

# INFLUENCIA DEL ÁCIDO ASCÓRBICO EN LA ADHESIÓN

sobre el esmalte blanqueado:  
estudio *in vitro*

*Influence of ascorbic acid gel on the adhesion  
on the whitened enamel: in vitro study*

POR

MARÍA FERNANDA PÉREZ<sup>1</sup>

VÍCTOR J. SETIEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Clínica de Especialidades Odontológicas Premium Dental.

<sup>2</sup> Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela

**Autor de correspondencia:** Clínica de Especialidades Odontológicas Premium Dental.

[mfpd0210@gmail.com](mailto:mfpd0210@gmail.com)

## Resumen

El uso de blanqueamientos dentales se asocia a una disminución de las fuerzas adhesivas restauración-diente hasta por tres semanas luego de su uso. Con la finalidad de buscar una solución a este problema se realizó este estudio para evaluar la efectividad del ácido ascórbico al 10% e incrementar rápidamente la resistencia adhesiva. Se seleccionaron 60 dientes bovinos recién extraídos libres de caries, se realizaron discos de resina de 3 mm de ancho y 4 mm de diámetro, fueron divididos en 4 grupos, Grupo 1 (control), se les realizó la técnica adhesiva convencional, Grupo 2, se les aplicó peróxido de carbamida al 10% durante 12 días y se le realizó la técnica adhesiva convencional, Grupo 3, se les aplicó peróxido de carbamida al 10% durante 12 días luego se le colocó durante 10 minutos gel de ácido ascórbico y se realizó la técnica adhesiva convencional, Grupo 4, se les aplicó peróxido de carbamida al 10% durante 12 días y durante 08 horas, se les aplicó gel de ácido ascórbico luego se realizó la técnica adhesiva convencional, a todos se les hizo prueba de cizallamiento en máquina de pruebas universales. Se realizó una ANOVA de un factor con el valor de p preestablecido en 0,05. Los grupos 1 y 4 obtuvieron una resistencia adhesiva similar, mientras que el grupo 2 fue el que menos resistió a la carga máxima, obteniendo un valor de  $p < 0,03$  entre los grupos. Se concluye que el uso de ácido ascórbico al 10% durante 8 horas luego del peróxido de carbamida al 10% revierte los valores bajos de resistencia adhesiva que ocasionan los radicales libres remanentes en el esmalte recién blanqueado.

**PALABRAS CLAVE:** ácido ascórbico, esmalte blanqueado, peróxido de carbamida, resistencia adhesiva.

## Abstract

The use of teeth whitening is associated with a decrease in restoration-tooth adhesive strength for up to three weeks after its use. In order to find a solution to this problem, this study was carried out to evaluate the effectiveness of 10% ascorbic acid and to rapidly increase the adhesive strength. Sixty recently extracted caries-free bovine teeth were selected, resin discs 3 mm wide and 4 mm in diameter were made, they were divided into 4 groups, Group 1 (control), the conventional adhesive technique was applied, Group 2, 10% carbamide peroxide was applied for 12 days and the conventional adhesive technique was applied, Group 3, carbamide peroxide was applied for 12 days and the conventional adhesive technique was applied, Group 4, carbamide peroxide was applied for 12 days and the conventional adhesive technique was applied, Group 3, 10% carbamide peroxide was applied for 12 days, then ascorbic acid gel was applied for 10 minutes and the conventional adhesive technique was performed, Group 4, 10% carbamide peroxide was applied for 12 days and for 8 hours, ascorbic acid gel was applied and then the conventional adhesive technique was performed, all were subjected to a shear test in a universal testing machine. A one-factor ANOVA was performed with the p value preestablished at 0.05. Groups 1 and 4 obtained similar adhesive strength, while group 2 was the least resistant to the maximum load, obtaining a value of  $p < 0.03$  between groups. It is concluded that the use of 10% ascorbic acid for 8 hours after 10% carbamide peroxide reverses the low values of adhesive resistance caused by the free radicals remaining in the freshly bleached enamel.

**KEY WORDS:** adhesive resistance, bleached enamel, ascorbic acid, carbamide peroxide.

## Introducción

En la actualidad los tratamientos estéticos ganan cada vez más popularidad y esto trae como consecuencia mayor exigencia de parte del paciente, en cuanto a la diversidad de los tratamientos que existen y el tiempo de espera para ver concluidos los mismos. Existen alternativas para mejorar la apariencia de los dientes que van desde lo más conservador a un poco más invasivos dependiendo sea el caso, empezando la mayoría de ellos con blanqueamientos de la estructura dentaria y culminando con tratamientos adhesivos ya sean directos o indirectos.

Los mecanismos que pueden emplearse para conseguir el blanqueamiento dental; son de acción oxidante; de acción erosiva, abrasiva; y otros actúan de forma mixta. Los más eficaces son los primeros, que se caracterizan por presentar la capacidad de penetrar en el esmalte y en la dentina y, una vez allí, oxidan las moléculas de las sustancias responsables de la descoloración dental<sup>1</sup>.

Los avíos para el blanqueamiento dental tienen como componente activo el peróxido de hidrógeno en concentraciones que oscilan entre el 5 y 38%, y el peróxido de carbamida o peróxido de urea, suele utilizarse en concentraciones comprendidas entre el 10-35%, para tratamientos que realiza el profesional<sup>2</sup>, cabe destacar que el blanqueador más utilizado en los consultorios odontológicos es el peróxido de hidrógeno a altas concentraciones, debido a que es el que mejores resultados ofrece seguido de los blanqueadores a base de peróxido de carbamida con una acción más lenta y con menos riesgos de irritación de las encías y deshidratación de las estructuras dentarias por ser un gel anhídrido<sup>3</sup>.

Estas sustancias que actúan como potentes oxidantes, mediante la formación de radicales libres, moléculas de oxígeno reactivas y aniones de peróxido de hidrógeno, penetran en el esmalte y la dentina atacando a las macromoléculas orgánicas altamente cromógenas, responsables de la descoloración. Al descomponerlas, los anillos carbonados pasan a convertirse en cadenas lineales con dobles enlaces, aún cromáticas. Si el proceso persiste, los radicales libres terminan rompiendo los dobles enlaces y las cadenas carbonadas resultantes más pequeñas, se hacen incoloras. El resultado es un aclaramiento del color del diente<sup>4</sup>. Asimismo otros autores<sup>5</sup> reportan que las moléculas de oxígeno gaseoso liberadas tienen la capacidad de penetrar a través de la estructura por vías naturales de permeabilidad del esmalte dental, como son las vainas de los prismas, la matriz intercrystalina, las estrías de Retzius, las lamelas del esmalte y los cuerpos fusiformes o husos adamantinos o por zonas porosas creadas por desmineralización asociadas al bajo pH de algunos agentes blanqueadores<sup>6</sup>, esto conlleva a que luego de finalizado el tratamiento las moléculas de oxígeno se mantengan presentes en la estructura dentaria por un tiempo.

Diferentes autores<sup>7</sup>, señalan que es necesario esperar un tiempo prudencial antes de efectuar inmediatamente las técnicas adhesivas, ya que se ve disminuida la fuerza de adhesión, por los cambios micro estructurales y rugosidades del esmalte dental valoradas por microscopía electrónica, debido a que una pequeña cantidad remanente del agente blanqueador permanece en el esmalte alterando el proceso de adhesión, presentando cambios en la composición química del esmalte por pérdida del contenido mineral y alteración en la fluorescencia y deshidratación del tejido dentario.

En definitiva, los radicales libres generados con el blanqueamiento permanecen en los tejidos, para algunos autores de dos a tres semanas, mientras que otros señalan hasta cuatro semanas después de concluido el tratamiento de blanqueamiento dental, inhibiendo la capacidad adhesiva del esmalte blanqueado<sup>7</sup>. Sin embargo, hay métodos que ayudan a inactivar los radicales libres del oxígeno residual para tratar de revertir las consecuencias fisicoquímicas indeseables sobre la estructura dental y la adhesión al sustrato adamantino<sup>8</sup>. Esperar un lapso de tiempo prudente posterior al tratamiento del blanqueamiento dental es uno de ellos o bien el uso de sustancias antioxidantes de uso común: la catalasa, ascorbato sódico, el hidróxido de calcio o bien, el uso de adhesivos con solventes de acetona<sup>9</sup>. En caso de que se quiera realizar o sea necesario realizar una técnica adhesiva (restauración con composite o cementado de brackets en forma inmediata al blanqueamiento), el uso de antioxidantes mejora sustancialmente la resistencia adhesiva a la estructura dentaria, minimizando las alteraciones producidas por los peróxidos y disminuyendo, por tanto, el período de espera.

Un antioxidante es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos. Rodríguez *et al.*<sup>10</sup>, analizaron el efecto de un antioxidante, el ascorbato de sodio al 10% (es la forma de sal sódica del ácido ascórbico (vitamina C) al 10%, sobre la adhesión a esmalte tratado con peróxido de hidrógeno al 38%. Para ello compara el efecto de un agente antioxidante sobre la resistencia al cizallamiento de resinas compuestas en esmalte blanqueado; al utilizar la prueba de ANOVA se encontraron diferencias significativas en la resistencia al cizallamiento ( $p=.0002$ ). El mejor resultado se dio en el grupo ascorbato de sodio presentando valores similares al control negativo.

Es imprescindible un tiempo de espera entre blanqueamiento dental y procedimiento restaurativo de, por lo menos, 2 a 4 semanas para que todo el oxígeno residual remanente pueda ser liberado de la estructura dental y, en los casos en que sea necesario hacer una restauración o una adhesión de brackets inmediata al proceso de aclaramiento, el uso de agente antioxidante

como ascorbato de sodio 10% en la forma de gel es una alternativa viable para disminuir los efectos del aclaramiento en el procedimiento adhesivo.

Asimismo, la utilización del peróxido de hidrógeno al 38% reduce la fuerza de adhesión comparada con muestras no sometidas a blanqueamiento. De esta inquietud surge la necesidad de desarrollar una terapia alternativa que permita inmediatamente luego de haber culminado el proceso de blanqueamiento dental, la realización de carillas directas e indirectas, y así disminuir el tiempo de espera que retrasa la evolución del caso, generando más ansiedad en el paciente, lo que hace que se plantee la siguiente interrogante: ¿Hasta qué punto la aplicación de ácido Ascórbico en el esmalte blanqueado provocará mejoras en las fuerzas adhesivas?, Por lo que el objetivo del estudio fue evaluar la efectividad del ácido ascórbico al 10% sobre la resistencia adhesiva, al determinar la misma en restauraciones de resina compuesta sobre esmalte blanqueado, aplicando un gel de ácido ascórbico al 10% durante 10 minutos a un grupo y 08 horas a otro.

## **Materiales y métodos**

El presente estudio es de tipo correlacional, la muestra estuvo conformada por 60 dientes bovinos sanos libres de caries y fractura, posteriormente se limpiaron con una hoja de bisturí n° 10, luego se sumergieron en agua por 24 horas, transcurrido este tiempo se sembraron en discos de acrílico autopolimerizable, se confeccionaron 60 discos de acrílico autopolimerizable color A1, con las siguientes dimensiones: 3 mm de largo y 2 mm de diámetro se esperó el tiempo de polimerización necesario para luego realizar la técnica adhesiva convencional. Para el grabado de la superficie dentaria se utilizó ácido fosfórico al 37% se lavó y se secó con una jeringa triple, se colocó una capa fina de adhesivo Single Bond® se aireó durante 20 segundos y se fotocuró con una lámpara Marca Gnatus durante 20 segundos se restauró con un disco de resina compuesta color A1 Brilliant™, se colocó una capa de resina aproximadamente 1 mm sobre el disco en la cara vestibular del espécimen, se eliminaron los excesos con una espátula y se procedió a fotocurar durante 40 segundos, posterior a esto se llevó cada objeto de estudio a la máquina de pruebas universales para realizar las pruebas de cizallamiento.

Las muestras se repartieron en 15 especímenes por cada grupo, los cuales fueron sumergidos en gel de ácido ascórbico al 10% por diferentes periodos de tiempo. Los grupos se conformaron de la siguiente manera: Grupo 1 (control) los especímenes fueron restaurados con resina compuesta color A1 Brilliant™ bajo la técnica adhesiva convencional, no fueron sometidos al peróxido de carbamida al 10% WhiteKey ni al gel de ácido ascórbico al 10%. Grupo 2 a los especímenes se les aplicó peróxido de carbamida al 10% durante 12 días, luego fueron restaurados con los discos de resina inmediatamente después de reti-

rar el gel blanqueador, no fueron sumergidos al gel de ácido ascórbico al 10%. Grupo 3 a los especímenes se les aplicó peróxido de carbamida al 10% durante 12 días, luego fueron sumergidos en gel de ácido ascórbico al 10% durante 10 minutos, una vez transcurrido el tiempo se procedió a restaurar inmediatamente cada diente con los discos de resina bajo la técnica adhesiva convencional. Grupo 4 a los especímenes se les aplicó peróxido de carbamida al 10%, durante 12 días luego se sumergieron en gel de ácido ascórbico al 10% durante 8 horas una vez transcurrido el tiempo se procedió a restaurar inmediatamente cada diente con los discos de resina bajo la técnica adhesiva convencional.

La técnica para la recolección de datos fue la observación. Se utilizó una maquina universal de capacidad máxima de 135 toneladas y apreciación de 1 kg marca Riehle® para realizar la prueba de cizallamiento. Como instrumento de recolección de datos se utilizó el programa *Microsoft Office Excel® 2007*, en el cual se registró el valor de carga máxima que soportaron los especímenes. El análisis de los resultados se realizó con una prueba de medidas repetidas del método estadístico ANOVA multivariado. Se realizó una prueba de comparaciones múltiples HSD Tukey para las comparaciones. Los datos obtenidos en el experimento por medio de la máquina de pruebas universales fueron expresados en kg, ya que esta mide de manera directa la fuerza necesaria (en kg) aplicada al sistema para vencer la resistencia adhesiva.

## Resultados

Los resultados obtenidos de la medición se reflejan en la **TABLA 1**.

**TABLA 1.** Resultados de la resistencia adhesiva de cada grupo expresado en megapascales (MPa).

Muestra	Grupo 1 (Control) Mpa	Grupo 2 BI+Rest.inm Mpa	Grupo 3 BI+10min+Rest Mpa	Grupo 4 BI+8h+Rest Mpa
1	24,89	17,11	14,00	17,11
2	33,44	15,56	15,56	31,11
3	33,44	21,78	15,56	41,22
4	28,00	20,22	28,00	20,22
5	14,00	24,89	28,00	26,44
6	21,78	31,11	24,89	23,33
7	24,89	21,78	26,44	24,89
8	29,56	15,56	20,22	29,56
9	32,67	31,11	26,44	26,44
10	37,33	23,33	17,11	17,11
11	31,11	14,00	21,78	31,11
12	28,00	15,56	23,33	20,22
13	29,56	20,22	24,89	26,44
14	20,22	18,67	21,78	23,33
15	28,00	15,56	18,00	26,00

**TABLA 2.** Anova univariado para la influencia del ácido ascórbico en la resistencia adhesiva.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter-grupos</b>	541,582	3	180,527	6,369	,001
<b>Intra-grupos</b>	1587,402	56	28,346		
<b>Total</b>	2128,983	59			

Se determinó que las medias poblacionales de los grupos no son iguales, es decir, la variable dependiente está siendo afectada por las variables independientes, por lo tanto, se cumple que la resistencia adhesiva está afectada en los distintos grupos, o en otros términos también se puede afirmar, que el ácido ascórbico aplicado en gel en distintos tiempos, influye en la resistencia adhesiva. Esto se determinó al comparar la significancia obtenida por medio del método de la suma de cuadrados, y determinar que el  $p < 0,001$  es menor a la significancia considerada del 5% usada para determinar las medias, es decir  $0,001 < 0,05$ .

Se evidencian las diferencias entre los porcentajes medios de cada dos grupos, el error típico de esas diferencias y el nivel crítico asociado a cada diferencia (Sig). Los grupos cuyas medias difieren significativamente al nivel 0,05 están marcados con un asterisco. Se puede comprobar que los números diferentes estadísticamente significativos detectados en el (HSD) de Tukey (TABLA 3), permiten concluir que no todos los promedios comparados difieren significativamente entre sí, por lo tanto, podemos observar como las mayores diferencias se plantean entre los grupos 1 y 4 versus el grupo 2 y 3. Signi-

**TABLA 3.** Comparaciones Múltiples HSD de Tukey para las diferencias intersujetos

(I) Grupos	(J) Grupos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1,00	2,00	7,72321*	1,94844	,001	2,5640	12,8825
	3,00	6,00000*	2,01234	,021	,6716	11,3284
	4,00	2,41071	1,94844	,606	-2,7485	7,5700
2,00	1,00	-7,72321*	1,94844	,001	-12,8825	-2,5640
	3,00	-1,72321	1,94844	,813	-6,8825	3,4360
	4,00	-5,31250*	1,88237	,032	-10,2968	-,3282
3,00	1,00	-6,00000*	2,01234	,021	-11,3284	-,6716
	2,00	1,72321	1,94844	,813	-3,4360	6,8825
	4,00	-3,58929	1,94844	,265	-8,7485	1,5700
4,00	1,00	-2,41071	1,94844	,606	-7,5700	2,7485
	2,00	5,31250*	1,88237	,032	,3282	10,2968
	3,00	3,58929	1,94844	,265	-1,5700	8,7485

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

ficativamente, los grupos 1 y 4 no varían entre sí, así como los grupos 2 y 3 entre ellos. Los límites del intervalo de confianza de las dos últimas columnas permiten estimar entre qué límites se encuentra la verdadera diferencia entre las medias de los grupos.

Es importante aún determinar si todas las medias grupales son estadísticamente diferentes entre sí o si existe una diferente en particular al resto. Para ello, se realizó una comparación post hoc de los resultados. El método de la diferencia significativa (HDC) de Tukey permite realizar comparaciones múltiples entre grupos, dos a dos, y determinar que medias difieren entre sí.

La **TABLA 4** muestra una clasificación de los grupos basada en el grado de similitud existente entre sus medias. Debido que para este caso se han encontrado diferencias significativas entre dos pares grupos, se han generado dos subconjuntos homogéneos con sus correspondientes medias.

Estos subconjuntos demuestran, que pese a someter a 10 minutos de tratamiento de ácido ascórbico al 10% el grupo 3, la mejoría en la resistencia adhesiva no es significativa cómo lo es, en la mejora de la resistencia adhesiva en el grupo 4, con un tratamiento de ácido ascórbico al 10% durante 8 horas a un intervalo de confianza del 95%. Es decir, la prueba post hoc del (HSD) de Tukey, (**TABLA 4**) permite concluir que se cumple la hipótesis de este trabajo: El ácido ascórbico aplicado en gel en distintos tiempos permitirá obtener valores de resistencia adhesiva adecuada sobre el esmalte blanqueado. Pero que, en efecto, no aumenta significativamente al ser aplicado por solo 10 minutos, comparativamente con el aumento significativo de la resistencia adhesiva entre los 10 minutos y las 8 horas de aplicación del ácido ascórbico al 10%. Se observa al representar gráficamente (**FIGURA 1**) las medias obtenidas de cada grupo, como se verifica esta hipótesis.

**TABLA 4.** Comparación de las medias individuales

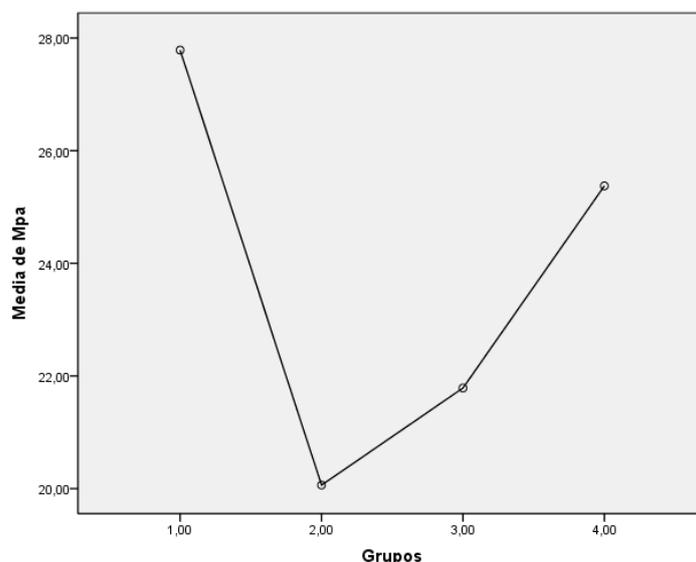
Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
2,00	15	20,0625		
3,00	15	21,7857	21,7857	
4,00	15		25,3750	25,3750
1,00	15			27,7857
Sig.		,813	,265	,606

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 14,933.

b. Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

**FIGURA 1.** Representación del comportamiento del ácido ascórbico en cuanto a la resistencia adhesiva



## Discusión

En anteriores investigaciones se ha demostrado que los procesos de blanqueamiento dental con peróxido de carbamida al 10% generan disminución de la resistencia adhesiva<sup>11-13</sup>. Briso *et al.*<sup>14</sup> que el blanqueamiento con peróxido de carbamida al 10% o peróxido de hidrógeno al 35% perjudica la formación de la capa híbrida, las penetraciones de resina y la resistencia de la unión. Esto está determinado por la presencia de oxígeno residual luego del proceso de blanqueamiento, que, debido a su alta capacidad oxidante, genera cambios micro estructurales, rugosidades y altera la polimerización del adhesivo, disminuyendo la fuerza de adhesión<sup>14,15,16,17</sup>. Asimismo, algunas investigaciones, la influencia de sustancias antioxidantes como el ácido ascórbico al 10% en la recuperación de los especímenes a la resistencia adhesiva que tenían anterior al blanqueamiento<sup>18-21</sup>.

En esta investigación, después de aplicar un tratamiento de blanqueamiento a piezas dentales bovinas, con peróxido de carbamida al 10%; y la aplicación posterior en forma de gel de ácido ascórbico al 10% aplicado durante distintos periodos de tiempo, se determina que se recupera el esmalte dental y con ello la resistencia adhesiva de manera proporcional a un determinado tiempo de aplicación. Este estudio estuvo limitado por dos grupos de control y dos grupos de prueba sometidos a tratamiento de ácido ascórbico, uno por 10 minutos y otro por 8 horas de aplicación, ambos solo una vez, los resultados evidencian el deterioro de la fuerza adhesiva al ser aplicado blanqueamiento dental, y la posterior recuperación de dicha fuerza al colocar de manera inmediata ácido ascórbico, sin embargo, los dos grupos estudiados no resultaron suficientes para concluir cuál es el tiempo adecuado de aplicación del ácido ascórbico, pero si para determinar que sucede al aplicar du-

rante un periodo de tiempo (8 horas) durante un día el ácido ascórbico. Otras investigaciones, definieron grupos con periodos de tiempo de aplicación más cortos, pero a manera de chorro corriente, debido a la degradación que el ácido ascórbico puede tener al reaccionar con el entorno<sup>22,23</sup>. Pese a que el ascorbato de sodio es una sal de ácido ascórbico con una potente actividad antioxidante, se degrada rápidamente cuando entra en contacto con el oxígeno presente en el aire, perdiendo significativamente su eficacia a lo largo del tiempo. Este estudio sometió durante un día por 8 horas de tratamiento de ácido ascórbico al 10% los especímenes de un grupo, en condiciones que pueden implicar degradación del mismo y su poca efectividad en el transcurso de este periodo. Sin embargo, se probó un sistema adecuado y realista de aplicación del ascorbato por 10 minutos sobre la superficie de los dientes en boca, por este motivo se optó por fabricación de un gel para poderlo aplicar en cubetas de blanqueamiento, lo que si facilita su aplicación además de aislarlo del oxígeno del medio ambiente y bucal.

Murad *et al.*<sup>24</sup> en su investigación, determinaron que, al efectuar distintos experimentos grupales, involucrando la variable tiempo, la fuerza resistiva solo aumentó ligeramente en exposiciones mayores a 10 minutos, lo que parece sugerir que la mayor parte del efecto antioxidante del gel de ácido ascórbico al 10% se produjo dentro de los primeros minutos de su aplicación, y que dejar el gel por períodos de tiempo más largos (30 y 60 min) no contribuyó a la fuerza de unión final. Sin embargo, estos autores sometieron los especímenes a menor tiempo de exposición de la sustancia blanqueadora, refiriéndose a casos de blanqueamientos clínicos realizados con peróxido de hidrogeno, donde la exposición a la sustancia blanqueadora era de 40 minutos. Sugiere a partir de sus resultados, que el tiempo que debe aplicarse la sustancia antioxidante, puede ser equivalente a la tercera parte del tiempo que estuvo cada espécimen sometido a blanqueamiento.

Madalozzo *et al.*<sup>25</sup> diseñaron su investigación planteando la sustitución del ácido ascórbico en distintos periodos de tiempo. Estudiaron 4 grupos tratados con distintos porcentajes de peróxido de carbamida y peróxido de hidrógeno, cambiando dos veces el antioxidante con limpieza intermedia para eliminar el ya degradado. Estos periodos los definen en grupos de aplicaciones dobles de 1 minuto cada una, de 5 minutos cada una, y de 10 minutos cada una. Sus resultados dejan en evidencia que el último grupo definido tiene incluso una resistencia adhesiva mayor que antes del tratamiento del blanqueamiento. Para esta investigación se determinó hacer el tratamiento por 1 día con aplicación de 8 horas, a diferencia de Madalozzo *et al.*<sup>24</sup> consideraron 2 horas diarias por 21 días, o de Briso *et al.*<sup>10</sup> que aplica 4 horas por 14 días. La mayoría de las investigaciones consultadas usan saliva artificial para acompañar los periodos de recuperación diaria al retirar el peróxido de carbamida, ya que

esta, ayuda a la recuperación por medio de la mineralización y a mantener hidratadas las piezas dentales<sup>24-26</sup>.

En esta investigación, no se tuvo acceso al uso de la saliva artificial, y en cambio se colocaron las piezas dentales en un ambiente 100% húmedo. Esta fue la técnica usada para mantenerlas hidratadas. Esto pudo implicar mayor saturación de oxígeno residual al momento de hacer el tratamiento de recuperación con ácido ascórbico después de los 12 días de aplicación de blanqueamiento. Sin embargo, Berger *et al.*<sup>25</sup> diseñaron un grupo experimental con saliva artificial y otro sin saliva, sin obtener diferencias estadísticamente significativas. Los especímenes fueron fijados inicialmente en una base de resina de forma cilíndrica. Debido a que en una primera prueba se verificó su inestabilidad, se reforzó con yeso, para hacerlo capaz de mantener estables los especímenes durante el ensayo mecánico. Se configuró un composite de resina de base cilíndrica con un área transversal de 12,6 mm<sup>2</sup> como probeta sobre la cual se aplicó de forma directa la fuerza generada por la máquina de ensayo. Esto es equivalente a lo realizado por Cortez *et al.*<sup>34</sup> con la diferencia que dicha investigación usa un área trasversal de 19,625 mm<sup>2</sup>.

Existen variaciones metodológicas en distintas investigaciones sobre las posibles configuraciones para este experimento, pero en general, los más usados son el de la probeta de resina y usar brackets, como lo hizo en sus experimentos<sup>27</sup>. En esta investigación se usó la probeta de resina, ya que permitía mejor configuración para los ensayos mecánicos y es equivalente a la carilla que se usa en los tratamientos restauradores. Las pruebas de resistencia adhesiva fueron realizadas en una máquina de ensayo universal estándar, que es comparable a equipos utilizados en otras investigaciones, con la diferencia de que, en este experimento, se le realizó una adaptación tipo lanceta para aplicar las fuerzas de corte lo más cercano a la interface. Esto puede representar algunas diferencias significativas con resultados de otras investigaciones, que deben tomarse en cuenta al comparar estos resultados con estudios a futuro. En esta investigación, la recuperación de la fuerza adhesiva de los especímenes luego de 10 minutos de aplicación, no fue estadísticamente significativa, representando una recuperación del 6,07%, ante una pérdida de resistencia por blanqueamiento del 26,89%. Se observa una recuperación de la resistencia que contrasta con los resultados de otros autores (TABLA 5), que afirman que entre los 10 y los 15 minutos de aplicación del antioxidante obtienen una recuperación suficiente o completa de las piezas dentales<sup>28,29</sup>. Esto puede deberse a que el ácido ascórbico fue aplicado en forma de gel, lo que podría disminuir su velocidad de difusión al interior del diente, para tratar de conseguir una manera confiable de aplicación clínica, ya que es muy incómodo, si no imposible, mantener el líquido por 10 minutos en la boca para lograr el tiempo de exposición adecuado.

**TABLA 5.** Comparación de Resistencia adhesiva, con otras investigaciones (MPA).

Tipo de grupo	Investigación Actual	Murad (24)	Briso (14)	García (61)	Egala (18)	Madalozzo (25)
<b>Control</b>	27,78	26	49,54	20,6	19,43	33,69
<b>Con blanqueamiento</b>	20,31	15	37,16	14,2	9,5	22,97
<b>Blanqueamiento + Ácido ascórbico 10% por 10 minutos</b>	22	23	47,69	19,9	16,57	34,40 (aplicado 2X5minuto)
<b>Porcentaje de mejora de resistencia adhesiva en 10 min</b>	Mejora 6,1% RAdh Pasa de 73,1% al 79,2%	Mejora 30,0% RAdh Pasa de 57,6% a 88,4%	Mejora 21% RAdh Pasa de 75% a 96%	Mejora 27% RAdh Pasa de 68,9% a 96,6%	Mejora 36% RAdh pasa de 48,9% a 85,2%	Mejora 35,3% RAdh pasa de 66,7% a 100,2%

Es posible que la ausencia de lavado diario debido a la saliva artificial, influya en la baja recuperación de resistencia adhesiva que tuvo como resultado el grupo 3.

Podemos inferir que las piezas dentales no tuvieron las condiciones adecuadas de lavado de radicales libres y recuperación de minerales en los periodos de almacenamiento, ocasionando así un exceso de oxígeno residual comparada con otras investigaciones, que en 10 minutos de aplicación de ácido ascórbico al 10% de manera corriente si lo lograron. Asimismo, el tiempo de aplicación de peróxido de carbamida durante 12 días, de 8 horas diarias, es mayor a los aplicados en los demás experimentos<sup>30,31</sup> esto sugiere que la variable de tiempo de aplicación diaria del peróxido de carbamida puede estar involucrada con tiempo óptimo de aplicación del ácido ascórbico, ya que, a mayor exposición al blanqueamiento, aumenta la presencia de oxígeno residual. Además, este efecto se hace más evidente ante la ausencia de saliva que ayude a la recuperación de las piezas dentales. El grupo 4, luego de un tratamiento de 8 horas con ácido ascórbico, logró recuperarse al 90,4% de la resistencia adhesiva. Como se advirtió, el ácido ascórbico se degrada rápidamente al estar en contacto con el aire, y se ha determinado, que después de esta degradación se detiene el proceso antioxidante. Aun cuando se sometió a 8 horas de tratamiento antioxidante, los especímenes no recuperaron al 100% sus propiedades adhesivas de antes al blanqueamiento. Madalazzo *et al.*<sup>25</sup> describió que, si se desea aplicar ácido ascórbico, en solución simple y sin cubetas, por periodos de tiempo mayores a 10 minutos, es preferible retirar el ácido ascórbico ya degradado, realizar limpieza y volver a aplicar antioxidante nuevo.

Como se observa en la tabla 5 comparativa con tratamiento a los 10 minutos, no todos los casos implicaron recuperación completa en ese periodo, es decir, no todos los experimentos lograron el 100% de su resistencia adhesiva aplicando tratamiento hasta por 30 minutos sin sustituir el agente antioxidante<sup>32,33</sup>. Se recomienda para futuros trabajos, analizar la recuperación de la fuerza resistiva para distintos casos en periodos de tiempo más cortos y con sustitución del agente antioxidante en sub periodos de distintos tiempos. En términos clínicos, los resultados de esta investigación sugieren que, para garantizar la debida recuperación de la estructura dental y la resistencia adhesiva, es recomendable someter a tratamiento con ácido ascórbico por 8 horas. Igualmente, se decide aplicar tratamiento por más de 10 minutos, es importante considerar la sustitución del ácido ascórbico al 10%, en periodos de tiempo que deben ser estudiados en futuras investigaciones o en diferentes presentaciones que permitan un incremento de la vida útil del ácido ascórbico.

## Conclusiones

La resistencia adhesiva del esmalte a la resina disminuye luego de la aplicación de peróxido de carbamida 10% ocho horas durante un día. El ácido ascórbico aplicado en forma de gel y en una cubeta personalizada incrementa la resistencia adhesiva a valores cercanos a los dientes no tratados al ser utilizado por 8 horas, pero no al ser utilizado por 10 minutos.

## Recomendaciones

Es recomendable realizar futuras investigaciones variando el tiempo de aplicación del ácido ascórbico, diferentes presentaciones y concentraciones que mejoren su eficacia, y de ser posible realizar un estudio in vivo para determinar la eficiencia real y los tiempos apropiados para lograr restablecer rápidamente la resistencia adhesiva luego de un tratamiento de aclaramiento dental.

## Referencias

1. Barrancos M. Operatoria dental: integración clínica; Madrid. 4ta ed. Ed. Panamericana. 2006; 10(1): 1090-1091.
2. Barber A. Management of the single discolored tooth. Part 1: Etiology, prevention and minimally invasive restorative options. Dent Update. 2014; 41(2): 98-100, 102-4, 106-108.
3. Kwon Sr. Whitening the single discolored tooth. Dent Clin North Am. 2011; 55(2): 229-239.
4. Minoux M. Vital teeth bleaching: biologic adverse effects. A review. Quintessence Int. 2008; 39(8): 645-659.
5. Dominguez M. Study of the diffusion ways in the white spot enamel. RCOE. 2002; 7(5): 469-476.
6. Price R. The pH of tooth whitening products. Can Dent Assoc. 2000; 66(1): 421-426.

7. Cobankara F. Effect of home bleaching agents on the roughness and surface morphology of human enamel and dentine. *Int Dent J.* 2004; 54(4): 211-218.
8. Moosavi H. Effects of two antioxidants on the microleakage of resin-based composite restorations after nonvital bleaching. *J Contemp Dent Pract.* 2010; 21(6): 33-40.
9. Patthamakanokporn O. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. *J Food Composition Analysis.* 2008; 21(1): 241-248.
10. Brisol A, Rahal V. Effect of sodium ascorbate on dentin bonding after two bleaching techniques. *Op Dent.* 2014; 39(2): 195-203.
11. Güler E, Gönülol N. Effect of sodium ascorbate on the bond strength of silorane and methacrylate composites after vital bleaching. *Braz Oral Res.* 2013; 27(4): 299-304.
12. Rodríguez, L. Efecto de agentes antioxidantes sobre la adhesión a esmalte tratado con peróxido de hidrogeno al 38%. *Oral.* 2010; 35(11): 646-649.
13. Bilal A, Alshahrani, I. Does the antioxidant treatment affect the shear bond strength of orthodontic brackets: An in vitro study. *J Pak Med Assoc.* 2019; 11(1): 69-82.
14. Briso A, Toseto R. Effect of sodium ascorbate on tag formation in bleached enamel. *J Adhes Dent.* 2012; 14(1): 19-23.
15. Ozpinar, B Murat, T. Effect of antioxidant treatment on bond strength of a luting resin to bleached enamel. *Jour Dent.* 2008; 36(1): 780-785
16. Solís, Eric. Aclaramiento dental: revisión de la literatura y presentación de un caso clínico. *Revista ADM.* 2018 75(1): 9-25 Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2018/od181c.pdf>.
17. Chacón J. Adhesión posclareamiento y el efecto de la aplicación de antioxidantes. *RRAO.* 2018; 25(2): 20-24.
18. Egala, K. Effect of antioxidant application on the shear bond strength of laminate veneers bonded to bleached enamel after different time intervals from bleaching. *Egypt Dent Jour.* 2014; 39(1): 347-360.
19. Muragachi K. Improvement of bonding to bleached bovine tooth surfaces by ascorbic acid treatment. *Dent Mat Jour.* 2007; 26(6): 875-881.
20. Guler E. Effect of sodium ascorbate on the strength of silorane and methacrylate composites after vital bleaching. *Braz Oral Res.* 2013; 1(4): 299-304.
21. Alhasymi A. Effect of mangosteen peel extract as an antioxidant agent on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded to bleached teeth. *Dental Press J Orthod.* 2018; 23(5): 128-134.
22. Gorce B. Effect of antioxidant treatment on bond strength of luting resin to bleached enamel. *J Dent.* 2008; 36(1): 780-785.
23. Ismail EH, J, Kilinc E, et al. Effect of two-minute application of 35% sodium ascorbate on composite bond strength following bleaching. *J Contempt Dent Pract.* 2017; 18(10): 874-880.
24. Alkhundhairy F, Alkheraif A. Effect of Er,Cr:YSGG laser and ascorbic acid in the bond strength and microleakage of bleached enamel Surface. *Photomed Laser Surg.* 2018; 36(8): 431-438.
25. Murad, C. Influence of 10% sodium ascorbate gel application time on composite bond strength to bleached enamel. *Act Bio Od Sc.* 2016; 2(1): 49-54.
26. Madalozzo, F. Influence of simplified, higher-concentrated sodium ascorbate application protocols on bond strength of bleached enamel. *J Clin Exp Dent.* 2019; 11(1): 21-26.
27. Feiz A. Evaluating the effect of antioxidant agents on shear bond strength of tooth-colored restorative materials after bleaching: A systematic review. *Epub.* 2017; 11(1): 15-21.
28. Munavalli A, Ponnappa KC, et al. Effect of 10% sodium ascorbate on shear bond strength of bleached teeth. An in-vitro Study. *J Clin Diagn Res.* 2015; 9(7): 31-33
29. Haywood VB, Leech T, Heymann HO, Crumpler D, Bruggers K. Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int.* 1990; 21(10): 801-804.

30. Ontiveros JC. In-office vital bleaching with adjunct light. *Dent Clin North Am.* 2011; 55(2): 241-253.
31. Rodrigues J, Oliveira GP, Amaral CM. Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Braz Oral Res.* 2007; 21(2): 170-175.
32. Feinman R, Madray G, Yarborough D. Chemical, optical, and physiologic mechanisms of bleaching products: a review. *Pract Perio Aesthet Dent.* 1991; 3(2): 32-36.
33. Minoux M, Serfaty R. Vital tooth bleaching: biologic adverse effects—a review. *Quintessence Int.* 2008; 39(8): 645-659.
34. Ronaldo Hirata. *Tips: claves en odontología estética.* Primera edición. España. Editorial Médica Panamericana S.A. 2012; 15(1): 26-31.
35. Cortez, T. Protocols for sodium ascorbate application o intracorony dentin bleached with high-concentrated agent. *Braz J Dent.* 2018; 21(1):26-31.