



Universidad Privada “Antenor Orrego”
Facultad de Medicina Humana
Escuela Profesional de Estomatología

**“Efecto in vitro de la bebida carbonatada sobre la
microdureza superficial de una resina
microhíbrida y una resina de nanopartículas”**

AUTORA:

Ajalcriña Chang Kee, Tatiana M.

ASESOR:

Dr. Reategui Navarro, Marco

TRUJILLO – PERÚ

2016

DEDICATORIA

A Dios, Padre y amigo, por estar presente en cada momento, por guiar mis pasos y regalarme un día mas de vida, por enseñarme que el verdadero camino de la felicidad es el amor, el respeto y la humildad.

A mis padres, Otto y Giovanna, por enseñarme valores y principios, por darme ánimos e incentivarme aún en mis derrotas, por nunca dejarme caer y sobre todo por amarme.

A mi Mama Iris, a mis hermanos, Taylin, Sebastián y Andrea; por ser mis motores, por estar a mi lado apoyándome, y brindándome todo su amor.

A mi gran amigo Cesar Augusto Ulloa Llontop, por enseñarme a valorar la vida y ser cada día una mejor persona, gracias por ser mi ángel.

Tatiana

AGRADECIMIENTO

A mi familia por su apoyo constante en1 cada paso de mi vida, en especial a la mujer más luchadora que Dios puso en mi camino, gracias Mama Iris por el impulso que me das día a día.

A mi Tío Raciél Ajalcriña Hernández, por ser uno de los principales impulsores en el término de mi carrera profesional y por apoyo en cada etapa de mi vida.

Al Dr. Reategui Navarro, Marco; por su apoyo incondicional y sus orientaciones oportunas durante el desarrollo de la presente investigación.

Al Dr. Norberto Ñique y su equipo de trabajo del Laboratorio de Análisis Estructural y Ensayos Destructivos de la Escuela de Ingeniería de Materiales (LAEyED). Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo; por el desarrollo de toma de datos experimentales del trabajo de investigación.

Al Dr. Luis Manuel Angelats por permitir la caracterización microestructural de las resinas mediante microscopia SEM, del Laboratorio de Investigación Multidisciplinario (LABIMN) de la Universidad Privada Antenor Orrego.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación trató sobre la evaluación comparativa de la microdureza superficial in vitro de la Filtek Z 250® 3M ESPE, USA y la reforzada con nanopartículas Filtek ZM 350® 3M-ESPE, USA, por efecto de la acción de agua carbonatada. Para el desarrollo experimental correspondiente al ensayo clínico aleatorizado, se elaboraron probetas cilíndricas de 4 mm de diámetro por 2 mm de altura; 10 fueron elaborados con resina compuesta microhíbrida Filtek Z 250® 3M ESPE, USA y 10 con la resina reforzada con nanopartículas Filtek ZM 350® 3M-ESPE, USA, de acuerdo a la norma ISO 4090. Los bloques correspondientes a los grupos de estudio se colocaron en bebida carbonatada por un periodo de 10 minutos a temperatura ambiente, los bloques del grupo control se mantuvieron en suero fisiológico. Al cabo de este tiempo los bloques fueron enjuagados y secados, para luego ser almacenados en suero fisiológico. La experiencia se realizó una vez al día, durante 7 días, en un intervalo de 24 horas. Las mediciones de la microdureza superficial tanto inicial y final se realizaron en un microdurometro marca Leco LMV-50V con cargas de 100 gramos y en escala de dureza Vickers, el análisis estadístico determinó diferencias significativas en los grupos experimentales. La caracterización de las resinas se realizó por microscopia SEM. La resina microhíbrida Z 250® 3M ESPE, USA mostró una mayor microdureza superficial promedio en comparación a la resina reforzada con nanopartículas Filtek ZM 350® 3M-ESPE, USA; sin embargo la resina microhíbrida luego de ser sometida a la acción degradante de la bebida carbonatada disminuyó significativamente, por otro lado la resina con refuerzo de nanopartículas no mostró variación significativa en dureza superficial promedio.

Palabras clave: Microdureza, resina, microhíbrida, nanopartículas

ABSTRACT

This research dealt benchmarking microhardness in vitro 3M ESPE micro hybrid resin filtek Z250® and filtek Z350® 3M ESPE reinforced with nanoparticles, due to the action of carbonated water. For experimental development corresponding to randomized, cylindrical test pieces of 4 mm in diameter were prepared by 2 mm in height; 10 were made with micro hybrid composite resin Z250 and 10 with Z350 resin reinforced with nanoparticles, according to ISO 4090. The corresponding study groups were placed on blocks carbonated beverage for a period of 10 minutes at room temperature, the blocks of the control group were kept in saline. After this time the blocks were rinsed and dried, before being stored in saline. The experiment was performed once a day for 7 days in a 24 hour interval. Measurements of both initial and final microhardness were performed on a Leco mark microhardness LMV-50V with loads of 100 g scale and Vickers hardness, the statistical analysis determined significant differences in the experimental groups. The characterization of the resins was carried out by SEM microscopy. The micro hybrid resin showed a higher average microhardness compared to the nanoparticle reinforced resin; however the micro hybrid resin after being subjected to the degrading action of the carbonated drink significantly decreased, moreover the nanoparticle reinforced resin showed no significant change in average surface hardness.

Keywords: Microhardness, resin micro hybrid nanoparticles

CONTENIDO

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN.....	7
II.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	11
III.	RESULTADOS.....	24
IV.	DISCUSIÓN.....	28
V.	CONCLUSIONES.....	30
VI.	RECOMENDACIONES.....	31
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

ANEXOS

I. INTRODUCCIÓN

En las tres últimas décadas, niños y adolescentes consumen bebidas "azucaradas" o " endulzadas con azúcar " (SSBs), incluyendo las bebidas carbonatadas "sodas", bebidas deportivas o energéticas, bebidas de frutas y aguas embotelladas azucaradas, han aumentado de manera espectacular.^{1,2} Aunque el consumo de bebidas gaseosas ha ido disminuyendo desde 2005, los consumidores estadounidenses gastaron un total de \$ 29 mil millones de Dólares en todas las SSBs en el 2011.^{3,4} Dichas bebidas carbonatadas ocasionan pérdida de estructura dental a través de un proceso químico de disolución, con lo cual las sustancias causan pérdida irreversible de tejido duro dental extrínseco (esmalte y dentina, las que reportan durezas de 384 HV0.1 y 8 HV0.1, en estos estudios) sin la implicación de los microorganismos, con un diagnóstico clínico de la erosión.⁵

Es conocido que la estructura dentaria y los materiales de restauración usados en odontología se ven afectados por la acción de agentes erosivos propios y externos presentes en la cavidad bucal, existiendo en la actualidad una etiología variada e inespecífica relacionada a la pérdida de estructura dentaria por acción de agentes químicos quelantes y/o abrasionantes, que al ser investigada permite al estomatólogo intervenir de manera preventiva o restaurativa los diferentes problemas de este tipo que requieran una restauración de calidad y efectividad.⁶

Las resinas compuestas para aplicaciones directas e indirectas poseen cuatro componentes básicos más importantes: una matriz resinosa, iniciadores de polimerización físicos o químicos, una fase dispersa de

cargas y colorante, y un agente de cobertura de las partículas de carga, vulgarmente conocido como silano.⁷

Las resinas híbridas son composites que como el propio nombre sugiere, poseen tanto micro como macropartículas de carga, con características de ambas, está constituida por una combinación de diversos tamaños de partículas de vidrio con cierto agregado de sílice pirogénico, para favorecer sus características de manipulación. Son fáciles de pulir, poseen alta resistencia mecánica, alto módulo de elasticidad y buena radiopacidad.^{7,8,9}

Las resinas híbridas modernas contienen en su mayoría de aproximadamente 10-20% en peso de micropartículas de sílice coloidal y 50-60% de macropartículas de vidrio de metales pesados (0.6 a 1.0 μm), totalizando un porcentual de carga entre 75 y 80 % en peso, siendo que las micropartículas pueden ser añadidas a la composición en su forma pura, en partículas prepolimerizadas o en aglomerados.^{7,9}

En cuanto a los compuestos de nanopartículas aún deben superar diversos desafíos, entre ellos; mayor pulido que las resinas de microrrellenos, resistencia igual o mayor que la de los híbridos, porcentaje de desgaste igual o menor que el de los híbridos, posee propiedades radiológicas óptimas, color y opacidad adecuadas que permiten trabajar en una capa o en multicapa, se indican tanto en el sector posterior y/o anterior. Su alta translucidez hace que sea una opción cuando ese requisito es necesario. Como es de esperar, son fáciles de pulir y mantiene el brillo superficial.^{7,8}

Actualmente se viene empleando el término nanohíbridas, que significa la incorporación de nanopartículas dentro de un material microhíbrido. En

esencia, todo híbrido que contiene sílice pirogénico de 0,04 μm (40 nm) puede denominarse nanohíbrido.⁹

El relleno contiene una combinación de relleno de nanosílice no aglomerado/no agregado de 20 nm y un nanocluster de zirconio/sílice de unión holgada constituido por aglomerados de partículas primarias de zirconio/sílice de 5-20 nm. El tamaño de partícula del agregado oscila dentro de un rango de 0.6 a 1.4 micras. La carga de relleno es de 78.5% por peso. Todos los tonos son radiopacos.⁹

La dureza es un componente determinante en el éxito de las restauraciones, es definida como la resistencia a la penetración localizada, siendo esta estática, dinámica, o al rayado. Esto en función a que existen tres tipos de ensayos para medirla: (1) Ensayos de indentación estáticos: Donde un indentador se fuerza contra el material a ensayar y produce una huella o impronta. La relación entre la fuerza aplicada y el área o la profundidad de la impronta es una medida de la dureza del material. (2) Ensayos dinámicos: Un objeto de dimensiones y masa conocidas se hace rebotar contra el material. La altura del rebote es una medida de la dureza del material (Dureza Escleroscópica). (3) Ensayos de rayado: Se establecen escalas donde un material es capaz de rayar a los que están por debajo en la escala; conocida como, escala Mohs.¹⁰

Cuanta mayor cantidad de material de relleno tenga una resina, mejores serán sus propiedades físicas y por lo tanto mayor será su dureza estática, y menor será su contracción y los cambios dimensionales. La presencia del material de relleno hace que las resinas sean resistentes a cargas y a la abrasión.^{9,11}

Se han desarrollado técnicas cuantitativas de dureza a través de los años en los cuales un pequeño indentador es forzado contra la superficie del material a ser evaluado, bajo condiciones controladas de carga y tiempo aplicado. La profundidad o tamaño de la indentación resultante es medida y relacionada a un valor de dureza; mientras más blando sea el material, más grande y profunda será la indentación por tanto menor el valor de dureza.^{7,12}

El sistema Vickers y Knoop son escalas de dureza muy utilizado para medir microdureza, el sistema Vickers emplea un indentador (de base cuadrada) en forma piramidal con ángulo de 136° para dos caras opuestas, que al aplicarle una carga variable, deja una huella de forma cuadrangular donde se miden las diagonales y se promedian. Con estos valores el número de dureza superficial se obtiene de un cuadro.¹³

Las bebidas carbonatadas no alcohólicas pueden ser definidas como bebidas que generalmente están endulzadas y saborizadas, que a veces tienen sales o minerales incluidos, que son cargadas con dióxido de carbono, y que no contienen alcohol.^{7,13}

El sabor y calidad de las bebidas carbonatadas no alcohólicas son dependientes en alguna medida de la cantidad y característica del ácido que le da saborizante y el acidulante. Los ácidos principalmente usados con el cítrico, el fosfórico y el tartárico. El ácido láctico y málico también son usados pero menos ampliamente. De todos estos ácidos el único que no es orgánico es el fosfórico.¹⁴

En 1998, Maupome y Diez de Bonilla evaluaron in vitro el potencial erosivo de la una bebida carbonatada (coca cola), y también como afecta esta la microdureza superficial del esmalte dentario. Concluyeron que existe una relación directa entre el tiempo de exposición y el grado de erosión dental. También comprobaron que las bebidas que se agitan son menos erosivas que las que no. Además, sugirieron que para posteriores estudios se tomara en cuenta el papel de la saliva, ya que por su alto contenido de minerales podría minimizar el nivel de acidez que provoca al beber una bebida gaseosa.¹⁵

Brunton en 2000, midió la resistencia de dos agentes adhesivos dentinarios y un desensibilizante de dentina frente a la acción de una bebida gaseosa de cola, por medio de la evaluación del perfil de superficie. Los materiales evaluados fueron a) One Coat Bond (Whaladent), b) optibond FL (Kerr) y c) Gluma Desensitizer (Heraeus Kulzer), los cuales se sometieron a la acción de la bebida a 37° C por un periodo de 14 días, siendo cambiada la bebida diariamente. Se observó la pérdida del 100% de Gluma Desensitizer e incluso tejido dentario, 52% de One Coat Bond y 20% de Optibond FL.¹⁶

En 2001, AL-Dlaigan determinó la relación que hay entre el consumo de los alimentos más comunes (refrescos con gas, refrescos a base de frutas, bebidas alcohólicas, fruta fresca, y pastillas de vitamina C) con la erosión dental en jóvenes británicos de 14 años de edad. Concluyó que las bebidas carbonatadas son las más consumidas por jóvenes adolescentes ingleses y además existe una clara relación de esto con la erosión dental.¹⁷

Tauquino en 2002, estudio el efecto en la microdureza superficial que causa la Coca Cola en tres diferentes materiales estéticos. La resina microhíbrida

Filtek Z250, la resina fluida Filtek Flow y el ionomero de vidrio Vitremer, encontrando que en los tres materiales hubo una disminución significativa de la microdureza, sobre todo en la resina Flow.¹⁸

Attin en 2005, con el propósito de disminuir el grado de acidez y el poder erosivo de los refrescos, agregó calcio, fosfato y fluoruro a diferentes bebidas gaseosas y con esto, logró disminuir el potencial erosivo de estos líquidos sobre el esmalte dental.^{19,20}

Liñan D, Meneses L, Delgado C en 2007, evaluaron el efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas, siendo mayor el efecto erosivo de la bebida Kola Real, intermedio la Coca Cola, mientras que la Inka Kola presentó el menor efecto erosivo.²¹

Siendo evidente el incremento considerable en el uso de materiales restauradores no metálicos así como la frecuencia del consumo de las bebidas carbonatadas, y sabiendo que el pH bajo de estas últimas causan erosión en el esmalte, viene la interrogante si es que las bebidas carbonatadas también podrían tener un efecto similar en las restauraciones.

El propósito del presente estudio es comparar la microdureza superficial in vitro de una resina microhíbrida y una resina de nanopartículas luego de ser sometidos a la acción de una agua carbonatada; con la finalidad de tener una base que nos permita un uso más racional y científico de dichos materiales, para lograr excelencia en nuestros tratamientos ofreciendo a los pacientes restauraciones funcionales, estéticas y de eficiente comportamiento clínico; y a la vez contar con evidencia científica que nos

permita advertirles del riesgo y efecto adverso que implica el consumo frecuente de bebidas carbonatadas, de tal manera que puedan tomar precauciones, ya que en nuestra sociedad es habitual el consumo frecuente de estas bebidas.

1. Formulación del Problema.

¿Cuál es el efecto in vitro de bebida carbonatada sobre la microdureza superficial de una resina microhíbrida Filtek 250 y una resina de nanopartículas Filtek 350?

2. Hipótesis.

La microdureza superficial de una resina de nanopartículas Filtek Z350 es mayor a la microdureza de una resina microhíbrida Filtek Z250, sometida a la acción erosiva de la bebida carbonatada.

3. Objetivos

3.1 General.

Determinar el efecto in vitro de la bebida carbonatada sobre la microdureza superficial de una resina microhíbrida Filtek Z250 y una de nanopartículas Filtek Z350.

3.2 Específicos.

- Determinar la microdureza superficial en escala Vickers HV0.1 de una resina microhíbrida in vitro afectada erosivamente por la bebida carbonatada, de acuerdo a la norma ASTM E92-82.
- Determinar la microdureza superficial en escala Vickers HV0.1 de una resina de nanopartículas in vitro afectada erosivamente por la bebida carbonatada, de acuerdo a la norma ASTM E92-82.

II. DISEÑO METODOLÓGICO

1. Material de Estudio:

1.1.-Tipo de Investigación

La presente investigación es aplicada de acuerdo a su orientación y experimental-longitudinal de acuerdo al diseño de contrastación.⁷

1.2.-Área de estudio:

Laboratorio de Análisis Estructural y Ensayos Destructivos (LAEyED) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo, Departamento La Libertad.

Laboratorio de Investigación Multidisciplinario (LABINM) de la Universidad Privada Antenor Orrego.

1.3.- Definición de la población muestral:

La población objetivo estuvo constituida por el conjunto de materiales de restauración estética no metálicos: resina compuesta microhíbrida (Filtek Z250® 3M ESPE, USA) y resinas de nanopartículas (Filtek Z350® 3M ESPE, USA).

1.3.1.- Criterios de inclusión:

-Bloque cilíndrico de 4 mm de diámetro por 2 mm de altura

elaborado con resina compuesta microhíbrida (Filtek Z 250® 3M ESPE, USA) que a la fecha de su elaboración cuente con fecha de caducidad vigente.

-Bloque cilíndrico de 4 mm de diámetro por 2 mm de altura elaborado con resina de nanopartículas (Filtek ZM 350® 3M-ESPE, USA), que a la fecha de su elaboración cuente con fecha de caducidad vigente.

1.3.2.- Criterios de exclusión:

Bloques de resina que no se hayan elaborado correctamente y que no cumplan con los requerimientos ya establecidos.

1.3.3.- Criterios de eliminación:

Bloques de resina que se hayan fracturado al momento de la manipulación.

1.4.- Diseño estadístico de muestreo:

1.4.1.- Unidad de análisis:

Bloque cilíndrico de 4 mm de diámetro por 2 mm de altura elaborado con material de restauración no metálico de acuerdo a ISO 4049.

1.4.2.- Unidad de Muestreo:

Bloque cilíndrico de 4 mm de diámetro por 2 mm de altura elaborado con material de restauración no metálico.

1.4.3.- Marco muestral:

La investigación carece de marco muestral por tener un método de selección no probabilístico (Muestreo por conveniencia o dirigido).

1.4.4.- Tamaño muestral:

La muestra estuvo conformada por 20 bloques cilíndricos.

Muestra

La muestra estuvo constituida por 20 bloques cilíndricos de 4mm de diámetro por 2mm de altura de los cuales 10 bloques elaborados con resina compuesta microhíbrida (Filtek Z 250® 3M ESPE, USA); 10 bloques con resina de nanopartículas (Filtek Z 350® 3M-ESPE, USA) fueron sometidas a una bebida carbonatada.

1.4.5.- Método de selección:

Muestreo no probabilístico por conveniencia hasta completar el número requerido.

2. Método, técnicas e instrumento de recolección de datos:

2.1.- Método:

Observación.

2.2.- Descripción del Procedimiento:

2.2.1.- De la aprobación del proyecto.

Para la realización del presente estudio de investigación fue necesaria la obtención del permiso para su ejecución, tras la aprobación del proyecto por parte de la Comisión de Investigación de la Escuela de Estomatología de la Universidad Privada Antenor Orrego.

2.2.2.- De la autorización para la ejecución

Una vez aprobado el proyecto se procedió a solicitar el permiso al responsable del Laboratorio de Análisis Estructural y Ensayos Destructivos de la Escuela de Ingeniería de Materiales, Facultad de Ingeniería de Universidad Nacional de Trujillo.

2.2.3.- Preparación de los bloques cilíndricos

Para la realización del presente trabajo de investigación se procedió a elaborar bloques cilíndricos; para la elaboración de estos bloques se utilizaron moldes metálicos de 4 mm de diámetro por 2 mm de altura los

cuales fueron rellenos con los materiales en estudio, los cuales fueron manipulados según las instrucciones del fabricante. Las condiciones ambientales fueron las correspondientes a la ciudad de Trujillo en la fecha de la recolección de los datos.

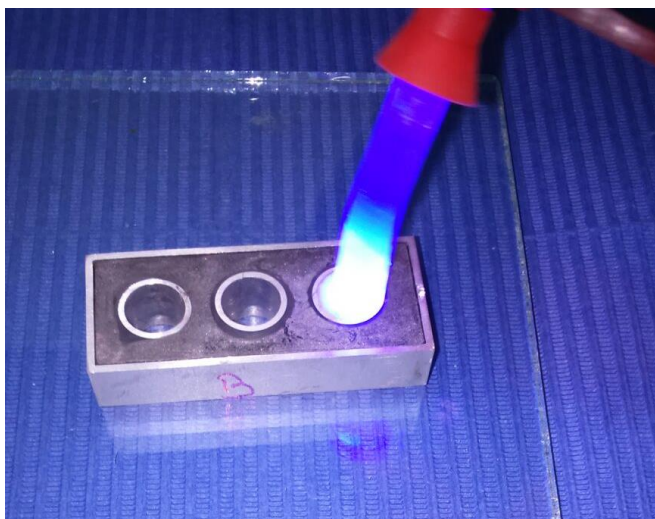


En diez moldes cilíndricos se colocaron capas de 1 mm de espesor de resina compuesta microhíbrida (Filtek Z 250® 3M ESPE, USA) aplicando la técnica incremental, la última capa se presionó con una lámina de vidrio de 2 mm de espesor para darle paralelismo con la base del molde. Cada capa fue fotocurada por 20 segundos con una lámpara de luz halógena cuya intensidad fue no menor de 450 Mw/cm².



La resina de nanopartículas Filtek Flow® (3M-ESPE, USA) fue aplicada en diez moldes cilíndricos cubiertos internamente con una cinta Mylar, se colocaron capas de 1 mm de espesor, la última fue presionada con una lámina de vidrio como en el caso anterior. Cada capa fue fotocurada por 20 segundos con una lámpara de luz halógena cuya intensidad fue no menor de 450 Mw/cm².

Los bloques cilíndricos fueron distribuidos en dos grupos según el material y colocados en recipientes plásticos para almacenarlos, los bloques de resina microhíbrida y nanopartículas serán almacenados en suero fisiológico en un ambiente oscuro para permitir su endurecimiento post radiación.



Al cabo de 48 horas se pulieron las caras superiores de los cilindros. Las bases de los bloques cilíndricos fueron rotuladas con A y B tanto para la resina de microparticulas (A) y de nanoparticulas (B).

Los bloques del grupo A correspondiente a la resina filtek Z250 fueron divididos en dos grupos, los primeros cinco bloques corresponden al grupo control y los otros 5 bloques corresponden al grupo estudio.

Los bloques del grupo B correspondiente a la resina filtek Z350 fueron divididos en dos grupos, los primeros cinco bloques corresponden al grupo control y los otros 5 bloques corresponden al grupo estudio.

Finalmente los bloques fueron limpiados en agua destilada por un periodo de seis minutos y almacenados en recipientes conteniendo suero fisiológico durante un tiempo de 24 horas, por 7 días.

Las superficies de ensayo se desbastaron cuidadosamente, empezando con la lija de carburo de silicio de diferente granulometría. Se empezó por la lija N° 400, aplicando un flujo continuo de agua con el fin de que la superficie de cada bloque este fría, posteriormente se continuó con las lijas al agua N° 600, 1000, 2000. Antes de cada cambio de lija se efectuó la limpieza del bloque de resina con agua destilada.



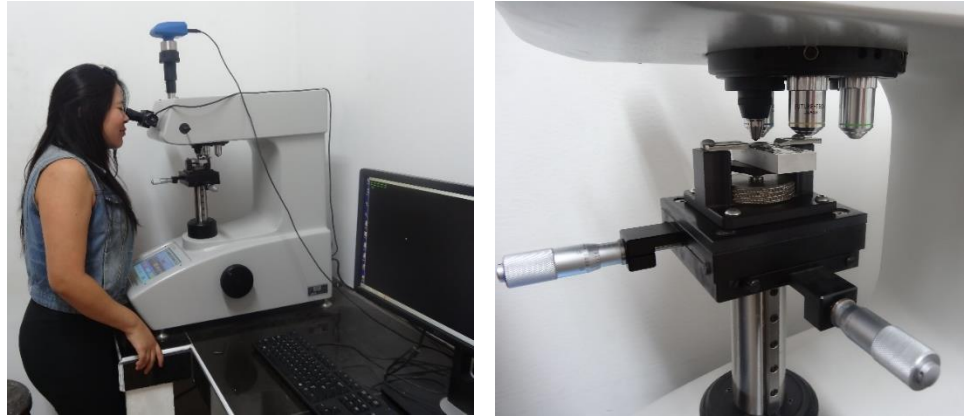
Para evitar que queden rayas en la superficie de cada bloque de resina se procedió hacer un pulido final colocando una solución a base de alúmina de 0.3 - 0.5 micrones y agua destilada.

Una vez terminado el pulido a cada bloque de resina se procedió a almacenarlo en un recipiente que contiene suero fisiológico hasta su respectiva medición.



2.2.3 Medición inicial de la Microdureza superficial.

Para medir la microdureza superficial se calibro el Microdurometro Leco LMV-50V, el cual se encuentra en el Laboratorio de Análisis Estructural y Ensayos Destructivos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo.



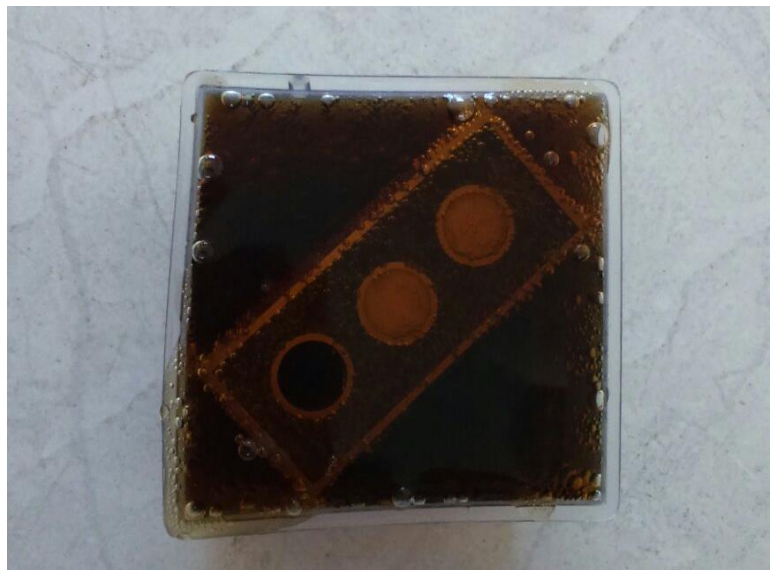
Los bloques de resina de micropartículas (Filtek Z 250® 3M ESPE, USA) y nanopartículas (Filtek Z 350® 3M ESPE, USA) fueron retiradas del suero fisiológico para realizarle una medición inicial de la microdureza superficial. A cada bloque de resina se le realizaron 5 indentaciones en diferentes áreas de la superficie pulida usando la escala Vickers con una carga de 100gf ó HV0.1 durante 15 segundos.

Para determinar la microdureza superficial se midieron y promediaron las diagonales de cada indentación, haciendo uso de del Software Confident Hardness Testing Program (versión 26.0-2014), medición digital, con una exactitud ± 1 .

2.2.4 Experimento

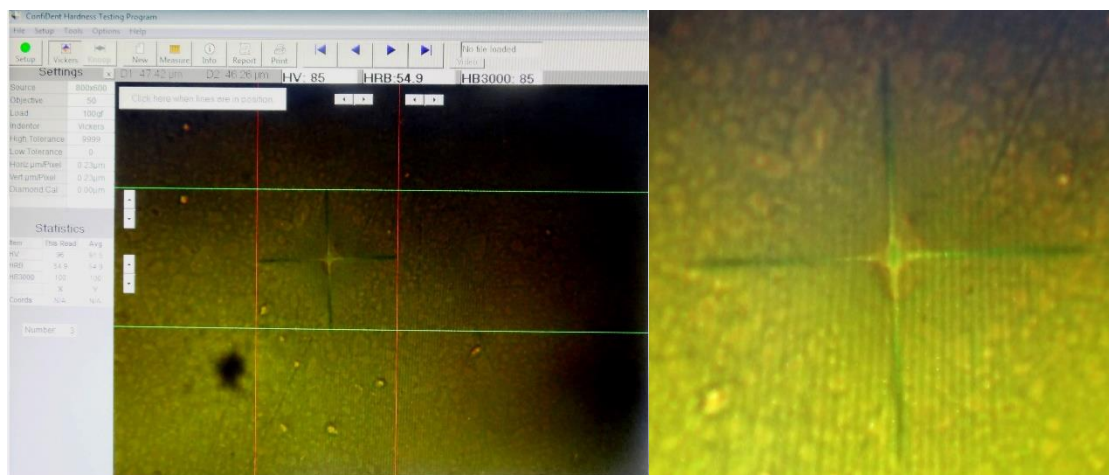
Los bloques correspondientes al grupo “estudio” de cada material fueron retirados de la solución de almacén, secados con aire comprimido y papel absorbente y colocados en recipientes plásticos donde se verterá 100 ml de la bebida carbonatada

(Coca-Cola ®) inmediatamente después de abrir el envase, éstos bloques estuvieron sometidos a la acción de la bebida por un periodo de diez minutos a temperatura ambiente. Al cabo de este tiempo los bloques fueron enjuagados con agua destilada y secados con aire comprimido y papel absorbente, para luego ser almacenados en suero fisiológico. El experimento se realizó cada 24 horas durante siete días.



2.2.5 Medición final de la microdureza superficial

Transcurridos los siete días, los bloques cilíndricos fueron enjuagados con agua destilada, secados con aire comprimido y papel absorbente, y sometidos a una nueva medición de microdureza superficial, escala Vickers HV0.1 (100g-5segundos) utilizando el mismo sistema, carga y régimen de tiempo que se utilizó para la recolección inicial.



2.2.6 Recolección de datos.

Los valores de la microdureza inicial y final de cada bloque serán colocados en una ficha elaborada para este estudio (Anexo N° 1 y Anexo N° 2).

2.3.- Instrumento de recolección de datos:

Para obtener la información se diseñó una hoja de recolección de datos (Anexo N° 1 y Anexo N° 2) la cual se llenó a partir de la obtención de los valores de microdureza superficial de cada uno de los bloques al inicio y al final del experimento.

2.4.- Identificación de variables:

Variables	Definición conceptual	Definición operacional (indicadores)	Según su naturaleza	Según su función	Escala de medición
Tipo de resina	Las resinas compuestas o empastes del color del diente, proporcionan una buena durabilidad y resistencia a la fractura en las pequeñas y medianas rellenos que deben soportar una presión moderada de la tensión constante de la masticación. Siendomicrohibrida o reforzada nanometricamente.	Se preparan de acuerdo al protocolo del fabricante, probetas de acuerdo a la norma ISO 4049-96. Tanto la Z350 nanoparticula y Z250 microhibrida. Se le somete a la acción degradante de bebida carbonatada.	Cualitativa	independiente	Nominal
Microdureza	Resistencia a la indentación localizada	Medición directa en HV 0.1 haciendo uso de microdurometro Leco LMV-50V.	Cuantitativa	Dependiente	De razón

6.- Análisis de estadístico de la información:

Los datos obtenidos fueron procesados mediante métodos estadísticos con el paquete SPSS 21.0. Primero se evaluó la normalidad de las medidas de microdureza superficial tomadas, para lo cual se usó la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Luego se usó la prueba t – Student por lo que se realizaron cálculos de media, desviación estándar, tolerancia y grados de libertad para determinar si es que hay una variación estadísticamente significativa entre las medidas iniciales y finales de la microdureza en los dos materiales, tanto para el grupo control (sin exposición a la bebida carbonatada) como para los grupos de resinas con exposición a la bebida carbonatada.

Para determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las variaciones de la microdurezas superficial de los dos grupos sometidos a la acción de la bebida carbonatada, se usó la prueba comparativa ANOVA, dado que las variaciones mostraron normalidad en la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Ver Anexos).

Una vez obtenidos los datos, estos se representaron en cuadros gráficos comparativos para así poder detallar gráficamente cual el de ellos ha tenido una menor afectación con respecto a la microdureza superficial una vez sometidos a la bebida carbonatada.

III. RESULTADOS

El presente trabajo tuvo como objetivo Determinar el efecto in vitro de la bebida carbonatada sobre la micro dureza superficial de una resina microhíbrida Filtek Z250 y una de nanopartículas Filtek Z350. Se emplearon 10 bloques de resina por grupo, obteniendo los siguientes resultados:

Los resultados de este estudio señalan que la microdureza superficial de la resina microhíbrida presenta mayor microdureza superficial, obtuvo una media de 116,7; sin embargo al ser expuesta a las bebidas carbonatadas esta disminuye significativamente presentan una media de 84,9 por el cual presentan una disminución significativa de 31,8 de la microdureza superficial. (Tabla 01)

Con respecto a la microdureza superficial de la resina de nanopartículas presenta una menor microdureza superficial con una media de 88 en comparación de la resina microhíbrida; sin embargo al ser expuesta a las bebidas carbonatadas presenta una mínima disminución de 87.9 lo cual indica que su disminución de la microdureza superficial es poco significativa 0.1. (Tabla 02)

Al comparar la microdureza superficial de las resinas mencionadas, expuestas a las bebidas carbonatadas, se encontró diferencia significativa entre ambas, correspondiendo una menor disminución de microdureza superficial de la resina microhíbrida respecto a la resina de nanopartículas. La resina compuesta microhíbrida presenta mayor

microdureza superficial; sin embargo al ser expuesta a las bebidas carbonatadas esta disminuye significativamente. (Tabla 03)

Tabla 1: Nivel de microdureza superficial de la resina microhíbrida entre la evaluación pre test y post test.

	RESINA A	RESINA A-EXP	DIFERENCIA
1	104	91	13
2	121	93	28
3	127	87	40
4	112	92	20
5	118	75	43
6	114	85	29
7	118	74	44
8	122	87	35
9	117	77	40
10	114	88	26
Promedio	116,7	84,9	31,8

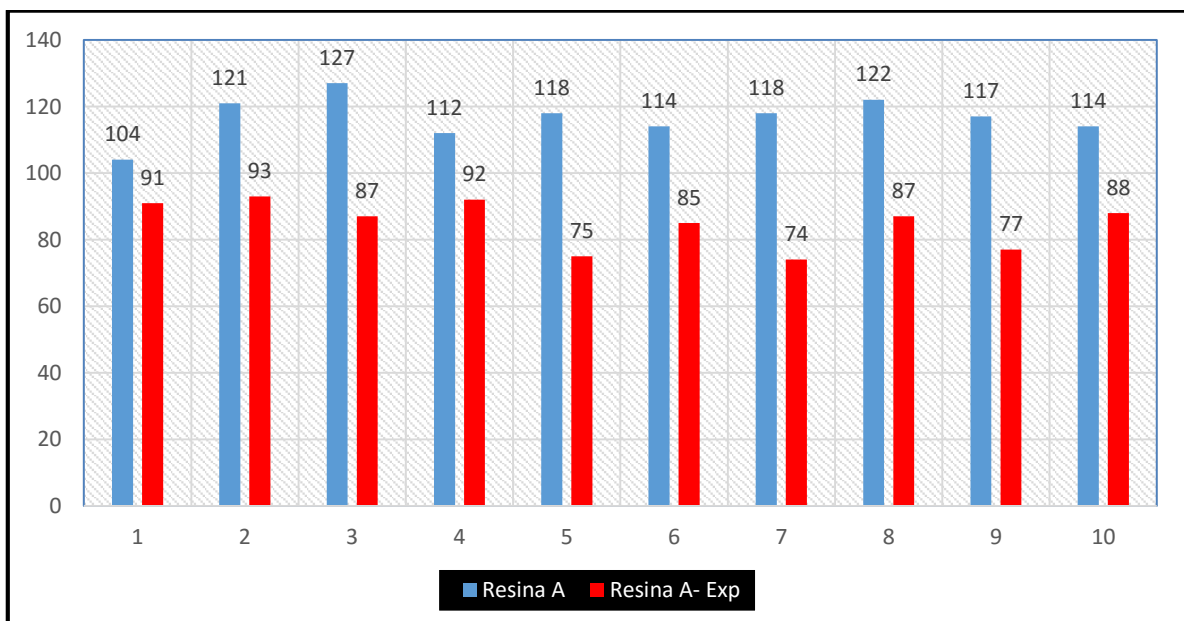


Figura 1: Nivel de microdureza superficial de la resina microhíbrida entre la evaluación pre test y post test.

Interpretación: En la tabla 1 se observa que el efecto in vitro de la bebida carbonatada sobre la microdureza superficial de una resina microhíbrida disminuye significativamente de 116,7 puntos en la evaluación pre test a 84,9 puntos en la evaluación post test.

Tabla 2: Nivel de microdureza superficial de la resina nanopartículas entre la evaluación pre test y post test.

	RESINA B	RESINA B-EXP	DIFERENCIA
1	92	86	6
2	84	84	0
3	91	91	0
4	89	92	-3
5	84	87	-3
6	91	84	7
7	82	89	-7
8	86	86	0
9	89	92	-3
10	92	88	4
Promedio	88	87,9	0,1

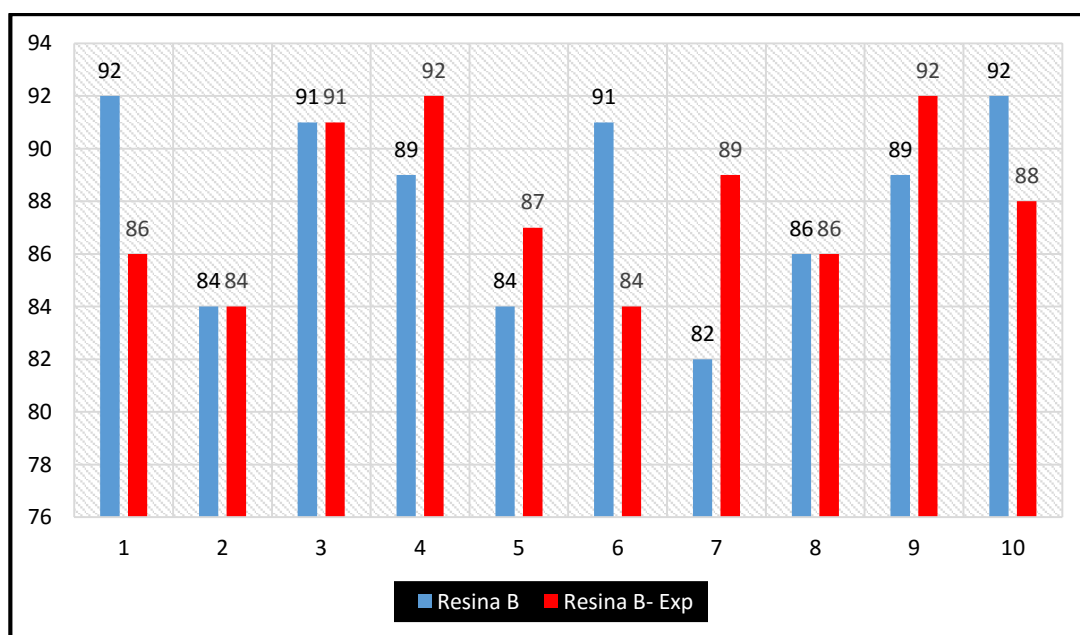


Figura 2: Nivel de microdureza superficial de la resina nanopartículas entre la evaluación pre test y post test.

Interpretación: En la tabla 2 se observa que el efecto in vitro de la bebida carbonatada sobre la microdureza superficial de una resina nanoparticulas presenta una disminución poco significativa de 88 puntos en la evaluación pre test a 87,9 puntos en la evaluación post test.

Tabla 3: comparativo del nivel de microdureza superficial entre la resina microhíbrida y la resina nanoparticulas

	PRE TEST	POST TEST	DIFERENCIA
RESINA A "RESINA MICROHÍBRIDA"	116,7	84,9	31,8
RESINA B "RESINA NANOPARTICULAS"	88	87,9	0,1

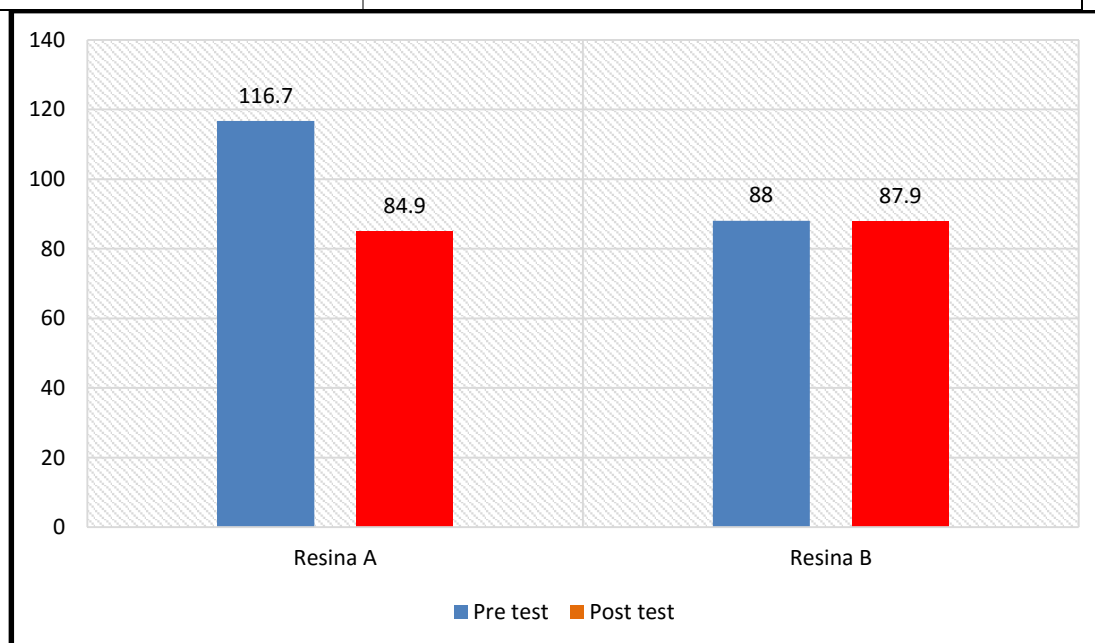


Figura 3: comparativo del nivel de microdureza superficial entre la resina microhíbrida y la resina nanoparticulas

Interpretación: En la tabla 3 se observa que el efecto in vitro de la bebida carbonatada sobre la microdureza superficial de una resina microhíbrida disminuye significativamente en 31,8 puntos. Por otro lado con respecto a la resina nanopartículas no se ve muy afectada puesto que solo disminuye en 0,1 puntos su microdureza superficial.

1.2. De la microscopia SEM:

1.2.1. De la resina Filtek Z250 XT

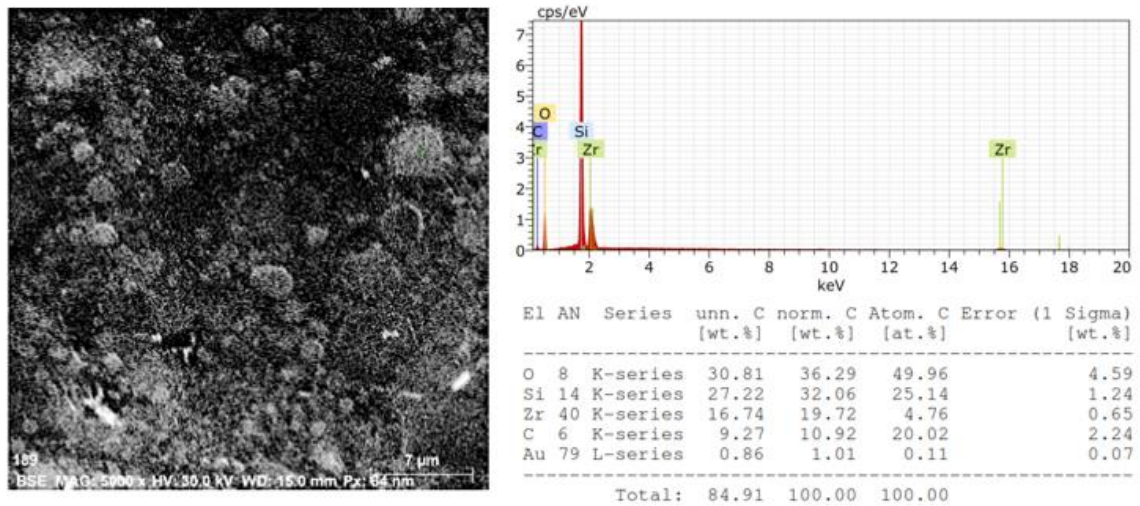


Figura 4: Microestructura SEM de la resina Z250, patrón de difracción y composición química de la resina

1.2.2. De la resina Filtek Z350 XT

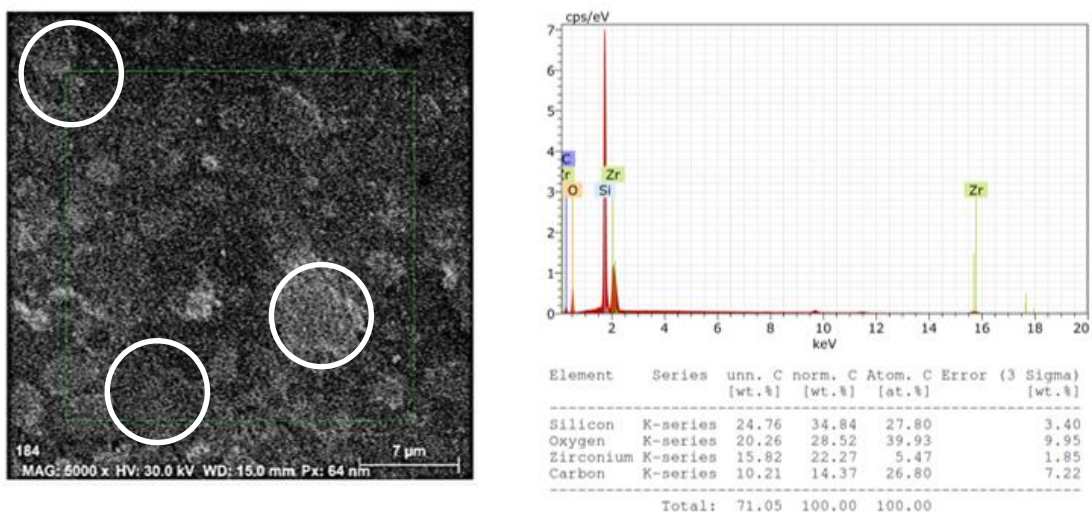


Figura 5: Microestructura SEM de la resina Z350, patrón de difracción y composición química de la resina

1.3. Del análisis estadístico:

Prueba de hipótesis

En el presente trabajo de investigación se realizó la evaluación de las hipótesis estadísticas; para ello se utilizó la Prueba de t-Student por tratarse de una muestra pequeña menor a 30 datos:

Comprobando la hipótesis específica 1

Existe una diferencia significativa de microdureza superficial de la resina microhíbrida entre la evaluación pre test y post test.

Hipótesis estadísticas

$$H_0: u_D = 0 \quad u_2 - u_1 = 0$$

H₀: La diferencia entre Post y Pre Test es igual a cero.

$$H_i: u_D > 0 \quad u_2 - u_1 > 0$$

H_i: La diferencia entre Post y Pre Test es mayor que cero.

- **Nivel de significación** $\alpha = 0,05$

- **Estadístico de prueba: Prueba de T de student**

Prueba de muestras emparejadas

Resina microhíbrida	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 PRE TEST – POS TEST	31,80000	10,36876	3,27889	24,38264	39,21736	9,698	9	,000

- **Valor tabular o región crítica**

$$t_t = t_{\alpha}(n - 1)$$

$$t_t = t_{0,05}(9) \rightarrow T_{Tabulado} = 1,83$$

- **Decisión:** Se rechaza H₀, si y sólo sí, $t_c > t_r$

Se ha obtenido un $T_{calculado} = 9,698$ es mayor que $T_{tabulado} = 1,83$ al 5%. Entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, esto quiere decir que existe una diferencia significativa de microdureza superficial de la resina microhíbrida entre la evaluación pre test y post test.

Comprobando la hipótesis específica 2

Existe una diferencia significativa de microdureza superficial de la resina nanopartículas entre la evaluación pre test y post test.

Hipótesis estadísticas

$$H_0: u_D = 0 \quad u_2 - u_1 = 0$$

Ho: La diferencia entre Post y Pre Test es igual a cero.

$$H_i: u_D > 0 \quad u_2 - u_1 > 0$$

Hi: La diferencia entre Post y Pre Test es mayor que cero.

- Nivel de significación $\alpha = 0,05$
- Estadístico de prueba: Prueba de T de student

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Resina nanoparticulas								
Par 1 Pre test – Post test	,10000	4,43346	1,40198	-3,07151	3,27151	,071	9	,945

- Valor tabular o región crítica
 $t_t = t_{\alpha}(n - 1)$ $t_t = t_{0,05}(9) \rightarrow T_{Tabulado} = 1,83$
- Decisión: Se rechaza Ho, si y sólo sí, $t_c < t_r$

Se ha obtenido un $T_{calculado} = 0,071$ es menor que $T_{tabulado} = 1,83$ al 5%. Entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, esto quiere decir que no existe una diferencia significativa de microdureza superficial de la resina nanopartículas entre la evaluación pre test y post test.

IV. DISCUSIÓN

Es evidente el incremento considerable del uso de materiales restauradores no metálicos, así como la frecuencia del consumo de las bebidas azucaradas, bebidas deportivas, bebidas carbonatadas, que tienen en su composición ácidos que dañan la estructura dental debido a que el pH bajo de estas últimas causan erosión en el esmalte.

Diversos factores juegan un papel importante en la destrucción potencial de la estructura del diente así como de las restauraciones tras la exposición a refrescos y otras bebidas endulzadas, especialmente las carbonatadas Tahmasebi et. al. (2004).²² Estos resultados sobre la bebida carbonatada coinciden con los obtenidos en el estudio realizado, produciendo degradación en la microdureza superficial de las resinas.

Los resultados de nuestro estudio concluyeron que la Coca Cola disminuye significativamente la microdureza superficial de las resinas. Tauquino en 2002, estudio el efecto en la microdureza superficial que causa la Coca Cola en tres diferentes materiales estéticos. La resina microhíbrida Filtek Z250, la resina fluida Filtek Flow y el ionomero de vidrio Vitremer, encontrando que en los tres materiales hubo una disminución significativa de la microdureza, sobre todo en la resina Flow.¹⁸

Se obtuvo que la microdureza superficial de la resina Z250 disminuyó significativamente al ser sometida a la acción erosiva de la bebida carbonada, estos datos concuerdan con Maupome y Diez de Bonilla (1998) evaluaron in vitro el potencial erosivo de una bebida carbonatada (Coca Cola), y también como afecta esta la microdureza superficial del esmalte

dentario. Concluyeron que existe una relación directa entre el tiempo de exposición y el grado de erosión dental. También comprobaron que las bebidas que se agitan son menos erosivas que las que no. Además, sugirieron que para posteriores estudios se tomara en cuenta el papel de la saliva, ya que por su alto contenido de minerales podría minimizar el nivel de acidez que provoca al beber una bebida gaseosa. Esto concuerda con lo que propone Anderson et. al. (2001).²³ El pH salival se encuentra dentro el rango de 5,5 a 6,5, o con un pH de 5,5 o inferior, aceptado como un nivel límite para destrucción de la estructura del diente o restauración y por consiguiente de las resinas en estudio, es decir, a la caries y la erosión correspondiente de la.

En el presente estudio, la bebida carbonatada Coca Cola causó un aumento en la degradación de la restauración o esmalte para la resina microhíbrida Z250 a diferencia de la Z350 reforzada por nanopartículas que son una combinación de sílice no aglomerada 20 nm, de relleno no aglomerado 4 al 11 nm zirconia, y zirconia agregada/sílice relleno de cluster (compuesto por 20 nm sílice y de 4 a 11 nm partículas de óxido de Zirconio), y con clusters de partículas de 0,6 a 10 micras, esto sugiere que las bebidas como Coca-Cola, que en su composición contienen hidratos de carbono refinados o azúcares (como la sacarosa, jarabe de maíz de alta fructosa), pueden ser los factores que contribuyen a la disolución de las resinas, con el correspondiente aumento de la erosión potencial de la estructura del diente.

V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye que:

1. La microdureza superficial de la resina fue afectada significativamente luego de ser sometida a la acción ácida de la bebida carbonatada.
2. El efecto erosivo producido por la bebida carbonada (Coca Cola®) sobre la microdureza superficial de una resina microhíbrida (Filtek Z250® 3M-ESPE, USA), mostró una disminución en promedio a 84,9 HV0.1
3. El efecto erosivo producido por la bebida carbonada (Coca Cola) sobre la microdureza superficial de una resina de nanopartículas (Filtek Z350® 3M-ESPE, USA), fue de 87,9 HV0.1
4. La metalografía SEM (5000x) y los patrones de difracción de electrones de ambas resinas son evidencia de la caracterización de las resinas degradadas y del efecto erosivo.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda estudios in vitro de resinas de nanopartículas; respecto de sus propiedades de tenacidad a la fractura, teniendo en consideración el pH como efecto de la variación de saliva humana.
2. Se requiere realizar estudios con más rigurosidad en los ensayos clínicos sobre microdureza superficial, comparando otros tipos de bebidas de alto consumo para ver las diferencias que existen en cuanto a los resultados obtenidos y prevenir su consumo.
3. Se recomienda realizar charlas para concientizar a los pacientes sobre los daños que causan las bebidas carbonatadas sobre los dientes, y así puedan evitar el consumo frecuente de estas.
4. Se recomienda realizar estudios sobre la exposición constante de las SSBs y jugos de frutas que pueden potencialmente causar pérdida irreversible de la estructura dental, especialmente en niños y adolescentes. Condiciones en las que se altera la producción de saliva, como en pacientes con enfermedad sistémica (xerostomía) o en los atletas (deshidratación), también puede colocar a estos individuos en posible riesgo mayor por daños o pérdida de esmalte.

VII. Referencias Bibliográficas

1. Wang YC, Bleich SN, Gortmaker SL. Increasing caloric contribution from sugar-sweetened beverages and 100% fruit juices among US children and adolescents, 1988-2004. *Pediatr Rev* 2008; 121: 1604-1614.
2. Ogden CL, Kit BK, Carroll MD, Park S. Consumption of sugar drinks in the United States, 2005-2008. *NCHS Data Brief* 2011; 71: 1-8.
3. Andreyeva T, Chaloupka FJ, Brownell KD. Estimating the potential of taxes on sugar-sweetened beverages to reduce consumption and generate revenue. *Prev Med.* 2011; 52: 413-416.
4. Harris JL, Schwartz MB, Brownell D. Sugary drink facts: Evaluating sugary drink nutrition and marketing to youth. *Am J Prev Med.* 2013; 45 (4): 453-461.
5. Shipley S, Taylor K, Mitchell W. Identifying causes of dental erosion. *Gen Dent.* 2005; 53: 73-75.
6. Grandini R, Giachetti L, Bertini F. Resultados clínicos a corto plazo de un restaurador directo para posteriores. *Signature International* 1998; 3 (3):1-3.
7. Carvalho C h, Narciso B. Restauraciones Esteticas con Resinas Compuestas en Dientes Posteriores. Brasil: Artes Medicas; 2001. p. 9-27.
8. Saldarriaga P, Pelaez E. Resinas Compuestas: restauraciones adhesivas para el sector posterior. *CES Odontol.* 2003; 16: 61-82.
9. Lanata. Resinas Compuestas. En Carlos Acosta Prado. Atlas de operatoria dental. Buenos Aires: alfaomega; 2008. p. 75-84.
10. Santos E, Yenque D, J. Rojas O, Rosales U. Acerca del ensayo de dureza, *Notas Científicas. Industrial Data.* 2001; 2 (4): 73-80.

11. Falcón J, Saravia M. Estudio comparativo "in vitro" de la dureza y de la morfología superficial de los cerómeros frente a la acción de diferentes soluciones ácidas. [Tesis pregrado] Lima; 2000.
12. Tauquino J. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una resina compuesta microhíbrida, una resina compuesta fluida y un cemento ionómero vítreo de restauración frente a la acción de una bebida carbonatada. [Tesis para optar grado de bachiller]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2002.
13. Gomez B, Noriega BM, Guerrero I, Borgas Y. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de diferentes resinas comerciales, frente a la acción de una bebida gaseosa. Revista Odontologica Mexicana. 2010; 14 (1): 8-14.
14. Arias L y col. Análisis del efecto erosivo de tres sistemas de blanqueamiento sobre el esmalte dental en un estudio in vitro. [monografía en internet]*. Madrid: Universidad Europea en Madrid; 2001 [acceso 15 de agosto del 2007. URL disponible en: <http://www.blanqueamientodental.com/secciones/articulos/cientificos-todo.php?cientifico=13>]
15. Maupomé G, Diez J, Torres G, Andrade LC, Castaño V. In vitro quantitative assessment of enamel microhardness after exposure to eroding immersion in a cola drink. Caries Research. Universidad autónoma de México. 1998; 32: 148-153.
16. Brunton PA, Kalsi KS, Watts DC, Wilson NH. Resistance of two dentin-bonding agents and a dentin desensitizer to acid erosion in vitro. Dent Mater. 2000; 16 (5) :351-5.

17. Al-Diaigan YH, Shaw L, Smith A. Dental erosion in a group of British 14 year old school children Part II: Influence of dietary intake. *Br Dent J.* 2001; 190 (5): 258-61.
18. Tauquino JF. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una resina compuesta microhíbrida, una resina compuesta fluida y un cemento ionómero vítreo de restauración frente a la acción de una bebida carbonatada [Tesis de bachiller para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2002.
19. Attin T, Weiss K, Becker K, Buchalla W, Wiegand A. Impact of modified acidic soft drinks on enamel erosion. *Oral Dis.* 2005; 11 (1): 7-12.
20. Mas AC. Efecto erosivo valorado a través de la microdureza superficial del esmalte dentario, producido por tres bebidas industrializadas de alto consumo en la Ciudad de Lima. Estudio in vitro. [Tesis de bachiller para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista] Lima (Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2002.
21. Liñan C, Meneces A, Delgado L. Evaluación in vitro del efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte dental. *Rev. Estomatol Herediana.* 2007; 17(2): 58-62.
22. Tahmassebi JF, Duggal MS, Malik-Kotru G, Curzon ME. Soft drinks and dental health: a review of the current literature. *J Dent.* 2006; 34: 2-11.
23. Anderson P, Hector MP, Rampersad MA. Critical pH in resting and stimulated whole saliva in groups of children and adults. *Int J Paediatr Dent.* 2001; 11: 266-273.

Anexo

Anexo 1: Ficha de registro de datos

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

Muestra: Resina microhibida Filtek Z 250® 3M ESPE, USA , Coca Cola®

Zona de ensayo: Bloques de Resina

Carga: 100gf

Tiempo de aplicación: 10s

MICRODUREZA INICIAL		MICRODUREZA FINAL	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	

Anexo 2: Ficha de registro de datos

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

Muestra: Resina microhibida Filtek Z 350® 3M ESPE, USA , Coca Cola®

Zona de ensayo: Bloques de Resina

Carga: 100gf

Tiempo de aplicación: 10s

MICRODUREZA INICIAL		MICRODUREZA FINAL	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	

Anexo 3: Prueba de normalidad

Normalidad de los datos provenientes de la RESINA A: “resina microhíbrida”

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR00001	VAR00002
N		10	10
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	116,7000	84,9000
	Std. Deviation	6,27252	7,07814
Most Extreme Differences	Absolute	,133	,217
	Positive	,118	,168
	Negative	-,133	-,217
Test Statistic		,133	,217
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.
- d. This is a lower bound of the true significance.

Normalidad de los datos provenientes de la Resina RESINA B: “resina nanoparticulas”

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR00001	VAR00002
N		10	10
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	88,0000	87,9000
	Std. Deviation	3,71184	3,03498
Most Extreme Differences	Absolute	,206	,146
	Positive	,159	,134
	Negative	-,206	-,146
Test Statistic		,206	,146
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.
- d. This is a lower bound of the true significance.