

EFFECTO DEL CONTENIDO DE RELLENO Y POLVO DE DENTINA SOBRE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE LOS ADHESIVOS DENTALES.

Mariger Serrano^{1,6}, Marlyn Berríos^{2,4,6}, Juan C. López^{3,4,6}, V. Díaz^{1,6}, P. Araujo^{4,6} y Pedro José Salinas^{5,6}

¹Postgrado en Rehabilitación Bucal. ²Profesor Agregado del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología, ³Profesor Titular del Departamento de Ciencias Aplicadas y Humanísticas, Escuela Básica de la Facultad de Ingeniería. ⁴Miembro del Centro de Investigaciones y Proyectos en Matemática Aplicada (CIMA). ⁵Profesor Titular de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, ⁶Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela mcs99@hotmail.com.

Resumen

La efectividad de los adhesivos dentales está influenciada por el tamaño, naturaleza química y concentración de partículas inorgánicas de relleno en su composición. Con el objetivo de evaluar el efecto del contenido de relleno y polvo de dentina coronaria sobre la resistencia a la tracción de los adhesivos dentales se llevó a cabo un estudio experimental de corte transversal. Se fabricaron 40 especímenes de adhesivo dental según un diseño experimental de dos factores, contenido de relleno y presencia de polvo de dentina coronaria, a dos repeticiones, los cuales se sometieron a una prueba de microtracción. El adhesivo con relleno presentó un promedio de resistencia a la tracción superior (38.49 MPa) que el adhesivo sin relleno (14.64 MPa) $p > 0.001$. Se encontró un efecto de interacción entre el tipo de adhesivo según su contenido de relleno y la presencia de polvo de dentina en los especímenes. La presencia de polvo de dentina determina en gran medida la frecuencia con que los adhesivos dentales probados aquí se fracturen por debajo o por encima de 30 MPa.

Palabras claves: resinas compuestas, dentina, biomecánica, estrés.

Abstract

Effect of filler and dentin sound content on traction resistance of dental adhesives.

The effectiveness of dental adhesives is influenced by the size, chemical nature and concentration of inorganic particles filling composition. With the aim of to assess the filling content and coronary dentin powder effect on adhesive dental tensile strength is conducted an experimental study of cross-section. Are produced 40 specimens of dental adhesive and subjected to a microtensile test, according to an experimental design of two factors, fill content and presence of coronary dentin powder, two repetitions. Adhesive filled presented an average tensile strength higher (38.49 MPa) than adhesive unfilled (14.64 MPa) $p < 0.001$. The study found an interaction effect between the adhesive type according to its filler content and the presence of dentin powder in specimens. The presence of dentin powder largely determines the frequency with which dental adhesives tested here break below or above 30 MPa.

Key words: Luting Agents, Composite Resins, Dentine, Biomechanics, Stress.

INTRODUCCIÓN.

Existe un deseo inherente a la investigación odontológica en desarrollar materiales de naturaleza adhesiva capaces de unirse a la estructura dental (Carrillo 2006). En odontología, la adhesión es un fenómeno mediante el cual se unen dos superficies de naturaleza fisicoquímica distinta; determinado por múltiples factores, entre ellos los relacionados con las fuerzas de atracción intermolecular y de trabado micromecánico entre la resina compuesta, el tejido dentario y un adhesivo dental interpuesto (Cavalcanti et al. 2008). Muchos adhesivos dentales se fundamentan en diferentes mecanismos para cumplir con dicha función adhesiva, cuya efectividad depende de una gran variedad de factores (De Munck et al. 2005, Van Landuyt et al. 2007). Entre los factores que afectan la efectividad de los adhesivos dentales se encuentran el tamaño, naturaleza química y concentración de las partículas de relleno presentes en el adhesivo y la naturaleza

química del mismo (Miyazaki et al. 1995, Kasraei et al. 2009).

El tamaño de partícula del relleno juega un rol importante; algunos autores sugieren que dichas partículas pueden penetrar en los espacios interfibrilares y mejorar las propiedades mecánicas del adhesivo y de la capa híbrida resultando en una unión fuerte (Tay et al. 1999). Sin embargo, los resultados de algunas investigaciones muestran que, rellenos de tamaño nanométrico no pueden penetrar dichos espacios, los cuales son de 20 nm, debido a que se conglomeran formando rellenos de tamaño de partícula mucho mayor (Tay et al. 1999, Kasraei et al. 2009).

Los adhesivos con relleno suelen ser más viscosos que aquellos que no contienen relleno (Giannini et al. 2011). Un adhesivo viscoso permite una capa adhesiva más gruesa, propiedades adecuadas de curado con luz y uniones más elásticas (Henostroza 2003). Una mayor viscosidad en la capa adhesiva

permite la disminución de la contracción de polimerización disminuyendo a su vez la tensión de contracción de polimerización que ocurre en la resina compuesta (Gallo et al. 2001, Abate 2008, Giannini et al. 2011). No obstante, bajo tales condiciones, la estabilidad de la unión puede afectarse por la dificultad que tiene el solvente para evaporarse (Abate 2008). Además, una mayor viscosidad puede atenuar el poder de infiltración del adhesivo, lo que resultaría en una capa híbrida menos robusta más propensa a fallas adhesivas (Henostroza 2003).

El barrillo dentinario es un material residual que queda en la superficie de la dentina recién cortada (Carrillo 2005, Barajas et al. 2007, Joubert 2010). Para mejorar la adhesión de resinas compuestas a la superficie dentinaria mediante adhesivos de grabado y lavado, se recomienda la limpieza de esta capa residual (Carrillo 2006, Van Meerbeek et al. 2008). El acondicionamiento ácido crea las condiciones necesarias que facilitan la limpieza de la superficie de la dentina mediante un chorro de agua eliminando gran parte de dicho barrillo (Berrios et al. 2009). El pequeño porcentaje de barrillo dentinario que se mantiene adherido a la superficie de la dentina puede dispersarse en el adhesivo dental logrando una mejor adhesión entre la dentina y la resina compuesta (Carrillo 2006). Los resultados de algunos estudios sugieren que dicho barrillo dentinario podría magnificar las propiedades mecánicas del adhesivo dental alcanzando un valor de resistencia a la tracción mayor que el del mismo adhesivo dental (Berrios et al. 2011). Este efecto se observa en los adhesivos dentales que contienen relleno al ser comparadas sus propiedades mecánicas con adhesivos dentales que no contienen relleno (Solhi et al. 2012).

El objetivo de la presente investigación es evaluar el efecto del contenido de relleno y polvo de dentina coronaria sobre la resistencia a la tracción de los adhesivos dentales.

METODOLOGÍA.

Se realizó un estudio experimental con la idea de evaluar el efecto de la presencia de relleno en el adhesivo y la cantidad de polvo de dentina coronaria sobre la resistencia a la tracción. Para ello se empleó un diseño factorial 2²; esto es, dos factores: A) tipo de adhesivo según su contenido de relleno proporcionado por el fabricante, y B) la presencia de partículas de dentina; cada uno de ellos a dos niveles: A(-) adhesivo sin relleno, A(+) adhesivo con relleno; B(-) 0 % de polvo de dentina y B(+) 5 % de polvo de dentina (Tabla 1). Se realizaron cuatro tratamientos, que se repitieron diez veces, para un

total de cuarenta especímenes. El factor B simula el barrillo dentinario (*smear layer*) que queda sobre la dentina después del corte y tratamiento ácido (Berrios et al. 2009).

Tabla 1. Diseño experimental 2² empleado.

Tratamiento	A	B	Especímenes
T ₁	-	-	
T ₂	+	-	
T ₃	-	+	
T ₄	+	+	

Obtención del polvo de dentina.

Se utilizaron tres terceros molares humanos, libres de caries y libres de cualquier otra alteración visible en el esmalte, extraídos por indicación ortodóntica. Los molares se almacenaron inmediatamente después de su extracción, en un recipiente plástico, con solución fisiológica, en un ambiente refrigerado a 4°C durante una semana. El esmalte de los molares se desgastó utilizando una pieza de mano de alta velocidad (Turbina NSK, Powerful Partners), con una fresa cilíndrica de carborundo (N° 556), hasta observar por visión directa la dentina coronaria. Consecutivamente, se cortaron los molares a la altura de sus respectivos cuellos, para separar la dentina coronaria de las raíces de dichos dientes. Este corte atraviesa el diente en sentido perpendicular al eje longitudinal del diente y se realizó mediante un disco de diamante (0.5 mm de espesor) utilizando un instrumento rotatorio de baja velocidad. Una vez separadas estas estructuras, se retiraron los restos de pulpa remanentes dentro de la cámara pulpar, mediante una pinza algodoner. La dentina coronaria se colocó en una estufa a 60 °C durante 45 minutos para deshidratarla y, posteriormente, molerla en un molino de bola (MM2, Retsch) hasta obtener polvo de dentina coronaria, de 17.74 µm de diámetro medio y color blanco.

Obtención de los especímenes.

Para elaborar los especímenes, de acuerdo con el diseño experimental antes descrito, se utilizaron una balanza de precisión (Sartorius, BP 211D con precisión de 0.000001 g) para pesar la cantidad de polvo de dentina en los tratamientos T₃ y T₄; una micropipeta (HTL, Discovery) para medir la cantidad de adhesivo y calcular la concentración de polvo de dentina en cada tratamiento; cuatro tubos de plástico transparente de 11 x 1.5 mm de diámetro que sirvieron de molde; un vernier digital (Powerfix) para medir los diámetros de los especímenes; una lámpara de fotocurado (SDI, Radii Plus) para polimerizar el adhesivo; y una cánula metálica para retirar el espécimen de cada molde.

A través de los cuatro moldes; uno para cada tratamiento, se aspiró cierta cantidad del material establecido en el tratamiento correspondiente; la secuencia para la elaboración de cada espécimen se seleccionó de manera aleatoria hasta obtener diez especímenes de cada tratamiento. La fotopolimerización del adhesivo se realizó durante 60 s a través del molde transparente, y una vez endurecidos los especímenes, se extrajeron de los moldes mediante una cánula metálica. El almacenamiento de los especímenes se realizó de manera inmediata en solución fisiológica, en un ambiente refrigerado a 4 °C durante 20 días.

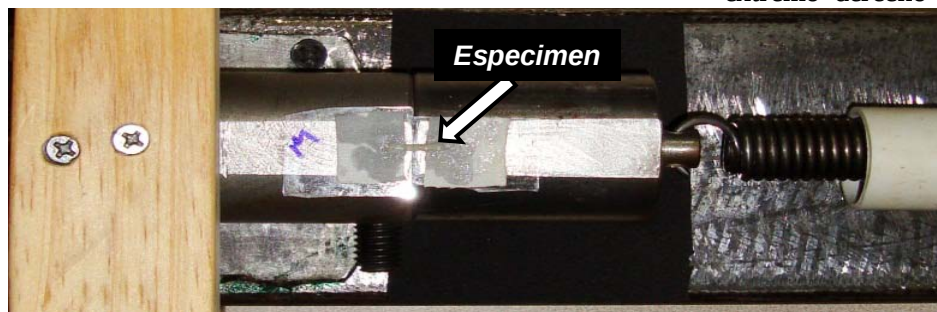


Figura 1. Base metálica.

Máquina de microtracción.

La máquina de microtracción utilizada en el presente estudio fue diseñada especialmente para llevar a cabo esta investigación. Dicha máquina consta de cuatro partes fundamentales:

1.- *Una base metálica*; sobre la cual se ubicó un soporte para el espécimen, un resorte y un tornillo micrométrico giratorio (Figura 1), mediante el cual se induce tracción al resorte.

2.- *Soporte para el espécimen*; su diseño se realizó mediante un software de diseño mecánico computarizado, AUTO CAD. Consta de dos partes

metálicas (A y B), unidas por un engranaje mecánico que actúa para producir el deslizamiento horizontal, mediante el cual las partes A y B se separan. La unión de las dos partes A y B, en una vista cenital, es plana para admitir la ubicación del espécimen (Figura 2). Dicho soporte se fijó a la base mediante una unión mecánica rígida desmontable, lo cual permite que sólo las fuerzas de tracción ejercidas por el resorte sean las responsables de las fuerzas requeridas para la fractura del espécimen durante la prueba, y además permite retirar y colocar nuevamente el soporte de manera fácil y rápida.

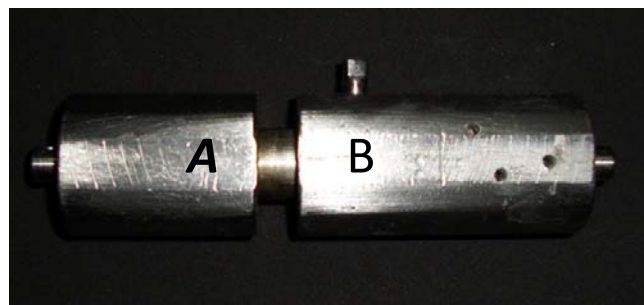


Figura 2. Soporte para el espécimen.

3.- *Resorte*; la fuerza de tracción que incide sobre el espécimen es ejercida por el resorte, producto de su elongación mediante la acción del tornillo micrométrico. El resorte se ubica entre el anillo, extremo derecho de la parte B, y un extremo del tornillo micrométrico (Figura 3).

La fuerza de tracción ejercida por el resorte se correlacionó con su elongación resultante de la acción de objetos de diferentes pesos, lo cual se expresa mediante una curva de calibración (Figura 4). La fuerza se puede leer de la figura

4 o estimar mediante la siguiente ecuación, la cual resulta del ajuste lineal de la mencionada curva, **ecuación 1: $F = k * X$** , donde **k** es la constante de Young, en este caso igual a 0.401 y **X** es la elongación del resorte.

4.- *Tornillo*; se ubica en la dirección axial del soporte, de modo que, sus giros sobre su eje elonguen al resorte induciendo la fuerza de tracción que se ejerce sobre el soporte y que, a su vez, se transmite al espécimen.

Fijación del espécimen sobre el soporte de la máquina de microtracción.

Para ubicar el espécimen sobre el soporte de microtracción se utilizaron dos láminas de vidrio de $1 \times 1 \text{ cm}^2$ de área y 0.5 mm de espesor, una para la parte A y otra para la parte B (Figura 3). Los extremos del espécimen se unieron a dos láminas de vidrio mediante dos trocitos de tela interpuestos entre el vidrio y el espécimen. Cada trozo de tela, de 70% de algodón, se humedeció con una gota de cianocrilato, cuidando no derramar dicho químico en la parte central del espécimen ni en la interfase entre las láminas de vidrio (Figura 3). El mismo cianocrilato se utilizó para unir las láminas de vidrio al soporte de la máquina de microtracción, esta vez teniendo la precaución de: 1- no derramar cianocrilato en la interfase de los vidrios, y 2- ubicar el espécimen espacialmente de manera que su eje longitudinal estuviese alineado con el eje axial del resorte (Figura 3).

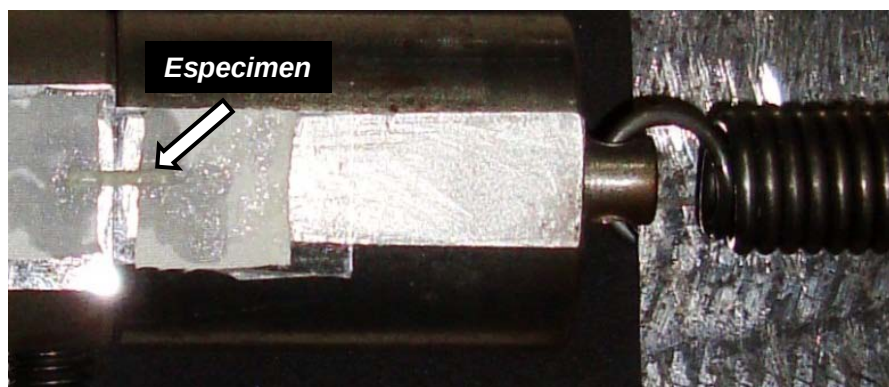


Figura 3. Ubicación del espécimen sobre el soporte; nótese que está alineado con el eje axial del resorte.

la fuerza de tracción ejercida y transmitida por el resorte a los mismos debido a su elongación resultante del giro progresivo del tornillo. En cada prueba se midió la longitud inicial y final del resorte con un vernier digital (Powerfix). Con la diferencia de longitudes se obtuvo la elongación (X), mediante la ecuación 1 se determinó la fuerza de tracción requerida para la fractura y finalmente la resistencia de los especímenes a la tracción mediante la siguiente ecuación: **ecuación 2:** $R = F/A$, donde R es la resistencia mecánica a la tracción del espécimen; F , la fuerza de tracción ejercida sobre el espécimen; y A , el área de la sección transversal de fractura del espécimen.

Análisis estadístico.

Un total de 40 especímenes, diez especímenes de cada tratamiento (T_1 , T_2 , T_3 y T_4), se sometieron a la prueba de microtracción, de los cuales se excluyeron los datos correspondientes a dos especímenes de T_1 y T_2 , y tres especímenes de T_3 y T_4 . Las causas de tales exclusiones consistieron en fallas durante la fijación del espécimen en el soporte de la máquina de microtracción originando valores diferentes al promedio $\pm$ dos veces la desviación estándar de cada tratamiento. La resistencia a la tracción de cada tratamiento se promedió y se analizó mediante el análisis de varianza; la relación entre la frecuencia de los especímenes con una resistencia menor que y mayor o igual que 30 MPa con los factores estudiados se analizó mediante Chi cuadrado. El nivel de significancia se fijó en 0.05.

RESULTADOS.

En la figura 5 se muestra que los especímenes del tratamiento 2 (T_2) obtuvieron un promedio resistencia a la tracción (38.49 MPa) superior a los especímenes de los demás tratamientos; mientras que los especímenes del tratamiento 1 (T_1) obtuvieron un promedio de resistencia mucho menor, 14.64 MPa ($p < 0.001$).

El tipo de adhesivo según su contenido de relleno muestra un efecto positivo sobre la resistencia a la tracción del adhesivo dental (Figura 6); el adhesivo dental que contiene relleno presenta mayor resistencia a la tracción que el que no contiene ($p > 0.001$).

Figura 4. Curva de calibración del resorte.

Prueba de microtracción.

La prueba de microtracción consistió en fracturar cada uno de los especímenes como consecuencia de

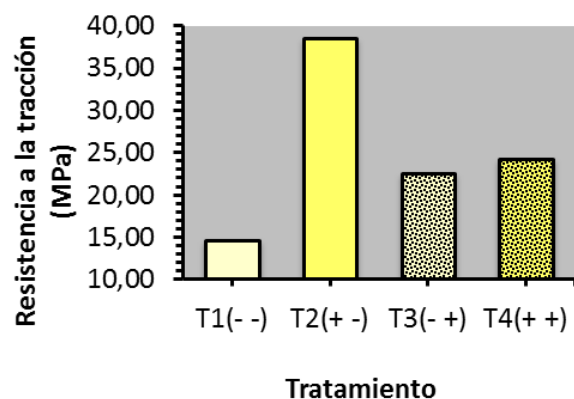


Figura 5. Resistencia a la tracción de cada uno de los tratamientos. T₁: adhesivo sin relleno A (-) y sin polvo de dentina B (-); T₂: adhesivo con relleno A (+) y sin polvo de dentina B (-); T₃: adhesivo sin relleno A (-) y con polvo de dentina B (+); y T₄: adhesivo con relleno A (+) y con polvo de dentina B (+). ANOVA $F=3.85$. $p>0.001$.

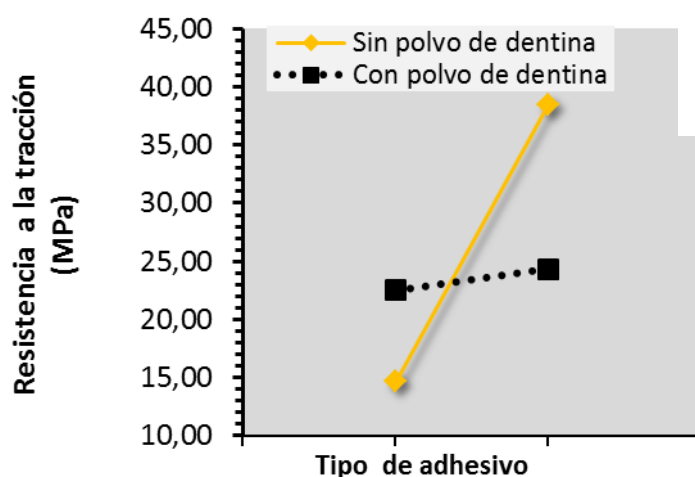


Figura 6. Efecto de los factores estudiados sobre la resistencia a la tracción de los adhesivos dentales.

La misma figura revela un efecto de interacción importante entre el tipo de adhesivo según su contenido de relleno y la presencia de polvo de dentina. Esto se ve claramente por el hecho de que al ir de un adhesivo sin relleno a uno con relleno existe una diferencia mucho mayor, en lo que resistencia a la tracción se refiere, que al ir de un adhesivo sin relleno con 0% de polvo de dentina a uno con relleno y con 5% de polvo de dentina cuya diferencia es mucho menor. Lo anterior permite un cruce entre los segmentos de recta que se observan en la figura 6. En dicha figura, la presencia de polvo de dentina presenta un efecto negativo sobre la resistencia a la tracción del adhesivo dental que contiene relleno, disminuyendo ésta de 38.49 a 24.31 MPa, mientras que en el caso del adhesivo dental que no contiene

relleno se observa un efecto positivo en el que la resistencia va de 14.64 a 22.51 MPa ($p>0.05$).

La figura 7 muestra un análisis de frecuencia en la que se categorizan los distintos especímenes en dos clases: los que presentaron resistencia menor que, y mayor o igual que 30 MPa. El 75% de los especímenes bajo las condiciones del tratamiento T₂ presentan resistencias superiores a 30 MPa, en comparación con los especímenes del tratamiento T₁ que en su mayoría (87.5%) presentan resistencias inferiores a 30 MPa (Figura 7).

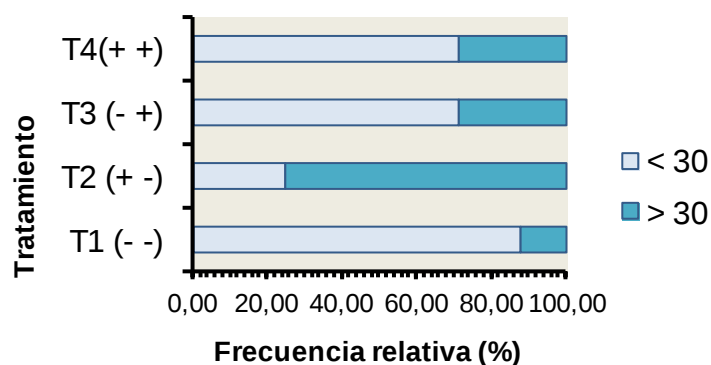


Figura 7. Frecuencia relativa de especímenes resistentes a una tracción de 30 MPa (Henostroza 30 MPa) según el tratamiento. T₁: adhesivo sin relleno (-) y sin polvo de dentina (-); T₂: adhesivo con relleno (+) y sin polvo de dentina (-); T₃: adhesivo sin relleno (-) y con polvo de dentina (+); y T₄: adhesivo con relleno (+) y con polvo de dentina (+).

No se observan diferencias entre los tratamientos T₃ y T₄ al comparar la frecuencia de los especímenes con una resistencia superior a 30 MPa. Una frecuencia de especímenes con resistencia a la tracción mayor o igual a 30 MPa depende, estadísticamente de manera significativa, de la presencia de relleno en el adhesivo dental para especímenes sin polvo de dentina ($p>0.05$) (Tabla 2); mientras que para especímenes con polvo de dentina dicha frecuencia es independiente ($p<0.05$) de la presencia de relleno en el adhesivo dental (Tabla 3).

DISCUSIÓN.

El pequeño porcentaje de barrillo dentinario que se mantiene adherido a la superficie de la dentina puede dispersarse en el adhesivo dental magnificando las propiedades mecánicas de dicho adhesivo (Berrios et al. 2011). Este efecto sería similar al observado en los adhesivos dentales que contienen relleno (Solhi et al. 2012). Según Miyazaki et al. 1995, Kasraei et

al. 2009, la concentración de las partículas de relleno presentes en el adhesivo es uno de los factores que afectan la efectividad de los adhesivos dentales, dicha efectividad podría estar influenciada por el aumento de la resistencia mecánica del sistema adhesivo. En el presente estudio se encontró que, el tipo de adhesivo y su interacción con el polvo de dentina tienen efectos relevantes sobre la resistencia a la tracción del adhesivo dental.

Tabla 2. Relación entre la presencia de relleno en el adhesivo y la resistencia a la tracción para el caso de especímenes sin polvo de dentina.

FA de especímenes resistentes a	Adhesivo		TOTAL	
	Con relleno y 0% de polvo de dentina	Sin relleno y 0% de polvo de dentina		
> 30 MPa	6	1	7	$X^2 = 4.06;$ $p > 0.05.$
< 30 MPa	2	7	9	
TOTAL	8	8	16	

FA: frecuencia absoluta.

Tabla 3. Relación entre la resistencia a la tracción y la presencia de polvo de dentina para el caso de especímenes con polvo de dentina.

FA de especímenes resistentes a	Adhesivo		TOTAL	
	Sin relleno y 5% de polvo de dentina	Con relleno y 5% de polvo de dentina		
> 30 MPa	2	2	4	$X^2 = 0.35;$ $p < 0.05.$
< 30 MPa	5	5	10	
TOTAL	7	7	14	

FA: frecuencia absoluta.

Dado que la resistencia a la tracción deseable de un adhesivo dental es alrededor de 30 MPa (Henostroza 2003), los resultados del presente estudio sugieren que el tratamiento que ofrece más posibilidades de éxito, desde el punto de vista clínico, es el tratamiento T₂; esto es, adhesivo con relleno, lo cual se sustenta por las diferencias entre los tratamientos T₁ y T₂ observadas en el presente estudio (Figura 5). Kasraei et al. 2009, evaluaron el efecto de la cantidad de relleno en el adhesivo dental sobre la resistencia a la tracción en la interfase dentina-resina

compuesta utilizando un adhesivo dental experimental con diferentes concentraciones de relleno; sus resultados apoyan lo encontrado en esta investigación puesto que en ellos se observa que la presencia de relleno en el adhesivo dental afecta significativamente los valores de resistencia antes mencionada; dicho factor proporciona una resistencia adhesiva mayor que la proporcionada por un adhesivo dental sin relleno.

En contraste, Torabzadeh et al., 2010, compararon cuatro adhesivos dentales de una misma casa comercial, dos con relleno y dos sin relleno, aunque la presencia de relleno en el adhesivo no tuvo efecto significativo sobre la resistencia a la tracción en la interfase resina compuesta-adhesivo-dentina, si causó una disminución significativa sobre la microdureza de la dentina. Probablemente, tales resultados pueden ser el producto de una especie de interacción entre los componentes del adhesivo dental y la dentina.

En este punto vale destacar la importancia que tiene el efecto de la interacción tipo de adhesivo dental y polvo de dentina observado en la presente investigación (Figura 6). Para el caso en el que hay polvo de dentina, situación común en la práctica odontológica, pareciera indiferente el uso de uno u otro adhesivo de acuerdo con el relleno; mientras que en ausencia de polvo de dentina hay una diferencia muy importante (Figura 5). Esto se debe al efecto de interacción, el cual opera de manera opuesta al efecto del tipo de adhesivo, la presencia de polvo de dentina aumenta la resistencia a la tracción del adhesivo sin relleno y disminuye la resistencia a la tracción del adhesivo con relleno (Figura 6).

La frecuencia de falla es de gran importancia en la práctica odontológica; esta información quizás es de mayor valor clínico que el promedio de la resistencia a la tracción. Desde el punto de vista estadístico, dos adhesivos con un mismo valor promedio de resistencia a la tracción pueden tener varianzas totalmente distintas, y una moda que puede estar ubicada lejos de la resistencia media. En este sentido, los resultados expuestos en las figura 5 y 6 sugieren que el polvo de dentina es el factor de mayor relevancia entre los estudiados, ya que ambos adhesivos, con y sin relleno, presentan un comportamiento similar en cuanto a la frecuencia a la cual los distintos especímenes se fracturan a una tracción por debajo de 30 MPa. De acuerdo con estos resultados, es recomendable inducir una muy buena limpieza de la superficie de la dentina recién cortada previo a la

restauración de dientes con resina compuesta de manera directa, tal y como refiere la literatura (Henostroza 2003) por razones distintas a las sugeridas por Berrios et al. 2011.

CONCLUSIONES.

La presencia de relleno en los adhesivos dentales tiene un efecto significativo sobre la resistencia a la tracción, ésta es mayor cuando el adhesivo contiene relleno.

El polvo de dentina disperso en el adhesivo dental, por sí solo, no tiene un efecto significativo sobre la resistencia a la tracción; sin embargo, hay un efecto de interacción entre el relleno del adhesivo dental y la presencia de polvo de dentina.

La presencia de polvo de dentina determina en gran medida la frecuencia con que los adhesivos dentales probados aquí se fracturan por debajo o por encima del valor sugerido en la literatura, 30 MPa. Para las condiciones en las que no hay polvo de dentina, dicha frecuencia depende del contenido de relleno en el adhesivo dental; mientras que para las condiciones en las que hay polvo de dentina, dicha frecuencia es independiente de la presencia de relleno en el adhesivo dental.

AGRADECIMIENTOS.

Los autores agradecen a la Cátedra de Cirugía Bucal de la Facultad de Odontología, al Laboratorio de Fisiología de la Conducta de la Facultad de Medicina y al Laboratorio de Química Experimental Aplicada (QUEXA) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes Mérida Venezuela, por su valiosa colaboración (personal, materiales y equipos) para llevar a cabo el presente estudio.

REFERENCIAS.

Abate PF. 2008. *Operatoria Dental. Estética y adhesión*. Lanata EJ, editor. Bolivia. 106 - 116.

Barajas L, Barcelo F. 2007. Estudio comparativo de adhesión a dentina por medio de resistencia al desalojo por empuje entre sistemas con y sin grabado ácido. *Revista Odontológica Mexicana* 11:181-184.

Berrios M, López JC. 2009. Caracterización de la dentina en sus diferentes etapas previas a la adhesión. *MedULA*. 18:103-110.

Berrios M, López JC, Salinas PJ. 2011. Doble capa eléctrica: principal mecanismo microscópico-molecular involucrado en la limpieza del barrillo dentinario. Trabajo especial de grado en la ULA.

Carrillo C. 2005. Capa de detritus dentinaria. *A.D.M. (Asociación Dental Mexicana)* 62:177-180.

Carrillo C. 2006. Dentina y adhesivos dentinarios. *Conceptos actuales*. A.D.M. (Asociación Dental Mexicana) 63:45-51.

Cavalcanti AL, Melo TR, Maia AM et al. 2008. Shear bond strength of two self-etching adhesive in primary dentin - in vitro study. *Acta odontol. venez* 46:176-179.

De Munck J, Van Landuyt KL, Peumans M et al. 2005. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 84:118-32.

Gallo JR, Comeaux R, Haines B et al. 2001. Shear bond strength of four filled dentin bonding systems. *Oper Dent* 26:44-47.

Henostroza G. 2003. Adhesión en odontología restauradora. *MAIO. Brasil*. 112 - 138.

Giannini M, Mettenburg D, Galvão CA et al. 2011. The effect of filler addition on biaxial flexure strength and modulus of commercial dentin bonding systems. *Quintessence Int*. 42: e39-e43.

Joubert R. 2010. *Odontología adhesiva y estética*. Ripano. España. 11 - 19.

Kasraei SH, Atai M, Khamverdi Z et al. 2009. Effect of nanofiller addition to an experimental dentin adhesive on microtensile bond strength to human dentin. *J Dent*. 6:91-96.

Miyazaki M, Ando S, Hinoura K et al. 1995. Influence of filler addition to bonding agents on shear bond strength to bovine dentin. *Dent Mater* 11:234-238.

Solhi L, Atai M, Nodehi A et al. 2012. Poly (acrylic acid) grafted montmorillonite as novel fillers for dental adhesives: Synthesis, characterization and properties of the adhesive. *Dent Mater* 28:369-377.

Tay FR, Moulding KM, Pashley DH. 1999. Distribution of nanofillers from a simplified-step adhesive in acid-conditioned dentin. *J Adhesive Dent*. 1: 103-117.

Torabzadeh H, Ghasemi A, Asadian F et al. 2010. Effect of multiple adhesive coating on the microshear bond strength and surface microhardness of bonded dentin after using four adhesives. *J Dent*. 22:165-173.

Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J et al. 2007. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 28: 3757-3785.

Van Meerbeek B, De Munck J, Van Landuyt KL et al. 2008. Dental adhesives and adhesive performance. En: *Dental biomaterials*. Curtis R, Watson Timothy. England: Woodhead Publishing Limited. 81 - 111.

Recibido: 23 marzo 2013 Aceptado: 26 junio 2013