segundos es satisfactorio para el acondicionamiento del esmalte de dientes primarios.³⁵

Hosoya en 1985 observó múltiples profundidades en la capa del esmalte de dientes primarios usando ácido fosfórico al 40% durante 1 minuto, por lo que sugirió la necesidad de examinar la influencia de los tiempos de grabado ácido requeridos.³⁶

En 1991 comparó tiempos de grabado ácido de 10, 20,30 y 60 segundos en los diferentes tercios en sentido mesio-distal e incisivo-cervical en incisivos primarios y encontró que se observaban patrones de grabado preferencialmente del tipo 2 en todos los especímenes. Sin embargo, en los tiempos de 10 y 20 segundos los patrones de grabado encontrados sobre la superficie estaban pobremente distribuidos. Evidenció que con 60 segundos las características de la superficie eran mayores en la zona interna o cara mesial. En base a sus resultados consideraron que el tiempo óptimo de grabado en dientes

primarios es de 30 segundos.³⁶

Debido a que la relación entre los patrones de grabado ácido y la adhesión a resinas no había sido aclarada. Es por ello que Hosoya en 1992 investiga la influencia de los tiempos de grabado ácido y la influencia del termo- ciclado en la adhesión de resinas a incisivos primarios de bovino, así como la relación con los patrones de grabado observados. Concluyó que la mayor fuerza de adhesión fue encontrada a los 30 segundos en ambos grupos (los sometidos y lo no sometidos al Test. de termo- ciclado), y que la conexión entre la eficacia del grabado ácido y la adhesión de la resina compuesta es altamente posible.³⁷

Gwinnett y Garcia-Godoy en 1992, comparan la fuerza de adhesión, utilizando tiempos de 15,20 y 60 segundos y ácidos en concentraciones de 10 y 37% en incisivos centrales superiores con caries incipientes. Y concluyeron que no es necesario establecer diferencias con los estándares establecidos para dientes permanentes³⁸

Un estudio in vivo realizado por Duggal y cols en 1997, en

el que se investigó los diferentes tiempos de grabado ácido en la retención de sellantes de puntos y fisuras en molares primarios y permanentes (evaluados durante 6 y 12 meses), concluyó que los diferentes tiempos de grabado ácido no parecen afectar la retención de los sellantes de puntos y fisuras en los molares primarios y permanentes. Por lo que considera prudente grabar el esmalte por menor tiempo al recomendado.³⁹

Altounian en 2002, reportó que se produjo un aumento en la adhesión de los dientes primarios cuando fueron grabados durante 60 segundos.⁴⁰

Con la aparición de los sistemas auto-acondicionantes, se comienzan a realizar estudios para observar los efectos producidos en esmalte de dientes primarios. Fava y cols en 2003 evalúan en el SEM la morfología del esmalte primario, en dientes anteriores, acondicionado con ácido fosfórico al 36% y un sistema auto-acondicionante que contiene ácido maleico e itacónico, ambos durante 20 segundos. Encontraron la formación de patrones de grabado ácido con ambos agentes; sin embargo se mostró una diferencia marcada a favor del método

tradicional.⁴¹

En el 2004 Boj, Martín, Espasa y Cortés evalúan la fuerza de adhesión utilizando ácido fosfórico al 36% y un sistema autoacondicionante. Utilizaron la superficie lingual y vestibular de 40 molares primarios, a los cuales les fue eliminada la convexidad de la superficie con discos de granos de 5/8 y 3/4. Ellos concluyeron que no son necesarios tiempos mayores a 15 segundos para obtener patrones retentivos. La fuerza de adhesión obtenida por el sistema de autoacondicionamiento en relación al método tradicional de acondicionamiento ácido no asegura una buena adhesión a la superficie⁴²

II OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.

El propósito de esta investigación fue relacionar diferentes tiempos de grabado ácido sobre la superficie del esmalte primario, con la formación de patrones de grabado, que son considerados adecuados para la adhesión.

III MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 33 caninos primarios, sanos, que exfoliaron o fueron extraídos por razones ortodónticas, los cuales fueron sumergidos en agua destilada inmediatamente después de la extracción o exfoliación espontánea. Seguidamente fueron almacenados en formalina al 10 % hasta el momento de realizar el acondicionamiento ácido.

Los caninos fueron observados previamente en un microscopio estereoscópico con una magnificación de 25X para determinar la presencia de defectos en el esmalte, como; desmineralización aparente, fisuras o defectos evidentes en el esmalte, siendo estos criterios de exclusión.

Los dientes fueron clasificados aleatoriamente en cuatro grupos independientes de 8 caninos cada uno; para ello, los dientes fueron numerados de forma consecutiva del 1 al 32 y posteriormente se formaron los referidos grupos, utilizando una tabla de números aleatorios. Se utilizó un canino como control al cual no se le realizó acondicionamiento de la superficie.

Se utilizó gel de ácido fosfórico al 37%, de la casa 3M/ESPE, que se colocó con un aplicador sobre la zona central de la superficie labial de los especímenes, la cual fue delimitada previamente para estandarizar el área a grabar, de la misma manera que se ha realizado en estudios previos,^{23,32,33} con la colocación de papel aluminio, al cual se le aperturó una ventana.

Los tiempos de grabado ácido utilizados fueron:

Grupo 1: Grabado ácido durante 15 segundos.

Grupo 2: Grabado ácido durante 30 segundos.

Grupo 3: Grabado ácido durante 45 segundos

Grupo 4: Grabado ácido durante 60 segundos.

Todos los especímenes fueron lavados con agua destilada durante 30 segundos después de la aplicación del ácido.

Seguidamente se prepararon las muestras para la observación de la superficie al microscopio electrónico de barrido (MEB). Estas fueron fijadas, con adhesivo líquido a base de cianoacrilato, cuidando que no invadiera la superficie labial, a un

soporte metálico especial para su observación. Se identificaron las muestras y a cada espécimen le fue colocado varios puntos de tintura de plata que actuaría como conector, evitando el aislamiento que podría interceptar la ionización de la muestra.

Los especímenes se introdujeron en una campana de secado, para evitar la contaminación de la superficie y favorecer así al tratamiento iónico. El secado se realizó hasta que se produjo un vacío de 10^{-4} mm/Hg. Posteriormente fueron colocados en un ionizador de metales (marca EIKO, modelo I.B-3), con intensidad de 7 miliamperios, para cubrir toda su superficie con una capa delgada de oro de 1000 a 1500nm de espesor. Este tratamiento fue realizado al vacío y por un tiempo aproximado de 5 minutos.

Fig. 20. Especímenes después de ionización. Listos para ser observados al MEB

La observación de las muestras se realizó en un microscopio Hitachi S-450 y se fotografiaron las zonas más representativas de la superficie acondicionada, tomando un promedio de dos fotografías por espécimen a aumentos de 1000 y 2500X en un ángulo de inclinación de 45°.

Estos datos fueron almacenados en el momento de la observación en una hoja de registro, para llevar un orden consecutivo y control de las muestras examinadas.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE ODONTOLOGIA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ODONTOLÓGICAS

UNIDAD DE MICROSCOPIA ELCTRONICA "RAUL GARCIA AROCHA"

MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO
 CONTROL DE FOTOGRAFIAS

INVESTIGADOR _____ ROLLO N _____
 Kv. 25kv FECHA: _____

Foto N°	Aumentos	Muestra N°	Tipo de muestra

Fig. 21. Hoja de recolección de datos

Se realizó el revelado de los negativos, que permitió comparar los resultados obtenidos con los patrones reportados en la literatura.²³ El análisis fue netamente cualitativo, en base a la descripción de la topografía que se produjo en las superficies grabadas.

IV RESULTADOS.

Los análisis obtenidos se basaron en una comparación de las imágenes fotográficas que se evidenciaron en cada superficie, con los patrones descritos por Silvestone²³.

El análisis fue netamente cualitativo, es decir se realizó en base a la descripción de la morfología que se produjo en cada superficie y se escogieron las zonas más representativas para ser fotografiadas.

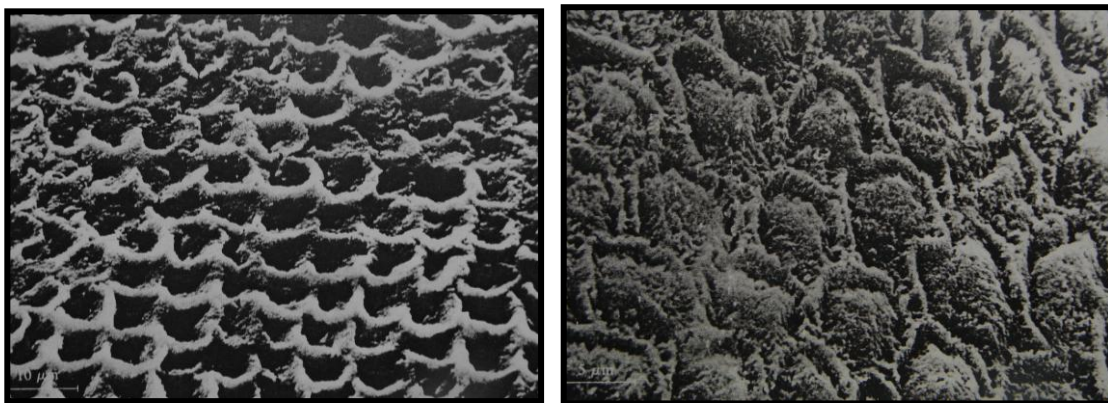
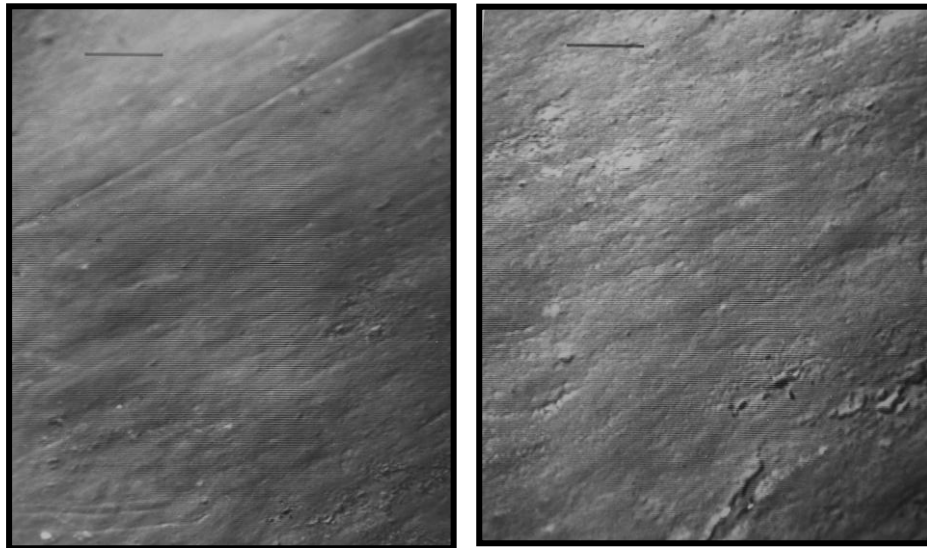


Fig. 22. Izquierda: patrón tipo 1, donde se observa el ataque ácido en el centro del prisma. Derecha: patrón tipo 2, donde se evidencia el ataque ácido en la periferia del prisma. Tomado de Silvestone 1975²³

La superficie del espécimen tomado como control se observó con escasas irregularidades y con apariencia similar a

los dos aumentos tomados (1000X y 2500X)



A

B

Fig. 23. Especimen control sin grabado ácido. A) tomado a una magnificación de 100X. B) tomado a una magnificación de 2500X.

En referencia a las superficies grabadas con los diferentes tiempos se evidenció:

- **Grupo 1** (Grabado ácido durante 15 segundos):

En todas las superficies se encontró evidencia de el ataque ácido. Las superficies mostraron variabilidad en cuanto a su morfología, entre los especímenes. En algunos especímenes se observó la presencia de irregularidades a manera de islas, encontrándose mayor distribución en unas áreas con respecto a

otras. Ciertamente existían puntos o áreas más profundas donde se denota que el ataque ácido fue más efectivo.

En dos especímenes el ataque ácido fue menos evidente. Observándose la superficie de manera granular y presentando escasos poros (Fig 26), muy distanciados unos de otros.

Si embargo, en ninguna de las superficies observadas se presentó la estructura típica de un patrón de grabado.

- **Grupo 2** (Grabado ácido durante 30 segundos):

Las superficies presentaron características similares a las encontradas con el grabado durante 15 segundos. Sin embargo, se observan en algunos casos con mayor distribución en toda la superficie.

Los socavados dan la apariencia de mayor penetración del ácido, sin embargo esta no fue cuantificada.

Al igual que en el grupo anterior se observó variabilidad

entre la morfología de las superficies grabadas.

Solo una pequeña área en uno de los especímenes presentó características que se asemejan a un patrón de grabado tipo 1 (Fig 32)

- **Grupo 3** (Grabado ácido durante 45 segundos):

Al igual que en los grupos anteriores se observa diversidad en la morfología de la superficie grabada. En algunos casos da la apariencia de haberse producido mayor ataque ácido, sin embargo esto no fue cuantificado.

En dos especímenes se observó la presencia de zonas que recuerdan a la características típicas de la estructura prismática (Fig 35); sin embargo, están distribuidas de manera pobre sobre la superficie, alternadas con esmalte irregular que aparenta ser capa aprismática no removida.

El restante de los especímenes presentaron superficies irregulares con socavados, descritas anteriormente; sin embargo, las irregularidades y socavados se observan mas ampliamente

distribuidas y con aparente mayor profundidad, presumiendo que es debido a la mayor penetración del ácido sobre el esmalte.

- Grupo 4 (Grabado ácido durante 60 segundos):

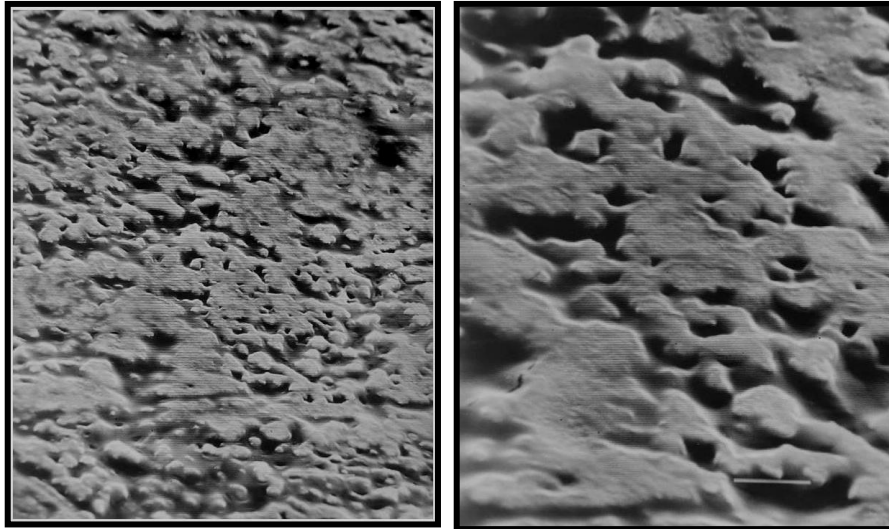
En todas las superficies observadas se encontraron claramente patrones de grabado que reflejan la arquitectura y morfología de los prismas de esmalte.

Se observaron los tres tipos de patrones descritos por Silvestone en 1975²³, predominando ligeramente el patrón tipo 2. El patrón de grabado tipo 3 fue el que se observó en menor proporción

Se evidenció bastante uniformidad en la morfología de la superficie, encontrándose amplias zonas donde se observaba el ataque ácido en el centro y la periferia, de manera uniforme. Sin embargo, también se encontró combinación de los diferentes patrones en una misma área. (Fig 39 y 40)

Solo en un área se observó zonas con patrones de grabado definidos intercalados con islas de esmalte con menor ataque

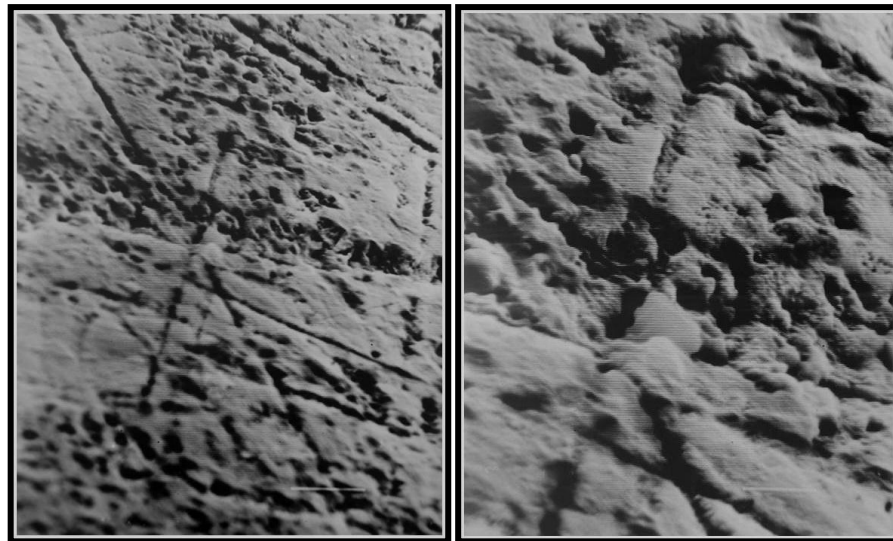
ácido, que posiblemente sea capa aprismática no removida. (Fig 41)



A

B

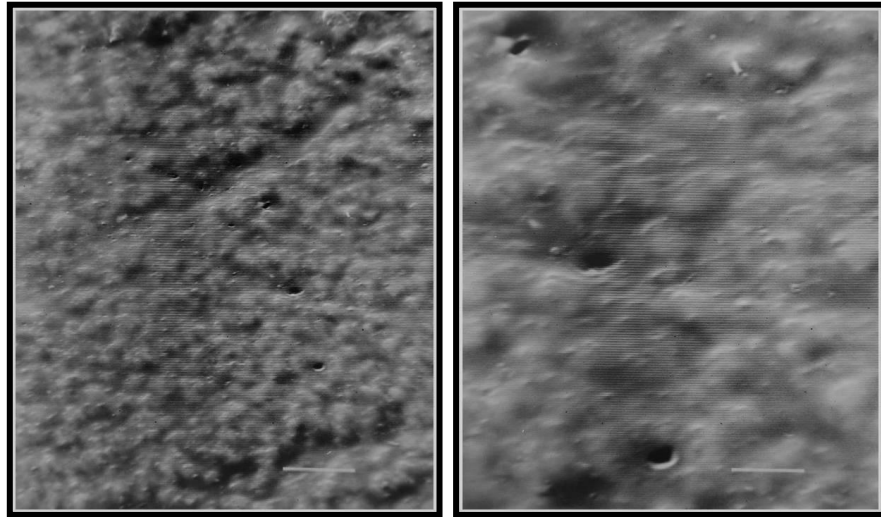
Fig. 24. Grupo 1. Especimen 1A grabado durante 15 segundos. A) 1000x B) 2500x



A

B

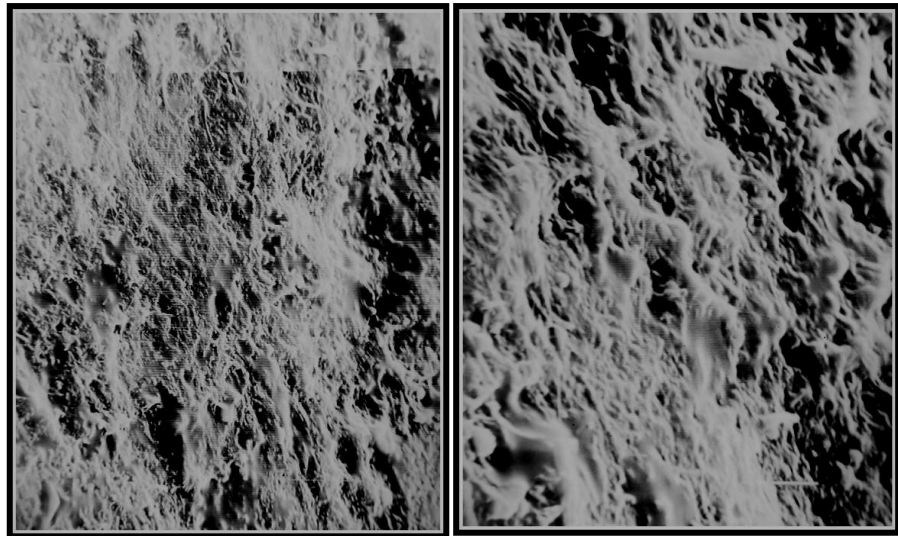
Fig. 25. Grupo 1. Especimen 1B grabado durante 15 segundos. A) 1000x B) 2500X



A

B

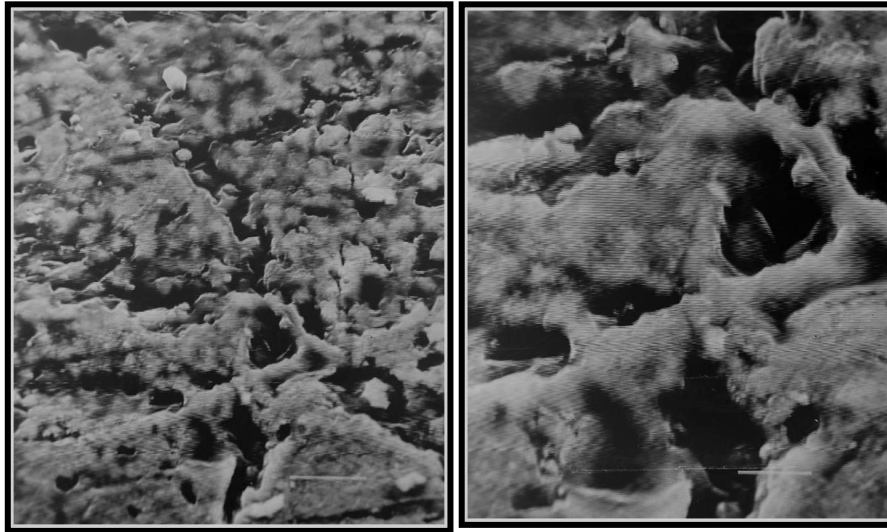
Fig. 26. Grupo 1.Especimen 1D grabado durante 15 segundos. A) 1000x B) 2500x



A

B

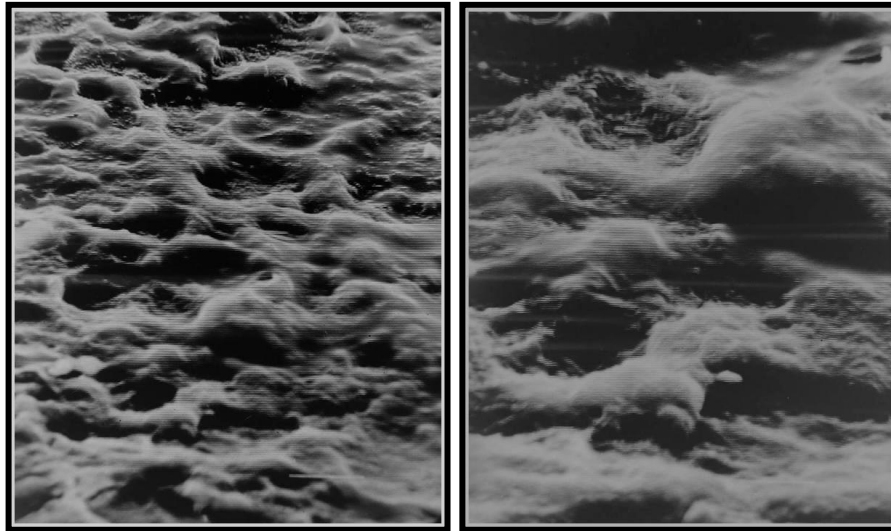
Fig. 27. Grupo 1.Especimen 1G grabado durante 15 segundos. A) 1000x B) 2500x



A

B

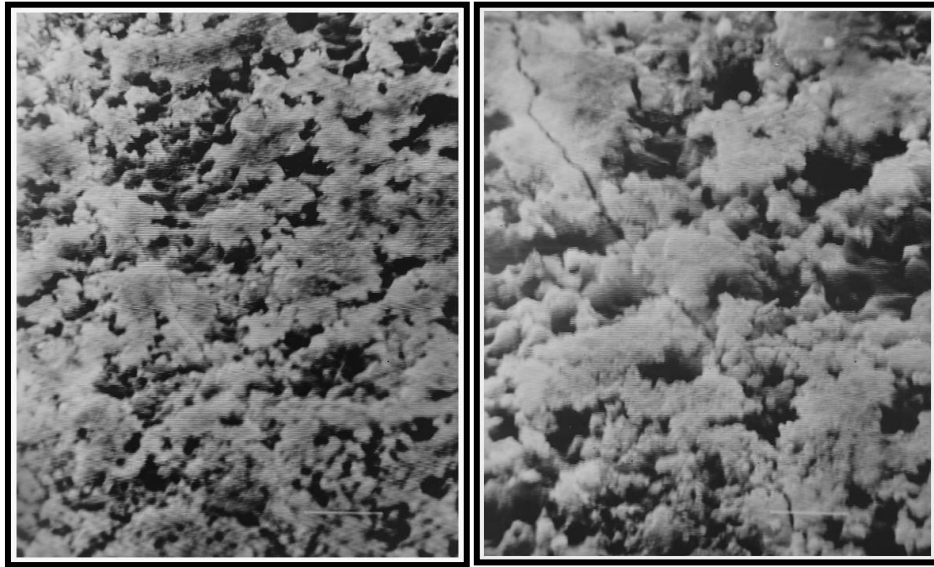
Fig. 28. Grupo 2. Especimen 2A grabado durante 30 segundos. A) 1000x B) 2500x



A

B

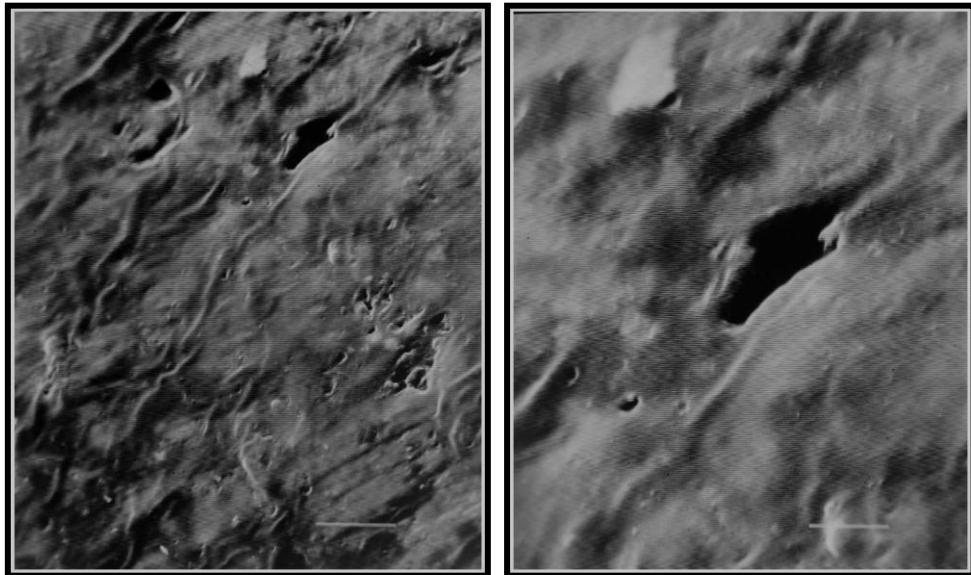
Fig. 29. Grupo 2. Especimen 2C grabado durante 30 segundos. A) 1000x B) 2500x



A

B

Fig. 30. Grupo 2. Especimen 2B grabado durante 30 segundos. A) 1000x B) 2500x



A

B

Fig. 31. Grupo 2. Especimen 2D grabado durante 30 segundos. A) 1000x B) 2500x

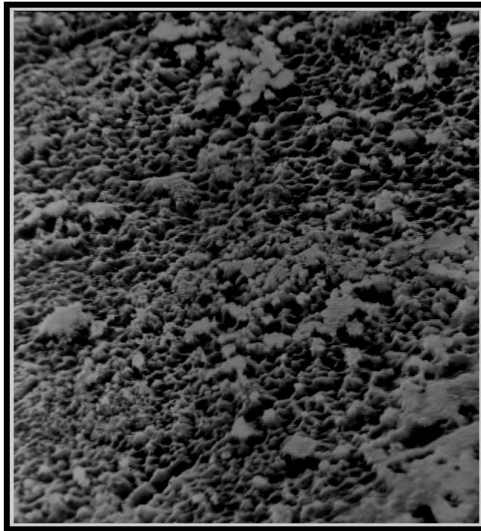
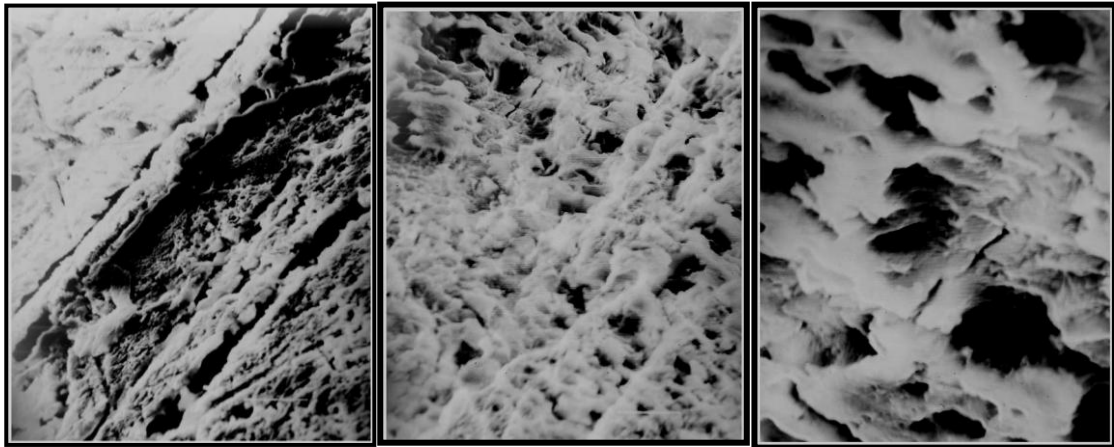


Fig. 32. Grupo 2. Especimen 2G grabado durante 30 segundos. 1000X

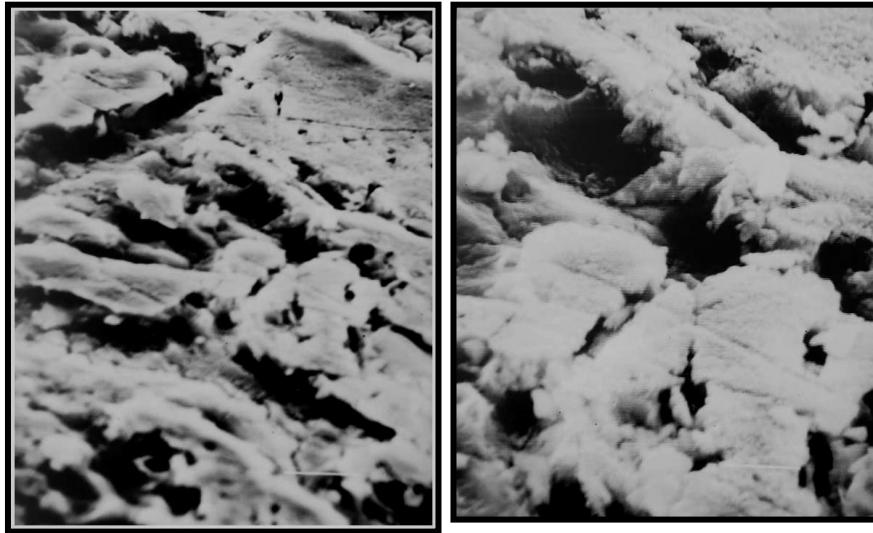


A

B

C

Fig. 33. Grupo 3. Especimen 3D. Grabado durante 45 segundos. A) 500x Se observa el límite entre la superficie grabada y la no grabada B) 1000x C) 2500X



A

B

Fig. 34. Grupo 3. Especimen 3C grabado durante 45 segundos. A) 1000x B) 2500x

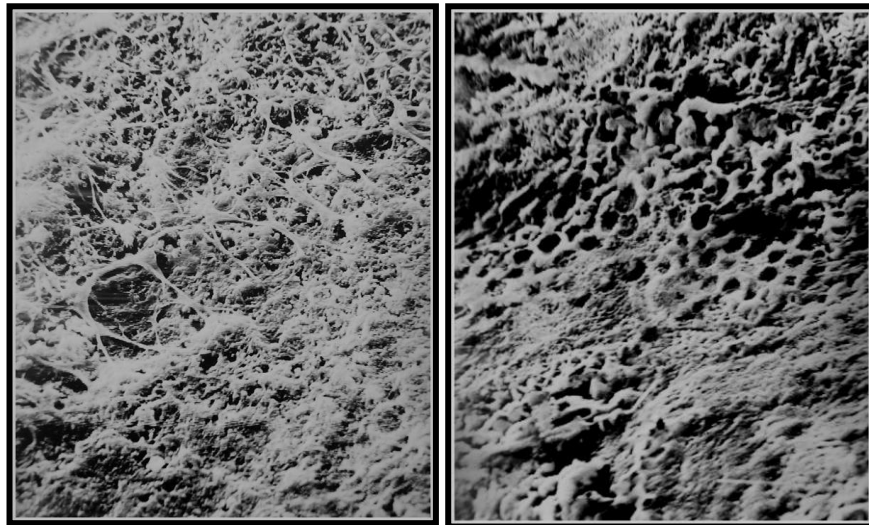
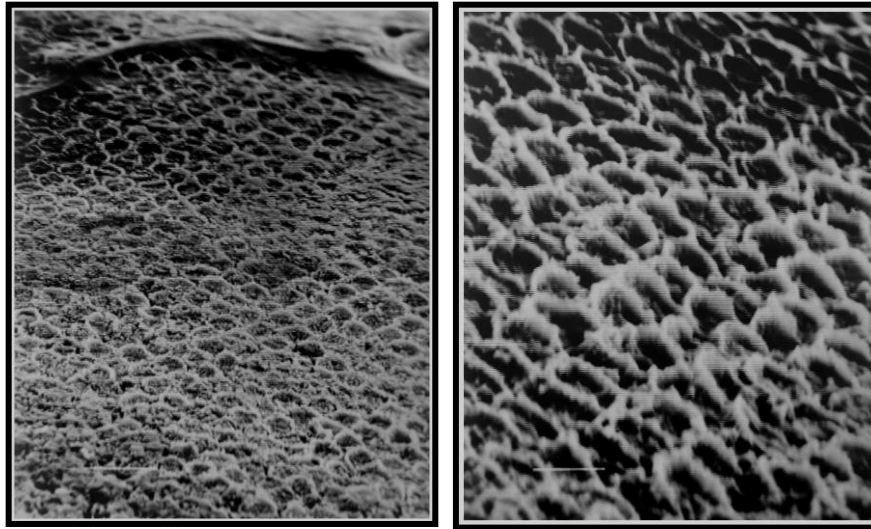


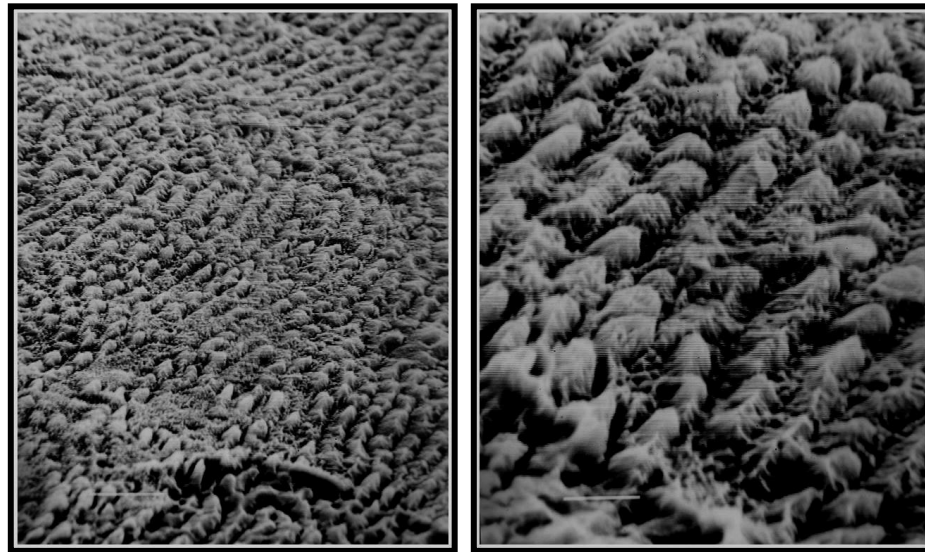
Fig. 35. Grupo 3. Especimen 3B grabado durante 45 segundos. Zona con mayor ataque ácido. Obsérvese pequeñas áreas con patrón de grabado tipo 1



A

B

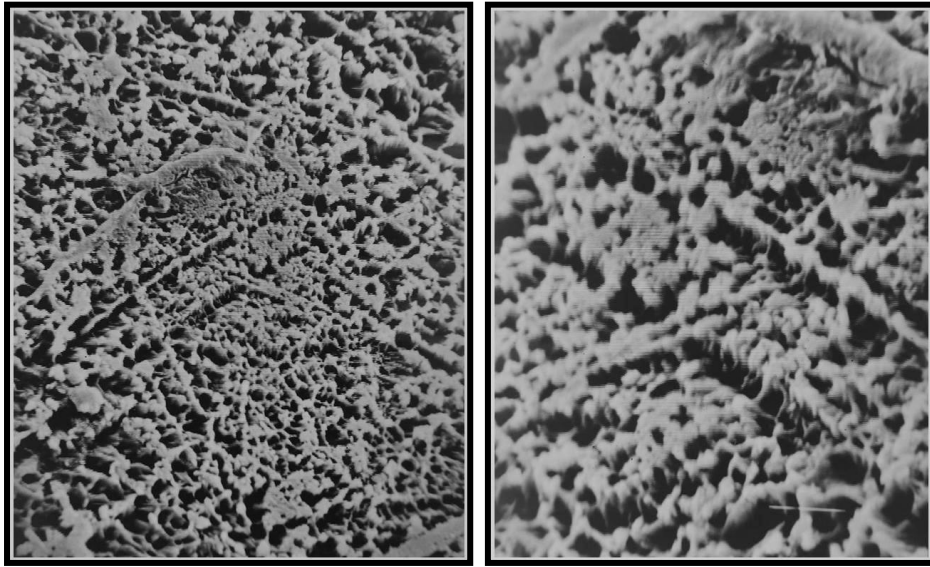
Fig. 36. Grupo 4. Especimen 4A grabado durante 60 segundos. Obsérvese claramente un patrón de grabado tipo 1 distribuido de manera uniforme A) 1000x B) 2500x



A

B

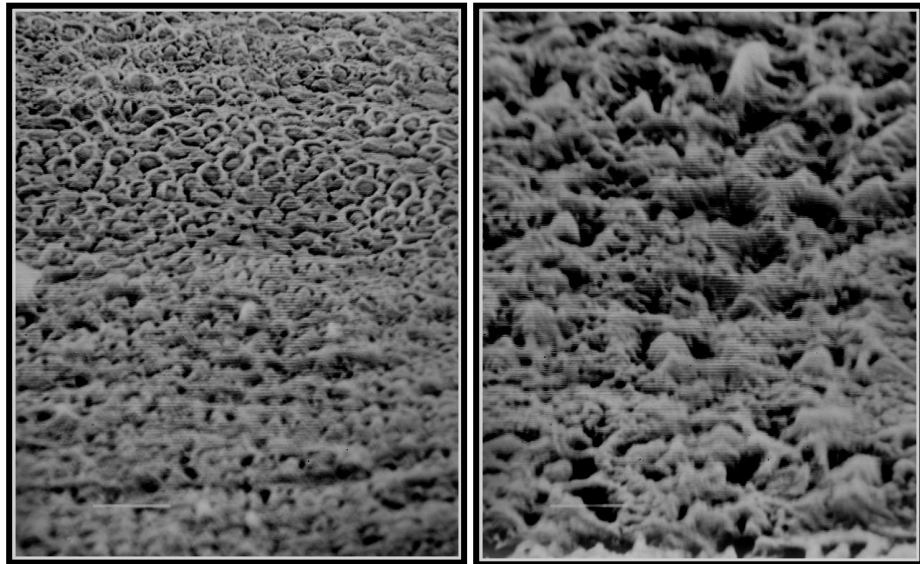
Fig. 37. Grupo 4. Especimen 4C grabado durante 60 segundos. Obsérvese claramente un patrón de grabado tipo 1 distribuido de manera uniforme A) 1000x B) 2500x



A

B

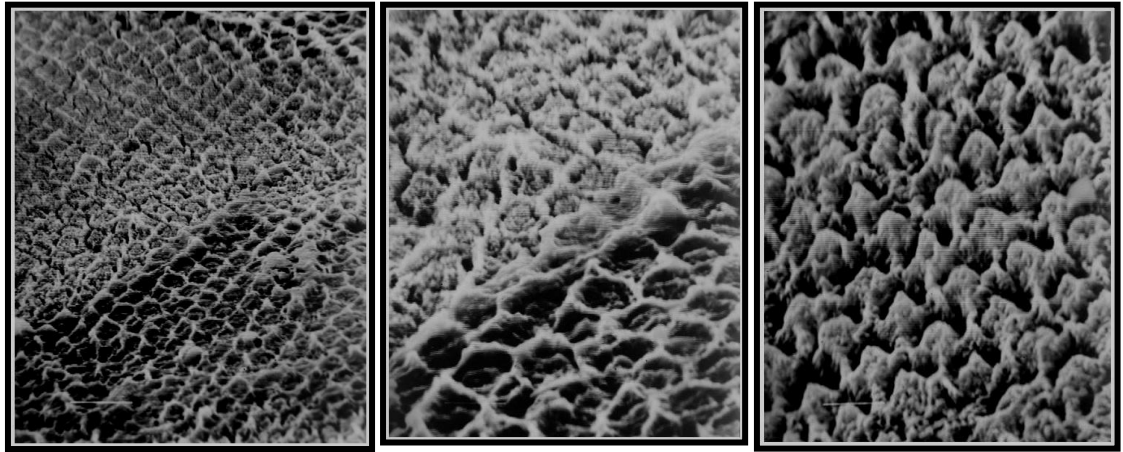
Fig. 38. Grupo 4. Especimen 4F grabado durante 60 segundos. Patrón de Grabado tipo 3 A) 1000x B) 2500x



A

B

Fig. 39. Grupo 4. Especimen 4E grabado durante 60 segundos. A) Presencia de patrón tipo 1 y 3 en una misma área 1000x B) No se observa las características típicas de los primas del esmalte. Patrón tipo 3. 2500



A

B

C

Fig. 40. Grupo 4. Especimen 4H grabado durante 60 segundos. Presencia de patrón tipo 1 y 2 en una misma área A) 1000x B) 2500x C) 2500X

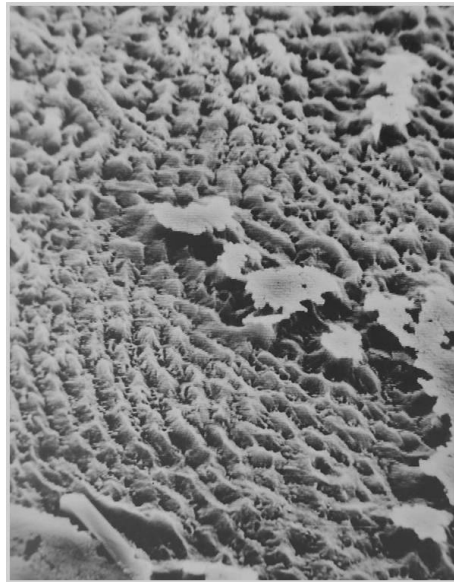


Fig. 41. Grupo 4. Especimen 4G grabado durante 60 segundos. Obsérvese amplias zonas con patrón de grabado tipo 2 alternas con zonas sin ataque ácido

V DISCUSIÓN

El tratamiento del esmalte con ácido pretende crear una superficie limpia, con alta energía superficial y de alta capacidad de humectación, así como la formación de microporos y microsurcos retentivos que faciliten la penetración del agente adhesivo, que al polimerizarlo produzca una unión micromecánica garantizando la longevidad de la restauración.

Diferentes factores intervienen en el proceso de adhesión, y parte de esa interacción está en relación con las características que presenta el sustrato a adherirse, en este caso el esmalte dental, y a los factores inherentes a la técnica de grabado como el tipo de ácido, concentración, pH y tiempo de aplicación.

Silverstone (1975) demostró la relación existente entre las concentraciones y el tiempo de aplicación del ácido y la aparición de patrones de grabado y consecutivamente la formación de “tags” a través de la penetración del material en las retenciones creadas en el esmalte.

De igual manera Hosoya(1992) refiere que la conexión entre un grabado eficaz y la adhesión de la resina al esmalte es altamente posible.

Cuando nos referimos al esmalte de dientes primarios existen discrepancias entre autores, ya que la presencia de la capa aprismática puede interferir en la penetración del ácido, trayendo como consecuencia que no se produzca la disolución de la matriz inorgánica de los prismas subyacentes y por ende no se produzcan las microretenciones adecuadas para la penetración del material.

De allí se plantea la necesidad de aumentar los tiempos de grabado ácido en relación a los estándares establecidos para dientes permanentes, que permita la eliminación de la capa aprismática.

Sheykholeslam y Buonocuore (1972) describen que la existencia de una capa aprismática en los dientes primarios previene la penetración del adhesivo, disminuyendo de esta manera la retención mecánica. Silverstone (1975) encontró que

solo con el incremento del tiempo de grabado a 120 segundos se produjeron patrones comparables a los observados en dientes permanentes, donde se reproducía claramente la morfología de los prismas. Hosoya en 1991 encuentra que el porcentaje de estructura acondicionada que presentaban patrones adecuados, estaba pobremente distribuida cuando se acondicionaba el esmalte en tiempos de 10 y 20 segundos en relación de los obtenidos utilizando 30 y 60 segundos. De la misma manera Redford en 1986 compara los patrones de grabado producidos con la profundidad del grabado y la fuerza de adhesión de sellantes de puntos y fisuras y concluye que 60 segundos es un tiempo adecuado para el acondicionamiento ácido del esmalte primario.

En contraste, estudios como el de Nordenvall y Brännström (1980) en donde comparan tiempos de 15 y 60 segundos en relación a la formación de “tags”, no encontraron diferencias significativas entre los tiempos de grabado utilizados, por lo que ellos concluyen que no es necesario la prolongación de los tiempos de grabado. Resultados como el de Tandon (1989) y Duggal (1997) opinan que el uso de tiempos menores (15 seg) no afectan la retención de los sellantes de puntos y fisuras en

dientes primarios.

En el presente estudio solo se obtuvieron patrones de grabado adecuados que reproducían la morfología de los prismas adamantinos, en toda el área grabada y en el total de los especímenes, cuando se les fue aplicado ácido fosfórico al 37% durante 60 segundos, lo que nos hace concluir que la presencia de la capa aprismática si tiene relación con la penetración del ácido y la disolución de la porción inorgánica de los prismas del esmalte.

Sin embargo, factores como: las diferencias en la orientación de los prismas entre las diferentes zonas y grupos de dientes y el desgaste fisiológico al que puede estar sometido cada zona, deberían ser considerados. Lo que pudiese justificar algunas diferencias obtenidas con estudios previos. Sheykholeslam y Buonocuore en 1972 evidenciaron que la penetración del adhesivo en el esmalte en las superficies labiales de los incisivos presentaban diferencias significativas en relación a las caras oclusales, lo cual lo atribuyen al posible desgaste al que pueden estar sometidas las caras oclusales en relación a las superficies labiales. Bozales (1979) encontró que en áreas que pudiesen estar mas sujetas al desgaste, como los bordes

incisales fueron necesarios tiempos de grabado más cortos. Estudios comparativos de patrones de grabado obtenidos entre las diferentes caras de un diente y entre grupos de dientes, así como el espesor de la capa aprismática se hacen necesarios para esclarecer estas interrogantes.

La remoción mecánica de la capa aprismática también ha sido investigada. Bozales (1979) comparó diversos tratamientos previos al acondicionamiento ácido reportando que el uso de discos podrían remover la capa aprismática aumentando la penetración del ácido. Boj en 2004 reporta que la prolongación por más de 15 seg. en los tiempos de grabado no son necesarias, sin embargo en su estudio las superficies vestibulares y linguales de los especímenes tratados les fue eliminada la convexidad con discos de grano de 5/8 y 3/4, lo que pudo haber eliminado la capa aprismática.

Las variaciones encontradas en los efectos del ácido sobre la superficie reportados por estudios previos como Silverstone, Nordevall, Redford y Hosoya, se confirman en este estudio, por la alta variabilidad en la arquitectura de las superficies encontradas en todos los grupos, entre dientes del mismo grupo

y entre áreas de un mismo diente. Díaz en 1984 atribuye el hecho de no poder reproducir un patrón específico, que se repita a lo largo de la superficie, a factores como la disposición de los cristales, el contenido de materia orgánica y el régimen de disolución del mismo y la variación en la composición química entre las diferentes superficies. Silverstone (1975) considera que el bajo contenido mineral de los dientes primarios es un factor importante en relación a las características del grabado. Horsted y Fejerskov (1976) refieren que las diferencias en el contenido y cantidad de la matriz orgánica entre esmalte primario y permanente puede ser significativa en la disminución de la retención de los sellantes.

Las diferencias registradas entre el mayor ataque del ácido entre dientes de un mismo grupo y entre los grupos establecidos para el estudio solo es reportada en función de la mayor cantidad de irregularidades observadas y socavados encontrados en la superficie, debido a que no se cuantificó la profundidad de penetración del ataque ácido.

La relación entre los patrones de grabado encontrados en cada grupo y la penetración del material así como de la fuerza de adhesión no pueden ser establecidas en este estudio. Investigaciones posteriores se hacen necesarias para comparar estos resultados.

VI CONCLUSIONES

1.- La presencia de la capa aprismática en esmalte de dientes primarios hace necesario prolongar el tiempo de grabado a 60 segundos, para producir patrones de grabado que reproduzca la anatomía de los prismas creando microporos y micosurcos que permitan la penetración del material restaurador.

2.- Las diferencias morfológicas entre las caras oclusales y las superpies lisas; como las diferencias en la orientación de los prismas, entre otros factores, sugieren la realización de estudios posteriores, para determinar posibles diferencias entre la acción del acondicionamiento ácido entre estas.

3.- Son diversos los factores que pueden estar involucrados en relación al ataque ácido y a la fuerza de adhesión del material restaurador, como por ejemplo la menor cantidad de matriz inorgánica en el esmalte primario, la orientación de los prismas y la presencia de la capa aprismática.

VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ Henostroza G: 2003. Adhesión en Odontología Restauradora. Editorial Maio. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales.
- ² Gwinnett, A. The Bonding of Sealants to Enamel. J Am Soc Prev,1973.21-29.
- ³ Chain Marcelo, Baratieri Luiz: 2001. Restauraciones Estéticas con Resina Compuesta en Dientes Posteriores. Brazil. Editora Artes Médicas Ltda.
- ⁴ Gwinnett, J. Structure and Composition of Enamel. Oper Dent Mat. 1992; 5 Suppl:10-17
- ⁵ Carlstrom. D, Glas. JE, Animar. B. Studies on the ultrastructure of dental enamel. The state of water in human enamel. J Ultraes Res 1963. 8:24-29,.

-
- ⁶ Gómez de Ferraris. M, Campos Muñoz A: 2002. Histología y embriología bucodental. 2^{da} edición. España. Editorial medica panamericana.
- ⁷ Ten Cate. A.R: 1985. Oral histology: Developmente, structure and function, 2^{da} Edición. St. Louis CV Mosby.
- ⁸ www.immediart.com/catalog/product_info.php?cP. Consulta enero 2007
- ⁹ Radlanski R.J, Finke. C, Hucke. S. Posterdemonstration. Orientation of enamel prisms at margins of class-II-cavities in deciduous molar teeth - A scanning electron microscopic investigation. Charite Abteilung für Kinderzahnmedizin. Disponible en www.charite.de/ch/kiz/poster/hucke/. Consulta en Marzo 2007
- ¹⁰ www.forp.usp.br/.../temas/adhesivos/adhesivos.htm. (página web en linea) Consulta en marzo 2007

-
- ¹¹ www. Doctorspiller.com (página en línea).- disponible en www.doctorspiller.com/tooth_anatomy.htm. Consulta en Abril 2007
- ¹² www.forp.usp.br/mef/esmalte.htm (pagina web en línea). Disponible en www.forp.usp.br/mef/esmalte1.htm. Consulta en Mayo 2007
- ¹³ Amerise. C, Delgado. AM, Meheris. H, Gordillo. Análisis morfoestructural con microscopía óptica y electrónica del esmalte dentario humano en superficies oclusales. Acta Oodntológica 2002.4(1).
- ¹⁴ Wilson. P.R , Beynon. A.D. Mineralization differences between human deciduous and permanent enamel measured by quantitative microradiography. Archs Oral Biol. 1989.34(2): 85-88.

-
- ¹⁵ Wang. LJ, Tang. R, Bonstein. T, Bush. P, Nancollas. G.H.
Enamel desmineralization in primary and permanent teeth.J
Dent Res.2006. 85(4):359-363.
- ¹⁶ Linden. L.A, Björkman. S, Hattab F. The diffusion in vitro of
fluoride and chorhexidine in the enamel of human deciduous
and permanent teeth. Arch Oral Biol.1986. 31:33-37
- ¹⁷ Gwinnett A.J. The ultrastructure of the primless enamel of
deciduous teeth. Arch Oral Biol.1966.11:1109-1115.
- ¹⁸ Horsted. M, Fejerskov. M, Joost. M, Thylstrup. A. The structure
of surface enamel with special reference to occlusal surface of
primary and permanent teeth. Caries Res.1976.10:287-296.
- ¹⁹ Fava. M, Watanabe. I, Fava de mares. F, Ribeiro L. Primless
enamel in human non-erupted deciduous molar teeth : A
scanning electron microscopy study. Rev Odontol Univ São
Paulo, 1997. 11(4). Disponible en :

www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-0663199700... Consulta en Enero 2007

- ²⁰ Díaz J. Patrones de Grabado Acido en esmalte Dental Humano. Estudio in Vitro con MEB. Trabajo para optar a la categoría de profesor asistente en el escalafón universitario. 1984
- ²¹ Barrancos Money. Operatoria Dental. 3era edición.
- ²² Buonocore MG, A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. J Dent Res 1955. 34:849-853.
- ²³ Silverstone. L. The acid etch technique: In Vitro Studies with Special reference to the Enamel Surface and Enamel-Resin Interface. Proc.Int.Symp.Acid Etch. 1975:13-39

-
- ²⁴ Machi. R: 2006. Materiales Dentales. 2^{da} edición. Argentina, Editorial Panamericana.
- ²⁵ Swwigt E.J, Perdigao. J, Heymann. H. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995. *Quintessence International*.1995 26(2): 95-110
- ²⁶ Goes. M, Sinohoreti. M, Consani. S, Silva. M. Morphological Effect of the Type, Concentration and Etching Time of Acid Solutions on Enamel and Dentin Surfaces. *Braz Dent J*. 1998. 9(1): 3-10.Disponible en: [/www.forp.usp.br/bdj/Bdj9\(1\)/t0191/t0191.html](http://www.forp.usp.br/bdj/Bdj9(1)/t0191/t0191.html). Consulta en Diciembre 2006.
- ²⁷ Nathanson. D, Bodkin. J, Evans. J. SEM of etching patterns in surface and subsurface enamel. *J pedodont*. 1982.6: 11.17.

-
- ²⁸ Ripa, L. The Histology of the Early Carious Lesion in Primary Teeth with Special Reference to a “Prismless” Outer layer of Primary Enamel. *J.Dent.Res.* 1966.45: 1-11.
- ²⁹ Conniff. J, Hamby. R. Preparation of Primary Tooth Enamel for Acid Conditioning. *J Dent Child.*1976: 177-179
- ³⁰ Sheykholeslam. Z, Buonocuore. M. Bonding of Resins to Phosphoric Acid-Etched Enamel Surfaces of Permanent and Deciduous Teeth. *J Dent Res.*1972.51: 1572-1576.
- ³¹ Smutka. S, Jedrychowski. J , Caputo. A. An Evaluation of Primary Enamel Pretreatments and Their Effects on Resin Retention. *J Dent Res.* 1978. 57:796,799
- ³² Bozalis. W, Marshall. G, Cooley. R. Mechanical Pretreatments and etching of primary-tooth enamel. *J Dent Child.* 1979: 43-49.

-
- ³³ Nordenvall. K , Brännstrom. M, Malmgren. O. Etching of deciduous teeth and young and old permanent teeth. A comparison between 15 and 60 seconds of etching. Am JOrthod.1980.78(1): 99-108.
- ³⁴ Redford. D, Clarkson. B, Jensen M. The effect of different etching times on the sealant bond strength, etch depth, and pattern in primary teeth. Pediatr Dent. 1986.8(1):11-15
- ³⁵ Tandon. S, Kumasi. R, Udapa S. The effect of etch-time on the bond strength of a sealant and on the etch patterns in primary and permanente enamel: an evaluation. J Dent Child. 1989: 186-190
- ³⁶ Hosoya. Y. The effect of acid etching times on ground primary enamel. J Clin Pediatr Dent.1991.15(3):186-192 .

-
- ³⁷ Hosoya. Y, Goto. G. Resin adhesion to the ground primary enamel: Influence of etching times and thermal cycling test. J.Clin Pediat Dent. 1992. 17(1): 25-31
- ³⁸ Gwinnett.J, Garcia-Godoy. F. Effect of etching time and acid concentration on resin shear bond strength to primary tooth enamel. A Journal Dent. 1992. 5(5):237-239
- ³⁹ Duggal. M, Tahmasebi. J, Toumba. K, Mavromati. C. The effect of different etching times on the retention of fissure sealants in second primary and first permanent molars. Int J Paediat Dentistry .1997.7:81-86
- ⁴⁰ Altounian. G. Bonding and primary teeth. Orthod Fr. 2002 73(4):407-13.
- ⁴¹ Fava. M, Myaki. S, Arana. V, Fava. F. Effects of a non-conditions on the enamel of primary teeth. Braz Dent J. 2003.14(3).

⁴² Boj. J.R, Martín. A.M, Espasa. E, Cortés. O. Bond strength and micromorphology of a self.etching primer versus a standard adhesive system with varying etching times in primary teeth. Euro J Paedriatr Dent.2004.5(4):233-8.