



UNIVERSIDAD DE MURCIA
DEPARTAMENTO DE DERMATOLOGÍA,
ESTOMATOLOGÍA, RADIOLOGÍA
Y MEDICINA FÍSICA

**EFECTO DE DOS BEBIDAS REFRESCANTES EN LA
ADHESIÓN DE BRACKETS. OBSERVACIÓN MEDIANTE
MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO DEL
ESMALTE INTACTO Y SELLADO POR UNA RESINA
TRAS LA EXPOSICIÓN A DICHAS BEBIDAS**

Raúl Navarro Garre

2.012

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Ascensión Vicente, por su gran ayuda y continuo apoyo durante todos estos años. Gracias por tu orientación y palabras de ánimo, pues sin ti este proyecto nunca hubiese salido adelante. Ha sido un privilegio tenerte como directora.

Al Dr. Luis Alberto Bravo y Antonio José Ortiz por la supervisión y dirección de este trabajo.

Al personal del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Murcia, por su ayuda y paciencia.

A los trabajadores de la Clínica Odontológica Universitaria del Hospital Morales Meseguer, por su interés y colaboración.

A mi primo Juan Miguel, por proporcionarme los dientes bovinos.

A 3M por ceder los brackets para la realización de este trabajo.

A mis padres y hermanos, por permitirme llegar hasta aquí.

A mi abuela, porque siempre mostró un especial interés.

A Tamara, por seguir tan de cerca cada paso de este trabajo, por su incondicional apoyo y por todo el tiempo robado.

A mis padres

ÍNDICE

	<u>Pág.</u>
1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
2.1.- ESMALTE BOVINO.....	4
2.2.- EFECTO DE LA DIETA EN EL ESMALTE. ETIOLOGÍA DE LA CARIES ..	5
2.2.1.- EL HUÉSPED	6
2.2.1.1.- Diente	6
2.2.1.2.- Saliva	6
2.2.1.3.- Genética	7
2.2.2.- LA DIETA	7
2.2.3.- EL TIEMPO	8
2.2.4.- LAS BACTERIAS	8
2.3.- EFECTO DE LA DIETA EN LOS MATERIALES ODONTOLÓGICOS.....	9
2.4.- BEBIDAS REFRESCANTES	11
2.4.1.- CONSUMO DE BEBIDAS REFRESCANTES	14
2.5.- DESMINERALIZACIÓN ASOCIADA A LOS ADITAMENTOS ORTODÓNCICOS. PREVENCIÓN.....	15
2.6.- ESTUDIOS DE ADHESIÓN EN ORTODONCIA.....	18
2.6.1.- ESTUDIOS DE ADHESIÓN <i>IN VITRO</i>	20
2.6.1.1.- Fuerza adhesiva.....	21
2.6.1.2.- Localización del fallo adhesivo	22
2.6.2.- ESTUDIOS DE ADHESIÓN <i>IN VIVO</i>	24
2.6.3.- ESTUDIOS DE ADHESIÓN <i>EX VIVO</i>	25
2.7.- ESTUDIOS DE MICROFILTRACIÓN EN ORTODONCIA.....	26
3.- OBJETIVOS	29

4.- MATERIAL Y MÉTODOS	31
4.1.- DIENTES	32
4.2.- BRACKETS	32
4.3.- CEMENTADO DE BRACKETS	33
4.4.- MEDICIÓN DE pH DE DIFERENTES BEBIDAS REFRESCANTES	34
4.5.- ALMACENAMIENTO DE LOS ESPECÍMENES Y GRUPOS EXPERIMENTALES	34
4.6.- TEST DE FUERZA ADHESIVA	35
4.7.- CUANTIFICACIÓN DEL ADHESIVO REMANENTE.....	37
4.8.- TEST DE MICROFILTRACIÓN.....	38
4.9.- OBSERVACIONES MEDIANTE MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO (MEB)	40
4.10.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO	43
4.10.1.- FUERZA ADHESIVA	43
4.10.2.- PORCENTAJE DE ÁREA OCUPADA POR ADHESIVO SOBRE EL DIENTE	43
4.10.3.- MICROFILTRACIÓN	44
4.10.3.1.- Microfiltración en la interfase esmalte-adhesivo	44
4.10.3.2.- Microfiltración en la interfase adhesivo-bracket.....	45
 5.- RESULTADOS	 47
5.1.- pH DE DIFERENTES BEBIDAS REFRESCANTES	48
5.2.- TEST DE FUERZA ADHESIVA	48
5.3.- CUANTIFICACIÓN DEL ADHESIVO REMANENTE.....	49
5.4.- TEST DE MICROFILTRACIÓN.....	50
5.4.1.- MICROFILTRACIÓN EN LA INTERFASE ESMALTE-ADHESIVO	50
5.4.2.- MICROFILTRACIÓN EN LA INTERFASE ADHESIVO-BRACKET	52
5.5.- OBSERVACIONES MEDIANTE MEB	53
5.5.1.- GRUPO CONTROL.....	53
5.5.2.- GRUPO COCA-COLA®	58
5.5.3.- GRUPO SCHWEPPE® LIMÓN	62

6.- DISCUSIÓN	67
6.1.- DISCUSIÓN DEL MÉTODO.....	68
6.1.1.- ESTUDIO <i>IN VITRO</i>	68
6.1.2.- DIENTES BOVINOS.....	68
6.1.3.- BEBIDAS REFRESCANTES	69
6.1.4.- ALMACENAMIENTO DE LOS ESPECÍMENES.....	71
6.1.5.- TEST DE FUERZA ADHESIVA	74
6.1.6.- PORCENTAJE DE ÁREA OCUPADA POR EL ADHESIVO.....	74
6.1.7.- TEST DE MICROFILTRACIÓN	75
6.1.8.- OBSERVACIONES MEDIANTE MEB	76
6.2.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	76
6.2.1.- TEST DE FUERZA ADHESIVA.....	76
6.2.2.- PORCENTAJE DE ÁREA OCUPADA POR EL ADHESIVO.....	77
6.2.3.- TEST DE MICROFILTRACIÓN	77
6.2.4.- OBSERVACIONES MEDIANTE MEB	79
6.2.5.- RELEVANCIA CLÍNICA	81
7.- CONCLUSIONES	82
8.- BIBLIOGRAFÍA	84

1.- INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe un aumento en el consumo de bebidas refrescantes por parte de la población, sobre todo entre los adolescentes. Estas bebidas no sólo son dañinas para los dientes por la gran cantidad de azúcar que contienen, sino porque además la mayoría posee algún ácido con pH inferior al límite crítico del inicio de la desmineralización del esmalte.

La aparición de manchas blancas por desmineralización en el esmalte es un problema clínico asociado a los tratamientos de ortodoncia. Su prevalencia se encuentra entre el 2% y el 96% de los pacientes con aparatos fijos.

Se ha sugerido que, entre otros factores, la formación de manchas blancas podría estar relacionada con la existencia de microfiltración alrededor de los brackets. Sin embargo, la literatura científica acerca de microfiltración y de sus consecuencias clínicas en ortodoncia es escasa. Hasta donde nosotros conocemos no existe ningún trabajo que evalúe la capacidad de las bebidas refrescantes en la producción de microfiltración debajo de los brackets.

Distintos estudios mediante MEB que han evaluado el efecto de bebidas refrescantes en el esmalte sellado con materiales adhesivos han observado, tras la exposición a estas bebidas, zonas de esmalte con pérdida del adhesivo. Esto nos hizo pensar que quizás el consumo de bebidas refrescantes podría facilitar la producción de microfiltración debajo de los brackets e influir en la fuerza adhesiva de los mismos al esmalte.

Por ello, nos planteamos como objetivo de esta Tesis Doctoral evaluar el efecto de dos de las bebidas refrescantes con mayor índice de consumo en España en la capacidad adhesiva de los brackets al esmalte, así como observar mediante MEB el efecto de dichas bebidas sobre el esmalte.

2.- REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1.- ESMALTE BOVINO

Los dientes bovinos tienen muy pocas diferencias tanto a nivel macro como microscópico con respecto a los dientes humanos (Baena y cols., 2.003).

Macroscópicamente, los dientes bovinos son de mayor tamaño que los humanos y, al igual que éstos, presentan una corona y una raíz (Figura 1), siendo los tejidos constituyentes el esmalte, la dentina, la pulpa y el cemento (Puentes y Rincón, 2.003; Gomes, 2.004).



Figura 1. Imagen macroscópica de incisivos bovinos. Apreciamos las mismas estructuras anatómicas que en los dientes humanos pero con diferentes proporciones.

Microscópicamente, la unidad básica del esmalte bovino, al igual que en el humano, es el prisma o varilla del esmalte, la cual se crea por las interrelaciones de las direcciones de los cristales. Estas interrelaciones complejas de los cristales dan lugar a características estructurales que se observan tanto en el esmalte bovino como en el humano, tales como las estrías de Retzius, las estrías transversales y las bandas de Hunter-Schreger (Puentes y Rincón, 2.003).

En los dientes bovinos la unión amelodentinaria corresponde a la dentina que sostiene el esmalte. En ella, al igual que en los dientes humanos, se observa una serie de festones con extensiones de túbulos dentinarios que algunas veces cruzan el límite y pasan al esmalte, tomando el nombre de husos adamantinos (Puentes y Rincón, 2.003).

En el análisis químico por espectrografía de emisión, los componentes inorgánicos del esmalte humano y bovino son los mismos pero con pequeñas diferencias en la concentración de elementos tales como el Magnesio (5% en esmalte humano y 7% en esmalte bovino), Plomo (70 partes por millón –ppm- en humano y 50 ppm en bovino), Plata (5 ppm en humano y 10 ppm en bovino) y Estroncio (500 ppm en humano y 700 ppm en bovino) (Puentes y Rincón, 2.003).

2.2.- EFECTO DE LA DIETA EN EL ESMALTE. ETIOLOGÍA DE LA CARIES

La desmineralización se define como la pérdida de tejido calcificado. Ésta ocurre cuando los iones calcio y fosfato se desprenden del esmalte. Este es el primer paso en el desarrollo de la caries (Steffen, 1.996; Dinçer, Hazar y Sen, 2.002). Por otro lado, la erosión dental implica la disolución del tejido duro dental por ácidos, en un proceso químico sin la intervención bacteriana y por lo tanto, no asociada con la placa dental. Los factores etiológicos de la erosión dental son a menudo catalogados en 2 grupos, factores intrínsecos (reflujo gástrico) y extrínsecos (dieta ácida) (Mistry y Grenby, 1.993; Hughes y cols., 1.999; Dinçer, Hazar y Sen, 2.002; West y cols., 2.003; Jensdottir y cols., 2.004; Eygen, Vannet y Wehrbein, 2.005; Oncag, Tuncer y Tosun, 2.005; Wongkhantee y cols., 2.006; Barbería y cols., 2.007).

La palabra caries proviene del latín y significa degradación o podredumbre. Existen múltiples definiciones de caries. Para la Organización Mundial de la Salud (OMS) la caries es un proceso patológico localizado, de origen externo, que se inicia después de la erupción dental, determina un reblandecimiento del tejido duro del diente por metabolitos producidos por microorganismos bucales y evoluciona hacia la formación de una cavidad (Barasona, 2.000 a).

Según Steffen (1.996) se acepta la multifactorialidad en la etiología de la caries. Cuatro son los factores que se interrelacionan entre sí: el huésped, la dieta, las bacterias y el tiempo, pero existen otros factores que pueden predisponer a un incremento del riesgo de descalcificación del esmalte. Entre estos factores encontramos una pobre higiene oral, las restauraciones desbordantes y la composición acídica de la dieta.

2.2.1.- EL HUÉSPED

2.2.1.1.- Diente

En líneas generales, puede decirse que cuanto más compleja sea la morfología de un diente y más defectos estructurales presente, más posibilidades tiene de desarrollar caries. La disposición de los mismos en la arcada (apiñamiento, extrusiones, etc.) puede condicionar la existencia de zonas de difícil acceso a la remoción de placa. Además, la concentración de flúor en el esmalte y la formación de fluorapatita, proporciona una mayor resistencia a la disolución ácida. Otros factores implicados son la maduración del esmalte, la textura superficial del diente y los elementos retentivos de placa como pueden ser las restauraciones desbordantes (Barasona, 2.000 b).

2.2.1.2.- Saliva

Los componentes de la saliva se depositan sobre la superficie del diente formando la película adquirida, la cual influirá en el tipo de bacterias que se adhieran en la colonización inicial además de disminuir la solubilidad del esmalte por los ácidos (Jensdottir y cols., 2.006; Manau, 1.999).

Por su contenido en bicarbonato y fosfato, la saliva ejerce un efecto tampón, regulando el pH de la placa. El efecto de barrido mecánico, junto con la presencia de inmunoglobulinas, factores antibacterianos y cierta capacidad remineralizante hacen de la saliva un protector eficaz ante la aparición de caries (Manau, 1.999; Barasona, 2.000 b).

Gracias a la capacidad defensora de la saliva se puede explicar por qué en muchas personas que consumen gran cantidad de bebidas refrescantes al día no se observan signos de una erosión dental devastadora, como sería de esperar (Meurman y Frank, 1.991 a).

2.2.1.3.- Genética

Existe un pequeño número de individuos que presentan gran resistencia al desarrollo de caries de forma natural, aún consumiendo dietas cariogénicas (Barasona, 2.000 b).

2.2.2.- LA DIETA

La dieta desempeña un papel importantísimo en el desarrollo de la caries dental. Los hidratos de carbono refinados han demostrado tener un alto poder cariogénico, ya que son aprovechados por la flora patógena de la cavidad oral para obtener energía y conseguir una buena adhesión a las superficies dentarias (Barasona, 2.000 b).

Experimentalmente, se ha demostrado que a los pocos minutos de efectuar un enjuague con glucosa, el pH de la placa desciende por debajo del punto crítico de inicio de la desmineralización del esmalte (pH de 5,5) y pasado un periodo de entre 20-30 minutos el pH vuelve lentamente a su nivel primitivo. La representación gráfica de estas variaciones del pH es la llamada curva de Stephan (figura 2). Si el descenso del pH tiene lugar con mucha frecuencia, se produce una situación de bajada permanente de pH que no puede ser neutralizada, con lo que la ecuación desmineralización-remineralización se desvía hacia la desmineralización, pudiendo provocar un efecto destructor en el esmalte (Barasona, 2.000 b; Dinger, Hazar y Sen, 2.002; Manau, 1.999; Mistry y Grenby, 1.993).

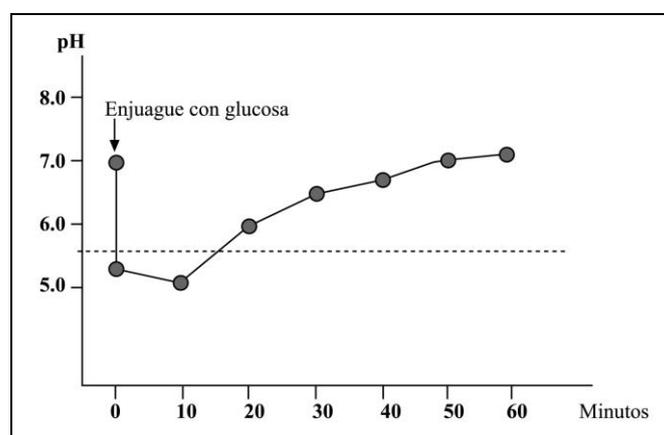


Figura 2. Curva de Stephan.

2.2.3.- EL TIEMPO

Hace referencia al tiempo que el sustrato debe permanecer en relación con el diente para mantener un medio ácido constante en la placa bacteriana, de forma que produzca la desmineralización del esmalte (Barasona, 2.000 b).

2.2.4.- LAS BACTERIAS

La existencia de caries puede considerarse como un desequilibrio producido en un ecosistema por la introducción de elementos perturbadores, azúcares refinados, que hacen que el comportamiento de los microorganismos resulte lesivo para el diente (Barasona, 2.000 b).

Entre las bacterias causantes de caries se identifican principalmente estreptococos del grupo *mutans*, lactobacilos y actinomices. Esto permitió desarrollar la hipótesis de la placa bacteriana específica, es decir, sólo la presencia de unas determinadas especies son capaces de provocar la caries, independientemente de la cantidad de placa, siendo más importante la composición cualitativa que la cuantitativa (Manau, 1.999).

Los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de las bacterias son principalmente los hidratos de carbono y en menor medida los componentes nitrogenados, azufre, fósforo, etc. Fruto del metabolismo bacteriano se generan unos productos metabólicos intermedios que son tóxicos para la propia bacteria, que tienen que transformar en productos finales fácilmente expulsables de su interior. Estos productos finales son ácidos, ácido láctico en su mayoría, pero también ácido acético, ácido fórmico, etc. Dichos ácidos disminuyen el pH de la placa y difunden hacia la superficie del esmalte, de modo que cuando la presencia de estos ácidos se prolonga en el tiempo se inician los procesos de desmineralización (Manau, 1.999; Barasona, 2.000 b).

2.3.- EFECTO DE LA DIETA EN LOS MATERIALES ODONTOLÓGICOS

Los materiales odontológicos se encuentran en constante evolución, mejorando continuamente sus propiedades físicas, químicas, funcionales y estéticas. En los últimos años ha existido un auge creciente en las líneas de investigación que estudian el efecto de los alimentos de la dieta sobre dichos materiales.

En el medio oral se asume que la saliva, los alimentos, las bebidas ácidas, las grasas, los alcoholes, las enzimas, los cambios térmicos, etc., interaccionan entre sí y pueden tener un efecto crítico en la degradación de los materiales dentales. Estos materiales en la boca sufren un proceso de envejecimiento y son erosionados y reblandecidos por parte de los alimentos de la dieta, comprometiendo su estabilidad y función.

El efecto de los distintos componentes de la dieta sobre los materiales odontológicos se puede reproducir *in vitro* mediante la inmersión de dichos materiales en simulantes alimenticios. Una guía de referencia ampliamente conocida y utilizada es la propuesta por la Food and Drug Administration (FDA), donde se considera que el agua destilada es el simulante de los alimentos acuosos, el ácido acético al 3% simula a la comida ácida, el etanol acuoso al 10% a las bebidas alcohólicas con un volumen de etanol inferior al 15%, el etanol acuoso al 50% se utiliza como simulante de las bebidas alcohólicas con mayor contenido alcohólico y el aceite de oliva simula a las comidas grasas (FDA, 2.002).

Muchos han sido los autores que han estudiado los efectos de los simulantes alimenticios sobre los materiales dentales y todos ellos han demostrado la disminución de las características físico-mecánicas en los materiales utilizados, comprometiendo la durabilidad y la función para la que fueron concebidos (Wu y McKinney, 1.982; McKinney y Wu, 1.985; Hobson, McCabe y Hogg, 2.000; Akova, Ozkomur y Uysal, 2.006; Akova y cols., 2.007; Yesilyurt y cols., 2.009).

La difusión de los simulantes alimenticios dentro de los materiales odontológicos puede producir microfracturas de la estructura, lo que puede provocar un desgaste del material y debilitar la adhesión. Estudios pioneros en esta materia fueron los de Wu y McKinney (1.982) y McKinney y Wu (1.985) en la década de los 80. Estos autores observaron que todos los composites evaluados presentaron una menor resistencia al desgaste tras la exposición a los simulantes alimenticios, especialmente al etanol al 75%.

Años después, Hobson, McCabe y Hogg (2.000) y Akova y cols. (2.007), evaluaron el efecto de algunos simulantes alimenticios en las fuerzas de descementado de brackets. Ambos coincidieron en que el simulante alcohólico fue el que más perjudicaba a la fuerza adhesiva. Esto podría estar justificado porque el etanol tiene unas características similares en solubilidad a la del bisfenol-A-glicidil-metacrilato (Bis-GMA), lo que puede promover la inmersión del etanol dentro del composite y afectar a sus propiedades (McKinney y Wu, 1.985; Akova y cols., 2.007). Por este motivo, algunos autores consideran que los pacientes portadores de aparatos fijos de ortodoncia deberían evitar el uso de enjuagues bucales con alto contenido alcohólico durante el tratamiento, para así evitar un mayor riesgo de descementado de brackets. Por otro lado, sugieren estudiar el uso del etanol como ayudante para el descementado de brackets al final del tratamiento (Hobson, McCabe y Hogg, 2.000; Akova y cols., 2.007).

En otro estudio, Akova, Ozkomur y Uysal (2.006) evaluaron los efectos de algunos simulantes alimenticios (acuoso, ácido, graso y alcohólico) en la fuerza de flexión y la dureza de diferentes materiales provisionales. Expusieron las muestras a los simulantes durante 7 días. Trascurrido este periodo observaron que tanto la dureza como la flexión de estos materiales se veían afectadas, por lo que concluyeron que sería prudente advertir a los pacientes que tengan que llevar materiales de provisionalización por largos periodos de tiempo que no consuman o reduzcan el consumo de ciertas bebidas y alimentos.

Yesilyurt y cols. (2.009) también investigaron el efecto de simulantes alimenticios (acuoso, ácido, graso y alcohólico) en un composite con base de silorano, sumergiendo sus muestras durante 7 días. Entre las propiedades que se les atribuyen a los nuevos composite de base silorano están una menor contracción de polimerización que los

composites tradicionales y una mayor estabilidad e insolubilidad en los fluidos biológicos. Estos autores hallaron que la dureza y la fuerza de deflexión del composite de base silorano no se vio afectada por ningún simulante alimenticio, por lo que concluyeron que estos materiales a base de silorano podrían ser una alternativa a los composites tradicionales.

2.4.- BEBIDAS REFRESCANTES

Las bebidas refrescantes, además de poseer un alto contenido en azúcares, prácticamente todas ellas contienen algún ácido en su composición (ácido cítrico, fosfórico, maleico...). Esto les proporciona un pH inferior a 5,5. Este valor está por debajo del límite crítico del inicio de los procesos de desmineralización del esmalte, lo cual contribuye a la acidez del medio con la consiguiente pérdida de tejido duro dental (Kim y cols., 2.001; Dinçer, Hazar y Sen, 2.002; West y cols., 2.003; Eygen, Vannet y Wehrbein, 2.005; Jensdottir y cols., 2.006; Wongkhantee y cols., 2.006; Barbería y cols., 2.007, Jain y cols., 2.007, etc.). Además, las bebidas refrescantes carbonatadas son potencialmente más erosivas que las no carbonatadas, debido a la adición de ácido carbónico (Oncag, Tuncer y Tosun, 2.005).

Estas bebidas, ante un consumo excesivo, pueden provocar la destrucción del tejido dentario, lo que supone un verdadero problema para la salud dental (Barbería y cols., 2.007; Hunter y cols., 2.000; Wongkhantee y cols., 2.006). Además, diferentes estudios corroboran que el esmalte inmaduro es poroso y más fácil de disolver por el ataque ácido. El proceso de maduración se prolonga por muchos años, por lo que los dientes de los niños se erosionan con más facilidad que los dientes de personas adultas (Tahmassebi y cols., 2.006).

La campaña antialcohólica de finales del siglo XIX en el Reino Unido proporcionó el estímulo principal para el desarrollo de las industrias de bebidas refrescantes, las cuales crecieron hasta alcanzar un gran tamaño. Antes de la aparición de éstas, los refrescos existentes se formulaban a base de agua, leche, zumo de manzana y cerveza (Tahmassebi y cols., 2.006).

El término bebidas refrescantes está abierto a diversas interpretaciones. En su más amplia acepción engloba a todas las bebidas destinadas al consumo humano a excepción de las bebidas con alcohol, pero en su uso corriente se excluyen normalmente el agua, el zumo de frutas, el té, el café, y las bebidas que incorporan leche. Además, pueden ser bebidas carbonatadas o no carbonatadas (Varnam y Sutherland, 1.997; Tojo, 2.003).

Respecto a los ingredientes de las bebidas refrescantes carbonatadas cabe destacar el agua como componente mayoritario, suponiendo el 90% del total. Además, poseen dióxido de carbono y un jarabe en el que se incluyen los componentes que darán las características al refresco. El jarabe consta de aromatizantes, azúcares, acidulantes, colorantes, conservantes, antioxidantes, emulsionantes, estabilizantes, espesantes y espumantes. Entre éstos, tanto los acidulantes como los conservantes presentan un carácter ácido (Varnam y Sutherland, 1.997).

Los refrescos carbonatados se diferencian de los no carbonatados en que contienen ácido carbónico, responsable de una viveza adicional en el cuerpo, el sabor y el “picor” que distingue a estos refrescos. Incluso cuando este ácido se ha perdido y la bebida se quedan sin “gas”, el pH permanece bajo, lo que indica que estas bebidas contienen una acidez inherente debida a otros ácidos que se añaden como estimulantes del sabor. Además, algunos aditivos tales como la vitamina C (ácido ascórbico) también pueden contribuir a la acidez de las bebidas refrescantes (Tahmassebi y cols., 2.006).

Los acidulantes tienen una importancia considerable para determinar la calidad sensorial de los refrescos. Los principales acidulantes usados en la formulación de los refrescos son el ácido acético, ascórbico, cítrico, fumárico, láctico, málico, fosfórico y tartárico. Entre éstos, los más frecuentemente utilizados son el ácido cítrico, que presenta un carácter frutal muy apreciado en los refrescos de frutas (es el más usado en la actualidad); el ácido fosfórico, le caracteriza su sabor “plano y seco”, el cual es apropiado para bebidas sin frutas, particularmente en colas; y el ácido maleico, que presenta un sabor y aroma frutal más acusado que el ácido cítrico (es muy usado en bebidas para deportistas) (Varnam y Sutherland, 1.997).

Los acidulantes, además, poseen un efecto antimicrobiano. El grado de esta inhibición bacteriana depende de la naturaleza del acidulante y se produce por el bajo pH de estas sustancias.

Respecto a los conservantes, son necesarios para prevenir la aparición de alteraciones en los periodos prolongados de almacenamiento a temperatura ambiente. Los principales conservantes usados en la formulación de refrescos son el ácido benzoico y benzoatos. Éstos son eficaces frente a un amplio rango de microorganismos y son más activos cuando el valor de pH es inferior a 3. Los parabenos son conservantes más eficaces que el ácido benzoico a valores de pH superior a 3. Por otro lado, el ácido sórbico, los sorbatos y el dióxido de azufre son eficaces a pH inferior a 4 (Varnam y Sutherland, 1.997).

No hay duda de que la composición química de una bebida refrescante es importante con respecto al grado de erosión dental que produce (Meurman y Frank, 1.991 b). Tradicionalmente, se ha pensado que la acidez (la medida del pH) es un indicador preciso del potencial desmineralizante de los alimentos y de las bebidas (Tahmassebi y cols., 2.006).

Rytömaa y cols. (1.988) establecieron una de las primeras listas de bebidas refrescantes con su pH y el tipo de ácido que contenían (Tabla 1).

Tabla 1. pH y tipo de ácido de algunas bebidas refrescantes (Rytömaa y cols., 1.988).

Bebida	pH	Tipo de ácido
Coca-Cola®	2,57	Fosfórico
Coca-Cola® Light	3,15	Fosfórico
Fanta® Naranja	2,96	Cítrico
Zumo Naranja	3,64	Cítrico
Bebidas Deportistas	3,12	Maleico
Yogurt Fresa	3,81	Láctico

Posteriormente, otros autores evaluaron el pH y el tipo de ácido de otras bebidas como Sprite®, que tiene un pH de 2,90 y contiene ácido cítrico (Oncag, Tuncer y Tosun,

2.005). Dinçer, Hazar y Sen (2.002) determinaron en el agua mineral con gas un pH de 2,85 y la presencia de ácido carbónico, mientras que en Guaraná[®] Antártica, Grandó y cols. (1.996) midieron un pH de 3,30 y determinaron la existencia de ácido cítrico.

2.4.1.- CONSUMO DE BEBIDAS REFRESCANTES

Las bebidas refrescantes se consumen mayoritariamente por niños y adolescentes, aunque el hábito de consumo se puede arrastrar hasta la edad adulta. En la actualidad, existe un aumento creciente de la demanda y consumo de bebidas refrescantes por parte de la población (West, Hughes y Addy, 2.000).

Mercasa, empresa pública de la administración del estado, que presta servicio al conjunto de la cadena alimenticia, emite anualmente la publicación “Alimentación en España”, un informe sobre producción, industria, distribución y consumo de la alimentación en España. Para la elaboración de la misma cuenta con la colaboración del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. En dicha publicación se indica que en 2.010 cada español bebió 69,3 litros de bebidas refrescantes, consumiéndose un total de 3.133 millones de litros de estas bebidas. Estas cifras traducidas en gasto económico, indican que en 2.010 se gastó un total de 3.530 millones de euros. Dentro del grupo de bebidas refrescantes, la que más se consumió fue el refresco de cola con un 51,8% respecto del total, seguido del sabor naranja (13,6%) y el de limón (7,4%) (Mercasa, 2.011).

Debido al interés por parte de la población en el peso y la necesidad de estar delgado, surgieron las bebidas bajas en calorías, que usan azúcares artificiales para reducir el contenido calórico. Estas bebidas tienen un potencial erosivo similar al de las bebidas refrescantes convencionales, pero además, debido al bajo contenido calórico que poseen, son consumidas con una elevada frecuencia (32,5% del total de refrescos de cola), por lo que pueden considerarse agentes lesivos muy importantes (Tahmassebi y cols., 2.006; Mercasa, 2.011).

2.5.- DESMINERALIZACIÓN ASOCIADA A LOS ADITAMENTOS ORTODÓNCICOS. PREVENCIÓN

La descalcificación alrededor y debajo de los brackets y de las bandas de ortodoncia ha constituido uno de los principales temas de discusión entre ortodoncistas (Steffen, 1.996). Desafortunadamente, estas lesiones son una secuela común de los tratamientos de ortodoncia con aparatos fijos (Frazier, Southard y Doster, 1.996). La aparición de manchas blancas por desmineralización se produce por la bajada del pH, motivada por la falta de una higiene correcta y el consumo de una dieta cariogénica. Las bebidas de carácter ácido, como son las bebidas refrescantes, juegan un papel importante en la aparición de estas manchas que ocurren alrededor y debajo de los brackets y que han supuesto un problema clínico desde la introducción de los brackets para el tratamiento ortodóncico (Sukontapatipark y cols., 2.001; Arikan y cols., 2.006; Bulut y cols., 2.007).

Considerando las dificultades mecánicas para la remoción de la placa en las áreas donde se colocan los brackets, es fundamental una adecuada higiene por parte del paciente (O'Reilly y Featherstone, 1.987; Ogaard y cols., 1.988; Demito y cols., 2.004). Además, el exceso de material adhesivo alrededor de la base del bracket es un área crítica para el acúmulo de placa bacteriana, lo que puede incrementar el riesgo de manchas blancas por desmineralización, poniendo de manifiesto la importancia de quitar el exceso de material de adhesión alrededor de la base del bracket durante el cementado (Sukontapatipark y cols., 2.001; Oncag, Tuncer y Tosun, 2.005).

Estudios previos han determinado la aparición de descalcificaciones en el 50% de los dientes con brackets y afirman que afectan al 50% de los pacientes portadores de ortodoncia fija (Mitchell, 1992). Arhun y cols. (2.006) y Arikan y cols. (2.006) refirieron que tras un tratamiento con brackets, una media de 2 ó 3 dientes pueden verse afectados y que las manchas blancas por desmineralización aparecen entre un 2% y un 96% en los pacientes portadores de ortodoncia fija. También se han descrito casos en los que ha sido necesario descementar prematuramente los brackets para prevenir una exacerbación de las manifestaciones de descalcificación (Zimmer y Rottwinkel, 2.004).

Distintos autores han demostrado que las manchas blancas por desmineralización se pueden desarrollar en las 4 primeras semanas tras el cementado de los brackets (O'Reilly y Featherstone, 1.987; Ogaard, Rolla y Arends, 1.988; Ogaard y cols., 1.988). Melrose, Appleton y Lovius (1.996) encontraron lesiones cariosas tempranas del esmalte asociadas con bandas ortodóncicas después de 4 semanas del cementado inicial.

Algunas investigaciones se han centrado en la medida del pH de la placa que se acumula alrededor de los brackets en los incisivos centrales superiores y han observado que éste es más bajo que el de otras partes de la boca. Esto puede ser debido a una menor aclaración salival en este área, lo cual podría explicar por qué las lesiones blancas por desmineralización se desarrollan frecuentemente en los incisivos superiores (Ogaard y cols., 2.006). Estas manchas son desalentadoras y más aún en una especialidad donde el principal objetivo es la estética (Ogaard, Rolla y Arends, 1.988; Frazier, Southard y Doster, 1.996, Sukontapatipark y cols., 2.001).

Ya en 1.987, O'Reilly y Featherstone dijeron: "Aunque los avances en el mundo de la odontología son revolucionarios, todavía existe un riesgo significativo de desmineralización y caries debajo y alrededor de los aditamentos ortodóncicos adheridos a los dientes". Pues bien, hoy día todavía no se ha conseguido erradicar este problema. En la actualidad no existen métodos para regenerar el esmalte perdido ni para obtener una completa remineralización de las lesiones desarrolladas en los dientes durante el tratamiento ortodóncico con aparatos fijos. Por lo tanto, la prevención del desarrollo de las lesiones durante el tratamiento es crucial (Ogaard y cols., 2.006).

Para prevenir descalcificaciones en pacientes con un riesgo bajo es adecuado un programa profiláctico inicial, donde se incluyan consejos nutricionales, sesiones regulares de motivación y fluoraciones periódicas. En pacientes con alto riesgo se necesitan medidas como tartrectomías periódicas, uso de clorhexidina, la reducción de los intervalos entre las sesiones de motivación, etc. (Zimmer y Rottwinkel, 2.004).

La aplicación tópica de flúor ha jugado un papel principal en la prevención de la desmineralización durante el tratamiento ortodóncico. El flúor es uno de los agentes más efectivos en la prevención de la caries. Inhibe el metabolismo de las bacterias causantes de la caries e incrementa la resistencia del esmalte y la dentina, permitiendo la

remineralización del esmalte poroso y la dentina reblandecida (Ogaard y cols., 1.988). Un estudio afirmaba que el uso combinado de una pasta dental y un colutorio de Fluoruro de Aminas y Fluoruro de Estaño tiene un mayor efecto inhibitor del desarrollo de manchas blancas por desmineralización, placa y gingivitis que los formulados sólo con Fluoruro sódico (Ogaard y cols., 2.006). Por otro lado, Boyd (1.993) sugiere el uso de dentífricos, colutorios y geles de flúor para la prevención de descalcificaciones durante los tratamientos de ortodoncia con aparatos fijos. Sin embargo, la efectividad de productos como dentífricos y colutorios se relaciona directamente con el hábito del paciente, por lo que la prevención está en sus manos (Frazier, Southard y Doster, 1.996).

Otras medidas profilácticas estudiadas han sido la aplicación de selladores de fosas y fisuras foto-polimerizables (Frazier, Southard y Doster, 1.996) y barnices de flúor (Demito y cols., 2.004) sobre la cara vestibular de los dientes tras la colocación de los brackets. Estos estudios encontraron que con estas técnicas se podían prevenir las descalcificaciones sin la necesidad de la colaboración del paciente y por tanto pueden ser útiles en individuos con pobre higiene oral. También se ha recomendado el uso de los adhesivos antibacterianos y adhesivos liberadores de flúor en un intento de reducir la desmineralización producida alrededor y debajo de los brackets (Arhun y cols., 2.006; Bulut y cols., 2.007; Jacobo, 2.011).

Eygen, Vannet y Wehrbein (2.005) afirmaron que la forma más acertada de prevenir las manchas blancas por desmineralización es mantener una buena higiene oral, usar medidas auxiliares de manera profiláctica y evitar bajadas del pH que favorezcan la pérdida mineral. Por ello, sugieren que entre los consejos nutricionales que se le debe dar al paciente, el ortodoncista debiera aconsejar de manera rutinaria la disminución de la ingesta de bebidas refrescantes durante el tratamiento de ortodoncia, ya que estas bebidas propician la bajada del pH.

Algunos investigadores se han interesado en la formulación de bebidas refrescantes con un bajo poder erosivo. Así pues, en un estudio *in vivo* que evaluaba si la adición de calcio a una bebida refrescante producía menor erosión sobre la superficie dental comparándola con la misma bebida sin calcio y con otra bebida de zumo de naranja, obtuvieron que la bebida carbonatada experimental causaba significativamente menor

pérdida de esmalte que la convencional y que el zumo de naranja, por lo que concluyeron que mediante la adición de calcio en las bebidas refrescantes sería posible minimizar la erosión dental (Hughes y cols., 1.999; West y cols., 2.003).

En la misma línea, Jensdottir, Bardow y Holbrook, (2.005) desarrollaron experimentalmente bebidas refrescantes que contenían calcio y fosfato. Obtuvieron que la adición de calcio y fosfato en las bebidas tenía un efecto neutralizante del pH. Además, encontraron que esta adición redujo el grado de erosión en la superficie adamantina. Sin embargo, documentaron que la bebida con mayor contenido en calcio y fosfato tenía un desagradable sabor metálico. En otro estudio, Huysmans y cols. (2.006) comprobaron como una nueva bebida refrescante formulada con calcio y fosfato producía menor profundidad erosiva sobre el esmalte comparado con otras bebidas como cola, zumo de naranja y zumo de manzana.

Tahmassebi y cols. (2.006) dieron una serie de recomendaciones para reducir el efecto perjudicial de las bebidas refrescantes sobre los dientes:

- 1.- Consumirlas sólo durante las comidas.
- 2.- Beber durante cortos periodos de tiempo.
- 3.- Usar pajita siempre que sea posible para reducir el contacto con los dientes, siempre que no refuerce un hábito de posición adelantada de la lengua en reposo.
- 4.- No realizar enjuagues con estas bebidas ni mantenerlas en la boca.
- 5.- Cepillarse los dientes tras su ingesta.
- 6.- Finalizar las comidas con alimentos que neutralicen los ácidos: queso, leche, etc.
- 7.- Diluirlas en agua.
- 8.- Consumir bebidas con suplementos de calcio, fosfato y/o flúor.

2.6.- ESTUDIOS DE ADHESIÓN EN ORTODONCIA

Hoy día existe un aumento creciente en la demanda de tratamientos ortodóncicos por parte de la población. En la mayoría de los tratamientos de ortodoncia se utilizan los brackets, que son aditamentos fijados por un medio adhesivo a la superficie del diente (esmalte o restauración).

La adhesión de brackets al esmalte ha sido un tema crítico desde la introducción de la adhesión directa debido a la importancia biomecánica de la estabilidad del bracket, ya que el adhesivo es el nexo de unión entre el bracket (que trasfiere la fuerza del arco) y el diente (Eliades y Brantley, 2.000).

En 1.966, en el departamento de Ortodoncia del Centro Dental de Eastman (Nueva York) se llevó a cabo la primera colocación de brackets adheridos directamente sobre el esmalte en un grupo de pacientes. Los brackets eran redondos y tenían una ranura de 0,018 x 0,025 pulgadas. La resina adhesiva que utilizaron para el cementado de los brackets fue la misma que la usada en experimentos previos por Cueto y Buonocore para el sellado de fosas y fisuras (Cueto, 1.965; Cueto y Buonocore, 1.967). Previo a la aplicación de la resina y el bracket, limpiaron la superficie del esmalte y colocaron durante 45 segundos una mezcla entre ácido fosfórico al 50% y óxido de zinc al 7%. Tras el lavado, apareció una superficie blanquecina que indicaba la descalcificación superficial, entonces, aplicaron el adhesivo y el bracket con una pinza de algodón. Inicialmente, sólo colocaron los 4 brackets anteriores y en algunos casos también los caninos. En el resto de dientes se colocaban bandas. En las siguientes visitas se ponía el arco. Durante un periodo de 8 a 18 meses sólo un pequeño porcentaje de brackets se descementó (Cueto, 1.990).

Durante el tratamiento de ortodoncia es necesario que los brackets permanezcan adheridos al diente. Multitud de factores afectan a la retención de los brackets, además, es necesario un esmalte saludable para conseguir una buena retención (Oncag, Tuncer y Tosun, 2.005). La caída de brackets es uno de los acontecimientos más indeseados en una clínica de ortodoncia. Las consecuencias de este fallo adhesivo pueden implicar un aumento del tiempo del tratamiento, coste adicional en materiales y personal y una visita inesperada para el paciente y el clínico (Powers y Messersmith, 2.001). De ahí deriva la importancia de la búsqueda de un sistema adhesivo ortodóncico que sea lo suficientemente fuerte para retener los brackets durante el tratamiento (soportar las fuerzas masticatorias, no disolverse en el medio químico que se crea en la boca, etc.), pero lo suficientemente lábil como para no dañar el esmalte y permitir una limpieza fácil del adhesivo cuando llega el momento de retirar los brackets (Powers y Messersmith, 2.001).

Los sistemas adhesivos de resina han llegado a ser los de elección en la adhesión de brackets al esmalte. Estos materiales están continuamente mejorando. Cuando se anuncian las mejoras de un sistema adhesivo ortodóncico, los valores de fuerza adhesiva del material suelen ser el principal reclamo, por lo que la medición *in vitro* de las fuerzas de descementado juega un papel importante en la caracterización del potencial adhesivo de los nuevos sistemas (Fox, McCabe y Buckley, 1.994; Eliades y Brantley, 2.000; Powers y Messersmith, 2.001; Akhouni y Mojtahedzadeh, 2.005; Bulut y cols., 2.007).

En líneas generales, los estudios de adhesión en ortodoncia pueden clasificarse en tres grandes grupos, de acuerdo al medio donde se llevan a cabo: estudios *in vitro*, estudios *in vivo* y estudios *ex vivo*.

2.6.1.- ESTUDIOS DE ADHESIÓN *IN VITRO*

La mayoría de los estudios de adhesión en ortodoncia se realizan *in vitro*, ya que llevar a cabo estos tests es relativamente fácil y, si están bien diseñados, se puede controlar bien las variables (Akhouni y Mojtahedzadeh, 2.005). La principal desventaja de este tipo de estudios consiste en que no es posible reproducir las condiciones *in vivo* en el laboratorio, lo que condiciona que la extrapolación de los resultados *in vitro* a la situación clínica deba hacerse con cautela. En el medio oral, el sistema esmalte-adhesivo-bracket está expuesto a numerosos parámetros que no son posibles reproducir *in vitro* como la saliva, los ácidos, las fuerzas masticatorias, el trato recibido por el paciente (Pickett y cols., 2.001), el estrés provocado por los arcos, la presencia de los microorganismos orales y sus productos, así como los cambios de temperatura (Eliades y Brantley, 2.000). A pesar de ello, los estudios *in vitro* son útiles y necesarios como una primera evaluación de las propiedades adhesivas de un material.

El primer objetivo de los test *in vitro* de fuerza adhesiva es medir la fuerza de descementado y el segundo es observar la localización del fallo adhesivo (Powers y Messersmith, 2.001).

2.6.1.1.- Fuerza adhesiva

Los materiales ortodóncicos pueden estar sometidos, básicamente, a 3 tipos de fuerzas o cargas: la tensión, que causa una elongación en la dirección de la carga aplicada, la compresión, que causa una contracción en la dirección de la carga aplicada y la fuerza de cizalla, que causa un desplazamiento de un lado del espécimen respecto al lado opuesto. La fuerza adhesiva se mide en el Sistema Internacional en MPa, donde 1 MPa equivale a 10^6 N/mm² y expresa el cociente entre la fuerza necesaria para descementar el bracket y el área de la base del bracket (Brantley, 2.001; Powers y Messersmith, 2.001).

Los tests de fuerza adhesiva en los materiales ortodóncicos típicamente se han diseñado para fuerzas de cizalla, debido a que simulan el descementado que ocurre durante el tratamiento de ortodoncia (Powers y Messersmith, 2.001). Las fuerzas de tensión o compresión han sido consideradas por muchos investigadores como poco relevantes y carentes de interés por no ajustarse a lo que sucede en la práctica clínica (Eliades y Brantley, 2.000).

Las máquinas para realizar los test de ortodoncia juegan un papel importante. Existen básicamente dos tipos: las “screw-driven” (originalmente desarrollado por Instron Corporation, Canton, MA, USA) y las “servohydraulic” (originalmente desarrollada por MTS systems Corporation, St. Paul, MN, USA), ambas conocidas como máquinas universales de tests. Estas máquinas se pueden emplear en test de tensión, compresión, cizalla, doblado o torsión (Brantley, Eliades y Litsky, 2.001).

Fox, McCabe y Buckley (1.994), Eliades y Brantley (2.000) y Akhoundi y Mojtahedzadeh (2.005) hicieron una amplia revisión bibliográfica de artículos científicos en los que se medían *in vitro* las fuerzas de adhesión de brackets con el fin de evaluar los materiales y métodos empleados por los diferentes autores, así como la validez de los mismos. Los tres grupos de investigación hallaron grandes diferencias en todos los materiales y métodos, por lo que la comparación de los resultados obtenidos entre diferentes estudios se hacía muy difícil.

Desafortunadamente, en la actualidad no existen especificaciones para estandarizar los protocolos en los test de adhesión ortodóncicos. Por ello, se debería hacer un esfuerzo en esta materia.

Existen muchas variables que pueden afectar a los resultados de fuerza adhesiva como son el tipo de diente, la concentración de flúor, la desinfección y medio de mantenimiento del diente tras la extracción, el tiempo transcurrido desde el cementado hasta el descementado, el tipo de carga aplicada (cizalla, tensión o compresión), la velocidad de la cabeza motora, el área de la base del bracket, el análisis estadístico, etc. (Brantley, Eliades y Litsky, 2001; Powers y Messersmith, 2.001).

Ante la ausencia de una guía que estandarice los protocolos para el material y método de los test de adhesión en ortodoncia, algunos autores han tratado de ajustarse a las normas del documento “ISO TR 11405” de la Organización Internacional para la Estandarización para los test de adhesión en odontología conservadora (International Organization for Standardization, 1.994). Este documento marca cuales deben ser las condiciones ideales para estandarizar los test de adhesión en odontología conservadora y de este modo hacerlos comparables entre sí.

2.6.1.2.- Localización del fallo adhesivo

En ortodoncia existen 2 interfases adhesivas, esmalte-material de adhesión y material de adhesión-bracket. El lugar donde ocurre el descementado proporciona información importante de la calidad de la adhesión en cada una de ellas. El material de adhesión ideal en ortodoncia sería aquel en el que se produjese un fallo en el descementado en la interfase esmalte-material adhesivo, ya que disminuye tanto el riesgo de erosionar el esmalte durante el procedimiento de limpieza del adhesivo como el tiempo de sillón necesario para su remoción (Fox, McCabe y Buckley, 1.994). En cambio, para evitar fracturas del esmalte lo ideal sería que el fallo sucediese entre el adhesivo y el bracket (James y cols., 2.003).

Se considera un fallo adhesivo aquel que ocurre entre el material de adhesión y el diente o entre el material de adhesión y el bracket. Los fallos cohesivos son aquellos que pueden ocurrir dentro del diente, dentro del material de adhesión o incluso dentro del bracket (Powers y Messersmith, 2.001).

En los estudios de adhesión de brackets, tras rechazar cualquier adhesivo que produzca fracturas de esmalte en el proceso de descementado, el dato que más nos interesa en la práctica clínica es el adhesivo remanente que permanece en el diente tras el descementado, pues cuanto menos adhesivo quede en el diente, menos riesgo de lesionar el esmalte durante su eliminación y menos tiempo debe emplear el profesional con el paciente.

Desafortunadamente, en la actualidad tampoco existe un método estandarizado para la cuantificación del adhesivo remanente. Clásicamente, el adhesivo remanente se ha determinado de manera visual utilizando el Índice de Adhesivo Remanente (ARI), que fue propuesto por Artun y Bergland en 1.984. Numerosos investigadores lo han utilizado en sus trabajos (James y cols., 2.003; Cal-Neto, Miguel y Zanella, 2.006; Bulut y cols., 2.007; Rosenbach y cols., 2.007; Basaran, Ozer y Kama, 2.009; Penido y cols., 2.009; Abdelnaby y Al-Wakeel, 2.010). Este índice establece las siguientes puntuaciones, 0: no existe adhesivo remanente sobre la superficie del diente, 1: permanece sobre el diente menos de la mitad del adhesivo, 2: más de la mitad del adhesivo remanente se observa sobre el diente y 3: todo el adhesivo ha quedado en el diente.

Diferentes autores han realizado modificaciones de este índice. De este modo Hobson, McCabe y Hogg (2.000) describieron las siguientes puntuaciones, 0: no hay adhesivo en la superficie del diente, 1: menos de 1/3 de la superficie del diente está cubierta de adhesivo, 2: más de 1/3, pero menos de 2/3 de la superficie dentaria está cubierta por adhesivo, 3: más de 2/3, pero menos que toda la superficie del diente está cubierta de adhesivo y 4: toda la superficie del diente se encuentra cubierta por el adhesivo.

Summers y cols. (2.004) y Polat, Karaman y Buyukyilmaz (2.004) también realizaron una modificación del ARI, dando una puntuación de 5 cuando no se observaba adhesivo sobre el esmalte, 4: cuando existía menos del 10 % sobre el esmalte, 3: más del 10% pero menos del 90% del adhesivo quedaba sobre el esmalte, 2: más del 90% del adhesivo permanecía sobre el esmalte y 1: cuando todo el material de adhesión se encontraba sobre el esmalte.

Por otro lado, Signorelli y cols. (2.006) y Turgut y cols. (2.011) realizaron las observaciones y cuantificación del adhesivo sobre la base del bracket en lugar de sobre el esmalte y asignaron, 5: el 100% del adhesivo permanece sobre el bracket, 4: del 100% al 75% del adhesivo permanece sobre el bracket, 3: del 75% al 50% del adhesivo permanece sobre el bracket, 2: del 50% al 25% del adhesivo permanece sobre el bracket, 1: menos del 25% del adhesivo permanece sobre el bracket y 0: no hay adhesivo sobre el bracket.

2.6.2.- ESTUDIOS DE ADHESIÓN *IN VIVO*

Generalmente, en los estudios de adhesión *in vivo* no se evalúa la fuerza de descementado de los brackets sino la tasa de brackets caídos durante un tratamiento de ortodoncia, analizando el tipo de bracket, el lugar, la frecuencia de descementado, etc. (Eliades y Brantley, 2.000).

El diseño de estos trabajos suele ser de “boca partida”, donde las variables a evaluar (diferentes sistemas adhesivos, tratamiento del esmalte previo al cementado, etc.) se introducen en los diferentes cuadrantes de la boca, para evitar sesgos derivados de cementar sólo en los dientes maxilares o en los dientes mandibulares o sólo en la parte derecha o izquierda de la boca, de modo que se cementan los brackets de los cuadrantes diagonalmente opuestos bajo las mismas condiciones (cuadrantes 1-3 y 2-4), (Ireland y Sherriff, 2.002; Polat, Karaman y Buyukyilmaz, 2.004; Summers y cols., 2.004; Pandis y Eliades, 2.005; Burgess, Sherriff e Ireland, 2.006; Signorelli y cols., 2.006; Lill y cols., 2.008).

Al ser estudios *in vivo* y realizarse durante el transcurso de un tratamiento de ortodoncia, los investigadores registran información sobre el tipo de bracket, el arco inicial o secuencia de arcos y el tiempo del estudio en el que se analiza la supervivencia de los brackets. Los brackets que se descementan son repuestos para la adecuada finalización del tratamiento, quedando estos nuevos brackets fuera del estudio. Además, es necesario que un comité ético apruebe el trabajo y que el paciente sea informado y firme su consentimiento.

Por otro lado, también podemos encontrar un reducido número de publicaciones en las que la medición de la fuerza adhesiva de los brackets se realiza directamente *in vivo*, obteniendo un valor numérico. En estos trabajos se utilizan unos alicates conectados a un dinamómetro digital portátil y se procede al descementado del bracket directamente en boca (Pickett y cols., 2.001; Hajrassie y Khier, 2.007; Penido y cols., 2.009).

Algunos investigadores introducen una técnica mixta, de modo que cementan los brackets *in vivo* sobre dientes programados para extracción por prescripción ortodóncica. Tras la exodoncia preparan los especímenes para el test de fuerza adhesiva con una máquina universal de test. Con este procedimiento someten al adhesivo del bracket al estrés del medio oral y el descementado lo realizan de forma controlada *in vitro* (Oncag, Tuncer y Tosun, 2.005; Cal-Neto, Miguel y Zanella, 2.006; Rosenbach y cols., 2.007).

Aunque los estudios *in vivo* puedan parecer los más apropiados para estudiar el comportamiento clínico de los adhesivos, tienen el inconveniente de que no es posible un control total del medio en el que se lleva a cabo el estudio y por tanto la estandarización es complicada (Akhoundi y Mojtahedzadeh, 2.005). Este tipo de estudios son difíciles de llevar a cabo y suelen ser escasos en la literatura.

2.6.3.- ESTUDIOS DE ADHESIÓN *EX VIVO*

Los estudios de adhesión *ex vivo* consisten en procedimientos de análisis de elementos finitos para ver la distribución del estrés en los componentes del sistema esmalte-adhesivo-bracket (Eliades y Brantley, 2.000). Este método está basado en computadoras con las que se simulan las fuerzas aplicadas. Se están haciendo muchos esfuerzos en este campo para mejorar el método y para incluir más detalles y lograr mayor exactitud en las simulaciones, sin embargo, todavía existen muchos parámetros que tienen que ser estudiados (Akhoundi y Mojtahedzadeh, 2.005).

En la literatura científica actual existe confusión por parte de algunos investigadores y se usa como sinónimo los términos *ex vivo* e *in vitro*, ya que se están publicando como *ex vivo* estudios que en realidad son llevados a cabo *in vitro* (Al-Munajed, Gordon y McCabe, 2.000; Larmour, McCabe y Gordon, 2.000; Larmour y

Stirrups, 2.001; Clark, Gordon y McCabe, 2.003; Larmour y Stirrups, 2.003; Basaran, Ozer y Kama, 2.009).

2.7.- ESTUDIOS DE MICROFILTRACIÓN EN ORTODONCIA

En odontología restauradora, la microfiltración se puede definir como el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la pared cavitaria y el material de restauración (Kidd, 1976).

Siempre ha existido un gran interés en conocer la adaptación de los materiales de restauración a las paredes cavitarias, así como la capacidad retentiva de éstos para sellar la cavidad contra el ingreso de fluidos y microorganismos (Mali, Deshpande y Singh, 2.006). La contracción de polimerización está presente en todos los composites de restauración dental y da lugar a la aparición de microfiltración en los márgenes de la restauración, siendo ésta uno de los principales problemas en la clínica. Dicha contracción depende de muchos factores, como el porcentaje de relleno, la cantidad de matriz orgánica (resina), el módulo de elasticidad, el porcentaje de conversión del monómero, el ritmo de polimerización, etc. (Ferracane y Mitchem, 2.003; Calabró y cols., 2.004; James y cols., 2.003).

Está bien documentado que la microfiltración puede causar hipersensibilidad al diente, decoloración dental, caries recurrente, daño pulpar y acelerar el deterioro del material de restauración (Calabró y cols., 2.004; Mali, Deshpande y Singh, 2.006).

En la actualidad, existen muchos estudios que evalúan la microfiltración de los materiales de restauración dental, ya que es un marcador importante para clínicos e investigadores a la hora de predecir el comportamiento clínico de los materiales (Ferracane y Mitchem, 2.003; Calabró y cols., 2.004; Mali, Deshpande y Singh, 2.006, etc.). Sin embargo, la literatura científica acerca de microfiltración y de sus consecuencias clínicas en ortodoncia es escasa (James y cols., 2.003; Arhun y cols., 2.006; Arikan y cols., 2.006; Baysal y cols., 2.008; Uysal y cols., 2.008; Ramoglu y cols., 2.009; Ulker y cols., 2.009; Vicente, Ortiz y Bravo, 2.009; Uysal y cols., 2.009 a; Uysal y cols., 2.009 b; Abdelnaby y Al-Wakeel, 2.010; Uysal y cols., 2.010 a; Uysal y cols., 2.010 b). Numerosos estudios han puesto de manifiesto la importancia de este

fenómeno en el ámbito de la ortodoncia, ya que independientemente del método de polimerización, el adhesivo empleado y el tipo de bracket usado, todos los autores evidenciaron un mayor o menor grado de microfiltración en sus estudios (James y cols., 2.003; Arhun y cols., 2.006; Arikan y cols., 2.006; Ramoglu y cols., 2.009; Ulker y cols., 2.009, Vicente, Ortiz y Bravo, 2.009).

La contracción de polimerización del material adhesivo de brackets en la interfase esmalte-adhesivo produce microfisuras que contribuyen a la microfiltración, lo que favorece la presencia de bacterias debajo de los brackets, siendo éste un factor de riesgo para desarrollar manchas blancas por desmineralización debajo del bracket, lo cual es especialmente importante en pacientes portadores de ortodoncia con tratamientos de larga duración (Sukontapatipark y cols., 2.001; James y cols., 2.003; Arikan y cols., 2.006; Arhun y cols., 2.006; Bulut y cols., 2.007; Uysal y cols., 2.008, Ramoglu y cols., 2.009; Ulker y cols., 2.009).

Estudios recientes también han centrado su interés en la microfiltración de las bandas ortodóncicas cementadas sobre molares. Uysal y cols. (2.010 a) llevaron a cabo su estudio utilizando como materiales de adhesión, un cemento ionómero de vidrio convencional (Ketac-Cem, 3M), un ionómero modificado con resina (Multi-Cure, 3M) y un composite para cementado (Transbond Plus, 3M) y pudieron observar que en todos los casos aparecía microfiltración. Este mismo grupo de investigación (Uysal y cols., 2.010 b) también evaluó el efecto de 3 tipos diferentes de lámparas de polimerizar, halógena, lámpara de diodo emisor de luz (LED) y arco de plasma, en la producción de microfiltración y concluyeron que las lámparas de mayor intensidad (arco de plasma) provocaron más microfiltración en la interfase material de adhesión-esmalte que las lámparas LED y halógenas.

Otras investigaciones han puesto especial interés en la microfiltración alrededor de los retenedores linguales. Todas ellas ponen de manifiesto que la microfiltración en la interfase adhesivo-esmalte es menor que la existente en la interfase adhesivo-retenedor, pudiendo la microfiltración en esta interfase comprometer la durabilidad del retenedor. Baysal y cols. (2.008) observaron que en la interfase adhesivo-retenedor, las lámparas de alta intensidad (LED y arco de plasma) producían una microfiltración significativamente mayor que las lámparas halógenas convencionales. Por otro lado,

Uysal y cols. (2.009 a) no recomiendan el uso de composites fluidos para el cementado de los retenedores linguales porque producen mayor microfiltración en la interfase adhesivo-retenedor que los materiales de adhesión tradicionales. Además, este grupo de investigación (Uysal y cols., 2.009 b) rechaza los nuevos adhesivos a base de calcio-fosfato para el cementado de estos retenedores, ya que provocaron mayor microfiltración que los convencionales.

3.- OBJETIVOS

- 1.- Medir el pH de diferentes bebidas refrescantes.

- 2.- Evaluar *in vitro* el efecto de Coca-Cola® y Schweppes® Limón en la fuerza adhesiva de brackets ortodóncicos adheridos a esmalte bovino usando el sistema de adhesión Transbond® XT (TXT).

- 3.- Evaluar *in vitro* el efecto de Coca-Cola® y Schweppes® Limón en la cantidad de adhesivo remanente sobre el diente tras el descementado de brackets.

- 4.- Evaluar *in vitro* el efecto de Coca-Cola® y Schweppes® Limón en la producción de microfiltración en las interfases esmalte-adhesivo y adhesivo-bracket.

- 5.- Observar mediante MEB el efecto de Coca-Cola® y Schweppes® Limón sobre el esmalte intacto y el esmalte grabado y sellado con el imprimador del sistema de adhesión TXT.

4.- MATERIAL Y MÉTODOS

4.1.- DIENTES

Se utilizaron 228 incisivos inferiores bovinos extraídos de vacas sacrificadas para el consumo humano, con una edad entre 12 y 18 meses. Para su selección, los dientes debían estar libres de caries y no presentar ninguna fractura en el esmalte. Las exodoncias se realizaron con la precaución de no tocar la superficie vestibular de los dientes.

Tras realizar las exodoncias, los dientes se introdujeron en agua destilada. Seguidamente, se procedió a la remoción de todos los restos orgánicos adheridos a la superficie radicular y se sumergieron en una solución de timol al 0,1% durante 24 horas para evitar el crecimiento bacteriano. Posteriormente, los dientes se almacenaron en agua destilada hasta el momento de su uso, cambiando la misma una vez al día, con el fin de minimizar el deterioro.

De los 228 dientes, 60 se utilizaron en el test de fuerza adhesiva, 60 en el test de microfiltración y 108 en las observaciones mediante MEB.

4.2.- BRACKETS

Se utilizaron 120 brackets metálicos de incisivos centrales superior (Victory Series[®], 3M Unitek Dental Products, Monrovia, California, USA), de los cuales 60 se utilizaron para el test de fuerza adhesiva y 60 para el test de microfiltración. Se calculó el área de la base del bracket usando un equipo de análisis de imagen (Sony dxc 151-ap video-cámara, conectada a un microscopio Olympus SZ11) y el software MIP-4 (Microm Image Processing Software. Digital Image Systems, Barcelona, España). El área de la base de cada bracket se seleccionó por segmentación de los niveles de gris que se ajustaban al bracket (Figura 3). La imagen fue calibrada empleando papel milimetrado como referencia de unidades reales. Posteriormente se calculó la media aritmética de las áreas obtenidas, resultando un área media de 10'25 mm².

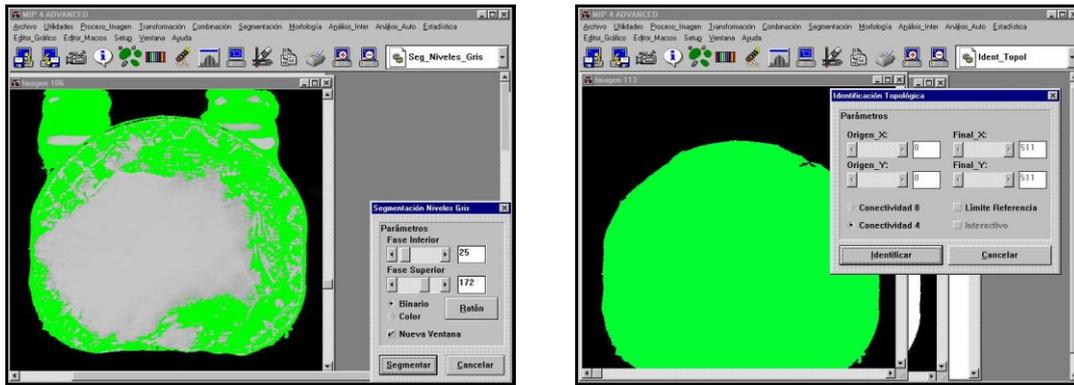


Figura 3. Selección del área de la base del bracket por segmentación de los niveles de gris.

4.3.- CEMENTADO DE BRACKETS

Los 120 brackets se cementaron en la superficie vestibular de los dientes con el sistema adhesivo ortodóncico de resina TXT (3M Unitek Dental Products, Monrovia, California, USA), siguiendo las instrucciones dadas por el fabricante. Se pulió la superficie vestibular de los dientes con copa de goma y pasta de pulir sin flúor (Détartine[®], Septodont, Saint-Maur, France), posteriormente se grabó con ácido fosfórico al 37% en gel (Total Etch[®], Ivoclar, Vivadent. Schaan, Liechtenstein) durante 30 segundos, se lavó con abundante agua y se secó hasta observar en la superficie grabada el característico color blanco tiza, indicativo de que el grabado del esmalte ha sido eficaz. Tras el grabado se aplicó una capa delgada y uniforme del imprimador TXT. Sobre la base del bracket se aplicó la pasta adhesiva TXT y se colocó el bracket sobre el diente presionando firmemente. Se eliminó el exceso de adhesivo de alrededor de la base del bracket con una sonda y se fotopolimerizó 10 segundos en cada lado interproximal con la lámpara Ortholux[®] XT (3M Unitek Dental Products, Monrovia, California, USA). La intensidad de la lámpara se midió previamente a cada sesión de trabajo con el radiómetro Model 100 (Optilux Radiometer P/N 10503, Danburg, USA), con el fin de asegurarnos una intensidad superior a 450mW/cm².

En la Tabla 2 se muestra la composición química del sistema TXT, de acuerdo a la “hoja de seguridad de materiales” (*material safety data sheet*) proporcionadas por el fabricante.

Tabla 2. Composición química del sistema TXT.

Producto	Composición	% en Peso
Pasta adhesiva	Silano tratado con cuarzo.	70 - 80
	Bisfenol A diepoxipropil éter dimetacrilato.	10 - 20
	Bisfenol A Bis (2-Hidroxietil éter) dimetacrilato.	5 - 10
	Silano tratado con sílice.	< 2
Imprimador	Trietilenglicol dimetacrilato.	45 - 55
	Bisfenol A diepoxipropil éter dimetacrilato.	45 - 55

4.4.- MEDICIÓN DE pH DE DIFERENTES BEBIDAS REFRESCANTES

Se midió el pH de las bebidas Coca-Cola[®], Schweppes[®] Limón, Fanta[®] Limón, Fanta[®] Naranja, Sprite[®] y Red Bull[®]. Las mediciones se realizaron con un pH-metro electrónico (Schott[®]. Mainz, Germany) en los laboratorios del Servicio de Apoyo a la Investigación (SAI) de la Universidad de Murcia, realizando 3 mediciones para cada bebida y obteniendo el valor medio. Las mediciones se hicieron de latas diferentes.

4.5.- ALMACENAMIENTO DE LOS ESPECÍMENES Y GRUPOS EXPERIMENTALES

Los 120 dientes con brackets cementados se dividieron aleatoriamente en tres grupos, de acuerdo al medio de almacenamiento:

Grupo control (n=40): Los especímenes se sumergieron 15 días en saliva artificial, cambiando la misma 1 vez al día. La saliva artificial se fabricó a partir de la siguiente fórmula: 400 mg NaCl, 1.210 mg KCl, 780 mg NaH₂PO₄·2H₂O, 5 mg Na₂S·9H₂O, 1.000mg CO(NH₂)₂ y 1.000 ml de agua destilada. Posteriormente, se le añadió una disolución 10N de hidróxido sódico a la mezcla hasta conseguir un pH de 6,75 +/- 0,15. (Oncag, Tuncer y Tosun, 2.005).

Grupo Coca-Cola[®] (n=40). Asumiendo que una persona puede consumir este tipo de bebida 3 veces al día y que el periodo de consumición podría ser de 15 minutos, los dientes estuvieron sumergidos en Coca-Cola[®] durante 15 minutos y luego en saliva artificial durante 2 horas. Este procedimiento se repitió 3 veces al día durante 15 días. Los dientes permanecieron en saliva artificial el resto del tiempo.

Grupo Schweppes[®] Limón (n=40). Los dientes se sumergieron en Schweppes[®] Limón siguiendo el mismo procedimiento que para el grupo Coca-Cola[®].

Tanto Coca-Cola[®] como Schweppes[®] Limón procedían cada vez de una lata nueva, que se mantenía refrigerada a 5 °C. La saliva artificial permaneció a temperatura ambiente en todo momento. Después de cada inmersión en la bebida refrescante, los dientes fueron pulverizados con agua destilada para limpiarlos. La cara vestibular de los dientes siempre estuvo colocada hacia arriba en el recipiente de almacenamiento.

4.6.- TEST DE FUERZA ADHESIVA

Se utilizaron 60 dientes con brackets cementados, 20 de cada grupo (grupo control, grupo Coca-Cola[®] y grupo Schweppes[®] Limón). Tras los ciclos de inmersión descritos anteriormente, los especímenes se lavaron con agua destilada, se secaron con la jeringa de aire del equipo dental y se montaron en un cilindro de PVC de 2,5 cm de diámetro y 4 cm de longitud, sumergiendo las raíces en yeso tipo IV y dejando expuesta la corona con el bracket.

La resistencia a las fuerzas de cizalla se midió en una máquina universal de ensayos (Autograph AGS-1KND, Shimadzu, Kyoto, Japan), en cuya célula de carga (capacidad 1KN) se acopló un vástago de acero con una terminación en bisel de 30° (Figura 4). Los especímenes se montaron verticalmente en la máquina, orientándolos de modo que la terminación biselada del vástago metálico incidiera en la zona entre la base y las aletas del bracket ejerciendo una fuerza paralela a la superficie del diente en dirección inciso-apical (Figura 5). La velocidad de la cabeza de la máquina fue de 1mm/min (International Organization for Standardization, 1994). La fuerza requerida para descementar el bracket se registró en Newtons (N) y al dividirla por el área de la base del bracket se obtuvo la fuerza de adhesión en Megapascals (MPa = N/mm²).



Figura 4. Máquina universal de ensayos.



Figura 5. Detalle del vástago incidiendo sobre el bracket.

4.7.- CUANTIFICACIÓN DEL ADHESIVO REMANENTE

Tras el descementado de los brackets, se determinó el porcentaje del área de adhesivo sobre la base del bracket empleando un equipo de análisis de imagen y el software MIP 4. Las imágenes fueron captadas por una cámara de vídeo conectada a una lupa Olympus SZ11. La imagen obtenida en el monitor del equipo informático fue de 400 aumentos (Figura 6). La selección del área ocupada por el adhesivo se realizó manualmente con el ratón (Figura 7), mientras que el área de referencia de la base del bracket se seleccionó por segmentación de los niveles de gris que se ajustaban al bracket (Figura 8). Las dos imágenes fueron calibradas empleando papel milimetrado como referencia de unidades reales. Los parámetros valorados fueron: el área de la base del bracket y el área de las zonas con adhesivo, obteniendo de este modo para cada bracket el porcentaje de área cubierta de adhesivo (Figura 9). De la diferencia entre el 100% del adhesivo y el porcentaje de área cubierta de adhesivo en el bracket se obtuvo el porcentaje de área ocupada por adhesivo en el diente tras el descementado (Vicente, 2.003).

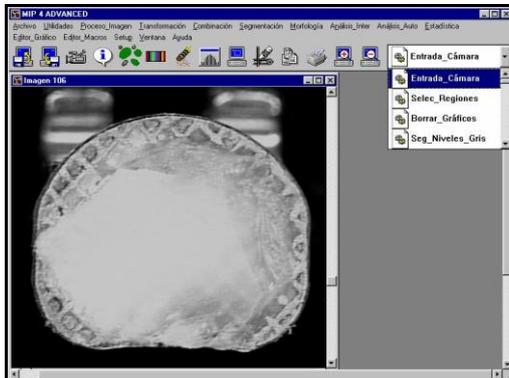


Figura 6. Base del bracket con el adhesivo a 400 aumentos.

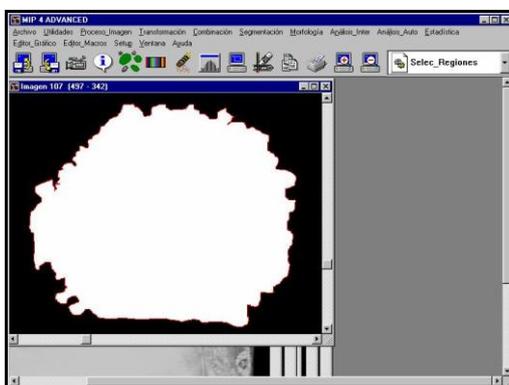


Figura 7. Selección del área ocupada por el adhesivo.

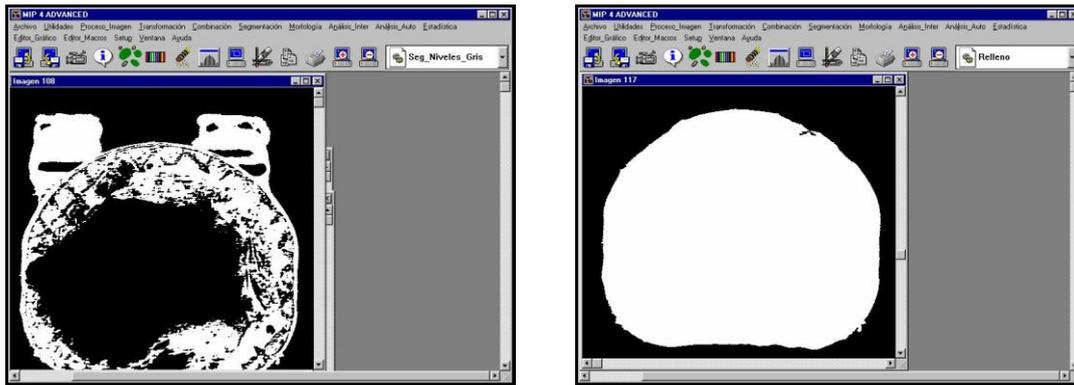


Figura 8. Cálculo del área de la base del bracket por segmentación de los niveles de gris.

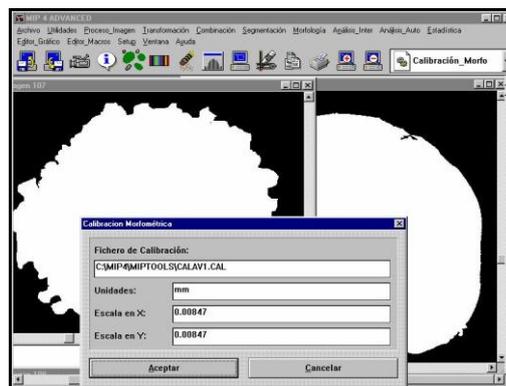


Figura 9. Cálculo del porcentaje de área ocupada por adhesivo sobre la base del bracket.

Todas las observaciones fueron realizadas por el mismo investigador. Con el fin de determinar el error intra-examinador, se cuantificó el porcentaje de área ocupada por adhesivo en el bracket de 25 especímenes en dos ocasiones, con un intervalo de 3 semanas entre ambas mediciones. Los resultados de la primera y la segunda medición se evaluaron con el test de correlación de Pearson, obteniendo una correlación significativa entre las primeras y las segundas mediciones ($R= 0,97$, $P= 0,01$).

4.8.- TEST DE MICROFILTRACIÓN

Se utilizaron 60 dientes con brackets cementados, 20 de cada grupo (grupo control, grupo Coca-Cola® y grupo Schweppes® Limón). Tras los ciclos de inmersión en las bebidas refrescantes y en la saliva artificial, los especímenes se lavaron con agua destilada, se secaron con la pistola del equipo dental y se cubrieron con dos capas de barniz de uñas (Resist and Shine, L'OREAL, Paris, France), dejando sin cubrir un

milímetro alrededor de los bordes de la base del bracket. Posteriormente, se sumergieron en una solución de azul de metileno al 1% durante 24 horas.

Para evitar la penetración del tinte a través del foramen apical, los dientes se colocaron verticalmente en un contenedor manteniendo las raíces hacia arriba y fueron sujetadas mediante una rejilla, de tal modo que el azul de metileno sólo cubría la corona del diente y el tercio gingival de la raíz.

Trascurridas 24 horas, los dientes fueron cortados longitudinalmente en sentido inciso-apical con pieza de mano y disco de diamante (Horico[®], Berlín, Alemania) bajo abundante refrigeración acuosa. Se realizaron 4 cortes por espécimen y se estudiaron las 3 secciones mediales, correspondientes a la zona central del bracket y ambos laterales. Seguidamente, se hizo un corte transversal para separar las 3 secciones de la raíz, se lavaron con agua y se secaron con la pistola del equipo dental (Figura 10).



Figura 10. Detalle de las 3 secciones realizadas a cada espécimen.

Cada sección fue examinada por ambas caras, lo que dio lugar a un total de 6 observaciones por espécimen. En cada cara se determinó con un equipo de análisis de imagen y el software MIP-4 el porcentaje de microfiltración (en mm) en la interfase esmalte-adhesivo y adhesivo-bracket, tanto en el margen incisal como en el gingival del bracket, con una magnificación de 100 aumentos (Figura 11).

El porcentaje de microfiltración total en la interfase esmalte-adhesivo y adhesivo-bracket se obtuvo mediante la suma de los porcentajes de microfiltración observados en incisal y gingival de cada interfase. Para cada espécimen, el porcentaje de

microfiltración tanto en la interfase esmalte-adhesivo como en la interfase adhesivo-bracket se obtuvo realizando la media de los porcentajes de microfiltración de las 6 observaciones realizadas (Vicente, Ortiz y Bravo, 2.009).

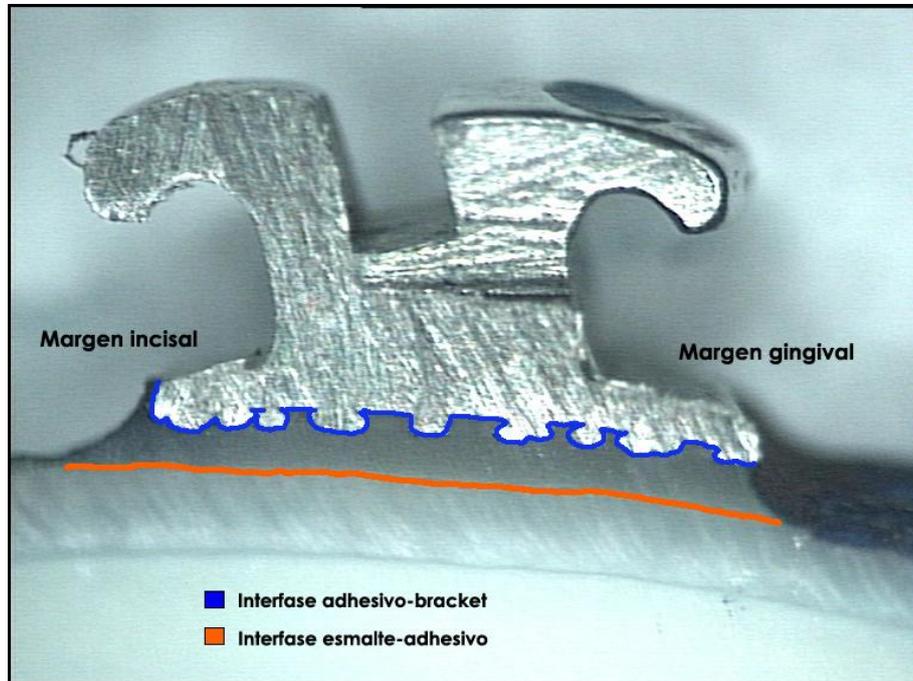


Figura 11. Imagen donde se observan a 100 aumentos las interfases esmalte-adhesivo y adhesivo-bracket, así como el margen incisal y gingival.

Todas las observaciones fueron realizadas por el mismo investigador. Con el fin de determinar el error intra-examinador se examinaron 25 secciones en dos ocasiones, con un intervalo de 3 semanas entre ellas. A los datos del porcentaje de microfiltración en las interfases esmalte-adhesivo y adhesivo-bracket, obtenidos de la primera y la segunda medición, se les aplicó el test de correlación de Pearson, obteniendo un correlación significativa ($R= 0,99$, $P= 0,01$).

4.9.- OBSERVACIONES MEDIANTE MEB

Para las observaciones al MEB se utilizaron 108 dientes que se dividieron aleatoriamente en 2 grupos:

- 1.- Esmalte Intacto ($n=54$). La superficie vestibular se pulió con copa de goma y pasta de pulir sin flúor.

2.- Esmalte grabado y sellado con el imprimador TXT (n=54). La superficie vestibular se pulió con copa de goma y pasta de pulir sin flúor. Posteriormente, se grabó con ácido ortofosfórico al 37% durante 30 segundos, se lavó con abundante agua y se secó con la pistola del equipo dental. Seguidamente, se aplicó el imprimador TXT y se polimerizó 20 segundos.

De los 54 especímenes que componían cada grupo, 18 se introdujeron en saliva artificial, 18 en Coca-Cola® y 18 en Schweppes® Limón (Figura 12). Se siguieron los mismos ciclos de inmersión que los descritos en la sección “Almacenamiento de los especímenes y grupos experimentales” (pág. 34). Posteriormente, los dientes se lavaron con agua destilada, se cortaron las raíces con un disco de diamante y pieza de mano y se secaron con aire del equipo dental.

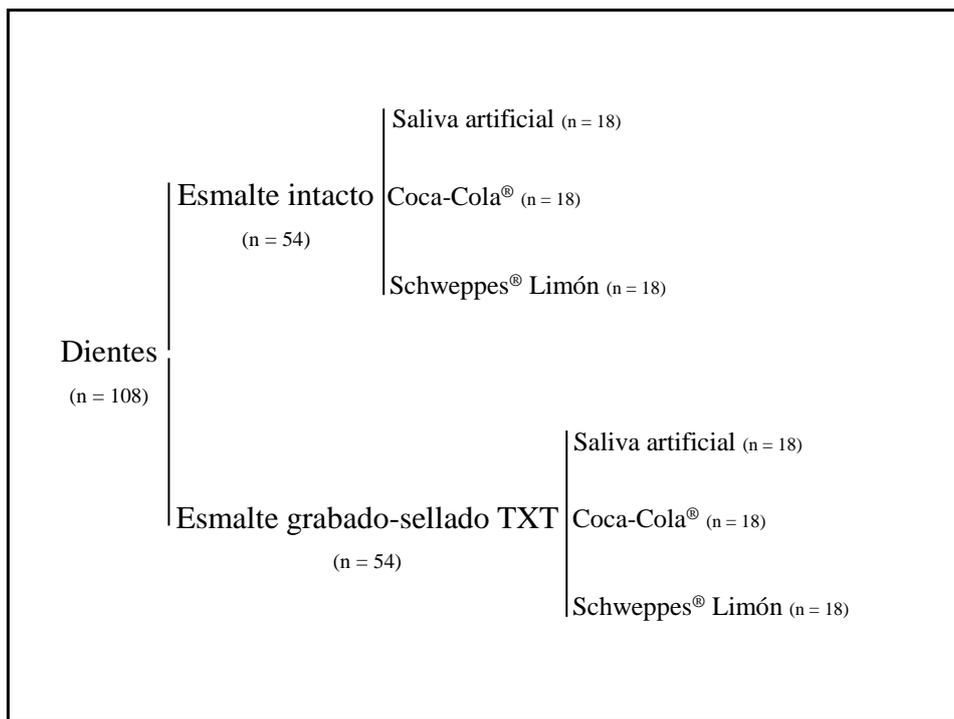


Figura 12. Distribución de los dientes para las observaciones al MEB.

Seguidamente, se colocaron las coronas de los dientes sobre unas platinas con la cara vestibular hacia arriba, se limpiaron con un pincel y aire a presión para eliminar los posibles residuos y fueron metalizadas con una fina capa de oro (Figura 13), mediante una metalizadora eléctrica (SEM Coating System. BIO-RAD. Polaron Division), para poder ser observadas al MEB (JEOL Scanning microscope. JSM-6.100. Tokyo, Japan)

(Figura 14), a 20 KV. Se capturaron imágenes digitalmente con una magnificación de 50, 100, 500 y 1.000 aumentos para su posterior análisis.



Figura 13. Platina con las coronas metalizadas, preparada para ser observada al MEB.



Figura 14. MEB

4.10.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se sometieron a tratamiento estadístico con el programa SPSS 15.0 para Windows (SPSS 15.0, Inc. Chicago, IL USA).

4.10.1.- Fuerza adhesiva

Se llevó a cabo un estudio estadístico descriptivo obteniendo la media, la mediana, la desviación típica, el intervalo de confianza para la media al 95% (int. conf. al 95%) y el rango de los valores de fuerza adhesiva obtenidos en cada grupo.

La prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov detectó que los datos de la fuerza adhesiva de los grupos control ($p = 0,01$) y Coca-Cola[®] ($p = 0,02$) no seguían el patrón de una distribución normal (Tabla 3). La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene reveló la existencia de homogeneidad entre las varianzas de los grupos estudiados ($p = 0,45$). El nivel de significación fijado para estas pruebas fue $p < 0,05$.

Tabla 3. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov a los valores de fuerza adhesiva.

Grupo	P < 0,05*
Control	0,01*
Coca-Cola [®]	0,02*
Schweppes [®] Limón	0,20

Cuando los datos que se quieren comparar no se ajustan a una distribución normal o no cumplen con la homogeneidad de varianzas, se recurre a las denominadas pruebas estadísticas no paramétricas. Mediante el test de Kruskal-Wallis se valoró la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) en la fuerza adhesiva de los distintos grupos.

4.10.2.- Porcentaje de área ocupada por adhesivo sobre el diente

Se hallaron los estadísticos descriptivos del porcentaje de área de adhesivo sobre el diente (media, mediana, desviación típica, intervalo de confianza para la media al 95% y rango).

A los valores del porcentaje de área de adhesivo sobre el diente se les realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, obteniendo que los datos del grupo control ($p = 0,03$) no se distribuían normalmente (Tabla 4). La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene encontró homogeneidad entre las varianzas de los tres grupos analizados ($p = 0,60$). El nivel de significación fijado para estas pruebas fue $p < 0,05$.

Tabla 4. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov a los valores del porcentaje de área de adhesivo sobre el diente.

Grupo	P < 0,05*
Control	0,03*
Coca-Cola®	0,06
Schweppes® Limón	0,05

Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis a los valores del porcentaje de área ocupada sobre el diente para evaluar la presencia de diferencias significativas entre los tres grupos ($p < 0,05$).

4.10.3.- Microfiltración

4.10.3.1.- Microfiltración en la interfase esmalte-adhesivo

Se hallaron los estadísticos descriptivos (media, mediana, desviación típica, intervalo de confianza para la media al 95% y rango) del porcentaje de microfiltración en la interfase esmalte-adhesivo.

A los valores del porcentaje de microfiltración en la interfase esmalte adhesivo se les aplicó el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, obteniendo que los datos de los tres grupos presentaban una distribución normal (Tabla 5). La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene determinó que no existía homogeneidad de varianzas ($p = 0,01$). El nivel de significación fijado para estas pruebas fue $p < 0,05$.

Tabla 5. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov a los valores del porcentaje de microfiltración en la interfase esmalte-adhesivo.

Grupo	P < 0,05*
Control	0,09
Coca-Cola®	0,20
Schweppes® Limón	0,20

Los datos del porcentaje de microfiltración de la interfase esmalte-adhesivo se analizaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$), detectando aquellos grupos significativamente diferentes entre sí con el test de Mann-Whitney para dos muestras independientes. Con el fin de evitar la acumulación de errores por comparaciones múltiples, se realizó la corrección de Bonferroni, mediante la cual el nivel de significación se modificó dividiendo éste ($p < 0,05$) entre el número de comparaciones realizadas y se consideró significativo $p < 0,017$.

4.10.3.2.- Microfiltración en la interfase adhesivo-bracket

Se llevó a cabo el estudio estadístico descriptivo (media, mediana, desviación típica, intervalo de confianza para la media al 95% y rango) del porcentaje de microfiltración en la interfase adhesivo-bracket.

La prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov detectó que los datos del porcentaje de microfiltración en la interfase adhesivo-bracket no seguían el patrón de una distribución normal en ninguno de los grupos (Tabla 6). La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene reveló la existencia de homogeneidad entre las varianzas de los grupos estudiados ($p = 0,54$). El nivel de significación fijado para estas pruebas fue $p < 0,05$.

Tabla 6. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para los valores del porcentaje de microfiltración en la interfase adhesivo-bracket.

Grupo	P < 0,05*
Control	0,03*
Coca-Cola®	0,00*
Schweppes® Limón	0,02*

La existencia de diferencias significativas entre los grupos se evaluó mediante el test de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) y el test de Mann-Whitney para dos muestras independientes, modificando para este último test el nivel de significación mediante la corrección de Bonferroni ($p < 0,017$).

5.- RESULTADOS

5.1.- pH DE DIFERENTES BEBIDAS REFRESCANTES

En la tabla 7 se muestran los resultados obtenidos de las mediciones del pH de las diferentes bebidas evaluadas.

Tabla 7. pH de diferentes bebidas refrescantes.

Bebida	n	Media	Intervalo
Coca-Cola®	3	2,40	2,39-2,41
Schweppes® Limón	3	2,55	2,55-2,55
Fanta® Limón	3	2,57	2,57-2,58
Sprite®	3	2,65	2,64-2,65
Fanta® Naranja	3	3,01	3,01-3,01
Red Bull® Energy drink	3	3,22	3,22-3,23

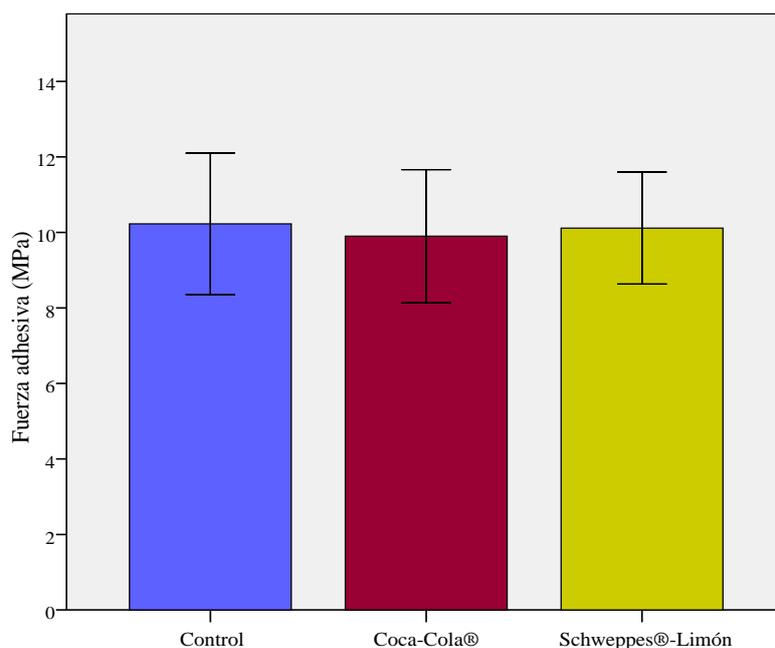
5.2.- TEST DE FUERZA ADHESIVA

En la tabla 8 se pueden observar los estadísticos descriptivos de los valores de fuerza adhesiva de cada uno de los grupos estudiados.

Tabla 8. Fuerza de adhesión (MPa).

Grupos	n	Media	Mediana	Desviación típica	Int. conf. al 95%	Rango
Control	20	10,22	8,09	4,18	8,26-12,18	13,41
Coca-Cola®	20	9,90	8,75	3,94	8,05-11,74	14,68
Schweppes Limón®	20	10,11	9,95	3,31	8,56-11,66	11,80

El test de Kruskal-Wallis no detectó diferencias estadísticamente significativas entre los valores de fuerza adhesiva de los tres grupos ($p = 0,89$) (Gráfica 1).



Gráfica 1. No se detectaron diferencias significativas en la fuerza adhesiva de los diferentes grupos ($p = 0,89$).

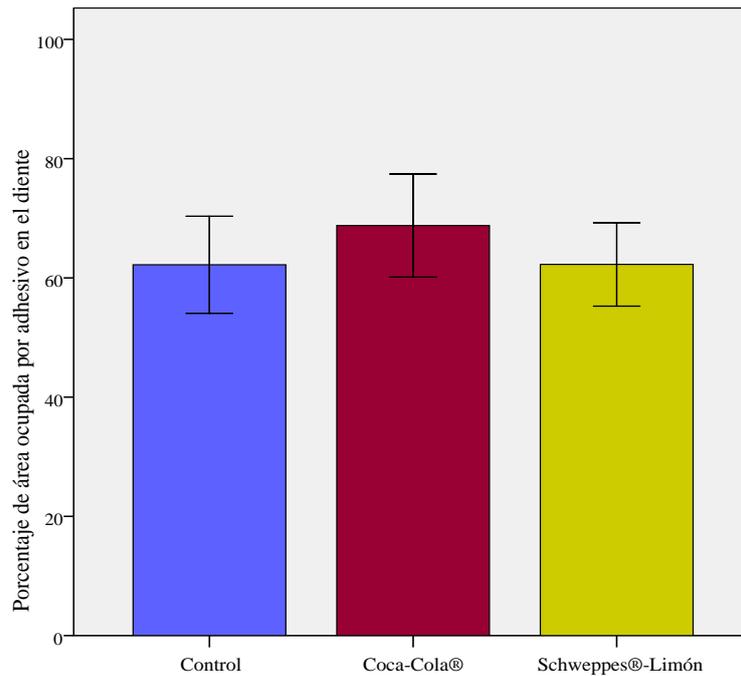
5.3.- CUANTIFICACIÓN DEL ADHESIVO REMANENTE

Los estadísticos descriptivos del porcentaje de área ocupada por adhesivo sobre el diente se recogen en la tabla 9.

Tabla 9. Porcentaje de área ocupada por adhesivo en el diente.

Grupos	n	Media	Mediana	Desviación típica	Int. conf. al 95%	Rango
Control	20	62,19	66,24	18,18	53,68-70,71	74,02
Coca-Cola®	20	68,77	74,17	19,34	59,71-77,82	74,58
Schweppes Limón®	20	62,26	65,81	15,64	54,94-69,58	71,16

El test de Kruskal-Wallis no detectó diferencias significativas entre los tres grupos para el porcentaje de área ocupada por adhesivo sobre el diente ($p = 0,11$) (Gráfica 2).



Gráfica 2. No se detectaron diferencias significativas en el porcentaje de área ocupada por adhesivo sobre el diente entre los tres grupos ($p = 0,11$).

5.4.- TEST DE MICROFILTRACIÓN

5.4.1.- Microfiltración en la interfase esmalte-adhesivo

En la tabla 10 se muestran los estadísticos descriptivos del porcentaje de microfiltración en la interfase esmalte-adhesivo.

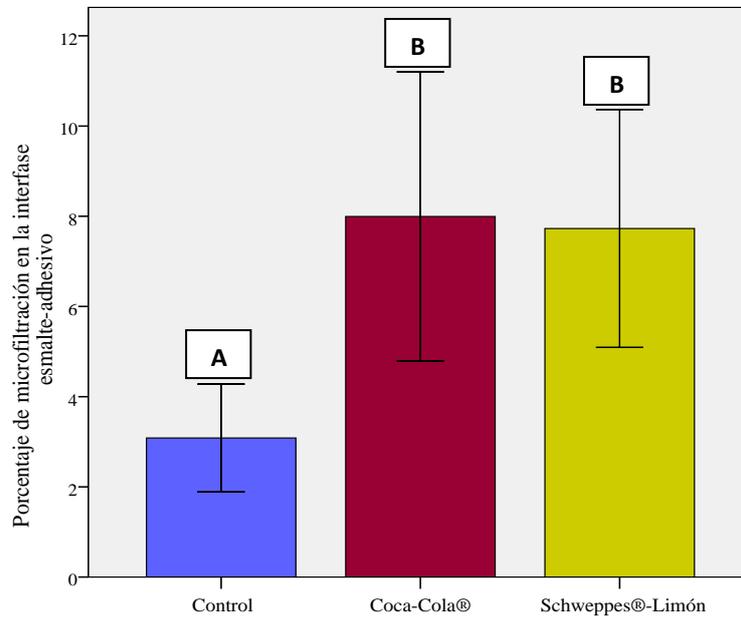
Tabla 10. Porcentaje de microfiltración en la interfase esmalte-adhesivo.

Grupos	ESMALTE-ADHESIVO						
	n	Media	Mediana	Desviación típica	Int. conf. al 95%	Rango	P*
Control	20	3,08	2,18	2,67	1,83-4,33	11,49	A
Coca-Cola®	20	7,99	6,22	7,16	4,64-11-35	31,97	B
Schweppes® Limón	20	7,72	6,68	5,89	4,96-10,48	18,38	B

* Letras diferentes indican la existencia de diferencias significativas entre grupos.

El test de Kruskal-Wallis encontró diferencias significativas entre los tres grupos ($p = 0,00$) y el test de Mann-Whitney detectó que tanto el grupo Coca-Cola® como Schweppes® Limón tenían valores de microfiltración significativamente mayores que el

grupo control ($p = 0,00$ y $p = 0,01$ respectivamente). El porcentaje de microfiltración para el grupo Coca-Cola® y Schweppes® Limón fue similar ($p = 0,84$) (Gráfica 3).



Gráfica 3. Porcentaje de microfiltración en la interfase esmalte-adhesivo. Letras diferentes indican la existencia de diferencias significativas entre grupos. $P < 0,017$.

En la figura 15 se puede observar la presencia de microfiltración en la interfase esmalte-adhesivo.

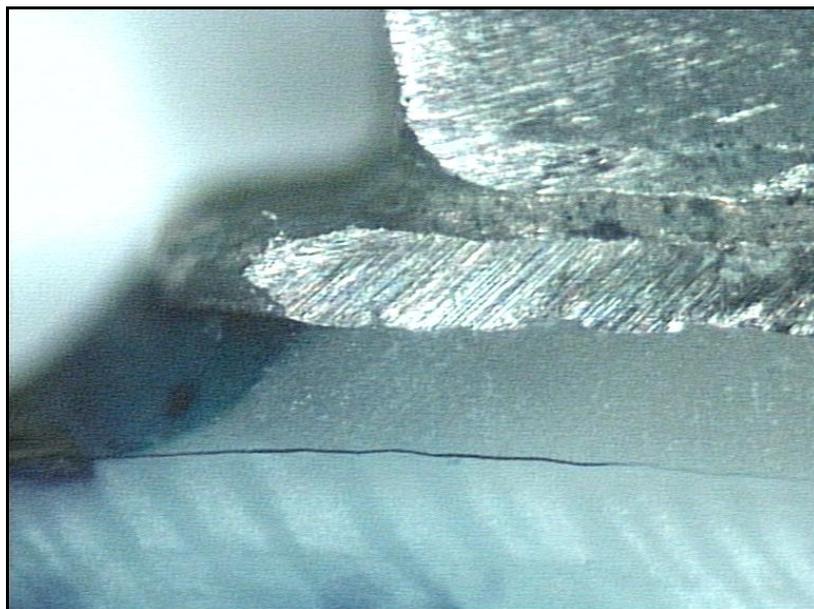


Figura 15. Microfiltración en la interfase esmalte-adhesivo a 100 aumentos de un espécimen del grupo Schweppes® Limón.

5.4.2.- Microfiltración en la interfase adhesivo-bracket

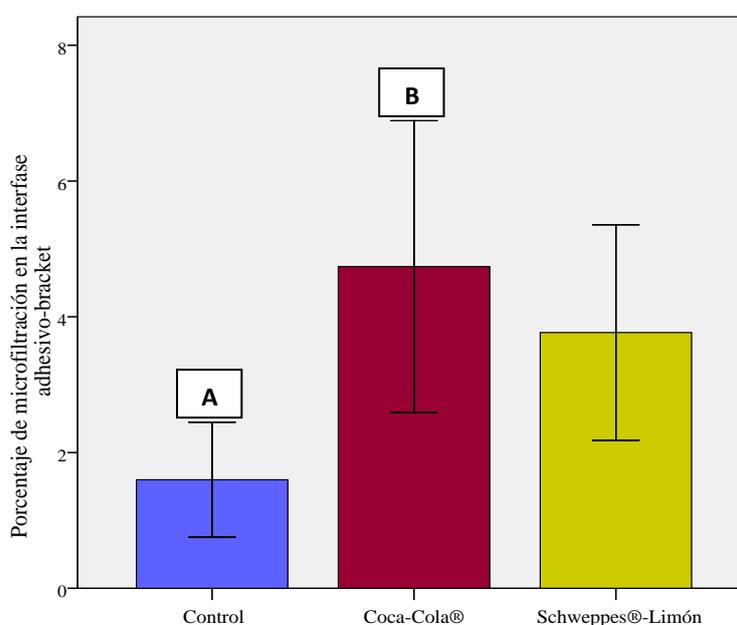
Los estadísticos descriptivos del porcentaje de microfiltración en la interfase adhesivo-bracket se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Porcentaje de microfiltración en la interfase adhesivo-bracket

Grupos	ADHESIVO – BRACKET						
	n	Media	Mediana	Desviación típica	Int. conf. al 95%	Rango	P*
Control	20	1,59	1,51	1,89	0,71-2,48	7,89	A
Coca-Cola®	20	4,73	3,99	4,8	2,48-6,98	19,85	B
Schweppes® Limón	20	3,76	2,31	3,55	2,10-5,42	11,91	

* Letras diferentes indican la existencia de diferencias significativas entre grupos. La ausencia de letra indica que no existen diferencias significativas con ningún grupo. $P < 0,017$.

El test de Kruskal-Wallis detectó diferencias significativas en la microfiltración observada en la interfase adhesivo-bracket de los grupos estudiados ($p = 0,01$) y el test de Mann-Whitney encontró que el grupo Coca-Cola® producía una microfiltración significativamente mayor que el grupo control ($p = 0,00$). La microfiltración obtenida con Schweppes® Limón no difería significativamente de la observada con Coca-Cola® y el grupo control ($p = 0,52$ y $p = 0,30$ respectivamente) (Gráfica 4).



Gráfica 4. Porcentaje de microfiltración en la interfase adhesivo-bracket. Letras diferentes indican la existencia de diferencias significativas entre grupos. La ausencia de letra indica que no existen diferencias significativas con ningún grupo. $P < 0,017$.

En la figura 16 se observa microfiltración en la interfase adhesivo-bracket.



Figura 16. Microfiltración en la interfase adhesivo-bracket a 100 aumentos de un espécimen del grupo Coca-Cola®.

5.5.- OBSERVACIONES MEDIANTE MEB

5.5.1.- Grupo control

Los dientes con esmalte intacto que fueron sumergidos en saliva artificial no sufrieron erosión. En las imágenes a 50, 100, 500 y 1.000 aumentos se observó una superficie de esmalte inalterada, con las características morfológicas típicas del esmalte superficial, como son las periquimatías, líneas de imbricación de Pickerill, ranuras, surcos, etc. (Figuras 17, 18, 19 y 20).

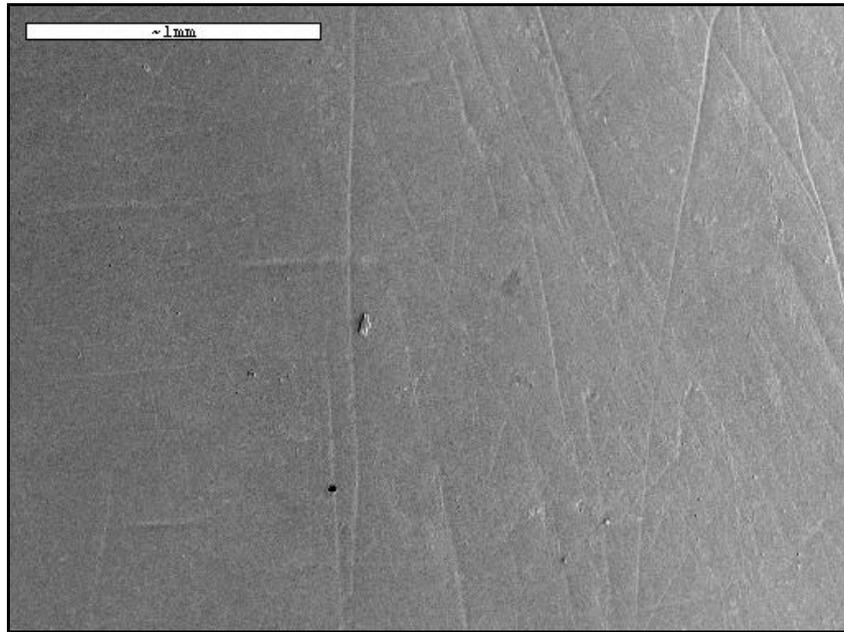


Figura 17. Imagen de MEB del grupo control con esmalte intacto x 50.

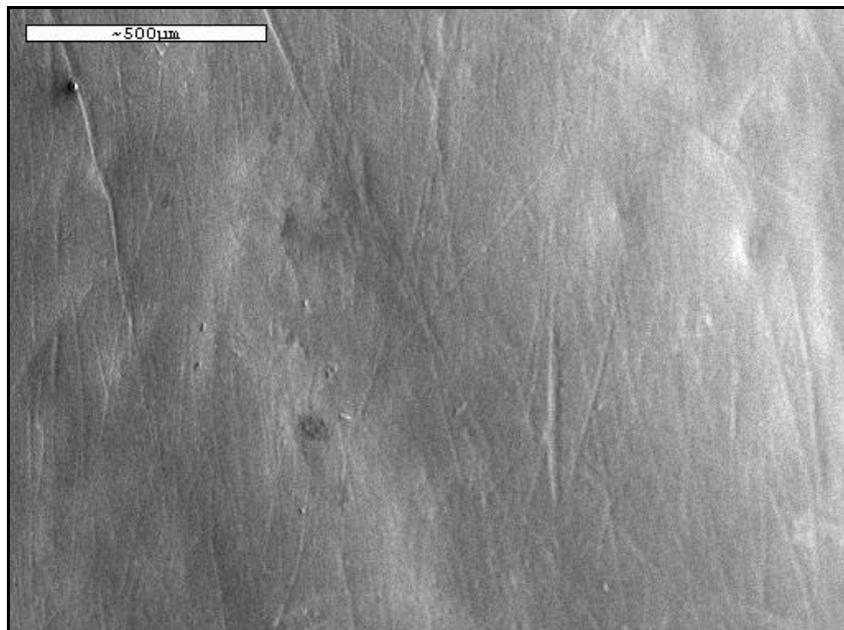


Figura 18. Imagen de MEB del grupo control con esmalte intacto x 100.

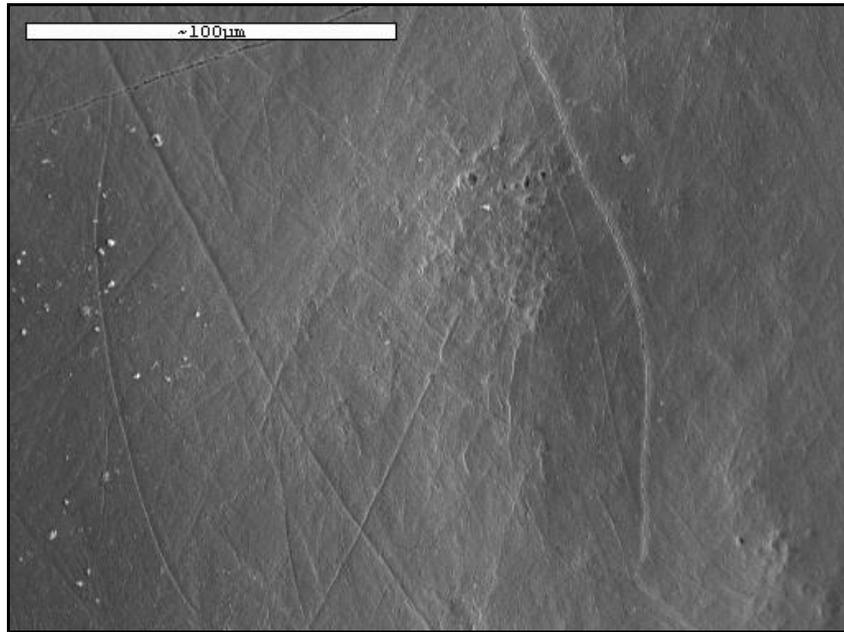


Figura 19. Imagen de MEB del grupo control con esmalte intacto x 500.

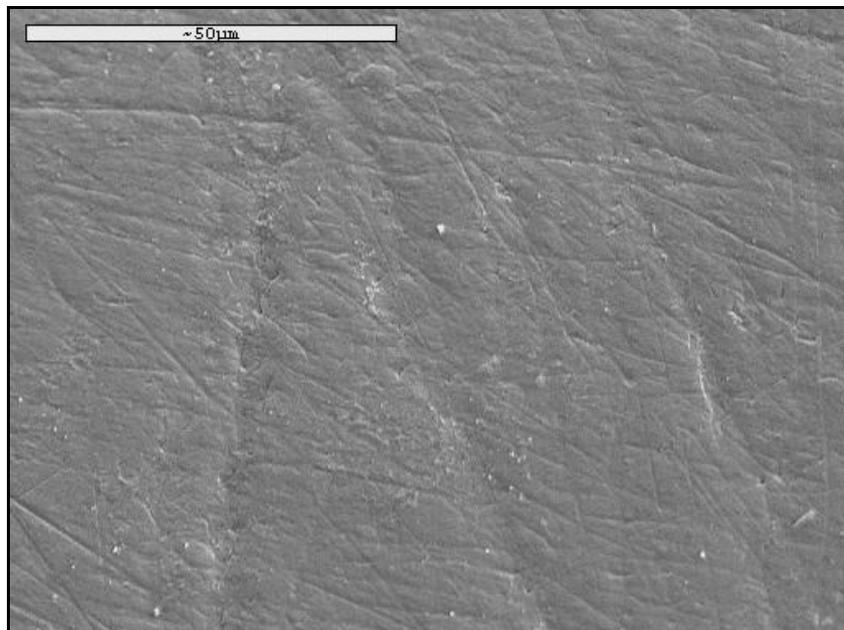


Figura 20. Imagen de MEB del grupo control con esmalte intacto x 1.000.

En los especímenes grabados y sellados con el imprimador no se observó en ninguno de ellos la pérdida del mismo. Todas las superficies vestibulares quedaron protegidas por el material adhesivo al finalizar los ciclos de inmersión en saliva artificial (Figura 21, 22, 23 y 24).

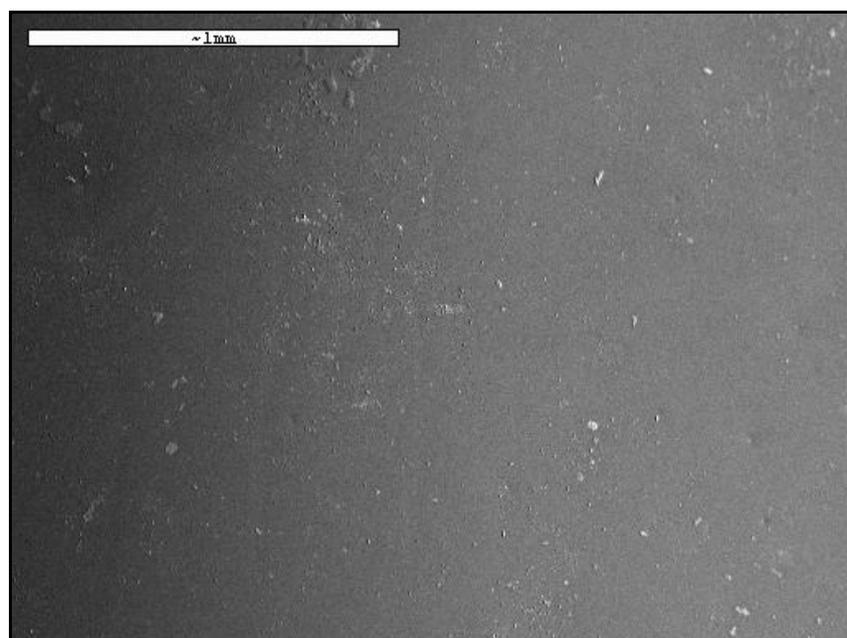


Figura 21. Imagen de MEB del grupo control con esmalte grabado y sellado x 50.

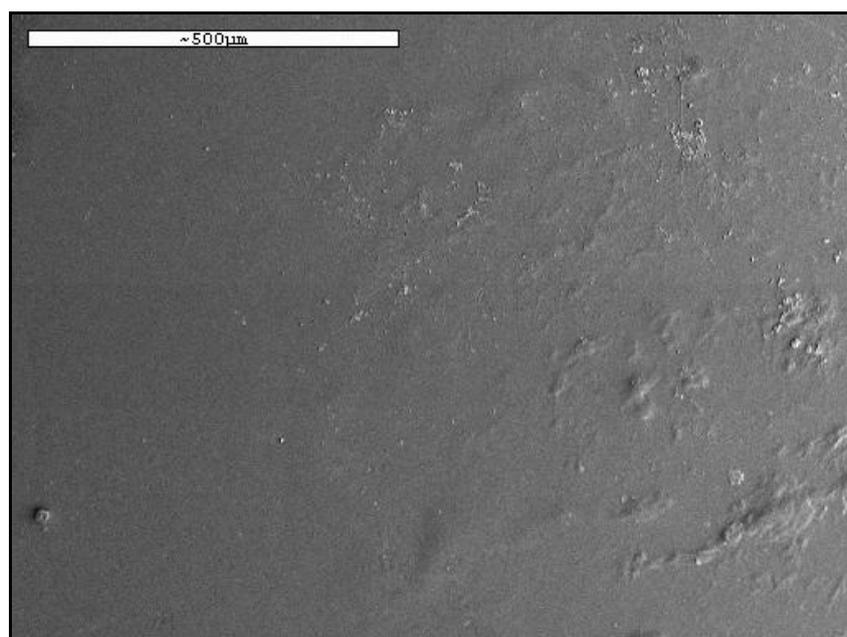


Figura 22. Imagen de MEB del grupo control con esmalte grabado y sellado x 100.

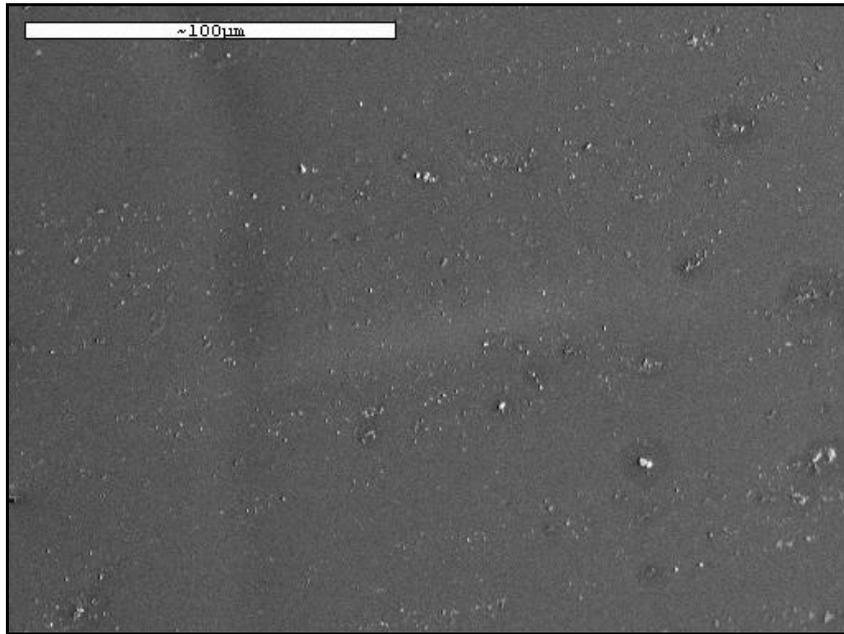


Figura 23. Imagen de MEB del grupo control con esmalte grabado y sellado x 500.

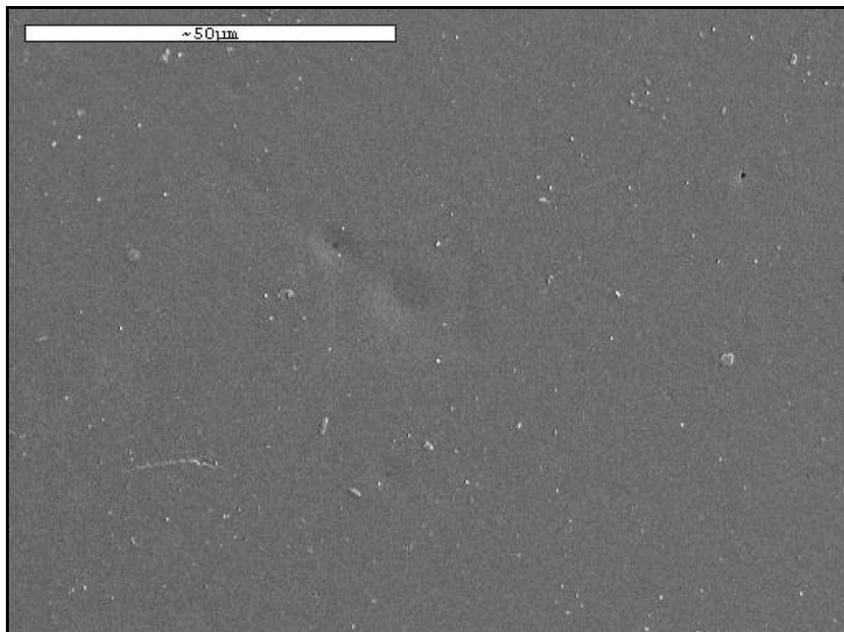


Figura 24. Imagen de MEB del grupo control con esmalte grabado y sellado x 1.000.

5.5.2.- Grupo Coca-Cola®

Cuando los especímenes con el esmalte vestibular intacto fueron sumergidos en Coca-Cola® y se examinaron mediante MEB, se observaron patrones de destrucción del esmalte severos extendidos por toda la superficie vestibular.

En imágenes a 50 aumentos ya se podía apreciar una erosión generalizada de prácticamente toda la superficie (Figura 25). A 100 y 500 aumentos se observaba con mayor claridad el grado de desmineralización producido (Figura 26 y 27) y con una magnificación de 1.000 se obtuvieron imágenes similares a un patrón de grabado ácido tipo I, caracterizado por la destrucción de las cabezas de los prismas, permaneciendo intacta la periferia (Figura 28).

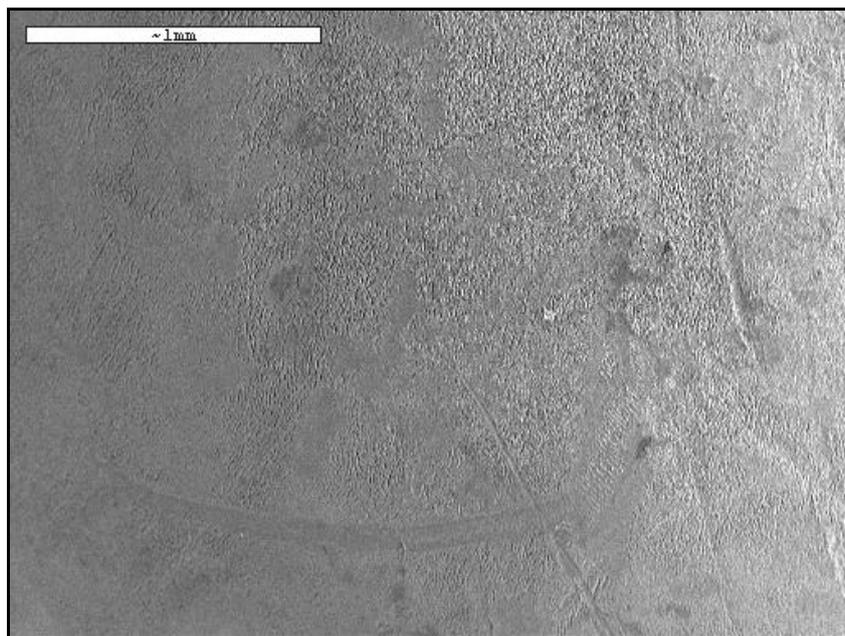


Figura 25. Imagen de MEB del grupo Coca-Cola® con esmalte intacto x 50.

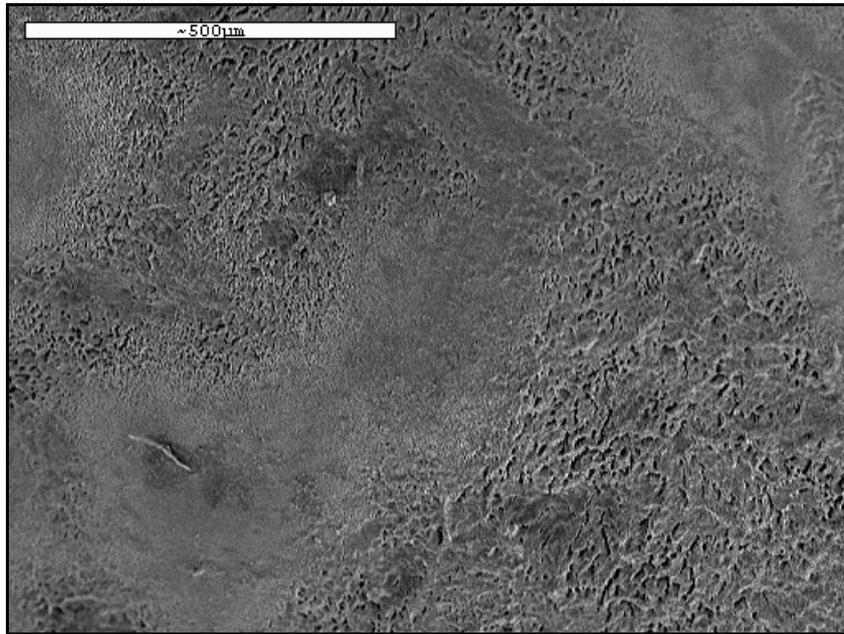


Figura 26. Imagen de MEB del grupo Coca-Cola® con esmalte intacto x 100.

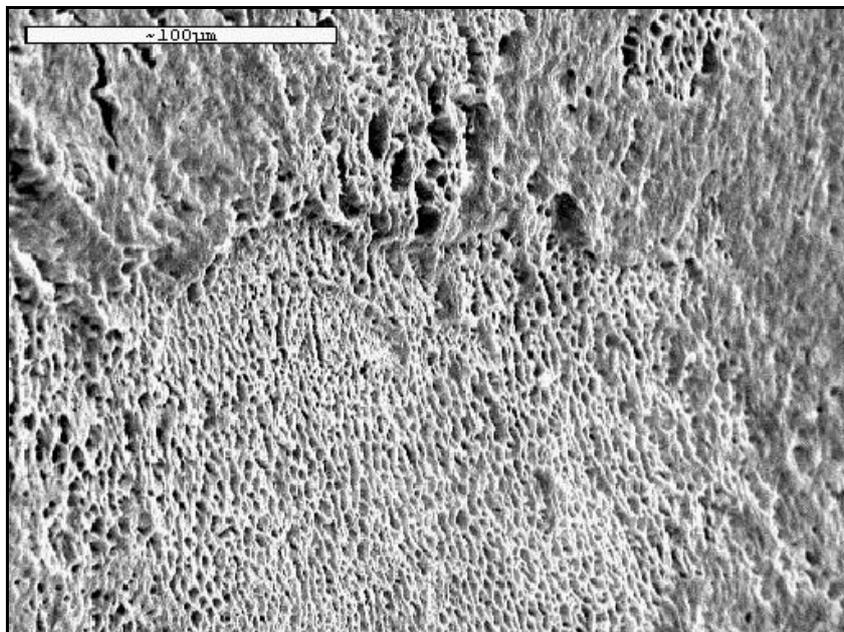


Figura 27. Imagen de MEB del grupo Coca-Cola® con esmalte intacto x 500.

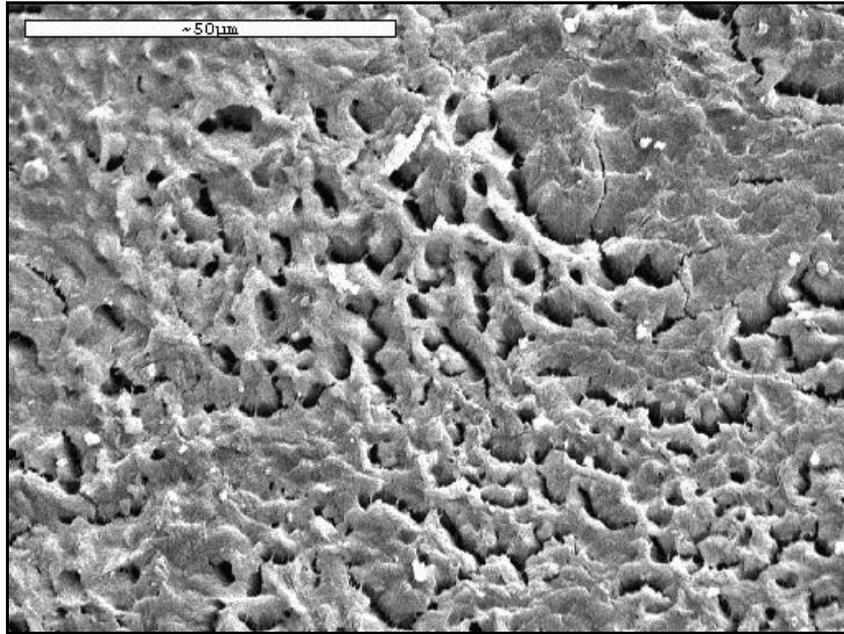


Figura 28. Imagen de MEB del grupo Coca-Cola® con esmalte intacto x 1.000.

En los dientes que fueron grabados y sellados con el imprimador se observaron grandes áreas desprovistas de éste con la exposición del esmalte grabado subyacente. En imágenes a 50 aumentos ya era evidente como la pérdida del material adhesivo se producía de forma homogénea por toda la superficie (Figura 29). A 100 aumentos se observó con mayor claridad la disolución del material adhesivo (Figura 30).

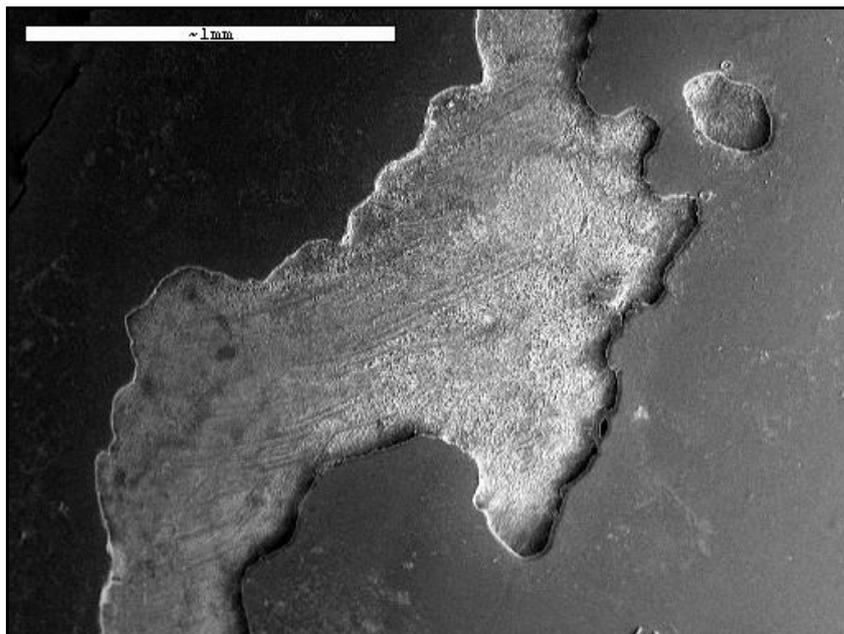


Figura 29. Imagen de MEB del grupo Coca-Cola® con esmalte grabado y sellado x 50.

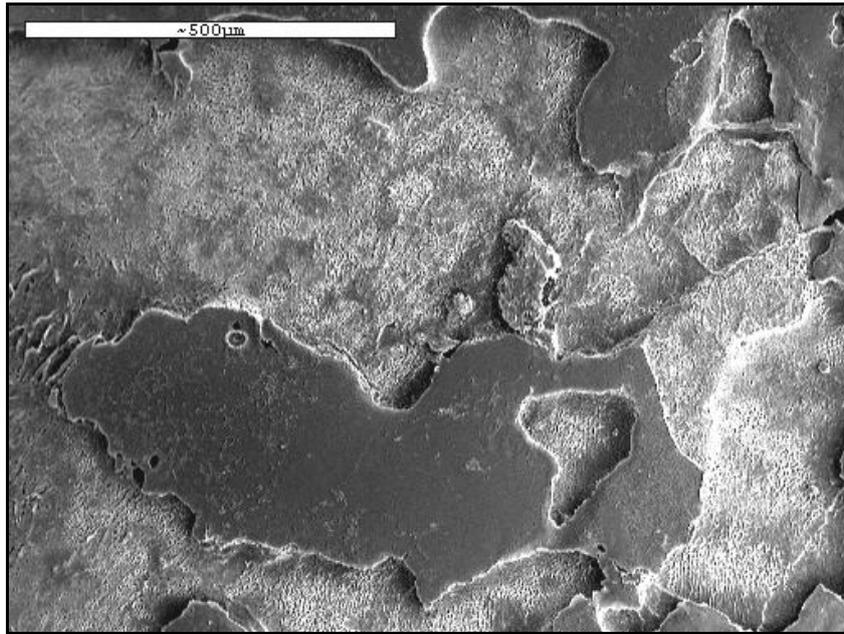


Figura 30. Imagen de MEB del grupo Coca-Cola® con esmalte grabado y sellado x 100.

A 500 y 1.000 aumentos se apreciaba al detalle la interfase entre el imprimador y el esmalte grabado subyacente, quedando un “escalón” entre ambos. En las áreas de esmalte expuesto, tras la pérdida del imprimador no se apreciaban restos de material adhesivo, quedando el tejido en estas zonas expuesto en su totalidad (Figura 31). Además, en imágenes a 1.000 aumentos se pudieron observar erosiones en el imprimador que no fue desprendido (Figura 32).

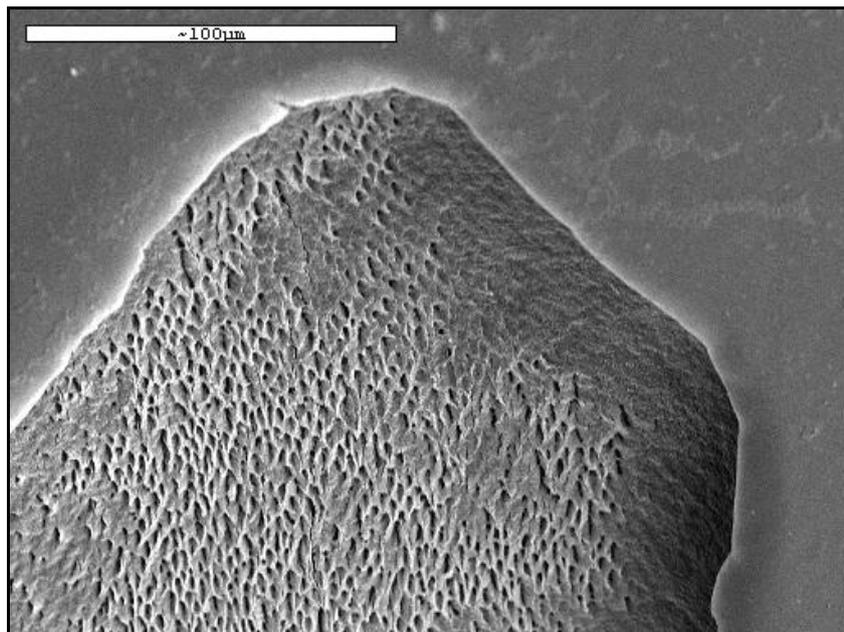


Figura 31. Imagen de MEB del grupo Coca-Cola® con esmalte grabado y sellado x 500.

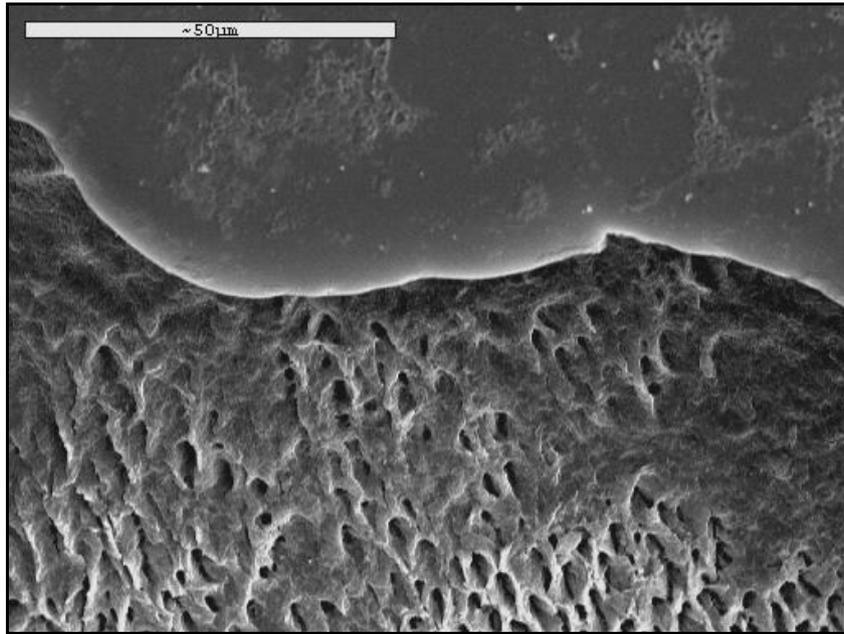


Figura 32. Imagen de MEB del grupo Coca-Cola® con esmalte grabado y sellado x 1.000.

5.5.3.- Grupo Schweppes® Limón

Tras las inmersiones de los dientes con el esmalte vestibular intacto en Schweppes® Limón se observó una superficie vestibular erosionada, que se hacía evidente a 50 aumentos, pero con un patrón de pérdida de tejido no tan severo como el producido para los dientes del grupo Coca-Cola® (Figura 33). A 100 aumentos, la descalcificación producida se presentaba en el esmalte como grietas longitudinales (Figura 34).

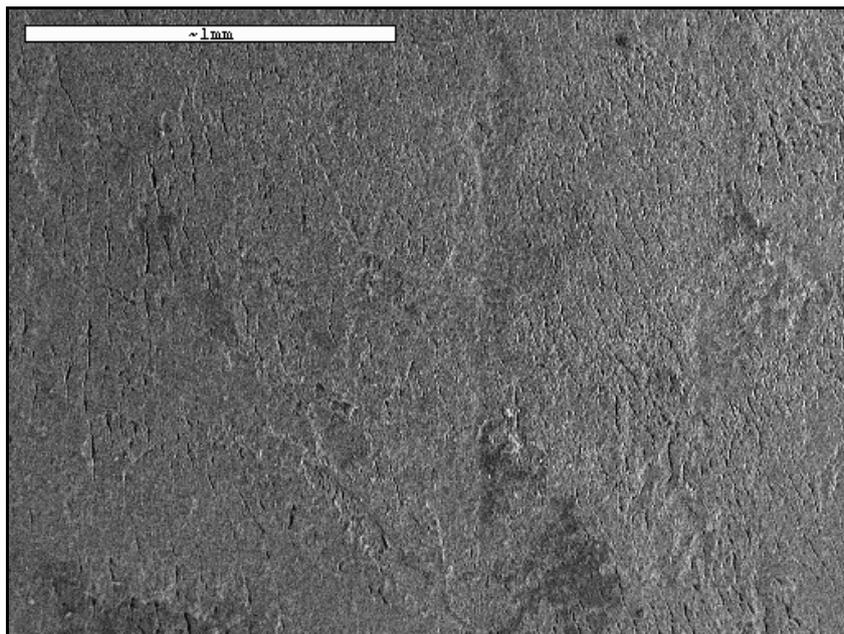


Figura 33. Imagen de MEB del grupo Schweppes® Limón con esmalte intacto x 50.

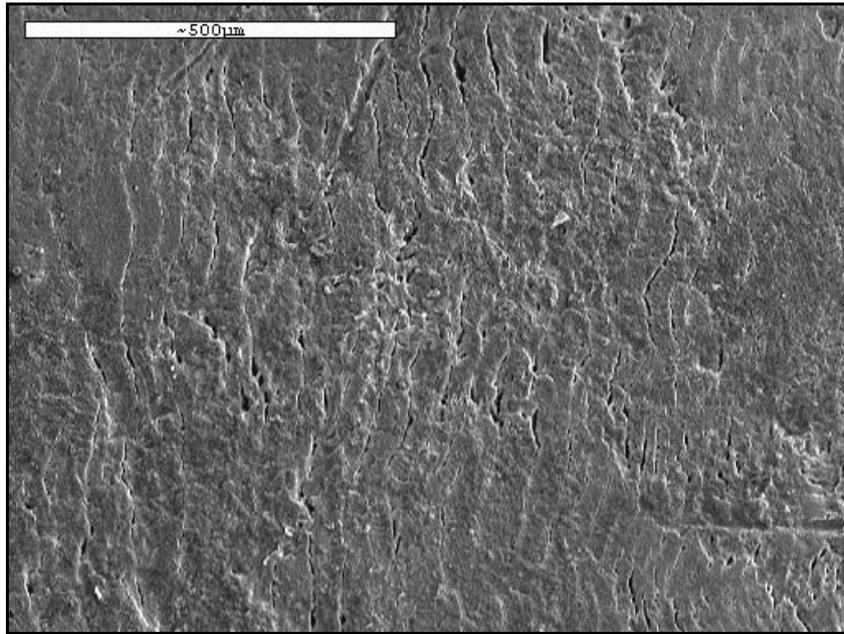


Figura 34. Imagen de MEB del grupo Schweppes® Limón con esmalte intacto x 100.

A 500 y 1.000 aumentos en ocasiones se observaba una mayor erosión, volviendo a recordar al esmalte grabado patrón tipo I, aunque las imágenes obtenidas no fueron tan devastadoras ni se repetían con tanta frecuencia como las del grupo Coca-Cola® (Figura 35 y 36).

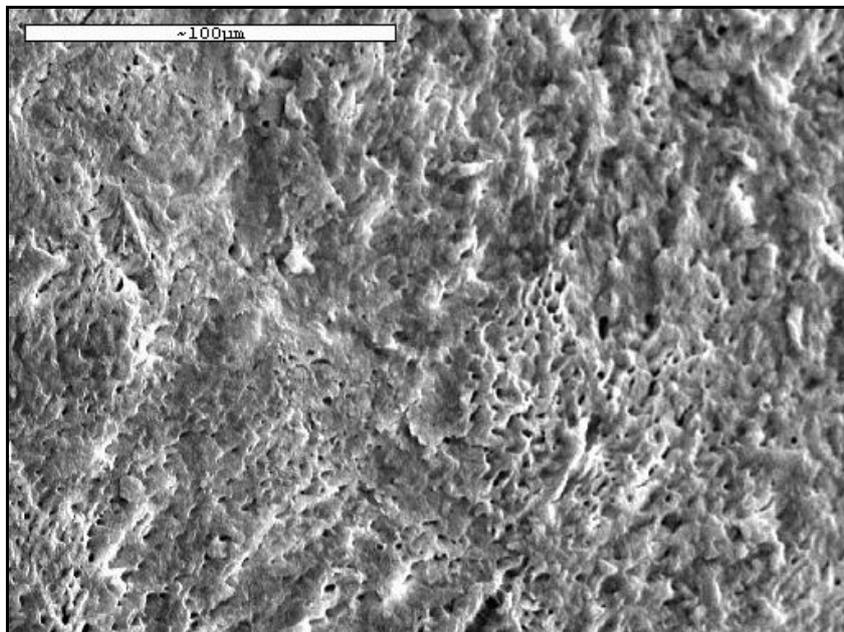


Figura 35. Imagen de MEB del grupo Schweppes® Limón con esmalte intacto x 500.

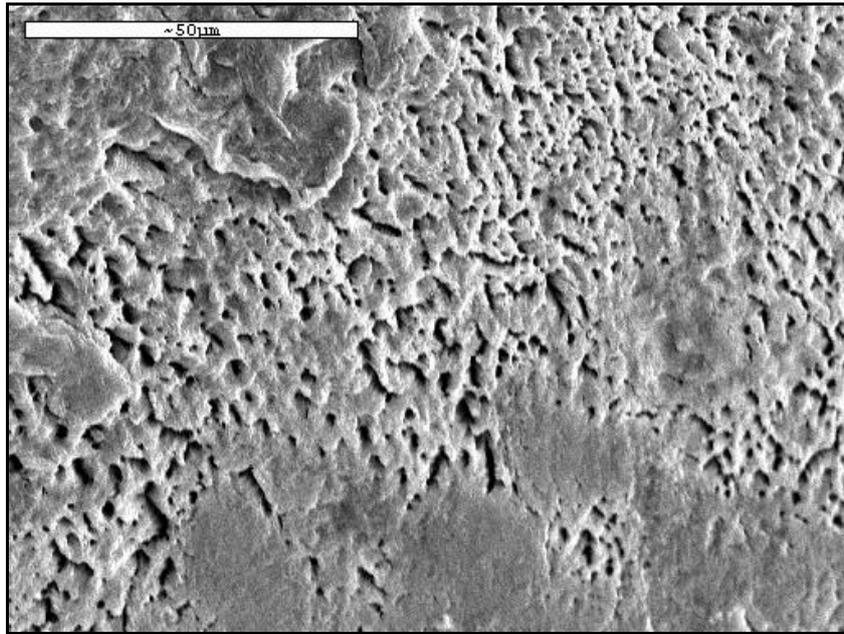


Figura 36. Imagen de MEB del grupo Schweppes® Limón con esmalte intacto a x 1.000.

En los especímenes grabados y sellados con el imprimador se observaban pérdidas aisladas del material adhesivo, aunque predominaban las áreas no afectadas y cubiertas por el imprimador. A 50 y 100 aumentos se visualizaba gran parte de la superficie vestibular y se apreciaban pérdidas mínimas del material adhesivo (Figura 37 y 38).

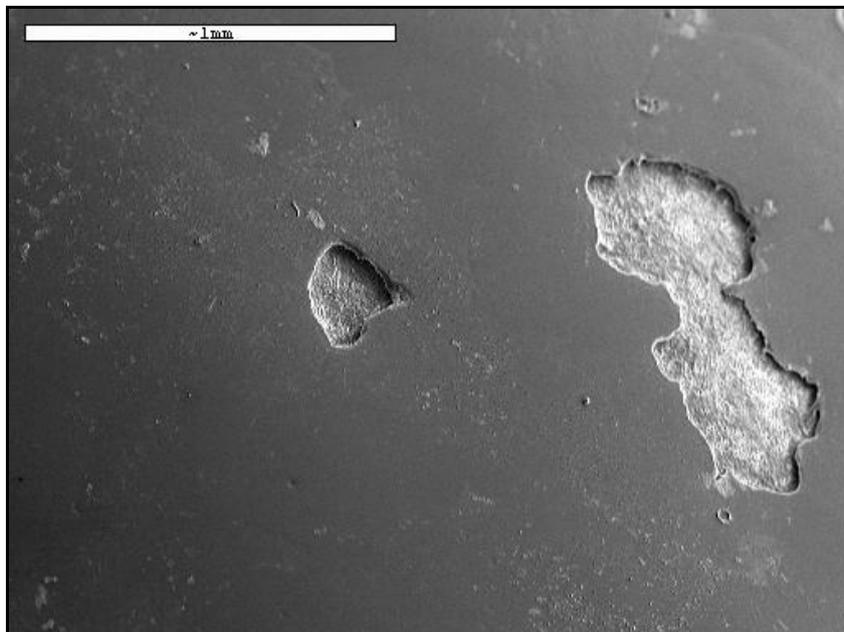


Figura 37. Imagen de MEB del grupo Schweppes® Limón con esmalte grabado y sellado x 50.

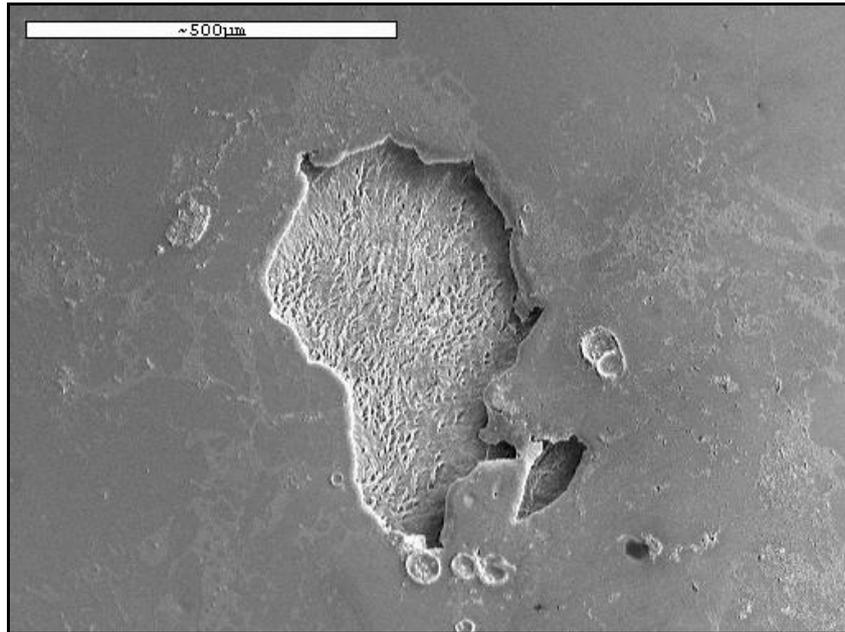


Figura 38. Imagen de MEB del grupo Schweppes® Limón con esmalte grabado y sellado x 100.

En las regiones donde se desprendió el imprimador se observó como la remoción del mismo no fue completa, es decir, a pesar de haber sido eliminado la mayor parte de éste, en muchas ocasiones se apreciaba como aún quedaban restos del material adhesivo fijados a la superficie más próxima del esmalte, por lo que éste no siempre quedaba expuesto (Figura 39). En imágenes a 1.000 aumentos de las zonas donde no se había desprendido el material adhesivo pudimos observar pequeñas erosiones generalizadas de la capa del imprimador (Figura 40).

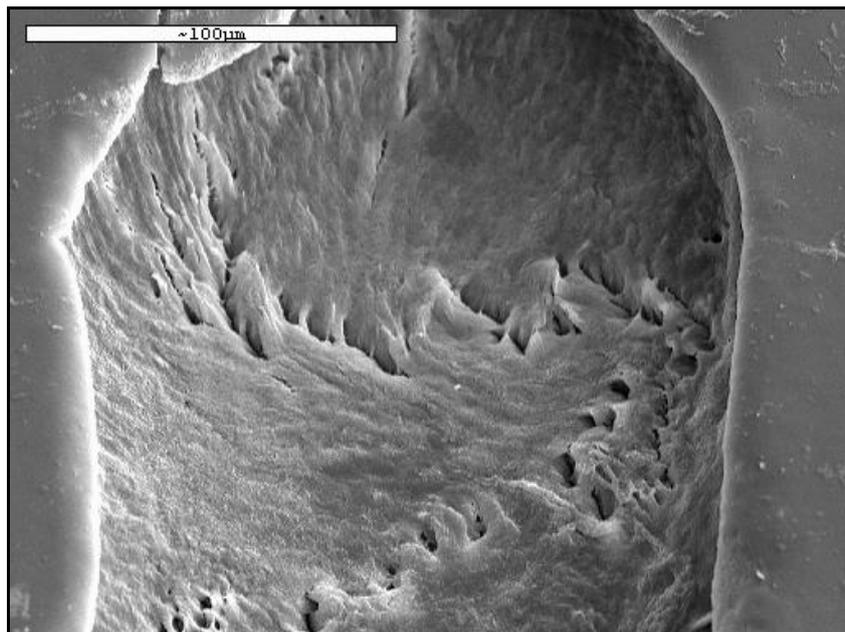


Figura 39. Imagen de MEB del grupo Schweppes® Limón con esmalte grabado y sellado x 500.

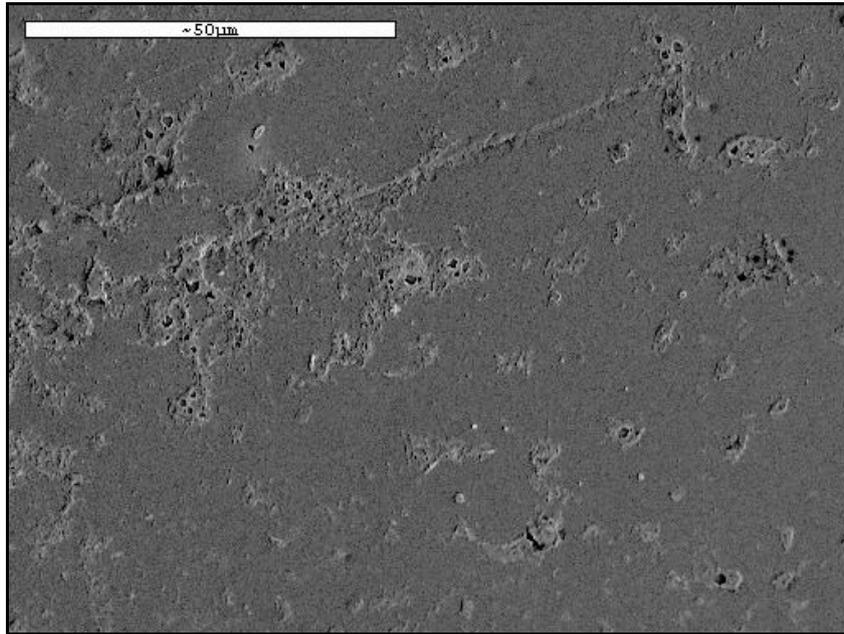


Figura 40. Imagen de MEB del grupo Schweppes® Limón con esmalte grabado y sellado x 1.000.

6.- DISCUSIÓN

6.1.- DISCUSIÓN DEL MÉTODO

6.1.1.- ESTUDIO *IN VITRO*

Clásicamente los sistemas de adhesión ortodóncicos se han evaluado mediante tests *in vitro*, mientras que los estudios de adhesión *in vivo* son escasos. Aunque los estudios *in vivo* puedan parecer los más apropiados para valorar el comportamiento clínico de los adhesivos, no es posible un control total del medio en el que se lleva a cabo el estudio y por tanto la estandarización es muy difícil de conseguir.

En este estudio hemos evaluado el efecto de las bebidas refrescantes en la fuerza adhesiva, la microfiltración y en el esmalte intacto y sellado con una resina. En un estudio *in vivo* no hubiéramos podido controlar ni estandarizar correctamente las condiciones del medio oral de todos estos pacientes y hubiera sido complicado determinar el efecto de las bebidas refrescantes en las variables que han sido objeto de este trabajo de investigación.

6.1.2.- DIENTES BOVINOS

Para la realización de este trabajo se utilizaron incisivos mandibulares bovinos. Como consecuencia del auge de la Odontología preventiva y conservadora es cada vez más difícil encontrar dientes humanos extraídos para los estudios odontológicos. Así pues, surge la necesidad de utilizar dientes que sean equiparables a los dientes humanos para los estudios *in vitro*.

Investigaciones previas han demostrado que el esmalte humano y el bovino se asemejan en sus propiedades (Nakamichi, Iwaku y Fusayama, 1.983; Fowler y cols., 1.992; Baena y cols., 2.003; Puentes y Rincón, 2.003). La microestructura, apariencia histoquímica y orientación de los cristales de hidroxapatita del esmalte bovino es similar a la del esmalte humano (Oesterle, Shellhart y Belenger, 1.998; Gomes, 2.004). Son muchos los trabajos de investigación donde se valoran parámetros referentes al esmalte tales como fuerzas adhesivas, valoración de superficie, desmineralización, microfiltración, etc., utilizando dientes bovinos como alternativa a los humanos

(Haydar, Sarikaya y Cehreli, 1.999; Grandhi, Combe y Speidel, 2.001; Kim y cols., 2.001; Calabro y cols., 2.004; Demito y cols., 2.004; Cehreli, Kecik y Kocadereli, 2.005).

Los dientes bovinos se han empleado como sustitutos de los dientes humanos para estudios de fuerza adhesiva de brackets (Oesterle, Newman y Shellhart, 2.001; Cacciafesta y cols., 2.006; Cozza y cols., 2.006; Godoy-Bezerra y cols., 2.006; Soderquist y cols., 2.006, Minick y cols., 2.009; etc.). Estos dientes presentan una superficie vestibular casi plana, lo cual evita problemas derivados de cementar brackets sobre una superficie curva. En los test de fuerza adhesiva, los brackets de incisivos centrales superiores se cementan sobre incisivos bovinos inferiores, ya que estos dientes tienen un tamaño similar a los incisivos centrales superiores humanos (Jaffer, Oesterle y Newman, 2.009; Minick y cols., 2.009; Pithon y cols., 2.009).

Distintos autores han demostrado que no existen diferencias significativas en la fuerza adhesiva de diferentes materiales de restauración a esmalte humano y bovino (Nakamichi, Iwaku y Fusayama 1.983; Fowler y cols., 1.992; Baena y cols., 2.003). Por otro lado, en una investigación que evaluaba el efecto de una bebida de cola en el esmalte humano y bovino, obtuvieron que la superficie erosionada del esmalte humano no difería de la superficie erosionada del esmalte bovino (Meurman y Frank, 1.991 b).

6.1.3.- BEBIDAS REFRESCANTES

En las últimas décadas se ha producido un sorprendente aumento en el consumo de bebidas refrescantes, sobre todo entre niños y adolescentes (West, Hughes y Addy, 2.000). En España, el informe de Mercasa, determinó que en el año 2.010 cada español bebió 69,3 litros de bebidas refrescantes (Mercasa, 2.011). Si analizamos los datos de países como el Reino Unido, las cifras son aún más desalentadoras. Perry y cols. (2.001) determinaron que el consumo de refrescos se había incrementado dramáticamente desde 1.950. En ese año se vendieron en el Reino Unido 1.000 millones de litros de refrescos. En 1.990, esta cifra se había incrementado 7 veces y la tendencia no indicaba un descenso. West, Hughes y Addy (2.001) indicaron que en el año 1.996 en Reino Unido se consumieron 10.000 millones de litros, que es equivalente a decir que cada persona bebió medio litro de estas bebidas al día, aunque realmente se estima que cada joven

menor de 20 años consumió un litro al día. Esta cantidad de bebida representa la cuarta parte del total del agua que se consume en Reino Unido, incluyendo el agua del grifo.

En los Estados Unidos, en el año 2.000 el consumo de bebidas refrescantes, bebidas para deportistas y zumos de fruta se incrementó un 500% respecto a 50 años atrás. El mayor incremento de consumo de bebidas refrescantes ocurrió entre niños y adolescentes. El 40% de preescolares beben más de 250 ml de bebidas refrescantes al día, mientras que los varones entre 12 y 19 años consumen aproximadamente 875 ml por día y las chicas en este rango de edad consumen 650 ml al día. Las bebidas para deportistas también han incrementado su consumo, con unas cifras de ventas de 1,5 billones de dólares en USA (Owens y Kitchens, 2.007).

Desde que el consumo de estas bebidas incluye a grupos de población de edad joven, existe un gran interés centrado en la susceptibilidad de los dientes permanentes a la erosión.

En nuestro estudio se evaluaron dos bebidas refrescantes, Coca-Cola[®] y Schweppes[®] Limón. Se utilizaron éstas por su alta frecuencia de consumo en España, ya que, según los datos de Mercasa, los refrescos de cola fueron los que más se consumieron con un porcentaje del 51,8% y los de limón quedaron en tercer lugar con un 7,4% (Mercasa, 2.011). También se consideraron en su elección el tipo de ácido que contienen, siendo ácido fosfórico en Coca-Cola[®] y ácido cítrico en Schweppes[®] Limón. Ambos ácidos se han usado a lo largo de la historia en odontología para la técnica de grabado ácido, siendo el ácido fosfórico el más difundido en la actualidad (García y Kessler, 2.000). Otro factor que tuvimos en cuenta a la hora de la elección fue su bajo pH. Ambas bebidas tienen un pH por debajo del límite crítico del inicio de la desmineralización del esmalte (pH 5,5) (Dinçer, Hazar y Sen, 2002). Tras realizar mediciones de pH en un grupo de 6 bebidas, estas dos fueron las que presentaron los valores más bajos.

Al igual que Jensdottir, Bardow y Holbrook (2.005), para calcular el pH de las bebidas se realizaron tres mediciones de cada una de ellas con un pH-metro y de estas mediciones se obtuvo el valor medio. Se realizaron únicamente tres mediciones porque la variabilidad de la distribución de los resultados obtenidos fue muy baja. Otros

autores, sin embargo, realizan una única medición de pH con la posibilidad de error que ello conlleva (Rytömaa y cols., 1.988; Grandó y cols., 1.996; Dinçer, Hazar y Sen, 2.002; etc.).

El pH obtenido para Coca-Cola® fue de 2,40 y el de Schweppes® Limón fue de 2,55. En la literatura consultada no hay autores que hayan usado esta última en sus estudios, en cambio Coca-Cola® aparece en la mayoría de ellos (Rytömaa y cols., 1.988; Meurman y Frank, 1.991 a, b); Steffen, 1.996; Kim y cols., 2.001; Dinçer, Hazar y Sen, 2.002; Jensdottir y cols., 2.004; Oncag, Tuncer y Tosun, 2.005; Jensdottir y cols., 2.006; Wongkhantee y cols., 2.006; Owens y Kitchens, 2.007, etc.), posiblemente porque es la bebida refrescante más consumida en el mundo y se comercializa en más de 200 países. Coca-Cola® España es, junto a Estados Unidos, México, Japón y Gran Bretaña, uno de los países de mayor peso dentro del sistema Coca-Cola® a nivel mundial (Conoce Coca-Cola®, 2.011).

Los valores de pH de Coca-Cola® que se mencionan en otros estudios difieren del nuestro, así pues Rytömaa y cols. (1.988) obtuvieron para esta bebida un pH de 2,57 y Grandó y cols. (1.996) de 2,60. En cambio, el valor obtenido por Moazzez, Smith y Bartlett (2.000), 2,45 y el de Oncag, Tuncer y Tosun (2.005), 2,44, se aproximaron más al que hallamos nosotros. Es normal un pequeño margen en la medición del pH y puede deberse a variaciones en la composición del refresco en las diferentes áreas geográficas donde se comercializa, a la fecha de envasado del mismo, a errores en el calibrado del pH-metro, etc.

6.1.4.- ALMACENAMIENTO DE LOS ESPECÍMENES

Respecto a los ciclos de inmersión de los especímenes en las bebidas refrescantes, se diseñó un ciclo que reprodujera lo más fielmente posible lo que sucede *in vivo*. Es difícil calcular el periodo durante el cual el esmalte está expuesto a la bebida refrescante. El tiempo de exposición dependerá de la cantidad total de bebida consumida, la frecuencia de consumo y la manera de beberla (si el consumidor utiliza pajita se reduce el contacto con el esmalte), etc. (Jain y cols. 2.007).

Asumiendo que una persona puede consumir este tipo de bebidas 3 veces al día y que el periodo de consumición podría ser de 15 minutos, los dientes estuvieron sumergidos en el refresco durante 15 minutos y luego en saliva artificial durante 2 horas. Este procedimiento se repitió 3 veces al día durante 15 días. El resto del tiempo los dientes permanecieron en saliva artificial.

Los ciclos o tiempos de inmersión en las bebidas utilizados en otros estudios varían ampliamente. Existen estudios en los que los especímenes se sumergieron en las bebidas refrescantes durante largos periodos de tiempo de manera continuada (Rytömaa y cols., 1.988; Meurman y Frank, 1.991 a, b; Steffen, 1.996; Jensdottir, Bardow y Holbrook, 2.005; Owens y Kitchens, 2.007). Steffen (1.996) mantuvo los dientes sumergidos en las bebidas durante 72 horas seguidas. Jensdottir, Bardow y Holbrook (2.005) sumergieron uno de los grupos experimentales durante 24 horas y otro grupo 72 horas seguidas. Owens y Kitchens (2.007) sumergieron los dientes en las bebidas refrescantes durante 14 días de manera ininterrumpida. Meurman y Frank (1.991 b) utilizaron tiempos de inmersión de 15, 30, 60, 120 y 180 minutos. Estos mismos autores, en otro estudio (1.991 a), donde analizaron el efecto remineralizante salival, mantuvieron los especímenes expuestos a las bebidas refrescantes durante 120 minutos. Rytömaa y cols. (1.988) analizaron los especímenes tras 4 horas seguidas en las bebidas refrescantes. Evidentemente, con periodos de inmersión tan prolongados en las bebidas de alto poder erosivo, estos autores hallaron grandes desmineralizaciones.

En nuestro estudio, tras las inmersiones de los dientes en las bebidas los introducimos en saliva artificial para reproducir el entorno bucal y promover el efecto protector y remineralizante que ejerce la saliva. Oncag, Tuncer y Tosun (2.005) encontraron que la saliva constituye un importante mecanismo de defensa contra la desmineralización ya que, en su estudio, las muestras expuestas a una solución erosiva que fueron mantenidas en saliva tras las exposiciones a dicha solución, mostraron menor erosión que las que no fueron mantenidas en saliva. Jensdottir y cols. (2.006) afirmaron que la película adquirida, formada por las proteínas salivares, protege de la erosión. En su estudio mostraron como las proteínas salivares redujeron el potencial erosivo de la bebida de cola, con un pH muy bajo, en los primeros segundos tras la exposición a la bebida.

Al igual que nosotros, distintos autores han sumergido los dientes en saliva tras las exposiciones a las bebidas. Rytömaa y cols. (1.988) utilizaron 2.600 ml de saliva humana recolectada de diferentes personas en un periodo de 6 días, que posteriormente fue centrifugada para su uso. Meurman y Frank (1.991 a) utilizaron saliva recolectada de una sola persona, que también fue centrifugada para su uso. Nosotros optamos por utilizar saliva artificial, la cual elaboramos siguiendo la fórmula de Oncag, Tuncer y Tosun (2.005). Nos decidimos por esta opción para hacer reproducible nuestro estudio, ya que las características de la saliva (sales minerales, proteínas, viscosidad, etc.) van a depender del donante. Además, no resulta fácil la recolección de cantidades tan grandes de saliva de un mismo donante y posiblemente las características de una recolección difiera de otras.

Existe gran variedad entre los distintos estudios consultados en lo referente a la temperatura de la saliva y las bebidas. Algunos autores utilizaron en sus trabajos saliva a una temperatura de 37 °C y la del refresco a temperatura ambiente (Rytömaa y cols., 1.988; Grando y cols., 1.996; Meurman y Frank, 1.991 a, b; Dinçer, Hazar y Sen, 2.002; Oncag, Tuncer y Tosun, 2.005). Otros utilizaron tanto la saliva como los refrescos a temperatura ambiente (Wongkhantee y cols., 2.006). Por otro lado, Steffen (1.996) no hizo referencia a la temperatura en su estudio.

Barbour y cols. (2.006) afirmaron que existe una clara relación entre el inicio de la desmineralización, la erosión y la temperatura de las bebidas refrescantes que se consumen. De este modo afirman que un incremento de la temperatura de 25 °C produce una reducción de la dureza del esmalte de 0,9 gigapascales y una pérdida aproximada de 5 µm de tejido duro calcificado. West, Hughes y Addy (2.000), en un estudio en el que cuantificaron la pérdida de tejido mineralizado en el esmalte y la dentina cuando se exponen a ácidos con diferentes temperaturas, concluyeron que con el mismo tiempo de exposición en ácido cítrico, a 60 °C se pierde una media de 3 µm más de tejido calcificado que a 5 °C.

Durante todo el proceso experimental, mantuvimos la saliva artificial a temperatura ambiente. La constante de autoionización del agua, que le confiere la capacidad de actuar como un ácido o una base, varía mínimamente ante variaciones de la temperatura de entre 15 y 37 °C, por lo que el comportamiento de la saliva no va a sufrir variación

en ese rango de temperatura (Harris, 2.001). En cambio, las bebidas refrescantes se utilizaron a 5 °C, porque normalmente se ingieren refrigeradas.

6.1.5.- TEST DE FUERZA ADHESIVA

Desafortunadamente no existe un protocolo o guía a seguir para la estandarización de los materiales y métodos de estos estudios, observando en ellos disparidad en cuanto al tipo de diente utilizado, medio de almacenamiento de las muestras, número de especímenes por test, velocidad y dirección de la cabeza motora, etc.

Ante la ausencia de una guía que estandarice los protocolos de los test de adhesión en ortodoncia, seguimos algunas de las recomendaciones que marca el documento “ISO TR 11405” de la Organización Internacional para la Estandarización para los test de adhesión en odontología conservadora. Así, siguiendo sus indicaciones, en nuestro estudio utilizamos una máquina universal de test para medir la resistencia a la fuerza de cizalla, con una velocidad de la cabeza de la máquina de 1mm/min. La fuerza requerida para descementar los bracket se registró en Newton (N). Con el fin de poder comparar la fuerza adhesiva hallada en nuestro estudio con la hallada en otras investigaciones que utilizaban brackets de diferente tamaño, la fuerza de descementado en Newton se dividió entre el área de la base del bracket y se obtuvo la fuerza de adhesión en Megapascuales ($\text{MPa} = \text{N}/\text{mm}^2$).

6.1.6.- PORCENTAJE DE ÁREA OCUPADA POR EL ADHESIVO

En la investigación ortodóncica, la cuantificación del adhesivo remanente tras el descementado de los brackets es muy importante y no todos los investigadores facilitan información al respecto (Fox, McCabe y Buckley, 1.994). Actualmente no existe un método estandarizado para la cuantificación del mismo. En la mayoría de los estudios de descementado de brackets el adhesivo remanente es analizado como una variable cualitativa. Los investigadores utilizan un método subjetivo -visual- para la cuantificación del adhesivo remanente, utilizando la escala descrita por Artun y Bergland (1.984) o una modificación de la misma.

Nosotros pensamos que la recogida de este dato debe hacerse de la manera más objetiva posible, además, una variable cuantitativa ofrece una información más exacta que una variable cualitativa. Por ello, cuantificamos el adhesivo remanente con la ayuda de un estereomicroscopio y un programa de gestión de imagen.

6.1.7.- TEST DE MICROFILTRACIÓN

Para la realización del test de microfiltración utilizamos la técnica de penetración de colorante. Este método es fácil de realizar, relativamente barato y es el más comúnmente utilizado (Taylor y Lynch, 1.992; Ferracane y Mitchem, 2.003; James y cols., 2.003; Calabró y cols., 2.004; Arhun y cols., 2.006; Arikan y cols., 2.006; Mali, Deshpande y Singh, 2.006; Vicente, Ortiz y Bravo, 2.009; Abdelnaby y Al-Wakeel, 2.010; etc.). Tras la tinción, el diente es seccionado y puede observarse la filtración con un contraste de color entre el bracket, el material adhesivo y el diente sin necesidad de una reacción química o exposición a un potencial agente radioactivo. En nuestro estudio utilizamos como colorante una solución de azul de metileno al 1%. Éste es el más ampliamente utilizado, seguido de la fucsina básica (Taylor y Lynch, 1.992).

Al igual que en los estudios de Arhun y cols. (2.006), Arikan y cols. (2.006) y Vicente, Ortiz y Bravo (2.009), en este trabajo se tuvieron en consideración las dos interfases del adhesivo, ya que las consecuencias clínicas de la existencia de microfiltración en cada interfase son diferentes. Mientras que la interfase esmalte-adhesivo es crítica en la aparición de manchas blancas por desmineralización, la interfase adhesivo-bracket ha sido relacionada con la fuerza adhesiva (Arikan y cols., 2.006). Arhun y cols. (2.006) y Arikan y cols. (2.006) evaluaron la microfiltración usando una escala numérica obteniendo, por tanto, datos cualitativos (asignaron 0 cuando no había microfiltración en la interfase, 1 cuando la penetración de colorante en la interfase era de hasta 1mm, 2 cuando la penetración era de 2mm, 3 cuando la penetración era de 3mm y en caso de duda asignaban el valor mayor), mientras que en este estudio, al igual que en el de Vicente, Ortiz y Bravo (2.009), utilizamos el porcentaje de microfiltración, lo que nos permitió ser más precisos en la valoración de la extensión de la microfiltración y además los datos obtenidos eran cuantitativos.

6.1.8.- OBSERVACIONES MEDIANTE MEB

El efecto producido por las bebidas refrescantes sobre la superficie del esmalte intacto y sellado se observó mediante MEB, ya que la calidad de la imagen obtenida es óptima y a grandes aumentos consigue una buena resolución. Por ello, en la mayoría de estudios similares al nuestro también utilizan el MEB (Rytömaa y cols., 1.988; Meurman y Frank, 1.991 b; Grando y cols., 1.996; Steffen, 1.996; Dinçer, Hazar y Sen, 2.002; Oncag, Tuncer y Tosun, 2.005; Owens y Kitchens, 2.007, etc.).

En este estudio se analizó el efecto de Coca-Cola[®] y Schweppes[®] Limón sobre especímenes con el esmalte vestibular intacto, con el fin de reproducir lo que sucedería en un esmalte no tratado. También se quiso evaluar el efecto de estas bebidas en especímenes con el esmalte vestibular grabado y sellado con el imprimador del sistema adhesivo ortodóncico de resina TXT. La incorporación de este grupo viene justificada por el hecho de que en la técnica de adhesión de brackets al esmalte, tras realizar el grabado ácido de prácticamente toda la superficie vestibular, se aplica el adhesivo para proteger el esmalte grabado.

6.2.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.2.1.- TEST DE FUERZA ADHESIVA

Respecto a los resultados de nuestro trabajo, los valores de fuerza adhesiva no mostraron diferencias significativas entre los tres grupos evaluados. Hasta donde nosotros conocemos únicamente hay un trabajo que evalúa el efecto de las bebidas refrescantes sobre la fuerza adhesiva de brackets. En dicho estudio Oncag, Tuncer y Tosun (2.005) obtuvieron una fuerza adhesiva de los brackets inmersos en Coca-Cola[®] y Sprite[®] significativamente menor que la del grupo control. La diferencia con nuestros resultados puede ser debido a que ellos sometieron a los especímenes a termociclado. Algunos investigadores han encontrado que el termociclado disminuye la fuerza adhesiva desde un 20% a un 70% (James y cols., 2.003; Mali, Deshpande y Singh, 2.006). La explicación de este distinto comportamiento podría ser debida a que el termociclado afecta de manera diferente a la adhesión de los brackets inmersos en las

bebidas refrescantes frente a los del grupo control, disminuyendo en mayor cuantía la fuerza adhesiva de los brackets inmersos en las bebidas refrescantes que la del grupo control.

6.2.2.- PORCENTAJE DE ÁREA OCUPADA POR EL ADHESIVO

Los valores del porcentaje de área ocupada por el adhesivo tras el descementado de brackets no mostraron diferencias significativas entre los tres grupos, lo cual puede ser compatible con la obtención de fuerzas de adhesión similares. En la literatura científica no encontramos ningún estudio que evaluara los efectos de las bebidas refrescantes sobre el adhesivo remanente tras el descementado de brackets.

6.2.3.- TEST DE MICROFILTRACIÓN

En la actualidad existen numerosos estudios que cuantifican la microfiltración en los materiales de restauración dental (Ferracane y Mitchem, 2.003; Calabró y cols., 2.004; Mali, Deshpande y Singh, 2.006, etc.). Sin embargo, los estudios acerca de microfiltración en ortodoncia son escasos a pesar de la importancia clínica de este fenómeno y de que en todos los trabajos de microfiltración de brackets, los autores refieren alguna cantidad de microfiltración (James y cols., 2.003; Arhun y cols., 2.006; Arikan y cols., 2.006; Baysal y cols., 2.008; Uysal y cols., 2.008; Ramoglu y cols., 2.009; Ulker y cols., 2.009; Vicente, Ortiz y Bravo, 2.009; Uysal y cols., 2.009 a; Uysal y cols., 2.009 b; Abdelnaby y Al-Wakeel, 2.010; Uysal y cols., 2.010 a; Uysal y cols., 2.010 b).

Tras revisar la literatura no encontramos ningún estudio que evaluara el efecto de las bebidas refrescantes en la producción de microfiltración, ni en odontología conservadora ni en ortodoncia.

La aparición de microfiltración debajo de los brackets no se produce del mismo modo que en odontología conservadora. Mientras que en odontología conservadora el principal factor que favorece la aparición de microfiltración es la contracción de polimerización, en ortodoncia deben entrar en juego otros factores y probablemente la contracción de polimerización no sea el factor determinante. En odontología

restauradora, se deposita una cantidad de composite en una cavidad y el uso de lámparas de alta intensidad pueden provocar una contracción de polimerización excesiva y crear microfiltración a lo largo de los márgenes de la restauración. En ortodoncia, en cambio, la aparición de microfiltración seguramente se produce de manera diferente debido a varios factores. Primero, la capa de material de adhesión es muy delgada, ya que el bracket ha sido presionado contra el diente. Segundo, el exceso de material de adhesión alrededor de los brackets en el momento de polimerizar puede absorber algunas de las microfisuras y tercero, la contracción del material adhesivo debajo del bracket puede acercar el bracket al esmalte, lo cual es posiblemente una ventaja más que una desventaja (Oesterle, Newman y Shellhart, 2.001; Ferracane y Mitchem, 2.003).

En la adhesión de brackets existen 2 interfases adhesivas, la interfase esmalte-adhesivo y la interfase adhesivo-bracket. En nuestro estudio, en la interfase esmalte-adhesivo se observaron valores de microfiltración significativamente mayores en los especímenes del grupo Coca-Cola® y Schweppes® Limón que en los del grupo control, no existiendo diferencias significativas entre los grupos Coca-Cola® y Schweppes® Limón. Mientras que en la interfase adhesivo-bracket se observó una microfiltración significativamente mayor en el grupo Coca-Cola® que en el grupo control. Sin embargo, la microfiltración del grupo Schweppes® Limón no difirió significativamente de la obtenida en el grupo Coca-Cola® y control. Estos datos, junto con los resultados obtenidos de las observaciones realizadas mediante el MEB, nos llevan a pensar que el ácido fosfórico contenido en Coca-Cola® puede ser más nocivo para el material de adhesión que el ácido cítrico de Schweppes® Limón, ya que los pH de ambas bebidas son muy similares. Oncag, Tuncer y Tosun (2.005) también observaron un mayor efecto erosivo por parte de la bebida que contenía ácido fosfórico respecto de la que contenía ácido cítrico.

Por otro lado, los valores de microfiltración hallados en la interfase esmalte-adhesivo fueron mayores que los hallados en la interfase adhesivo-bracket. Esto pudo ser debido a que las bebidas refrescantes disolvieron principalmente el imprimador y el esmalte subyacente, como hemos observado en las imágenes al MEB sobre el esmalte intacto y el esmalte grabado con la resina.

Nuestros resultados no parecen confirmar el hecho de que la microfiltración en la interfase adhesivo-bracket sea decisiva en la fuerza adhesiva de los mismos (Arikan y cols., 2.006), ya que, a pesar de que la microfiltración en la interfase adhesivo-bracket del grupo Coca-Cola® fue significativamente mayor que la de los especímenes del grupo control, no se observaron diferencias significativas en la fuerza adhesiva de ambos grupos. James y cols. (2.003) tampoco pudieron encontrar relación entre la microfiltración adhesivo-bracket y la disminución de fuerza adhesiva, es más, los mayores valores de microfiltración los hallaron en el grupo de brackets que mayor fuerza adhesiva mostraron en el test de cizalla. Nosotros creemos que las bebidas refrescantes no disolvieron la pasta adhesiva del sistema TXT o la disolvieron muy poco, de tal modo que no hubo repercusión en la fuerza adhesiva.

6.2.4.- OBSERVACIONES MEDIANTE MEB

En los especímenes con el esmalte intacto inmersos en Coca-Cola® pudimos observar grandes áreas de descalcificación del esmalte, mostrando imágenes que en ocasiones recordaban a los patrones de grabado ácido. Grandó y cols. (1.996) para su grupo Coca-Cola® mostraban una descalcificación más severa que la obtenida en nuestro trabajo, probablemente debido a que expusieron los dientes a la acción de las bebidas durante 12 horas seguidas. Del mismo modo, las áreas de descalcificación obtenidas por Rytömaa y cols. (1.988) fueron más evidentes que las nuestras. Estos autores, antes de iniciar la fase experimental eliminaron una fina capa superficial de esmalte con discos de pulir para conseguir una superficie lisa, lo que pudo dar lugar a una superficie más susceptible a la erosión, ya que el esmalte externo es más resistente a la acción de los ácidos por ser aprismático y tener mayor contenido en flúor. Además, sumergieron los especímenes en las bebidas durante 4 horas seguidas, sin ningún intermedio de inmersión en saliva. Ambos factores pudieron predisponer a una mayor erosión que la que nosotros obtuvimos. Meurman y Frank (1.991, b) también analizaron el efecto de Coca-Cola® sobre el esmalte intacto. Sus resultados también presentaban grandes áreas de desmineralización y sus imágenes mostraban un patrón de grabado de esmalte tipo III. Nuestras imágenes fueron similares a las obtenidas por estos autores, aunque no tan acusadas, posiblemente porque la exposición que utilizaron fue continua, sin opción a la remineralización salival y la prolongaron hasta 180 minutos ininterrumpidos.

En un estudio más reciente Owens y Kitchens (2.007) evaluaron morfológicamente mediante MEB el efecto de Coca-Cola[®], entre otras bebidas, sobre el esmalte de premolares humanos extraídos. Estos autores sumergieron los especímenes en las bebidas durante 14 días de manera ininterrumpida y sin el uso de saliva artificial. Las imágenes que obtuvieron de los especímenes del grupo Coca-Cola[®] fueron más devastadoras que las nuestras porque los tiempos de inmersión fueron superiores a los que nosotros utilizamos.

Al igual que Dinçer, Hazar y Sen (2.002), en los especímenes del grupo control grabados y sellados con la resina, no observamos pérdida del material adhesivo en ninguno de los dientes.

Para el grupo de los dientes grabados y sellados con el material adhesivo e inmersos en Coca-Cola[®] pudimos observar grandes áreas desprovistas de resina, con la exposición del esmalte subyacente. Steffen (1.996), que analizó 9 bebidas de cola, entre ellas Coca-Cola[®] observó que la gran mayoría de la resina fue eliminada de todos los especímenes, aunque sus resultados no son equiparables a los nuestros ni extrapolables a una situación real, ya que sumergió los dientes en las bebidas refrescantes durante 72 horas seguidas y además, antes del proceso los mantuvo 3 días en lejía sin diluir. En cambio, Diçer, Hazar y Sen (2.002) realizaron ciclos de inmersión parecidos a los nuestros y obtuvieron imágenes muy similares a las que obtuvimos nosotros con Coca-Cola[®].

Las imágenes de los dientes sumergidos en Schweppes[®] Limón no las podemos comparar con otros trabajos, ya que no existe ningún estudio previo que analice este refresco. Si bien, podemos decir que se asemejan a los resultados que Dinçer, Hazar y Sen (2.002) obtuvieron cuando analizaron el refresco de limón Fruko[®]. Estos autores, al igual que nosotros, obtuvieron que el refresco de limón producía una afectación menor sobre el esmalte intacto y que ocasionaba áreas menores desprovistas de material adhesivo que las producidas por Coca-Cola[®].

6.2.5.- RELEVANCIA CLÍNICA

Por todo lo expuesto y considerando las limitaciones de los estudios *in vitro*, como el presente, sería conveniente informar a los padres y tutores de menores, así como a la población en general, del riesgo que implica para la salud dental el consumo frecuente de bebidas refrescantes

7.- CONCLUSIONES

1.- Todas las bebidas refrescantes a las que se les midió el pH en este estudio presentaron valores por debajo del límite crítico del inicio de la desmineralización del esmalte ($\text{pH} < 5.5$).

2.- La exposición a Cola-Cola[®] y Schweppes[®] Limón no produjo ningún cambio significativo en la fuerza de adhesión de los brackets adheridos a esmalte bovino usando el sistema de adhesión TXT, respecto al grupo control.

3.- La exposición a Cola-Cola[®] y Schweppes[®] Limón no modificó los valores de adhesivo remanente sobre la superficie del dientes tras el descementado de los brackets, respecto al grupo control.

4.- En la interfase esmalte-adhesivo, Coca-Cola[®] y Schweppes[®] Limón produjeron un aumento significativo de la microfiltración respecto al grupo control. Entre Coca-Cola[®] y Schweppes[®] Limón, los valores de microfiltración fueron similares. En la interfase adhesivo-bracket, con la exposición a Coca-Cola[®] la microfiltración aumentó significativamente respecto el grupo control. Por otro lado, no se dieron diferencias significativas entre la microfiltración producida por Schweppes[®] Limón respecto a Coca-Cola[®] y el grupo control.

5.- Las imágenes al MEB mostraron que en el esmalte intacto, Coca-Cola[®] y Schweppes[®] Limón poseían un potencial erosivo elevado. En el esmalte grabado y sellado, Coca-Cola[®] y Schweppes[®] Limón provocaron el desprendimiento del material adhesivo, exponiendo al medio la superficie del esmalte grabado subyacente.

8.- BIBLIOGRAFÍA

Abdelnaby YL, Al-Wakeel EE (2.010): “Influence of modifying the resin coat application protocol on bond strength and microleakage of metal orthodontic brackets”. Angle Orthod, 80:378-84.

Akhoundi A, Mojtahedzadeh F (2.005): “Problems in standardization of orthodontic shear bond strength tests”. J Dent, 2:36-40.

Akova T, Ozkomur A, Uysal H (2.006): “Effect of food-simulating liquids on the mechanical properties of provisional restorative materials”. Dent Mater, 22:1130-34.

Akova T, Ozkomur A, Aytutuldu N, Toroglu MS (2.007): “The effect of food simulants on porcelain-composite bonding”. Dent Mater, 23:1369-72.

Al-Munajed MK, Gordon PH, McCabe JF (2.000): “The use of a cyanoacrylate adhesive for bonding orthodontic brackets: an *ex-vivo* study”. J Orthod, 27: 255-60.

Arhun N, Arman A, Cehreli SB, Arikan S, Karabulut E, Gülşahi K (2.006): “Microleakage beneath ceramic and metal brackets bonded with a conventional and an antibacterial adhesive system”. Angle Orthod, 76:1028-34.

Arikan S, Arhun N, Arman A, Cehreli SB (2.006): “Microleakage beneath ceramic and metal brackets photopolymerized with LED or conventional light curing units”. Angle Orthod, 76: 1035-40.

Artun J, Bergland S (1.984): “Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment”. Am J Orthod, 85: 333-40.

Baena M, Coelho MA, Correr L, Consani S (2.003): “Comparative study of the dental substrate used in shear bond strength tests”. Pesqui Odontol Bras, 17: 171-175.

Barasona P (2.000 a): “Epidemiología de la caries”. En Patología y Terapéutica Dental. García J. Editorial Síntesis. Madrid. España. Cap 7, pág 138-145. I.S.B.N.: 84-7738-545-9.

Barasona P (2.000 b): “Etiología de la caries”. En Patología y Terapéutica Dental. García J. Editorial Síntesis. Madrid. España. Cap 8, pág 147-169. I.S.B.N.: 84-7738-545-9.

Barbería E, Hernández C, Maroto M, Miralles V. (2007): “Efectos nocivos de la ingesta de zumos y bebidas carbonatadas sobre el esmalte dentario del niño”. Gerencia Dental; 14: 38-45.

Barbour ME, Finke M, Parker DM, Hughes JA, Allen GC, Addy M (2.006): “The relationship between enamel softening and erosion caused by soft drinks at a range of temperatures”. J Dent, 34: 207-13.

Basaran G, Ozer T, Kama JD (2.009): “Comparison of a recently developed nanofiller self-etching primer adhesive with other self-etching primers and conventional acid etching”. Eur J Orthod, 31: 271-5.

Baysal A, Uysal T, Ulker M, Usumez S (2.008): “Effects of high-intensity curing lights on microleakage under bonded lingual retainers”. Angle Orthod, 78: 1084-8.

Boyd RL (1.993): “Comparison of three self-applied topical fluoride preparations for control of decalcification”. Angle Orthod, 63: 25-30.

Brantley WA (2.001): “Structures and properties of orthodontic materials”. En Orthodontic materials. Scientific and clinical aspects. Brantley WA, Eliades T. Thieme. New York. Cap.: 1. Págs.: 1-25.

Brantley WA, Eliades T, Litsky AS (2.001): “Mechanics and mechanical testing of orthodontic materials”. En Orthodontic materials. Scientific and clinical aspects. Brantley WA, Eliades T. Thieme. New York. Cap.: 2. Págs.: 27-47.

Bulut, H, Türkün M, Türkün LS, Isiksal E (2.007): “Evaluation of the shear bond strength of 3 curing bracket bonding systems combined with an antibacterial adhesive”. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 132: 77-83.

Burgess AM, Sherriff M, Ireland AJ (2.006): “Self-etching primers: is prophylactic pumicing necessary? A randomized clinical trial” *Angle Orthod*, 76: 114-8.

Cacciafesta V, Sfondrini M, Stifanelli P, Scribante A, Klersy C (2006): “The effect of bleaching on shear bond strength of brackets bonded with a resin-modified glass ionomer”. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 130: 83-7.

Calabró F, Tranchesi F, Ruggiero R, Capel PE (2.004): ”Polymerization contraction stress of low-shrinkage composites and its correlation with microleakage in class V restorations”. *J Dent*, 32: 407-12.

Cal-Neto JP, Miguel JAM, Zanella E (2.006): “Effect of a self-etching primer on shear bond strength of adhesive precoated brackets *in vivo*” *Angle Orthod*, 76: 127-131.

Cehreli ZC, Kecik D, Kocadereli I (2.005): “Effect of self-etching primer and adhesive formulations on the shear bond strength of orthodontic brackets”. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 127:573-9.

Clark SA, Gordon PH, McCabe JF (2.003): “An *ex vivo* investigation to compare orthodontic bonding using a 4-META-based adhesive or a composite adhesive to acid-etched and sandblasted enamel”. *J Orthod*, 30: 51-58.

Conoce Coca-Cola®. [En línea]. Fecha de acceso 1 de Diciembre de 2.011. URL disponible en: <http://www.conocecocacola.com>.

Cozza P, Martucci L, DeToffol L, Penco S (2006): “Shear bond strength on metal brackets on enamel”. *Angle Orthod*, 76: 851-6.

Cueto HI (1.965): “Sealing of pits and fissures with an adhesive compound and its use in the prevention of caries”. Tesis Doctoral. University of Rochester Medical and Dental School. New York.

Cueto HI, Buonocore M (1.967): “Sealing of pits and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention”. *J Am Dent Assoc*, 75: 121-8.

Cueto HI (1.990): "A little bit of history: The first direct bonding in orthodontia". *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 98: 276-7.

Demito CF, Vivaldi-Rodrigues G, Ramos AL, Bowman SJ. (2.004): "The efficacy of a fluoride varnish in reducing enamel demineralization adjacent to orthodontic brackets: an in vitro study". *Orthod Craniofac Res*, 7: 205-10.

Dinçer B, Hazar S, Sen BH (2.002): "Scanning electron microscope study of the effects of soft drinks on etched and sealed enamel". *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 122: 135-41.

Eliades T, Brantley WA (2.000): "The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols" *Eur J Orthod*, 22:13-23.

Eygen IV, Vannet BV, Wehrbein H (2.005): "Influence of a soft drink with low pH on enamel surfaces: An in Vitro study". *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 128: 372-7.

Food and Drug Administration (2.002): "Preparation of food contact notifications and food additive petitions for food contact substances: chemistry recommendations". Washington DC, USA.

Ferracane JL, Mitchem JC (2.003): "Relationship between composite contraction stress and leakage in class V cavities". *Am J Dent*, 16: 239-43.

Fowler CS, Swartz ML, Moore BK, Rhodes BF (1.992): "Influence of selected variables on adhesion testing". *Dent Mater*, 8: 265-9.

Fox NA, McCabe JF, Buckley JG (1.994): "A critique of bond strength testing in orthodontics" *Br J Orthod*, 21:33-43.

Frazier MC, Southard TE, Doster PM. (1.996): "Prevention of enamel demineralization during orthodontic treatment: An in vitro study using pit and fissure sealants". *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 110: 459-65.

García J, Kessler F (2.000): “Adhesión”. En Patología y Terapéutica Dental. García J. Editorial Síntesis. Madrid. España. Cap 32, pág 467-482. I.S.B.N.: 84-7738-545-9.

Godoy-Bezerra J, Vieira S, Oliveira J, Lara F (2006): “Shear bond strength of resin-modified glass ionomer cement with saliva present and different enamel pretreatments”. Angle Orthod, 76: 470-4.

Gomes M (2.004): “Sistemas adhesivos autograbadores en esmalte: ventajas e inconvenientes”. Avances en Odontoestomatología, 20:193-98.

Gómez ME, Campos A (2.002): “Esmalte”. En Histología y Embriología Bucodental. 2ª Ed. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España. Capítulo10, pág 271-315. I.S.B.N.: 84-7903-716-4.

Grandhi RK, Combe EC, Speidel TM (2.001): “Shear bond strength of stainless steel orthodontic brackets with a moisture-insensitive primer”. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 119: 251-5.

Grando LJ, Tames DR, Cardoso AC, Gabilan NH (1.996): “In vitro study of enamel erosion caused by soft drinks and lemon juice in deciduous teeth analysed by stereomicroscopy and scanning electron microscopy”. Caries Res, 30: 373-78.

Hajrassie MK, Khier SE (2.007): “In-vivo and in-vitro comparison of bond strengths of orthodontic brackets bonded to enamel and debonded at various times”. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 131: 384-390.

Harris DC (2.001): “Equilibrio químico”. En Análisis químico cuantitativo. 2ª Edición. Ed. Reverté S.A. Barcelona, España. Cap. 6, pág. 113-146. I.S.B.N.: 84-291-7222-X.

Haydar B, Sarikaya S, Cehreli ZC (1.999): “Comparison of shear bond strength of three bonding agents with metal and ceramic brackets”. Angle Orthod, 69: 457-462.

Hobson RS, McCabe JF, Hogg SD (2.000): “The effect of food simulants on enamel-composite bond strength”. J Orthod, 27:55-9.

Hughes JA, West NX, Parker DM, Newcombe RG, Addy M (1.999): "Development and evaluation of a low erosive blackcurrant juice drink in vitro and in situ 1. Comparison with orange juice". J Dent, 27: 285-89.

Hunter ML, West NX, Hughes JA, Newcombe RG, Addy M (2.000): "Erosion of deciduous and permanent dental hard tissue in the oral environment". J Dent, 28: 257-67.

Huysmans MC, Voss HP, Ruben JL, Jager DJ, Vieira A (2.006): "Erosion effect of a newly developed soft drink". Ned Tijdschr Tandheelkd, 113: 50-5.

International Organization for Standardization (1994): "ISO TR 11405 Dental materials-guidance on testing of adhesion to tooth structure". Geneva, Switzerland.

Ireland AJ, Sherriff M (2.002): "The effect of pumicing on the *in vivo* use of a resin modified glass poly (alkenoate) cement and a conventional no-mix composite for bonding orthodontic brackets". J Orthod, 29: 217-20.

Jacobo C (2.011): "Estudio *in vitro* de cuatro adhesivos autograbantes en ortodoncia: capacidad adhesiva y propiedades antibacterianas". Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. España.

Jaffer S, Oesterle LJ, Newman SM (2.009): "Storage media effect on bond strength of orthodontic brackets". Am J Orthod Dentofacial Orthop, 136: 83-86.

Jain P, Nihill P, Sobkowski J, Agustin MZ (2.007): "Commercial soft drinks: pH and *in vitro* dissolution of enamel". Gen Dent, 55:150-4.

James JW, Miller BH, English JD, Tadlock LP, Buschang PH (2.003): "Effects of high-speed curing devices on shear bond strength and microleakage of orthodontic brackets". Am J Orthod Dentofacial Orthop, 123: 555-61.

Jensdottir T, Arnadottir IB, Thorsdottir I, Bardow A, Gudmundsson K, Theodors A, Holbrook WP (2.004): "Relationship between dental erosion, soft drink consumption, and gastroesophageal reflux among Icelanders". Clin Oral Investig; 8:91-6.

Jensdottir T, Bardow A, Holbrook P (2.005): "Properties and modification of soft drinks in relation to their erosive potential in Vitro". J Dent, 33: 569-75.

Jensdottir T, Holbrook P, Nauntofte B, Buchwald C, Bardow A (2.006): "Immediate erosive potential of cola drinks and orange juices". J Dent Res; 85: 226-30.

Kidd E (1.976): "Microleakage: a review". J Dent, 4:199-206.

Kim JW, Jang KT, Lee SH, Kim CC, Hahn SH, García-Godoy F (2.001): "In Vivo rehardening of enamel eroded by a cola drink". J Dent Child, 68: 122-124.

Larmour CJ, McCabe JF, Gordon PH (2.000): "An *ex vivo* assessment of resin-modified glass ionomer bonding systems in relation to ceramic brackets debond". J Orthod, 27: 329-32.

Larmour CJ, Stirrups DR (2.001): "An *ex vivo* assessment of a resin-modified glass ionomer cement in relation to bonding technique". J Orthod, 28: 207-10.

Larmour CJ, Stirrups DR (2.003): "An *ex vivo* assessment of a bonding technique using a self-etching primer". J Orthod, 30: 225-8.

Lill DJ, Lindauer SJ, Tüfekçi E, Shroff B (2.008): "Importance of pumice prophylaxis for bonding with self-etch primer". Am J Orthod Dentofacial Orthop, 133:423-426.

Mali P, Deshpande S, Singh A (2.006): "Microleakage of restorative materials: An in vitro study". J Indian Soc Pedod Prev Dent, 24:15-18.

Manau C (1.999): "Placa bacteriana". En Odontología preventiva y comunitaria. Cuenca E, Manau C y Serra Ll. Editorial Masson. Barcelona, España. Cap 3, pág 25-33. I.S.B.N.: 84-458-0818-4.

McKinney JE, Wu W (1.985): “Chemical softening and wear of dental composites”. J Dent Res, 64:1326-31.

Melrose CA, Appleton J, Lovius BB (1.996): “A scanning electron microscopic study of early enamel caries formed in Vivo beneath orthodontic bands”. Br J Orthod, 23: 43-7.

Mercasa (2.011): “Alimentación en España 2011”. Ed. Mercasa. Pág. 493-498.

Meurman JH, Frank RM (1.991 a): “Scanning electron microscopic study of the effect of salivary pellicle on enamel erosion”. Caries Res, 25: 1-6.

Meurman JH, Frank RM (1.991 b): “Progression and surface ultrastructure of in vitro caused erosive lesions in human and bovine enamel”. Caries Res, 25: 81-7.

Minick GT, Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC (2.009): “Bracket bond strengths of new adhesive systems”. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 135: 771–6.

Mistry M, Grenby TH (1.993): “Erosion by soft drinks of rat molar teeth assessed by digital image analysis”. Caries Res, 27:21-25.

Mitchell L (1.992): “Decalcification during orthodontic treatment with fixed appliances-an overview”. Br J Orthod, 19:199-205.

Moazzez R, Smith BGN, Bartlett DW (2.000): “Oral pH and drinking habit during ingestion of a carbonated drink in a group of adolescents with dental erosion”. J Dent, 28: 395-97.

Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T (1.983): “Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test”. J Dent Res, 63: 1.076-81.

Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC (2.001): “Rapid curing of bonding composite with a xenon plasma arc light”. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 119: 610-6.

Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger G (1998): "The use of bovine enamel in bonding studies". Am J Orthod Dentofacial Orthop, 113:514-9.

Ogaard B, Alm AA, Larsson E, Adolfsson U (2.006): "A prospective, randomized clinical study on the effects of an amine fluoride/stannous fluoride toothpaste/mouthrinse on plaque, gingivitis and initial caries lesion development in orthodontic patients". Eur J Orthod, 28: 8-12.

Ogaard B, Rolla G, Arends J (1.988): "Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development". Am J Orthod Dentofacial Orthop, 94: 68-73.

Ogaard B, Rolla G, Arends J, Ten Cate JM (1.988): "Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 2. Prevention and treatment of lesions". Am J Orthod Dentofacial Orthop, 94: 123-8.

Oncag G, Tuncer AV, Tosun YS (2.005): "Acidic soft drinks effects on the shear bond strength of orthodontic brackets and a scanning electron microscopy evaluation of the enamel". Angle Orthod, 75: 243-49.

Owens BM, Kitchens M (2.007): "The erosive potential of soft drinks on enamel surface substrate: an *in vitro* scanning electron microscopy investigation". J Contemp Dent Pract, 8: 11-20.

O'Reilly MM, Featherstone JDB (1.987): "Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an *in Vivo* study". Am J Orthod Dentofacial Orthop, 92: 33-40.

Pandis N, Eliades T (2.005), Short communication: "A comparative *in vivo* assessment of the long-term failure rate of 2 self-etching primers". Am J Orthod Dentofacial Orthop, 128:96-98.

Penido SM, Penido CV, dos Santos-Pinto A, Gandini LG jr, Bagnato VS (2.009): “*In vivo* and *in vitro* study of the shear bond strength of brackets bonded to enamel using halogen or led light”. World J Orthod, 10: 21-28.

Perry J, Shaw L, Arnaud MJ, Smith AJ (2.001). “Investigation of mineral waters and soft drinks in relation to dental erosion”. J Oral Rehabil, 28: 766-72.

Pickett KL, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W (2.001): “Orthodontic *in vivo* bond strength: comparison with *in vitro* results”. Angle Orthod, 71: 141-8.

Pithon MM, de Oliveira Ruellas AC, Sant’Anna EF, de Oliveira MV, Alves Bernardes LA (2.009): “Shear bond strength of brackets bonded to enamel with a self-etching primer. Effects of increasing storage time after activation”. Angle Orthod, 79: 133-7.

Polat O, Karaman AI, Buyukyilmaz T (2.004): “*In vitro* evaluation of shear bond strengths and *in vivo* analysis of bond survival of indirect-bonding resins”. Angle Orthod, 74: 405-409

Powers JM, Messersmith ML (2.001): “Enamel etching and bond strength”. En Orthodontic materials. Scientific and clinical aspects. Brantley WA, Eliades T. Thieme. New York. Cap.: 5. Pág.: 105-122.

Puentes HG, Rincón LP (2.003): “Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales”. 2º Premio de los Trabajos de Grado del Área de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Colombia. Fecha de acceso: 4 de Julio de 2.007. [<http://www.encolombia.com/odontologia/foc/FocXX-Caracterizacion.htm>].

Ramoglu SI, Uysal T, Ulker M, Ertas H (2.009): “Microleakage under ceramic and metallic brackets bonded with resin-modified glass ionomer”. Angle Orthod, 79:138-43.

Rosenbach G, Cal-Neto JP, Oliveira SR, Chevitaese O, Almeida MA (2.007): “Effect of enamel etching on tensile bond strength of brackets bonded *in vivo* with a resin-reinforced glass ionomer cement”. Angle Orthod, 77: 113-116.

Rytömaa I, Meurman JH, Koskinen J, Laakso T, Gharazi L, Turunen R (1.988): “In vitro erosion of bovine enamel caused by acidic drinks and other foodstuffs”. Scand J Dent Res, 96: 324-33.

Signorelli MD, Kao E, Ngan PW, Gladwin MA (2.006): “Comparison of bond strength between orthodontic brackets bonded with halogen and plasma arc curing lights: An *in-vitro* an *in-vivo* study” Am J Orthod Dentofacial Orthop, 129: 277-82.

Soderquist S, Drummond J, Evans C (2006): “Bond strength evaluation of ceramic and stainless steel bracket bases subjected to cyclic tensile loading”. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 129: 175.e7-e12.

Steffen JM (1.996): “The effects of soft drinks on etched and sealed enamel”. Angle Orthod, 66: 449-56.

Sukontapatipark W, El-Agroudi MA, Selliseth NJ, Thunold K, Selvig KA (2.001): “Bacterial colonization associated with fixed orthodontic appliances. A scanning electron microscopy study”. Eur J Orthod; 23: 475-84.

Summers A, Kao E, Gilmore J, Gunel E, Ngan PW (2.004): “Comparison of bond strength between a conventional resin adhesive and a resin-modified glass ionomer adhesive: An *in vitro* and *in vivo* study”. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 126: 200-6.

Tahmassebi JF, Duggal MS, Malik-Kotru G, Curzon MEJ (2.006): “Soft drinks and dental health: A review of the current literature”. J Dent, 34: 2-11.

Taylor MJ, Lynch E (1.992): “Microleakage”. J Dent, 20:3-10.

Tojo R (2.003): “Consumo de zumos de frutas y de bebidas refrescantes por niños y adolescentes en España. Implicaciones para la salud de su mal uso y abuso”. An Pediatr, 58: 584-93.

Turgut MD, Attar N, Korkmaz Y, Gokcelik A (2.011): "Comparison of shear bond strengths of orthodontic brackets bonded with flowable composites". *Dent Mater J*, 30: 66-71.

Ulker M, Uysal T, Ramoglu SI, Ertas H (2.009): "Microleakage under orthodontic brackets using high-intensity curing lights". *Angle Orthod*, 79: 144-9.

Uysal T, Baysal A, Usumez S, Ulker M (2.009 a): "Microleakage between composite-wire and composite-enamel interfaces of flexible spiral wire retainers. Part 1: comparison of three composites". *Eur J Orthod*, 31: 647-51.

Uysal T, Ramoglu SI, Ertas H, Ulker M (2.010 a): "Microleakage of orthodontic band cement at the cement-enamel and cement-band interfaces". *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 137:534-9.

Uysal T, Ramoglu SI, Ulker M, Ertas H (2.010 b): "Effects of high-intensity curing lights on microleakage under orthodontic bands". *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 138:201-7.

Uysal T, Ulker M, Baysal A, Usumez S (2.009 b): "Microleakage between composite-wire and composite-enamel interfaces of flexible spiral wire retainers. Part 2: comparison of amorphous calcium phosphate-containing adhesive with conventional lingual retainer composite". *Eur J Orthod*, 31: 652-7.

Uysal T, Ulker M, Ramoglu SI, Ertas H (2.008): "Microleakage under metallic and ceramic brackets bonded with orthodontic self-etching primer systems". *Angle Orthod*, 78: 1089-94.

Varnam AH, Sutherland JP (1.997): "Bebidas Refrescantes". En *Bebidas. Tecnología, química y microbiología*. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. Cap 3, pág 77-130. I.S.B.N.: 84-200-0826-5.

Vicente A (2.003): “Estudio *in vitro* del efecto de tres potenciadores de la adhesión sobre la resistencia a la fractura por cizalladura de brackets ortodóncicos”. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. España.

Vicente A, Ortiz AJ, Bravo LA (2.009): “Microleakage beneath brackets bonded with flowable materials: effect of thermocycling”. *Eur J Orthod*, 31:390-6.

West NX, Hughes JA, Addy M (2.000): “Erosion of dentine and enamel *in vitro* by dietary acids: the effects of temperature, acid character, concentration and exposure time”. *J Oral Rehabil*, 27: 875-80.

West NX, Hughes JA, Addy M (2.001): “The effect of pH on the erosion of dentine and enamel by dietary acids *in vitro*”. *J Oral Rehabil*, 28: 860-4.

West NX, Hughes JA, Parker DM, Moohan M, Addy M (2.003): “Development of low erosive carbonated fruit drinks 2. Evaluation of an experimental carbonated blackcurrant drink compared to a conventional carbonated drink”. *J Dent*, 31:361-5.

Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D (2.006): “Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials”. *J Dent*, 34: 214-220.

Wu W, McKinney JE (1982): “Influence of Chemicals on Wear of Dental Composites”. *J Dent Res*, 61:1.180-3.

Yesilyurt C, Yoldas O, Altintas SH, Kusgoz A (2.009): “Effects of food-simulating liquids on the mechanical properties of a silorane-based dental composite”. *Dent Mater*, 28: 362-367.

Zimmer BW, Rottwinkel Y. (2.004): “Assessing patient-specific decalcification risk in fixer orthodontic treatment and its impact on prophylactic procedures”. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*; 126: 318-24.