



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
ESTOMATOLOGÍA**

TESIS

**COMPARACIÓN IN VITRO DE LA MICRODUREZA
SUPERFICIAL ENTRE RESINAS COMPUESTAS VS
RESINAS BULK FILL, DE DOS MARCAS
COMERCIALES.**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
CIRUJANO DENTISTA**

Autor:

Bach. Sandoval Sandoval Oscar Michael.

Asesor:

Mg. CD. Vasquez Plasencia Cesar Abraham.

Línea de Investigación:

**Instrumentos, Procedimientos y Propiedades De Materiales
Dentales.**

Pimentel – Perú

2018

**“COMPARACIÓN IN VITRO DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL
ENTRE RESINAS COMPUESTAS VS RESINAS BULK FILL, DE DOS
MARCAS COMERCIALES”.**

Aprobación del informe de investigación

Mg. CD. Vasquez Plasencia Cesar Abraham.

Asesor Metodológico

Mg.CD. Valenzuela Ramos Marisel Roxana.

Presidente del jurado de tesis

Mg.CD. La Serna Solari Paola Beatriz

Secretario del jurado de tesis

CD. Mg. Lavado la Torre Milagros

Vocal del jurado de tesis

Dedicatoria

Esta investigación se la dedico a mi familia, en especial a mis padres, que gracias a su amor, dedicación, humildad, respeto y confianza, forjaron un buen camino a seguir a mis hermanos y a mí, logrando superar nuestros miedos y cumplir cada una de nuestras metas. Serán siempre mis seres queridos que por siempre prevalecerán en mi alma.

Agradecimiento

Ante todo a Dios por ser la guía a lo largo de mi vida y la clave de todos mis éxitos.

A mi padre Oscar en el cielo y a mi madre Matilde, que a pesar de la gran pérdida, nunca se rindió, hasta ver profesionales a cada uno de sus hijos, dando todo a cambio de nada a mis hermanos y a mí.

A mi hija, Abigaíl y esposa, Deysi por su apoyo, cariño y amor a lo largo de la unión de nuestras vidas.

A mis hermanos Fanny, Nancy, Cristhian y Ronald por su larga amistad, comprensión y apoyo en todas las fases de mi vida.

A mis abuelos, que gracias a su humildad, amor y disciplina formaron a nuestros padres, siendo fundamental para su legado. En especial a mi abuelo Esteban que desde el cielo, siempre creerá en cada uno de sus nietos.

A todas las personas no mencionadas, pero me ayudan a seguir adelante, con su constante apoyo, frente a cualquier tropiezo de mi vida, siempre estaré agradecido.

Resumen

En la presente investigación se evaluó y se comparó la microdureza superficial “in vitro” entre resinas compuestas vs resinas Bulk Fill, de dos marcas comerciales diferentes. Para la muestra se elaboraron 8 bloques de cada marca de resinas, de 6 mm de diámetro por 4 mm de altura; 8 fueron elaborados por la resina Tetric® N – Ceram, 8 fueron elaborados por la resina Filtek® Z350 XT, 8 fueron elaborados por la resina Tetric® N- Ceram Bulk Fill y 8 fueron elaborados por la resina Filtek® Bulk Fill, se polimerizo a LUZ LED y se esperó 24h para el pulido, para después ser almacenadas en agua destilada a 37°C por 24 horas. Se procedió a realizar la medición de la microdureza de cada bloque de resina con un Microdurómetro aplicando una fuerza de 3 kg por 20 segundos, generando tres indentaciones por bloque de resina, para finalmente obtener 96 resultados. Los valores de microdureza fueron comparados mediante la prueba Anova, la cual presentó diferencia altamente significativa entre las 4 resinas ($p=0.000$); mediante la prueba de Duncan se formaron tres subgrupos. Los resultados mostraron que las resinas; Tetric® N– Ceram y Filtek® Z350 XT tuvieron un promedio de microdureza superficial similar (77,6125 Vickers y 86,0750 Vickers, respectivamente). Tetric® N- Ceram Bulk Fill tuvo un promedio de microdureza superficial de 66,4750 Vickers, Filtek® Bulk Fill tuvo un promedio de microdureza superficial de 60,1875 Vickers. Se concluyó que las resinas compuestas presentaron mayor microdureza superficial sobre las resinas Bulk Fill.

Palabras claves: dureza, resina compuesta, nanopartículas.

Abstract

In the present investigation, the "in vitro" surface microhardness between composite resins and Bulk Fill resins, of two commercial brands, was evaluated and compared. For the sample, 8 blocks of each brand of resins were made, 6 mm in diameter by 4 mm in height; 8 were made by Tetric® N - Ceram resin, 8 were made by Filtek® Z350 XT resin, 8 were made by Tetric® N - Ceram Bulk Fill resin and 8 were made by Filtek® Bulk Fill resin, being polymerized by LED to 40 seconds and then stored in distilled water at 37 ° C for 24 hours. The microhardness of each resin block was measured with a microdurometer, applying a force of 3 kg for 10 seconds, generating three indentations per block of resin, to finally obtain 96 results. The data were subjected to the Anova test which presents a highly significant difference and for the sub groups the Duncan test, which shows three subgroups. The results showed that the resins; Tetric® N-Ceram had an average surface microhardness of 77.6125 kg / mm², Filtek® Z350 XT had an average surface microhardness of 86.0750 kg / mm², Tetric® N-Ceram Bulk Fill had an average surface microhardness of 66.4750 kg / mm², Filtek® Bulk Fill had an average surface microhardness of 60.1875 kg / mm². It was concluded that the composite resins presented higher surface microhardness on the Bulk Fill resins.

Keyword: hardness, composite resin, nanoparticles.

ÍNDICE

Aprobación del jurado	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv
Abstrac.....	v
I INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	11
1.2. trabajos previos	12
1.3. Teorías relacionadas al tema	15
1.3.1 Materiales de restauración: Resinas compuestas.....	14
1.3.1.1) Origen de las resinas compuestas	14
1.3.1.2) Composición de las resinas compuestas.....	16
1.3.1.3) Clasificación de las resinas compuestas.....	17
1.3.1.4) Propiedades mecánicas de las resinas compuestas	20
1.3.2 Microfiltración.....	21
1.3.2.1) Definición	21
1.3.2.2) Factores que pueden generar microfiltración	22
1.3.2.3) Tipos de filtración	22
1.3.3 Resinas Bulk Fill.	23
1.3.4 Dureza superficial	24
1.4 Formulación del problema	26
1.5 Justificación e importancia del estudio	26
1.6 Hipótesis	27
1.7 Objetivos	27
1.7.1 Objetivos Generales.....	27
1.7.2 Objetivos Específicos	27

II MATERIAL Y MÉTODOS	28
2.1 Tipo y diseño de la Investigación	28
2.2 Población y muestra	28
2.3 Variables, Operacionalización	29
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	29
2.5 Procedimientos de análisis de datos	33
2.6 Aspectos éticos.....	34
2.7 Criterios de rigor científico.....	34
III RESULTADOS	35
3.1 Tablas y Figuras	35
3.2 Discusión de resultados	41
IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparación, in vitro, de la microdureza superficial entre resinas compuestas vs resinas bulk, de dos marcas comerciales	35
Tabla 2: Microdureza superficial entre resinas compuestas vs resinas bulk, de dos marcas comerciales	36
Tabla 3: Microdureza superficial de la resina compuesta TETRIC ® N – CERAM (A2) (IVOCLAR VIVADENT).	37
Tabla 4: Microdureza superficial de la resina compuesta TETRIC ® N- CERAM BULK FILL (IVB) (IVOCLAR VIVADENT).	38
Tabla 5: Microdureza superficial de la resina compuesta FILTEK ® Z350 XT, (A3) (3M ESPE).	39
Tabla 6: Microdureza superficial de la resina compuesta FILTEK ® BULK FILL, (A3) (3M ESPE).	40

I. INTRODUCCIÓN

El actual momento de la odontología restauradora es muy desafiante, ya que las diferentes alternativas de materiales, han evolucionado significativamente en los últimos años. Los profesionales disponen de nuevos materiales, un ejemplo adecuado de esta situación es la de las resinas compuestas y la relación con los cambios de su composición.¹

Bowen en 1963 fue uno de los cimientos de este actual momento en la odontología restauradora, creando una nueva resina compuesta diferente, al fabricar y añadir el monómero BIS - GMA (bisfenol- A glicidilmetacrilato), en asociación con el UDMA (uretano dimetacrilato), este último componente aumenta la resistencia mecánica de la resina, elevando el módulo de elasticidad. Y así se siguen desarrollando nuevos componentes, para minimizar los defectos de las resinas compuestas.^{2,3}

Uno de los factores para la deficiencia de las resinas compuestas es la fractura del material por microfiltración del mismo, la presencia de microfracturas o también llamadas grietas marginales es debido a diferentes factores, tales como; tipo de material a usar, pieza dental a restaurar y según la distribución o el nivel de fuerza masticatoria en donde ira el material. A si mismo en las microfracturas, se produce la microfiltración de fluidos, retención de alimentos, caries adyacente a la restauración, manchas marginales, fractura del material restaurador y por lo tanto fracaso del tratamiento.⁴

Es así como existen determinadas marcas y tipos de resina dental de amplio reconocimiento mundial para cada tipo de restauración, existiendo entre ellas las resinas compuestas y las resinas bulk, que garantizan su total eficacia, y más aún en el sector posterior. Su protocolo de restauración y resultados clínicos son mínimamente diferentes, pero el principal objetivo de ambas es reducir la microfractura y por tanto la microfiltración, teniendo mejores características y ventajas clínicas. De esta manera, el objetivo del presente trabajo fue comparar la microdureza superficial de las resinas compuestas, TETRIC ® N – CERAM, FILTEK ® Z350 XT 3M ESPE y las resinas bulk TETRIC ® N- CERAM BULK FILL, FILTEK ® BULK FILL 3M ESPE.

1.1. Realidad problemática:

Las enfermedades más prevalentes de la cavidad oral son la caries dental y la enfermedad periodontal, siendo la caries dental la principal causa de pérdida de estructura dental, ya sea por diferentes factores para que esta patología se desarrolle. Si bien actualmente es necesario eliminar mecánicamente los tejidos dañados del órgano dental, es necesario elegir un correcto material de restauración para el mismo, la cual, la resina dental debe brindar diversos beneficios a la odontología restauradora, pero a la vez este tipo de materiales aun teniendo grandes beneficios en los tejidos dentales, la gran parte de ellos tienden a fracasar, un claro ejemplo es la fractura del material restaurador.^{5,6}

Una de las limitaciones de las resinas dentales, es la microfiltración, o también llamadas grietas marginales, la cual se da por microfracturas del mismo material, debido a que los componentes del material restaurador no son los ideales para soportar las grandes fuerzas oclusales. La presencia de microfiltración de las resinas dentales ha constituido una preocupación clínica, siendo que la integridad del sellado, del material en el diente este afectado, condicionando a la presencia de fluidos; placa, caries dental y pérdida de estructura dental, la cual deviene en la morbilidad del órgano dental.⁷

Hoy en día la industria odontológica ha desarrollado a lo largo del tiempo una serie de resinas dentales, las cuales pueden caracterizarse; de nanopartículas, de condensación tradicional o extractos de condensación por extracto único, esta última llamadas resinas bulk. Las distintas casas comerciales respaldan la excelencia de ambos materiales restauradores, las cuales contribuyen con el éxito de una total obturación y resistencia al deterioro en el medio bucal. Esto impide o previene la aparición de microfracturas y por lo tanto microfiltraciones, capaces de hacer peligrar la estabilidad de la restauración y la biología del diente.⁴

Aunque algunos autores han estudiado la microdureza de ambos tipos de resinas la comparación de microdureza entre ambos ya se aun sin esclarecer. Por tanto el reciente estudio, fue comparar la microdureza superficial de ambas resinas.

1.2. Trabajos previos:

Bonilla A⁸ (2001), Realizo un estudio en donde comparo resinas compuestas dentales, comparando su resistencia a la compresión ejercida por el Instrumento o Máquina de Ensayo Universal Instron, este estudio se basó mayormente en las propiedades mecánicas de las resinas compuestas, las cuales se utilizaron; Tetric Ceram, Heliomolar, Bisfill I, Bisfill II, Solitaire, Charisma F, Z100, Prodigy, Alert, Surefill y Glacier. Cada tipo de resina se sometió a la prueba de compresión de la Máquina de Ensayo Universal Instron, ejerciendo una velocidad de 0.125 mm/mm a cada muestra, obteniendo las resinas Z100 y Surefill una resistencia mayor a la compresión de todas las 11 resinas compuestas del presente estudio. Este resultado, es posible por los distintos componentes que poseen estas resinas, en su porcentaje de peso inorgánico y en las partículas (menor diámetro), aumentando su propiedad mecánica y mayor resistencia a la compresión y el desgaste.

Montenegro V⁹. Y col. (2010) Ambos realizaron un estudio experimental sobre la microdureza superficial de las resinas; Durafill (Heraeus Kulzer), Filtek ® Z350 XT (3M ESPE), Filtek ® Z250 XT (3M ESPE) a distintos tiempos de almacenamiento. Se elaboraron 20 cilindros de resina de cada marca comercial, para luego ser almacenadas en la estufa con un depósito de agua destilada a 37°C por 24 horas durante 60 días, cada cilindro de resina en seguida de cada almacenamiento, se llevó a cada uno, a realizar los ensayos de Dureza Vickers, usando una carga de 50 g por 45 segundos para cada cilindro de resina. Los resultados de mayor microdureza fueron para la resina Filtek ® Z250 XT (3M ESPE), mientras que la resina Durafill (Heraeus Kulzer) presento una microdureza pobre y deficiente por su composición de macropartículas.

Baldion P¹⁰. Y col (2010), Determinaron; la resistencia a la compresión, módulo elástico y la dureza superficial de las resinas (Microhíbrida Z 250; P-60 a base de metacrilato y resina a base de silorano P-90). Fabricando diez probetas de resina compuesta para luego ser la indentación de Dureza Vickers, mostrando los resultados de dureza y modulo elástico más prevalentes para la resina Z 250 (Microhíbrida) y la resina P-90 (a base de silorano) la resistencia compresiva es mayor. Estos resultados pueden comprobar que las propiedades mecánicas de las resinas dentales están asociadas al diámetro, porcentaje y

tipo de partículas, siendo así el relleno inorgánico la parte principal para una microdureza adecuada, frente a las fracturas y desgastes. El modulo elástico de las resinas dentales también compromete el tamaño de las partículas, a menor tamaño, será deficiente el modulo elástico.

Mota E¹¹ (2011), analizo la resistencia a la compresión de las resinas compuestas en la máquina de Ensayo Universal EMIC DL-2000, siendo las resinas; Z250, Point 4, Charisma, Tetric Ceram, InTen-S y Admira. Cada muestra se utilizó la técnica de incremento de 2 mm hasta llegar a los 6 mm, fotopolimerizados en cada incremento. Se obtuvo doce probetas por cada marca comercial de resina compuesta microhíbridas, para luego ser almacenadas a la estufa en agua destilada por 24 h y finalizando con el análisis de cada muestra a la compresión con una velocidad de 0.5 mm/ min. La resina Z 350 obtuvo los resultados mayores de resistencia a la compresión, asociando las propiedades mecánicas de la resina Z350 con el porcentaje de relleno inorgánico, obteniendo mejor resistencia frente a cargas mayores.

Mano A.¹² y col (2012), Aportaron que mientras más son expuestas los monómeros de los componentes de las resinas dentales frente a luz LED, mejores serán los enlaces o uniones de cada una de ellas, generando un valor de dureza más elevado de la resina compuesta. El cual evaluó la microdureza de cinco resinas, evaluadas con el método Vickers, empleando una fuerza de 29, 42 para cada muestra por 5 segundos. La resina Sonic Fill™, genero la mayor microdureza superficial con técnicas de incremento de 2mm para cada muestra, mientras que la resina Tetric EvoCeram® Bulk Fill, genero la menor microdureza superficial con técnicas de un solo bloque de 4 mm por cada muestra.

Hamouda O¹³ (2012), realizo un estudio experimental comparativo in vitro para evaluar la resistencia a la compresión, al desgaste y a la flexión, utilizando la Máquina de Ensayo Universal Instron a una velocidad de 2mm/min, entre las resinas híbridas y de nanopartículas, con las muestras elaboradas se realizó el ensayo, utilizando tres puntos de flexión en la Máquina de Ensayo Universal Instron para cada muestra. El resultado de

mayor dureza, para la resina de nanorelleno, pero las resinas híbridas obtienen mayor resistencia a mayores fuerzas generadas.

Catalão F¹⁴. Y col (2013) En Portugal, evaluó las resinas; Tetric EvoCeram® Bulk Fill, base de X-tra, x-tra relleno, Filtek Bulk Fill, Sonic Fill™, SDR, la microdureza de cada resina compuesta fue realizada por el ensayo de microdureza Knoop, generando una identificación por cada muestra, de cada marca comercial de resina compuesta. Luego de la identificación, según los métodos estadísticos utilizados la resina X-tra relleno presentó una microdureza superficial mayor que las otras resinas compuestas.

Kiran K.¹⁵ (2014), realizó un estudio experimental comparativo in vitro para evaluar la resistencia a la compresión de las resinas; Charmfill Plus, Esthet X, Z250 y Tetric Ceram, realizando probetas de 5mm/ 5mm, aplicando en cada una de ellas la técnica incremental de 2mm, fotopolimerizadas en cada incremento, para luego ser almacenadas cada probeta a estufa en agua destilada, pasando las 24h se produjo el pulido de cada probeta, 20 segundos para cada disco (según cada marca de resina). En el ensayo de cada probeta en la Máquina Universal Instron, a una velocidad de 1mm/ minuto, se evaluó, según los métodos estadísticos utilizados la resina Charmfill Plus presentó una resistencia a la compresión mayor que las otras resinas compuestas.

1.3. Teorías relacionadas al tema:

1.3.1 Material de restauración: Resinas compuestas

1.3.1.1) Origen de las resinas compuestas:

Las resinas compuestas, con gran densidad de combinaciones poliméricas, generando una mezcla difícil de resinas polimerizables y las partículas de rellenos inorgánicos, creada por, R. L. Bowen, en 1962, después de múltiples experimentaciones, Al igual en 1965 creó el Bis-GMA. Con el objetivo de mejorar las propiedades tanto; estéticas, mecánicas y físicas de las resinas compuestas. Para ello, se le incorporó partículas de relleno. Además, R. L. Bowen examinó el Bisfenol A diglicil éter, componente de la resina Epoxy,

obteniendo partículas de sílice, logrando un mejor producto, pero a la vez una cierta desventaja con la humedad, no teniendo una polimerización total de los componentes. Bowen frente a esta situación incorporo un componente más (Metil Metacrilato), obteniendo una resina de metacrilato Epoxy (bisfenol A glicidil metacrilato), teniendo la carga molecular superior, así diferenciándose de los monómeros de las resinas acrílicas, de menor carga molecular.^{2, 16, 17}

Con estos componentes que le añadieron a las resinas compuestas, aun presentan ciertas dudas en sus propiedades mecánicas y físicas que afectan sus beneficios, es por ello que se agrupo el UDMA para restar estas limitaciones. El UDMA, le da beneficios de resistencia a las propiedades mecánicas de la resina compuesta, por tener en su composición una alta flexibilidad y un mínimo valor en su viscosidad. Las resinas dentales, compuestas de UDMA pueden polimerizar más que las resinas dentales, compuestas en Bis-GMA, gracias a que temperatura ambiente hace que su consistencia sea más viscosa, el cual genera una desventaja, no dándole paso la incorporación de carga inorgánica a la matriz resinosa. Incorporando un nuevo material TEGMA (dimetacrilato de trietilglicol) y EDMA (dimetacrilato de etileno).

Para poder obtener una resina compuesta más fluida y mayor cantidad de relleno. En 1970, se crearon las resinas compuestas, siendo los monómeros activados por polimerización de radiaciones electromagnéticas (luz ultravioleta- 360 nm), este tipo de luz no genero una buena polimerización del material. Dejando de lado la luz ultravioleta, se dio paso a la luz visible que hoy en día se utiliza, dando mejores resultados en su polimerización (420 – 500 nm).^{17, 18, 19}

Las partículas de relleno de las resinas dentales, proporcionan una buena estabilidad dimensional a la matriz resinosa, aumentando sus propiedades. El acoplamiento de cada partícula, genera la disminución de la contracción por polimerización, la absorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica, genera un aumento de la resistencia a la tracción, compresión y abrasión, aumentando el módulo de elasticidad (rigidez).^{20, 21}

1.3.1.2) Composición de las resinas compuestas:

Fase orgánica o matriz: Este componente se ha mantenido desde sus inicios hasta la actualidad, con menos cambios en comparación a los primeros que fueron desarrollados.²² . Está constituida por monómeros BIS-GMA (bisfenil glicidil metacrilato) que a diferencia con el metacrilato de metilo (MMA), tiene un porcentaje mayor de peso molecular, ofreciendo mejores características a sus propiedades, como; menor contracción a la polimerización y volatilidad, mejor acople al órgano dental.²³ Pero aumento su viscosidad, siendo menos manipulable, es por esto que se les ha añadido moléculas con menor peso molecular como el MMA, dimetacrilato de tetraetilenglicol y etilenglicol dimetacrilato. Al tener menos viscosidad el material de la combinación nanométrica, hay mejor disponibilidad de espacio para añadir más relleno.²⁴

Relleno inorgánico: La fase dispersa está compuesta principalmente por: cuarzo, sílice, sílice pirolítica, vidrio de borosilicato, silicatos de litio y fluoruro de bario. Lograr disminuir la cantidad de matriz orgánica y por lo tanto disminuir los valores de contracción de polimerización. Este componente, hace que la resina compuesta mejore en su manipulación, resistencia, cambios dimensionales mínimos e insuficiencia en la contracción al momento de la polimerización.²⁵

El relleno inorgánico mejora las propiedades mecánicas de las resinas dentales, mientras mayor sea el relleno a la matriz, se reduce la contracción de la polimerización y a la vez se disminuye la tasa de fracturas, microfiltraciones y desgastes.²⁶

Agente de unión: Bowen, indico que para que las propiedades de las resinas dentales sean las apropiadas, el agente de conexión debe hacer un acoplamiento fuerte y estable entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica, el agente responsable de esta unión es una molécula bifuncional de grupos

silanos, los que tienen grupos silanos en un extremo (Si- OH) y grupos metacrilatos (C=C) en el otro, esto es porque la gran parte de resinas compuestas tienen composición basada en sílice, reaccionando los enlaces covalentes con la superficie orgánica y por los enlaces iónicos a la superficie inorgánica, acoplando así el relleno inorgánico a la matriz resinosa.^{2,27}

Después se dio paso al Vinil Silanos, siendo uno de los primeros agentes de unión en ser aplicados en la resina dental, entre el acoplamiento de la matriz y la fase dispersa, pero su desventaja era su baja reactividad. Dándole paso al metacriloxi propiltrimetoxisilano (GAMMA 3), este nuevo material permite un mejor acoplamiento de monómeros más resistente y estable.²⁸

Activador e Iniciadores: los compuestos más utilizados para llevar a cabo la polimerización, son; la canforquinona y el 1-fenil-1,2 propandiona que se agrega a la matriz con un iniciador, una amina orgánica. Un espectro luminoso producirá la excitación de la canforquinona produciendo la combinación con la amina, obteniendo una disociación que tendrá como resultado dos radicales que iniciaran la reacción.^{29,30}

1.3.1.3) Clasificación de las resinas compuestas:

Philips y Lutz, mencionaron que las resinas compuestas dentales, se pueden clasificar según el tamaño y el porcentaje de las partículas de relleno; según esta estructura puede ser; microrrelleno (partículas desde 0,04), macrorrelleno (partículas desde 0,1 hasta 100 μm) e híbridas (partículas de distinto tamaño). Existen autores que toman como principal referencia al porcentaje del relleno inorgánico, diámetro de las partículas, módulo de Young y la resistencia compresiva, señalada por Wilerns y Col.³¹

Resinas de macropartículas.- También denominadas resinas convencionales o de primera generación. Estas resinas estaban constituidas por partículas de relleno inorgánico bastante irregulares en cuanto a su tamaño, oscilando entre

1-100 micrones. Pese a ser mejores que las resinas acrílicas, estos tipos de resinas compuestas presentaban una serie de problemas, tales como; porosidad superficial y dificultad de lograr una superficie pulida adecuada, es por ello que actualmente se encuentran en desuso.^{32,33}

Resinas de micropartículas.- Para mejorar la rugosidad de la superficie y la baja translucidez de las resinas compuestas convencionales, se buscó reducir aún más el tamaño de las partículas de carga y crear así las resinas de micropartículas o llamadas resinas compuestas de acabado fino. Las partículas de sílice coloidal se redujeron a dimensiones micrométricas del orden de los 0,004 um (40 nm), conforme a la composición de los aglomerados, se forma estructuras de entre 0,04 y 0,4 um, con la reducción del tamaño de carga, el área de la superficie aumenta considerablemente. La característica más destacable de estas resinas compuestas es la excelente terminación superficial que pueden lograr, lo que permite obtener una estética excepcional, superficies totalmente lisas y que se mantienen así durante largo tiempo, es por esas cualidades se convirtió en el material de elección en el tratamiento estético de dientes anteriores.^{4,32,33}

Resinas híbridas.- Para mejorar la lisura de la superficie de la restauración, se redujo el tamaño de las partículas de carga, pero sin perjudicar las propiedades físicas y químicas. Esta nueva categoría de resinas se dominó resinas de partículas pequeñas, el cual podemos encontrar; sílice amorfa, asociada a vidrios que contienen materiales pesados (bario, estroncio y circonio), predominando en su composición.⁴

La matriz orgánica de las resinas de partículas pequeñas sigue siendo semejante a las resinas tradicionales. No obstante, las partículas inorgánicas pasan por un proceso de trituración hasta alcanzar un tamaño de 0,5 a 3 um, aproximadamente. Al reducir el tamaño de las partículas, fue posible distribuir las de modo de obtener un mejor envasado y aumentar la porción inorgánica (65 a 77% en volumen). Esta carga permite a la resina compuesta

elevar la resistencia de la resina, haciendo capaz de soportar mejores las fuerzas masticatorias.⁴

Resinas microhíbridas.- Considerando asimismo la importancia de la porción inorgánica de la superficie de la resina, se creó otra categoría de compósitos con dos tipos de carga denominadas resinas compuestas híbridas modernas o microhíbridas. La composición más prevalente de este grupo de resinas son; sílice coloidal (que puede variar el peso desde 10% hasta 20%) y vidrios que tienen metales pesados (0,4 y 1,0 μm de tamaño) logrando contener 75 hasta 80 % de peso total de la resina. Esta modificación se realizó teniendo en cuenta también la dificultad de manipulación del pulido de los sistemas de resinas compuestas híbridas de partículas pequeñas. Este nuevo tipo de resinas tienen propiedades mecánicas de una resina híbrida y propiedades estéticas de una resina de microrrelleno.^{4,34}

Resinas de nanopartículas.- Durante todo estos años de evolución constante de las resinas, ninguna resina consiguió reunir las características funcionales fundamentales para la restauración de dientes posteriores y con propiedades también estéticas para ser usadas en dientes anteriores, el cual todo aquello se alcanzó con la aparición de las resinas compuestas de nanopartículas. Recientemente se han introducido en el mercado nuevos composites que incluyen partículas de relleno nanométricas, siendo así la nanotecnología el estudio de aquella materia, objeto o partícula que logra tener cierto tamaño, desde 0,1 hasta 100 nm, gracias a esta nueva ciencia se obtuvo nuevos componentes para las resinas compuestas, mejorando sus propiedades. Un ejemplo de esta nueva tecnología es la resina Filtek Z 350, la cual su composición básica es similar a Filtek Z250 y Z 100, la diferencia está en el tamaño nanométrico de sus partículas de carga.⁴

Las partículas de relleno son esféricas y tienen una dispersión de tamaño muy baja, y se obtienen a través de un proceso de sílice coloidal. La carga de relleno es aproximadamente de 75 a 85% en peso (60% en volumen). Las partículas de

relleno están constituidas por vidrio de estroncio silanizado, vidrio de bario silanizado y ácido silícico amorfohidrofobizado. Este tipo de resinas tienen ciertas características; mayor translucidez, mayor pulido y a la vez preserva sus propiedades mecánicas y físicas, siendo más resistentes a la compresión, tracción y desgaste. Se pueden aplicar en los dientes posteriores y anteriores.⁴

1.3.1.4) Propiedades mecánicas de las resinas compuestas:

Resistencia al desgaste: Es aquella propiedad que se opone a la pérdida superficial del material, como consecuencia del roce con los dientes antagonistas, el bolo alimenticio, cerdas de cepillos y palillos de dientes. Teniendo la pérdida de la forma anatómica de las restauraciones.³⁵

La resistencia al desgaste depende; del diámetro, la forma y el contenido de las partículas de relleno así como el lugar en donde se aplicaran las restauraciones en relación con los contactos oclusales. Es así, a mayor sea el porcentaje de relleno inorgánico, menor el tamaño y mayor la dureza de sus partículas, la resina compuesta tendrá una abrasividad mínima.^{36,37}

Módulo elástico: Se define como la firmeza de una materia o material, siendo el material más firmeza, será mayor el módulo elástico y todo lo contrario con un material poco firme, el modulo elástico es pobre. El módulo de las resinas compuestas depende fundamentalmente de la cantidad de relleno y aumenta exponencialmente con la fracción volumétrica del mismo. La rigidez tiene una gran importancia en aquellas aplicaciones que soportan fuerzas de mordida muy intensas y en las que es fundamental una gran resistencia al desgaste.³⁸

Resistencia a la tracción y compresión: La resistencia a la compresión y a la tracción son idénticas al órgano dental en especial a la dentina, en la resina compuesta dental guarda vínculo con el porcentaje de las partículas de relleno, su tamaño y al grado de polimerización de la Matriz, mientras la partícula de

relleno tenga mayor tamaño y porcentaje, las propiedades mecánicas serán más eficientes a la compresión- tracción.³⁵

Contracción por Polimerización: Se define como aquella alteración del material, gracias a la formación de fuerzas internas en su estructura, que logran modificarse en tensiones, esto llega a suceder cuando el material esta compacto a la superficie del órgano dental. Este grado de variación dimensional se presenta en todos los materiales (resina dentales) que sean polimerizados, [material del cual se destaca el monómero de su matriz de la resina, que tendrá cambios al momento de ser polimerizados, al polimerizar las resinas se establecen enlaces covalentes entre monómero y monómero, reduciendo su distancia entre sí a 1.5nm, distancia mínima la cual se denomina distancia de unión covalente. La distancia normal de monómero a monómero es de 4nm, cuando se polimeriza la resina esta distancia se reduce, provocando una disminución volumétrica de la materia. Estas tensiones generadas en la superficie dental pueden provocar; espacios entre el órgano dental y el material de restauración (dependerá de la adhesión y de la capacidad de contracción). Y las fracturas por la composición del porcentaje de relleno del material inorgánico.³⁹

1.3.2 Microfiltración

1.3.2.1) Definición: En 1976, Kidd sustentó que la microfiltración es todo aquello como; “el paso de bacterias, fluidos, moléculas y/o iones entre la pared cavitaria y el material restaurador colocado en ella”. Existiendo una brecha o espacio entre la restauración y el diente puede producir; sensibilidad post operatoria, injuria pulpar y hasta la aparición de caries dental.⁴⁰

En el caso de las resinas compuestas el problema asociado es la contracción de polimerización, que ocurre cuando los monómeros de la matriz se unen para

formar las cadenas poliméricas que posteriormente formaran una malla de polímeros, esto provoca una brecha entre el material restaurador y el diente. La disminución del volumen molecular de la resina dental al ser fotopolimerizados, puede generar tensiones internas a la restauración, lo cual puede causar la desunión de la interface del diente y la restauración. Como consecuencia a estos sucesos, se podrían formar brechas en el material y fracturas cohesivas que conllevan a márgenes imperfectos y a la penetración o filtraciones de bacterias y sus componentes. ⁴¹

1.3.2.2) Factores que pueden generar microfiltración:

Las fallas en las restauraciones ocurren por diversos factores, tal cual tenemos; localización de la resina, magnitud de la fuerza y carga y preservación de la integridad marginal. Por lo cual la microfiltración se da por grietas marginales, generando microfracturas del material restaurador o también aquel espacio entre el material restaurador y las paredes cavitarias del diente, generando sensibilidad y posible decoloración en las restauraciones, donde se alojan y acumulan microorganismos de la descomposición de restos alimenticios; be destacar que estudios microbiológicos encuentran la presencia de anaerobios gran negativos que fácilmente pueden ingresar a lo largo de los túbulos dentinarios hacia las capas profundas alcanzando inclusive a la pulpa dentaria. Otro factores que pueden influir en la microfiltración pueden ser el coeficiente de expansión térmica y los cambios dimensionales en el proceso de endurecimiento, además otros como el insuficiente tiempo de grabado y adhesión, mala aplicación del material, entre otros. ^{42, 4}

1.3.2.3) Tipos de filtración:

Microfiltración.- La manifestación usual de la contracción de polimerización de un material es la aparición de una brecha en los márgenes de la restauración, el cual clínicamente puede aparecer coloreado, la cual las manchas marginales siempre están asociadas a lesiones de caries adyacentes a la restauración. Estas

brechas o separaciones pueden ser del orden de las 21-22um, se define como el paso no detectable clínicamente de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre una pared cavitaria y el material restaurativo. ^{42,4}

Nanofiltración.- La nanofiltración es la difusión de iones o moléculas dentro de la capa híbrida en ausencia de formación de brechas o hendiduras. Descrita inicialmente por Gwinnett y Kanka en 1992, este fenómeno se ha observado al exponer las restauraciones a nitrato de plata, luego de seccionarlas y observarlas con microscopia electrónica de barrido y de transmisión, estas observaciones revelan la existencia de canales del orden de 10 a 20 nm. ⁴²

1.3.3 Resinas Bulk Fill

Si bien se sabe que el protocolo de restauración de la mayoría de las resinas compuestas en su aplicación es de 2 mm aproximadamente, casi en la mayoría. Pero hace poco tiempo se crea una nueva resina, minimizando el tiempo operatorio del odontólogo en su aplicación, denominada Resina Bulk Fill, teniendo características diferentes en su técnica de aplicación con respecto a las resinas convencionales, teniendo una aplicación de 4mm o de 5 mm (un solo bloque del material). Estudios respaldan a esta nueva resina Bulk Fill, por su bajo efecto de contracción, eficiente polimerización y sin vacíos como la técnica de incremento. ⁴³

Según Furness y Czasch, según la aplicación de un solo bloque (4mm) de la resina Bulk Fill en su porcentaje de polimerización, frente a la resina compuesta convencional, no hallaron deficiencias en su polimerización, siempre y cuando se exponga el material a luz de intensidad de 1000 mW/ cm² con un tiempo de polimerización de 20 segundos o según la marca comercial lo establezca. Czasch resaltó, en cuando a su grado de conversión, que se debe a que la resina compuesta convencional se manipula más, por los incrementos de 2mm en cómo se aplica, iniciando la fotopolimerización de los componentes iniciadores

(moduladores de polimerización) de los materiales y que cierta desventaja no se encuentra en las resinas de sistema Bulk Fill.⁴³

La resina Tetric[®] N-Ceram Bulk Fill, uno de sus componentes es el Ivocerín (fotoiniciador), compuesto por la canforquinona y óxido de acilo fosfato, siendo que la resina Bulk Fill proporcione más reactividad a la luz de polimerización. Estos componentes hacen que las partículas estén más expuestas a la fotopolimerización y sea más rápida, dejando entrar la intensidad de la luz a todo el bloque de 4mm, sin cambios inesperados. La intensidad de la lámpara también juega un papel importante para que estos componentes tengan una adecuada fotopolimerización.

^{43,44}

1.3.4 Dureza superficial

Microdureza de resinas: se define como una cualidad del material, relacionadas con las propiedades plásticas y elásticas de la materia, pudiendo definirse también como la capacidad de solidez o firmeza de la materia siendo así; dureza por rayado de la materia (resistencia al rayado), dureza por penetración de la materia (resistencia a la indentación, bajo peso dinámico o estático) y dureza por desgaste a la materia (resistencia al rayado).³⁸

Posibles métodos empleados para medir la dureza de resinas compuestas o materiales semejantes a su composición.³⁸

El sistema de dureza Brinell:

Es aquel ensayo para determinar la dureza de una materia, empleando una esfera de acero o carburo de tungsteno, bajo cierta carga o peso dado, penetrando en el material o la materia en donde se quiere determinar la dureza. El valor de dureza en el sistema de dureza Brinell, se representa en número Brinell HB, el resultado se da por la división de la superficie por la carga aplicada en el material. Este sistema de dureza tiene dos contraindicaciones, no tiene en cuenta la recuperación del material después que la esfera sea retirada y por último que no determina la

dureza en materiales frágiles o de diámetros muy pequeños, ya que producir la huella representa superar bastante el límite proporcional. ⁴⁵

Sistema Rockwell:

El sistema Rockwell o ensayo de dureza Rockwel, se define como un método para hallar la dureza, en el cual consiste la determinación de la resistencia de aquella materia al ser penetrado, bajo una carga estática. El ensayo de dureza Rockwel, puede determinar el resultado de la dureza si el uso de una formula, obteniendo el resultado de la dureza directamente del dial indicador de la máquina, en donde el resultado está dado por el incremento de la profundidad de la penetración debido a la acción del penetrador a la materia, el penetrador puede ser dos objetos; un cono de diamante y una bolita de acero. El ensayo de dureza Rockwel se caracteriza por ser más rápido y más fácil pero en defecto tienes menos garantía de exactitud.

38, 45

La determinación de la dureza Vickers:

También llamado ensayo de la dureza Vickers, este método para hallar la dureza de una materia o material, consiste en la penetración del indentador, ya sea de forma de diamante o piramidal, ejerciendo una fuerza que puedan variar desde 1 A 100 kg, según el diámetro, altura y tipo de la materia o material. Las maquinas del ensayo de la dureza Vickers tienen un peso de carga de; 1, 2.5, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 100 y 120 kg. Se emplea en los ensayos de materiales de gran dureza y de la piezas con secciones muy pequeñas, o superficies tratadas en las que el espesor del tratamiento es muy delgado como es el caso de los materiales dentales, la huella dejada por el indentador son muy pequeñas, poco visibles al ojo humano, el cual se observa con los lentes de aumento de la misma maquina (Durómetro), y en algunos casos se tiene que añadir pigmentos al material para poder verificar la huella dejada. ^{45, 46}

Las pruebas más eficientes para la microdureza de los materiales dentales son las pruebas de Knoop sobre Vickers, pudiendo medir materiales mucho más delgados

en Vickers 0.2 mm la medida mínima. Por el cual, el resultado de la dureza, es independiente de la ductilidad del material probado. Así mismo la carga puede variar según el límite de amplitud, desde un gramo a más de un kilogramo, por lo que mediante esta prueba se pueden obtener los valores de materiales que excedan de dureza y suavidad.^{31, 45, 46}

1.4. Formulación del problema:

¿Cuál es la diferencia, *in vitro*, de la microdureza superficial entre resinas compuestas vs resinas bulk, de dos marcas comerciales?

1.5. Justificación e importancia del estudio:

Existen diversos materiales odontológicos en el área de restauradora, de la cual las resinas dentales sugieren un mayor estudio en cuanto a su eficacia, uno de los factores de su fracaso es la fractura por microfiltración. La microfiltración se da por dos factores principales, las cuales son; el cambio dimensional en el proceso de endurecimiento y el coeficiente de expansión térmica, estas principales desventajas ayudan en el proceso de microfracturas en el material restaurador y con el transcurrir del tiempo, sucede una microfiltración de todo tipo de agentes en el medio oral.

Estos problemas aún se hallan en la actualidad, debido también a que la microdureza del material restaurador es insuficiente a las altas cargas, tanto estáticas como dinámicas en el medio oral y por ende su microfractura será aún más rápida. Existen pocas investigaciones que comparen la microdureza entre resinas compuestas y resinas Bulk Fill. Por ello este estudio comparo la microdureza de estos dos grupos, a pesar de las limitaciones; de tener el instrumento Universal Hardness Tester (microdurometro) en otra región y de que el instrumento no contara con la computadora para poder capturar las imágenes de cada indentación, las cuales solo son visibles al instante por el personal.

Es por eso que se consideró necesaria una evaluación y comparación de microdureza superficial en los materiales de la presente investigación, debido a que se contó con la infraestructura y medios necesarios para llevar a cabo el desarrollo.

1.6. Hipótesis:

Las resinas compuestas presentan mayor microdureza superficial, in vitro, en comparación con las resinas bulk.

1.7. Objetivos:

1.7.1 Objetivo general: Comparar, in vitro, la microdureza superficial entre resinas compuestas vs resinas bulk, de dos marcas comerciales.

1.7.2 Objetivos específicos:

- 1.7.2.1) Evaluar, in vitro, la microdureza superficial de la resina compuesta TETRIC ® N – CERAM (A2) (IVOCLAR VIVADENT).
- 1.7.2.2) Evaluar, in vitro, la microdureza superficial de la resina compuesta TETRIC ® N- CERAM BULK FILL (IVB) (IVOCLAR VIVADENT).
- 1.7.2.3) Evaluar, in vitro, la microdureza superficial de la resina compuesta FILTEK ® Z350 XT, (A3) (3M ESPE).
- 1.7.2.4) Evaluar, in vitro, la microdureza superficial de la resina compuesta FILTEK ® BULK FILL, (A3) (3M ESPE).

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo:

Cuantitativo.- Para el presente proyecto de investigación se empleó el tipo de investigación cuantitativa porque vamos analizar y comparar los resultados de cada bloque de resina.

Diseño:

Experimental.- Según los análisis y alcances de los resultados, es un estudio Experimental, ya que se manipulará las variables para la determinación posterior del efecto.

Prospectivo.- Siempre depende del tiempo en donde se recauda la información, siendo este estudio de diseño prospectivo ya que cuenta con un inicio y un final.

Transversal.- De tipo transversal ya que los resultados de la investigación serán estudiadas en una sola etapa.

Analítico.- según la comparación de variables entre los grupos de estudio la investigación será analítica.

2.2. Población y muestra

Serán evaluadas 8 probetas de cada grupo, las cuales 32 probetas serán la totalidad, divididas de la siguiente manera; 8 serán elaborados con resina TETRIC® N- CERAM (A2) (IVOCLAR VIVADENT), 8 bloques con resina TETRIC® N- CERAM BULK FILL (IVB) (IVOCLAR VIVADENT). 8 bloques con resina FILTEK® Z350 XT (A3) (3M ESPE) y 8 bloques con resina FILTEK® BULK FILL, (A3) (3M ESPE).

Los bloques de resinas serán divididos en cuatro grupos, según cada marca comercial de resina (8 bloques de resina en cada grupo).

2.3. Variables, Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Indicador	Valor Final	Tipo de variable	Escala
Microdureza-superficial.	Resistencia del material a la indentación que presenta la superficie de cada material medido en Kg/mm ²	Durómetro (Vickers)	Vickers	Númerica	De razón
Resinas dentales	Material dental, con monómeros unidos entre sí, reforzados por una dispersión de sílice amorfo, vidrio, porcentaje de relleno inorgánico o pequeñas fibras que se unen a la Matriz.	Guía de Procedimiento clínico	TETRIC® N - CERAM. (A2) TETRIC® N-CERAM BULK FILL. (IVB) FILTEK® Z350 XT, 3M ESPE. (A3) FILTEK® BULK FILL, 3M ESPE. (A3)	Categorica	Nominal

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1 La técnica: observación; los datos registrados en la pantalla del durómetro Vickers, BS EN ISO 6507-3:2005/ASTME92-82:2003. Fueron transcritos a una ficha de recolección de datos, elaborada para el estudio (ANEXO 1).

2.4.2 El instrumento donde se recolectaran los datos:

EQUIPO UNIVERSAL HARDNESS TESTER
DE CALIBRACION EXACTO, Identec Hardness Testing Machines Ltd.
IN45297N, 453. 1HV +/-1,0- INDENTADOR: Regular length diamond

2.4.3 Protocolo de experimentación

Previo al desarrollo se obtuvo el permiso para hacer uso de las instalaciones y equipos en la Universidad Nacional de Trujillo – Departamento de Ingeniería de Materiales (laboratorio de concreto y reciclado), (ANEXO 2)

La elaboración de los bloques de resina estuvo respaldada, por la norma de “Materiales de Restauración y Pruebas Mecánicas” - ISO 4049 (2009), tratando que cada paso de esta investigación, fuera ejecutada bajo normas establecidas para materiales poliméricos (resinas dentales), generando resultados más fiables y exactos.⁴⁸

2.4.3.1) De la elaboración de la probeta (ANEXO 5)

El molde empleado para preparar la probeta, fue la base plástica de una Aguja Nipro Dental, base la cual se separa de la aguja para poder encajar en la cárpale. Esta base de aguja dental esta hecho de plástico, la cual es sensible a luz LED, para la fotopolimerización total del molde de resina.

Una vez separada la base, se procede hacer las mediciones, se calculó con una regla digital y una sonda periodontal para ciertas medidas exactas, solo para la altura del molde, ya que el diámetro de 6mm será igual a la medida de la misma base de la aguja. Marcamos con lápiz al redor de la base, obteniendo una altura de 4 mm. Procedemos al corte de la base, con el disco de carburo de tungsteno colocado en la pieza de baja velocidad (micromotor), hacemos el corte con referencia a la marca del lápiz, alrededor del futuro molde.

Una vez cortada la base, retiramos los excesos del plástico con hoja de bisturí N°15, con ligera fuerza, para prevenir cualquier irregularidad de la base.

Si aún queda alguna irregularidad o defecto de la base, se pasara el disco de carburo de tungsteno suavemente para regularizar dichas superficies defectuosas.

Así al poner la lámina portaobjeto, pueda cubrir uniformemente la superficie del molde de resina.

2.4.3.2) Elaboración de la base acrílica de la probeta: (ANEXO 5)

Obtenida la base del molde o probeta, se procede hacer una base de la misma para su fijación en el instrumento Durómetro Vickers, y así prevenir cualquier movimiento e indentación fallida.

La base es hecha de polímero transparente y monómero de autocurado rápido, la cual será en forma de un rectángulo, con las medidas de 4 cm de largo por 3 cm de ancho con un espesor de 3 mm.

Una vez mezclado el material, observamos que este en su fase arenosa, para poder colocar nuestra probeta en el centro de nuestra futura base acrílica, pero previo a la colocación, se echa dos capas de vaselina en la parte externa de la probeta, para poder evitar un acople innecesario de la probeta con la base acrílica.

Obtenida ya la base acrílica de la probeta, podemos hacer las indentaciones en el Durometro Vickers.

2.4.3.3) Elaboración del bloque de resina: (ANEXO 5)

Se confeccionaron cilindro de resina para la prueba de microdureza superficial, teniendo en cuenta el protocolo clínico sobre los “Materiales de Restauración - ISO 4049: 2009 “ para que los resultados sean más confiables y exactos, dado los siguientes pasos:

Se registró la temperatura ambiental, con el instrumento adecuado (termómetro ambiental de marca COOLBOX), el cual registro un rango de temperatura de 22.2 °C a 23 °C, durante la elaboración de los bloques de resina.

Se elaboró 32 cilindros de resina, de 6 mm de diámetro por 4 mm de altura, basados los cilindros con la técnica de restauración incremental de 2mm en resinas convencionales y la técnica de un solo bloque de 4 mm en resinas bulk fill, según el fabricante, distribuidas de la siguiente manera:

Grupo I: 8 cilindros elaborados de resina TETRIC® N - CERAM.

Grupo II: 8 cilindros elaborados de resina TETRIC® N- CERAM BULK FILL.

Grupo III: 8 cilindros elaborados de resina FILTEK® Z350 XT, 3M ESPE.

Grupo IV: 8 cilindros elaborados de resina FILTEK® BULK FILL, 3M ESPE.

Previo al uso del material de restauración en la probeta, se procedió a colocar una fina capa de vaselina antes de aplicar el material de restauración, la cual nos da un espacio mínimo entre el material restaurador y la probeta, así poder retirar el cilindro de resina de la probeta sin ejercer mayor fuerza.

Se colocó una láminas portaobjeto de 75mm por 25 mm con un espesor de 0.8 mm, la cual sirvió para eliminar cualquier exceso del material, ayudara a obtener una superficie plana con el mínimo de irregularidades, luego se procedió a retirar la lámina portaobjeto y se fotopolimerizo con la lámpara Led Poly Wireless – Kavo.

El tiempo de polimerización de los cilindros de resinas fue establecido siguiendo las instrucciones del fabricante.

Luego de la polimerización del bloque de resina, dentro de 24h se realiza el pulido. Este paso nos ayuda a obtener un mejor contraste en el analizar las imágenes en la indentación realizada en el Durómetro Vickers. Para el pulido de los bloque de resina, se utilizaron discos de pulido para resina dental (óxido de aluminio), desde el grano grueso hasta el grano fino, teniendo un tiempo de 20 segundos para cada disco. Siguiendo las instrucciones del fabricante.

Obtenidas los 32 bloques de resina pulidos, se procede a su almacenamiento en estufa durante 24 horas, sumergidas en agua destilada en una bandeja metálica. La temperatura fue de 37°C para todos los bloques de resina, esto puede dar una igualdad al medio oral en donde se expone la resina. Luego se procedió a realizar los ensayos de Dureza Vickers en el Microdurómetro. En el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería de Materiales de la Universidad

Nacional de Trujillo, según las instrucciones del Microdurómetro Vickers. Datos específicos de la prueba de la microdureza y prueba de los resultados.

En cada bloque de resina, se logró realizar tres indentaciones o valores de dureza, en tres partes diferentes del bloque de resina, se evaluaron bajo una carga de 3 kg por 20 segundos cada indentación, el resultado de la microdureza superficial de cada indentación, se determina por el software del Microdurómetro, dando directamente el valor de dureza de cada bloque de resina. El valor de dureza se expresa en HV (Hardness Vickers). (ANEXO 3)

2.4.4) Validez y confiabilidad

El instrumento máquina de ensayos universal de tipo Vickers es válido dado que es un instrumento diseñado para medir dureza de los materiales; también es confiable dado que cumple el estándar ISO 6507 y ha sido calibrado por el calibrador Identec Hardness Testing Machines Ltd. IN45297N, 453. 1HV (ANEXO 2)

2.5. Procedimientos de análisis de datos.

Para el procedimiento de análisis de datos se inició a organizar y procesar los datos estadísticamente, contando con las medidas de tendencia central: media, mediana y la medida de dispersión; desviación estándar de las variables del estudio. Además, se determinó que los valores de microdureza entre las 4 resinas presentan diferencia altamente significativa ($p=0.000<0.01$), mediante la prueba de ANOVA

La comparación en sub grupos se realizó mediante la prueba de DUNCAN, se observa tres subgrupos (ANEXO 4)

2.6. Aspectos éticos.

No presentó aspectos éticos, pues se desarrolló un experimento in vitro, el cual se basó en la evaluación de la resistencia a la compresión de las resinas compuesta; FILTEK ® Z350 XT, 3M ESPE y TETRIC ® N – CERAM. Entre las resinas bulk fill TETRIC ® N-CERAM BULK FILL y FILTEK ® BULK FILL, 3M ESPE.

2.7. Criterios de Rigor Científico.

Los principales autores en la materia han formulado una serie de criterios. Como se citó en Hernández, Fernández y Baptista (2014), se resumen en: validez interna, validez externa (generalización), fiable, objetividad.

III. RESULTADOS (ANEXO3)

3.1. Tablas y figuras

Tabla 1. Comparación, in vitro, de la microdureza superficial entre resinas compuestas vs resinas bulk, de dos marcas comerciales

Resinas	Media (Vickers)	Desviación estándar	Media de error estándar	p
FILTEK(TM) BULK FILL	60,1875	1,64355	,58108	0,000
TETRIC (TM) N – CERAM	77,6125	3,33528	1,17920	
FILTEK (TM) Z 350 XT	86,0750	1,81088	,64024	
TETRIC (TM) N- CERAM BULK FILL	66,4750	3,08487	1,09067	

Fuente: Laboratorio de Ingeniería de materiales Universidad Nacional de Trujillo

En la tabla 1, se observa que los valores de microdureza entre las 4 resinas presentan diferencia altamente significativa ($p=0.000<0.01$). Para la resina FILTEK(TM) BULK FILL se encontró una media de microdureza de 60,1875; para TETRIC (TM) N – CERAM se encontró una media de microdureza 77,6125; para FILTEK (TM) Z 350 XT se encontró una media de microdureza de 86,0750; para TETRIC (TM) N- CERAM BULK FILL se encontró una media de microdureza de 66,4750.

Grafico1 (ANEXO 4)

Tabla 2. Microdureza superficial entre resinas compuestas vs resinas bulk, de dos marcas comerciales

Duncan				
Resina	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
FILTEK (TM) BULK FILL	8	53,213		
TETRIC (TM) N - CERAM BULK FILL	8		66,475	
TETRIC (TM) – CERAM	8			77,613
FILTEK (TM) Z350 XT	8			86,075
Sig.		1,000	1,000	,096

Fuente: Laboratorio de Ingeniería de materiales Universidad Nacional de Trujillo

En la tabla 2, se observa tres subgrupos. En la tercera columna se encuentran TETRIC (TM) N– CERAM y FILTEK (TM) Z350 XT, no presentan diferencia significativa entre sí ($p > 0.05$). Mientras FILTEK(TM) BULK FILL y TETRIC (TM) N- CERAM BULK FILL. Presentan diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre sí y con las resinas TETRIC (TM) N– CERAM y FILTEK (TM) Z350 XT.

Tabla 3. Microdureza superficial de la resina compuesta TETRIC ® N – CERAM (A2) (IVOCLAR VIVADENT).

Resinas	Media (Vickers)	Desviación estándar	Media de error estándar
TETRIC (TM) N – CERAM	77,6125	3,33528	1,17920

Fuente: Laboratorio de Ingeniería de materiales Universidad Nacional de Trujillo

En la tabla 3, se observa que la microdureza superficial de la resina compuesta TETRIC ® N – CERAM (A2) de (IVOCLAR VIVADENT) presenta una microdureza de 77, 6125, desviación estándar 3, 3352 y media de error estándar 1, 17920

Tabla 4. Microdureza superficial de la resina compuesta TETRIC® N- CERAM BULK FILL (IVB) (IVOCLAR VIVADENT).

Resinas	Media (Vickers)	Desviación estándar	Media de error estándar	P
TETRIC (TM) N- CERAM BULK FILL	66,4750	3,08487	1,09067	

Fuente: Laboratorio de Ingeniería de materiales Universidad Nacional de Trujillo

En la tabla 4, se observa que la microdureza superficial de la resina compuesta TETRIC® N – CERAM BULK FILL (IVB) de (IVOCLAR VIVADENT) presenta una microdureza de 66, 4750, desviación estándar 3, 08487 y media de error estándar 1, 09067

Tabla 5. Microdureza superficial de la resina compuesta FILTEK® Z350 XT, (A3) (3M ESPE).

Resinas	Media (Vickers)	Desviación estándar	Media de error estándar	P
FILTEK (TM) Z 350 XT	86,0750	1,81088	,64024	0,000

Fuente: Laboratorio de Ingeniería de materiales Universidad Nacional de Trujillo

En la tabla 5, se observa que la microdureza superficial de la resina compuesta FILTEK® Z350 XT, (A3) (3M ESPE) presenta una microdureza de 86, 0750, desviación estándar 1, 81088 y media de error estándar 0, 64024.

Tabla 6. Microdureza superficial de la resina compuesta FILTEK® BULK FILL, (A3) (3M ESPE).

Resinas	Media (Vickers)	Desviación estándar	Media de error estándar	p
FILTEK(TM) BULK FILL	60,1875	1,64355	,58108	

Fuente: Laboratorio de Ingeniería de materiales Universidad Nacional de Trujillo

En la tabla 6, se observa que la microdureza superficial de la resina compuesta FILTEK® BULK FILL, (A3) (3M ESPE) presenta una microdureza de 60, 1875, desviación estándar 1, 64355 y media de error estándar 0, 58108.

3.2. **Discusión de resultados**

Las resinas dentales, con el pasar de los años, han adquirido mejores propiedades, tanto estéticas como mecánicas - físicas. Cabe resalta que en el presente estudio, estuvo destinado a la parte mecánica de las resinas, en comparación a su dureza superficial. Dureza la cual se define como condición de la superficie del material, relacionadas con las propiedades elásticas y plásticas del mismo, generando al material resistencia a la abrasión y al rayado. Se puede decir que a mayor microdureza de la resina dental, mínima será la tasa de fracasos, ya sea por; grietas marginales, microfracturas y microfiltraciones. Es por ello la importancia de la microdureza superficial de las resinas dentales, para obtener tratamientos mucho más duraderos y efectivos, cuando se emplean resinas como material de obturación.^{38,4}

El propósito del estudio fue medir la microdureza superficial de dos tipos diferentes de resinas de dos marcas comerciales y a su vez compararlas, Tetric ® N – Ceram (Ivoclar Vivadent), Tetric ® N- Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent), Filtek ® Z350 XT (3M Espe) (nanorelleno), Filtek ® Bulk Fill (3M Espe). El grupo experimental estuvo compuesto por 32 muestras distribuidas en cuatro grupos (bloques elaborados según la norma ISO establecidas para materiales polímeros). Se realizó la indentación de cada muestra en la prueba de dureza Vickers, encontrando diferencias altamente significativas entre los cuatro grupos, entre las cuales la resina compuesta Filtek ® Z350 XT (3M Espe) y la resina Tetric ® N – Ceram (Ivoclar Vivadent) evidenciaron una mayor microdureza superficial a la indentación. Este resultado podría explicarse dado que los componentes de las resinas compuestas presentan mejores propiedades de carga, por su contenido inorgánico. Hedge (2011);⁴⁸ mencionó que las resinas compuestas de nanopartículas (Filtek ® Z350 XT) presentan mayor carga inorgánica (59 % de carga, en volumen a semejanza de los híbridos), superando propiedades físicas y mecánicas necesarias.⁴

La microdureza superficial de las resinas compuestas según Montengro V. y Col.⁹ (2010), se deben a la estructura, forma y tamaño de las partículas inorgánicas. Es posible que la resina Z350 haya obtenido el mayor valor de microdureza debido a su relleno de zirconio (82 % por peso) este material brinda mayor resistencia a la compresión, a la tensión y módulo de elasticidad ⁴⁹. Tetric® N Ceram contiene como relleno partículas de trifluoruro de iterbio y barioaluminofluorosilicato (79 % por peso), ambos materiales tienen características de ser; compacto, maleable y dúctil que puede aumentar su fluencia y dispersión de cristales en la matriz ⁴⁹.

Existen otros factores que pueden afectar la microdureza, entre ellas; la exposición de la luz (técnica de obturación) y el momento de pulido de la muestra. Suh y Wang ⁵⁰, confirman que una adecuada penetración de la luz, logra mayor coeficiente de conversión de polimerización (CCP), generando mayor dureza por el mayor número de enlaces formados durante la exposición a la luz en la obturación incremental. Esto es muy diferente con la obturación en bloque, logrando poca exposición de la luz a las partículas y un menor coeficiente de conversión de polimerización (CCP).^{51, 52} Sobre el momento de pulido, estudios revelan que pulir el material restaurador aumenta su dureza superficial independientemente del momento en el que se realice, en donde Park y col, verificaron que la capa superficial se compone principalmente de matriz orgánica, siendo por lo tanto menos denso que la capa subyacente. ⁵³ esto también depende de la matriz y del porcentaje y tipo de relleno de la resina dental.

Finalizando, la microdureza superficial de las resinas compuestas se deben a la estructura, forma y tamaño de partículas inorgánicas y la resistencia a la compresión, dado los resultados de la presente investigación, encontramos una similitud a los estudios experimentales anteriores, cuales resultados prevalecen las resinas de mayor porcentaje de relleno inorgánico. La dureza según la técnica de obturación, fue mayor para las elaboradas con técnica incremental que con la técnica en bloque.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 4.1 Las resinas compuestas; FILTEK® Z350 XT, (A3) de (3M ESPE) y TETRIC® N – CERAM (A2) de (IVOCLAR VIVADENT), presentan mayor microdureza superficial, que las resinas bulk; FILTEK® BULK FILL, (A3) de (3M ESPE) y TETRIC® N – CERAM BULK FILL (IVB) de (IVOCLAR VIVADENT).
- 4.2 La resina TETRIC® N – CERAM (A2) de (IVOCLAR VIVADENT), presenta un valor de microdureza superficial 77, 6125 < > 3,335.
- 4.3 La resina TETRIC® N – CERAM BULK FILL (IVB) de (IVOCLAR VIVADENT), presenta un valor de microdureza superficial 66, 4750 < > 3,335.
- 4.4 La resina FILTEK® Z350 XT, (A3) de (3M ESPE), presenta un valor de microdureza superficial 86, 0750 < > 3,335.
- 4.5 La resina TETRIC® N – CERAM BULK FILL (IVB) de (IVOCLAR VIVADENT), presenta un valor de microdureza superficial 66, 4750 < > 3,335.

RECOMENDACIONES:

- ✓ Se recomienda al profesional seguir las indicaciones del fabricante para la correcta aplicación del material restaurador.
- ✓ Se recomienda realizar estudios de otras propiedades de la resina compuestas.
- ✓ Se recomienda hacer otros estudios de microdureza usando otros sistemas de polimerización.
- ✓ Se recomienda hacer otros estudios de microdureza usando otra solución que tenga las mismas propiedades de la saliva, como saliva artificial.

REFERENCIAS

- 1 Anusavice KJ, Phillips. Ciencia de los materiales dentales. 11 ed. Madrid (España): Elsevier Imprint; 2004.
- 2 Bowen R. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. J Am Dent Assoc. 1963; 66: 72-8.
- 3 Bayne, C. Perspective. Our future in restorative dental Materials. J Esthetic Dent; 2000; 12:175-183.
- 4 Hirata R, Di Hipoldo, Andrade O, Loguercio A, Reis A. Sistemas adhesivos y resinas compuestas: el material. En: Hirata R, editor. TIPS: Claves en Odontología Estética. 1ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2012. p. 103-197.
- 5 Petersen P. The world oral health report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century – the approach of the WHO Global Oral Health Programme. Community Dent Oral Epidemiol 2003; 31 (Suppl. 1): 3-5
- 6 Gordon H, Nikiforuk G. Caries dental, aspectos básicos y clínicos. Buenos Aires: Ed. Mundi S.A.I.C y F 1986.
- 7 Lien W, Vandewalle KS. Physical properties of a new silorane-based restorative System. Dent Mat. 2010; 26(4):337-44
- 8 Hamouda I, Abd H. Evaluation the mechanical properties of nanofilled composite resin restorative material. J Biomate Nanobiotechnol. 2012; 3: 238-42.
- 9 Montenegro R, Arrais G, França K, Brasileiro C, Cavalcanti A, Carlo H et al. Efeito da partícula de carga e do tempo de armazenamento sobre a microdureza de superfície de sompósitos restauradores sstéticos. Pesq Bras Odontoped ClinIntegr, João Pessoa. 2010; 10(3):345-350.
- 10 Baldión P, Vaca D, Álvarez C, Agatón D. Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta .Revista Colombiana de Investigación en Odontología [Internet]. 2011[consultado16 marzo 2014]; 1 (3):51 – 59. Disponible en: <http://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/19/25.pdf>.
- 11 Mota E. Weiss A, Spohr A, Silva H, Nogarett L. Relationship between filler content and selected mechanical properties of six microhybrid composites. Rev Odonto Cienc. 2011; 26(2): 151-5.

- 12 Ana M, Mario P, Ema F. Estudio de novas resinas compostas: microdureza e profundidade de polimerização .Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofacial [Internet]. 2012[consultado 10 oct 2013]; 53(1):1-23. Disponible en: <http://www.elsevier.pt> el.
- 13 Hamouda I, Abd H. Evaluation the mechanical properties of nanofilled composite resin restorative material. J Biomate Nanobiotechnol. 2012; 3: 238-42.
- 14 Frederico Catalão. Efeito do método de polimerização na profundidade de polimerização de compósitos bulk-fill. Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac [Internet] .2013[consultado 10 Oct 2013]; 54(1):1– 59. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rpemd.2013.12.015>
- 15 Kiran K y col. In vitro evaluation of the compressive strength of microhybrid and nanocomposites. OHDM. 2014; 13(4): 1171-3.
- 16 Ferracane J. Resin Composite – State of the art. Dent Mater. 2011;27(1):29-38.
- 17 Bayne S. Beginnings of the dental composite revolution. J Am Dent Assoc. 2013; 144(8): 880-4.
- 18 Barrancos J. Operatoria dental: Integración clínica. 4ta Ed. Buenos Aires: Panamericana; 2006. p. 297-335
- 19 Nocchi E. Odontología Restauradora: salud y estética. 2da. Ed. Buenos Aires: Panamericana; 2008. p. 134-42.
- 20 Anusavice KJ, Phillips. Ciencia de los materiales dentales. 11 ed. Madrid (España): Elseiver Imprint; 2004.
- 21 Barrancos MJ. Operatoria Dental Integración Clínica. 4ta ed. Buenos Aires: Panamericana; 2006.
- 22 Julio Barrancos Mooney, Patricio J Barrancos, Operatoria dental integración clínica, 4ta. Ed. Buenos Aires: Panamericana, 2006. p. 775
- 23 Anseth K. Goodnerl M. Reill M. Kannurpattil A. Newman S, Bowmanl C. The Influence of Comonomer Composition on Dimethacrylate Resin Properties for Dental Composites. J Dent Res .1996; 75(8):1607-1612.
- 24 Peutzfeldt A. Resin composite in dentistry: the monomer systems. Eur J Oral Sci. 1997; 105: 97-116.
- 25 Mauricio Andres Martinez Villavicencio, 2005, “estudio comparativo in vitro de la resistencia a la tensión diametral de una resina compuesta fotopolimerizada con una

- lámpara led. y una lámpara halógena convencional”, trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista, Santiago de Chile universidad de Chile.
- 26** Williem G, Celis J, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Nano-indentation hardness and Young's modulus of filler particles of dental restorative materials compared with human enamel. *J. Biomed Mater Res.* 1992; 27(4):747-755.
 - 27** Pamir T, Türkün M. Factors affecting microleakage of a packable resin composite: an in vitro study. *Oper Dent.* 2005.30(3):338-45
 - 28** Steenbecker O. Principios y bases de los materiales en Operatoria Dental. Estética Adhesiva. Chile: Valparaíso; 2006
 - 29** Montserrat M, Carrillo C, Materiales de resinas compuestas y su polimerización. *ADM.* 2009; vol. lxx no. 4 julio-agosto 2009
 - 30** Adela Hervás García, Miguel Angel Martínez Lozano, Jose Cabanes Vila, Amaya Barjau escribano, Pablo Fos Galve, Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas, *med. Oral patol. Oral cirujia.bucal.* 2006; v.11 n.2 madrid mar.-abr.
 - 31** Yazici A. Tuncer D., Onen A., KilincE.Effects of Delayed Finishing/Polishing on Surface oughness, Hardness and Gloss of Tooth-Coloured Restorative Materials. *European Journal of Dentistry.* 2010; 4: 50-56.
 - 32** Chain M.; Baratieri L; "Restauraciones estéticas en dientes posteriores" , 1era ed: Artes Medicas; 2001.
 - 33** Villegas M. Análisis comparativo in vitro de la tensión diametral en restauraciones realizadas con resinas compuestas fotopolimerizadas con lámparas halógenas y lámparas L.E.D. 2005; Chile:3-68
 - 34** Yin R. Heiss M. Sharp L. Suh B. Development and physical properties of a new low shrinkage composite. *J. Dent. Res* 2002; 80: 514
 - 35** Rodríguez G, Pereira S. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana* .2008; 46(1):19.
 - 36** Soderholm K. “Degradation of glass filler in experimental composites”. *J. DentRes* 1981; 60:1867-75.
 - 37** Kreulen C. Van Amerongen W. Wear measurements in clinical studies of composites resin restorations in the posterior region. *J Dent. Child* 1991; 58:109- 123.
 - 38** Craig R, O'Brien W, Powers J. *Materiales Dentales.* 6 ta. ed. Harcourt Brace;1996.

- 39** Revilla S, Microdureza superficial in vitro de resinas de nanotecnología, frente a la acción de dos bebidas carbonatadas [Tesis].Lima (Perú): Universidad nacional mayor de san marcos; 2011.20-30p
- 40** Alani ah, Toh cg. detection of microleakage around dental restorations: a review. *Op dent* 1997;22:173-85.
- 41** Ramírez, v. j. setián, n. g. orellana, c. garcía ,” microfiltración en cavidades clase II restauradas con resinas compuestas de baja contracción”, 2009; volumen 47 n° 1.
- 42** COX ET Charles F. Al Reparative dentin: Factors affecting its deposition. *Quint Int*: 2008; 23:4.
- 43** Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Invest*. 2013; 17: 227-35.
- 44** Zorzin J. Bulk-fill resin composites: Polymerization properties and extended light curing. *Dent Mater*. 2015; 31: 293-301.
- 45** Macchi R. Materiales dentales. Fundamentos para su estudio 4ta ed. Buenos Aires: Panamericana; 2007.
- 46** Philips R. La ciencia de los materiales dentales de Skinner. 9na ed. México: Interamericana; 1993.
- 47** Salas M, Estudio in vitro de la microdureza superficial en resinas compuestas de metacrilato Z350 XT y Silorano P90 [Tesis].Lima (Perú): Universidad nacional mayor de san marcos; 2013. 118-127p.
- 48** Hedge M, Hedge P, Bhandary S, Deepika K. An evaluation os compressive strength of newer nanocomposite: a in vitro study. *J Conserv Dent*. 2011; 14(1): 36-9.
- 49** Chapter ; Composites R – Resin-Based Composites. *Phillips’ Sci Dent Mater*. 2013;275–306.
- 50** Suh BI, Wang Y. Determining the direction of shrinkage in dental composites by changes in surface contour for different bonding configurations. *Am J Dent*. 2001;14(2):109–113.
- 51** Cadenaro M, Biasotto M, Scuor N, Breschi L, Davidson CL, Di Lenarda R. Assessment of polymerization contraction stress of three composite resins. *Dent Mater*. 2008;24(5):681–685.
- 52** Nakfoor B, Yaman P, Dennison J, Herrero A. Effect of a light-emitting diode on composite polymerization shrinkage and hardness. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(2):110–116.

53 Park S, Krejci I, Lutz F. Hardness of celluloid strip finished or polished composite surfaces with time. *J Prosthet Dent.* 2000;83(6):660-3.

ANEXO

ANEXO 1

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Materiales	Numero de muestras	Microdureza superficial		
		Dureza Vickers 1 A	Dureza Vickers 2 B	Dureza Vickers 3 C
RESINA TETRIC ® N – CERAM (IVOCLAR VIVADENT)	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
RESINA TETRIC ® N- CERAM BULK FILL (IVOCLAR VIVADENT)	9			
	10			
	11			
	12			
	13			
	14			
	15			
	16			
RESINA FILTEK ® Z350 XT, 3M ESPE	17			
	18			
	19			
	20			
	21			
	22			
	23			
	24			
RESINA FILTEK ® BULK FILL, 3M ESPE.	25			
	26			
	27			
	28			
	29			
	30			
	31			
	32			

ANEXO 2

PERMISO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Concreto y Reciclado

INFORME N°274/SET18

Solicitante : Oscar Michael Sandoval Sandoval
DNI : 74390241
Muestreo realizado por : El Solicitante
Fecha de recepción : 13 de setiembre del 2018

MUESTRA

Espécimen : 32 probetas de 6.0 mm (D) x 4.00 - 4.18 mm (H)
Aplicación de Norma : ASTM E92-82:2003
N° de Especímenes : 32
Replicas : 32 x 3 = 96

ENSAYO A APLICAR

Vickers , BS EN ISO 6507- 3:2005 /ASTM E92-82:2003.

Equipo: Universal Hardness Tester

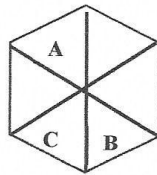
Calibrador: Identec Hardness Testing Machines Ltd., IN45297N, 453.1 HV+/-1.0

Identador: Regular length diamond

Calibración de sistema HV 10 :

Hardness Scale	Blok Serial Number	Specified Hardness	Value	Error
HV	IN45297N	453.1	452.4	0.7

Muestreo:



A: lado izquierdo de la muestra en la parte superior
B: lado derecho de la muestra en la parte inferior
C: lado izquierdo de la muestra en la parte inferior

Jefe de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro

Trujillo, 17 de setiembre del 2018


Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123509

ANEXO 3

RESULTADOS FINALES- DESARROLLO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Concreto y Reciclado

INFORME N°274/SET18

Resultados:

Muestra	N° de Ensayo	Lado	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Fuerza (kg f)	Dureza Vickers
FILTEK™ Z350 XT	1	A	6.00	4.13	3	84.0
		B				83.5
		C				82.2
	2	A		4.12		85.2
		B				87.7
		C				88.4
	3	A		4.13		87.5
		B				86.8
		C				85.5
	4	A		4.11		82.0
		B				84.0
		C				83.9
	5	A		4.14		85.2
		B				87.8
		C				88.2
	6	A		4.13		87.7
		B				87.2
		C				86.6
	7	A		4.12		85.5
		B				86.9
		C				86.1
	8	A		4.11		88.3
		B				88.2
		C				87.2


Iván E. Vásquez Alfaro
 ING. MATERIALES
 R. CIP 123609

Trujillo, 17 de setiembre del 2018



INFORME N°274/SET18

Resultados:

Muestra	N° de Ensayo	Lado	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Fuerza (kg f)	Dureza Vickers
FILTEK™ BULK FILL	1	A	6.00	4.05	3	61.9
		B				61.9
		C				62.2
	2	A		58.5		
		B		60.1		
		C		57.9		
	3	A		58.6		
		B		57.6		
		C		59.4		
	4	A		62.5		
		B		61.7		
		C		62.6		
	5	A		59.6		
		B		59.1		
		C		60.1		
	6	A		61.5		
		B		61.9		
		C		62.8		
	7	A		57.9		
		B		60.2		
		C		58.8		
	8	A		57.5		
		B		59.6		
		C		60.5		



Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123509

Trujillo, 17 de setiembre del 2018



INFORME N°274/SET18

Resultados:

Muestra	N° de Ensayo	Lado	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Fuerza (kg f)	Dureza Vickers
TETRIC™ N-CERAM	1	A	6.00	4.11	3	72.5
		B				79.5
		C				73.3
	2	A		4.16		80.0
		B				82.3
		C				84.4
	3	A		4.17		73.8
		B				75.8
		C				78.2
	4	A		4.11		82.3
		B				82.9
		C				83.9
	5	A		4.13		73.6
		B				77.8
		C				79.7
	6	A		4.15		77.7
		B				72.9
		C				73.6
	7	A		4.13		78.5
		B				77.3
		C				79.5
	8	A		4.16		73.7
		B				75.5
		C				74.5

Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123509

Trujillo, 17 de setiembre del 2018



INFORME N°274/SET18

Resultados:

Muestra	N° de Ensayo	Lado	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Fuerza (kg f)	Dureza Vickers
TETRIC™ N- CERAM BULK FILL	1	A	6.00	4.15	3	70.2
		B				72.0
		C				72.1
	2	A		4.17		63.3
		B				63.9
		C				65.0
	3	A		4.15		65.6
		B				66.2
		C				66.4
	4	A		4.16		70.2
		B				72.1
		C				71.5
	5	A		4.14		65.6
		B				66.2
		C				63.7
	6	A		4.11		63.5
		B				64.4
		C				63.9
	7	A		4.17		66.2
		B				65.8
		C				63.2
	8	A		4.17		63.8
		B				65.7
		C				64.5



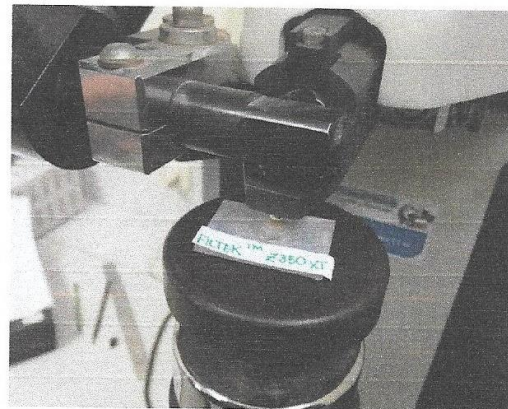
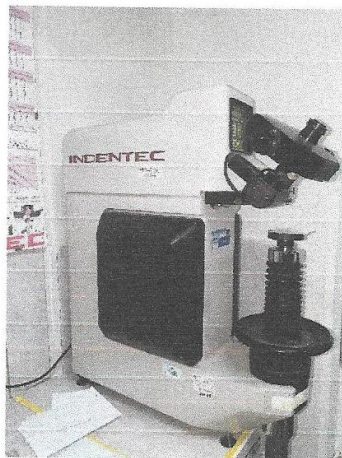
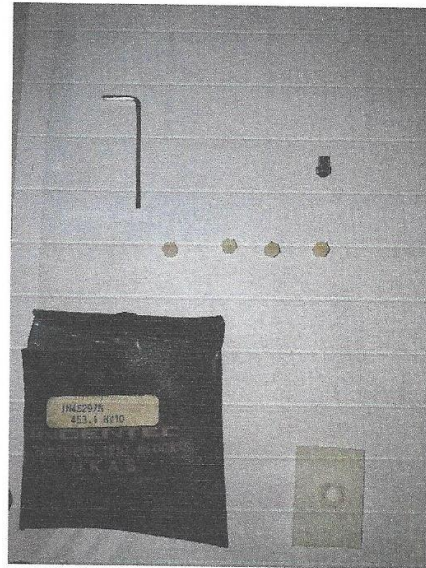
Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123509

Trujillo, 17 de setiembre del 2018




INFORME N°274/SET18

ANEXO DE FOTOS



Jefe de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro


Iván E. Vásquez Alfaro
ING. MATERIALES
R. CIP 123509

Trujillo, 17 de setiembre del 2018

ANEXO 4

RESULTADOS ESTADISTICOS

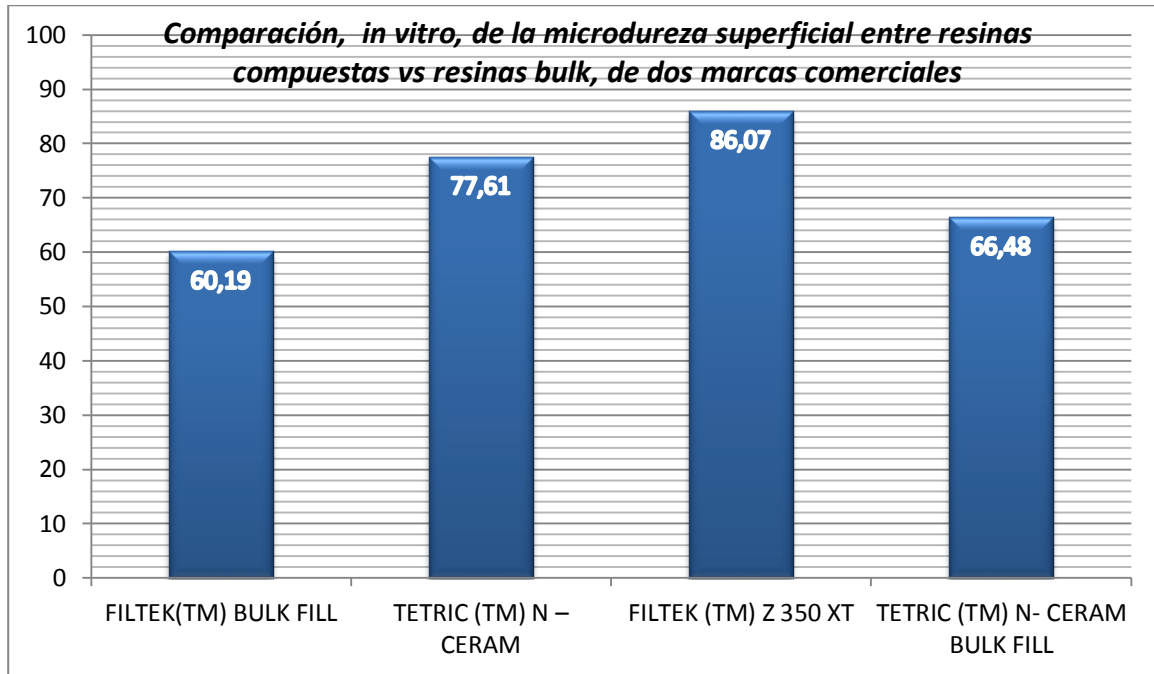


Grafico1

ANEXO 5

FOTOGRAFIAS DEL DESAROLLO

Elaboración de la probeta



Selección de las 32 agujas dentales NIPRO de 27 G x 30mm (celestes), cuya base o parte final será la futura probeta.



El diámetro de la base de todas las agujas consta de 6 mm, la cual solo se dará la altura de 4 mm, graficándola con grafito alrededor de toda la base para un corte exacto (con la regla milimetrada o sonda periodontal se mide 5 mm de altura, ya que la parte final de la base tiene un grosor de 1mm)



Procedemos al corte de la base, con el disco de carburo de tungsteno colocado en la pieza de baja velocidad (micromotor), hacemos el corte con referencia a la marca del grafito, alrededor de la futura probeta.



Una vez cortada la base, retiramos los excesos del plástico con hoja de bisturí N°15, con ligera fuerza, para prevenir cualquier irregularidad de la base. Así al poner la lámina portaobjeto, pueda cubrir uniformemente la superficie de la probeta

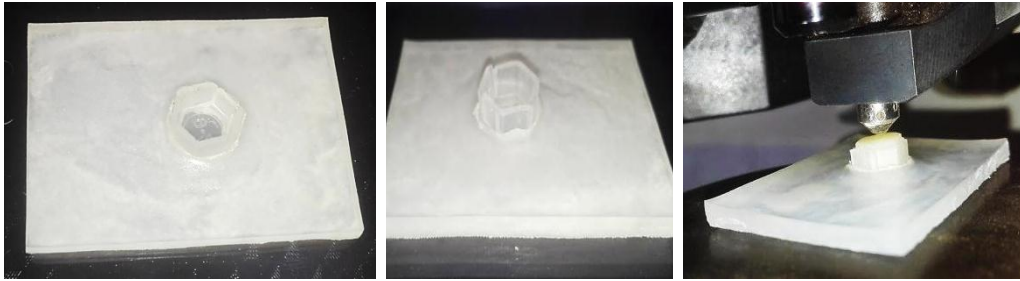
Elaboración de la base acrílica de la probeta



Elección del material, colocación de la será amarilla en barra, en la parte media del molde (porta gutapercha) para realizar la futura base acrílica y aplicación de vaselina liquida, para su fácil retiro de la base.



Mezclamos el monómero y polímero, observamos que este en su fase arenosa, para poder colocar nuestra probeta en el centro de nuestra futura base acrílica, pero previo a la colocación, se aplica dos capas de vaselina en la parte externa de la probeta.



Obtenida ya la base acrílica, aseguramos la colocación de la probeta en ella y así evitaremos movimientos de la probeta durante la indentación en el Durometro Vickers.

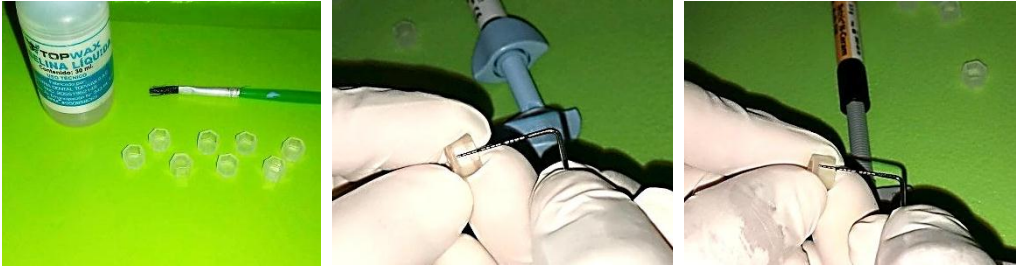
Elaboración del bloque de resina.



Elección del material, TETRIC® N-CERAM (A2), TETRIC® N- CERAM BULK FILL (IVB) (IVOCLAR VIVADENT), FILTEK® Z350 XT (A3), FILTEK® BULK FILL (A3) (3M ESPE)



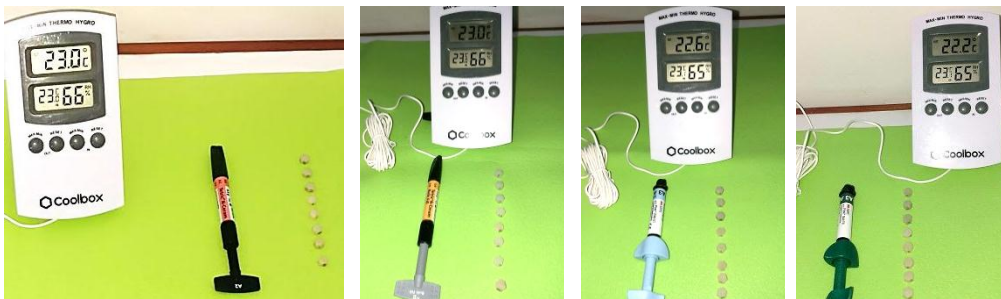
Se procedió a registrar la temperatura ambiental, en la cual se izó la elaboración de los bloques de resina; TETRIC® N-CERAM (23°C), TETRIC® N- CERAM BULK FILL (23°C), FILTEK® Z350 XT (22.6 °C), FILTEK® BULK FILL (22,2 °C).



Se aplica una capa de vaselina en la probeta, se procede a la aplicación de resina, según cada tipo de resina y el protocolo de cada una de ellas; TETRIC® N-CERAM y FILTEK® Z350 XT (técnica incremental cada 2mm), TETRIC® N- CERAM BULK FILL y FILTEK® BULK FILL (técnica de un solo bloque cada 4mm).



Aplicamos vaselina en el centro de la lámina porta objeto y cubrimos la probeta una vez rellena de resina hasta la superficie, para eliminar cualquier exceso del material y obtener una superficie plana y paralela. Luego se retiró la lámina y se procedió a su fotopolimerización con la lámpara Led Poly Wireles - Kavo(según cada tipo de resina y el protocolo de cada una de ellas).



La temperatura ambiental fue registrada entre los 22.2 °C y 23 °C



Una vez ya fotopolimerizados los cilindros de resinas, se procede a retirar el bloque de resina de la probeta, con hoja de bisturí N°15, con ligera fuerza cortando la probeta. Esperamos 24 horas para poder obtener un mejor pulido (según el protocolo)



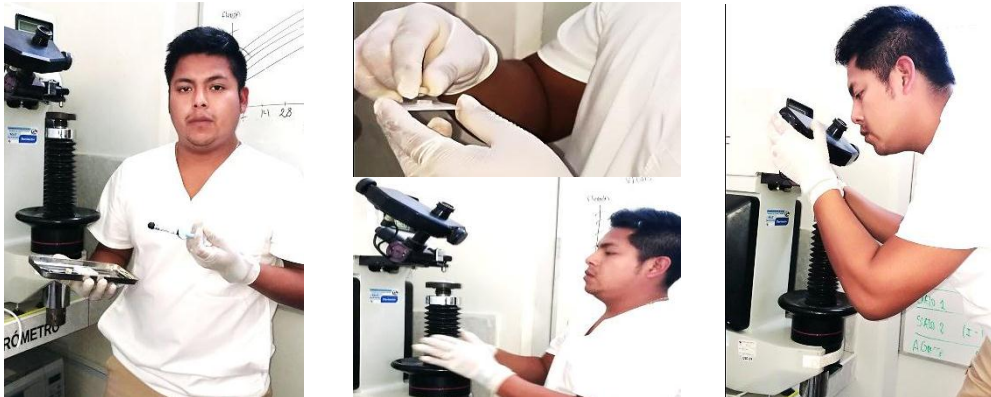
Se realiza el pulido, para retirar una posible capa inhibida que genera menor dureza. Este paso nos ayuda a obtener un mejor contraste en el analizar las imágenes y observar la indentación realizada en el durómetro. Para el pulido se utilizaron discos de pulido de óxido de aluminio, desde el grano grueso hasta el grano fino, en un intervalo de 20 segundos cada uno, siguiendo las instrucciones del fabricante.



Una vez culminado el tiempo de pulido se obtuvo los 32 bloques de resinas divididos en los cuatro grupos respectivamente; 8 TETRIC® N-CERAM, 8 FILTEK ® Z350 XT, 8 TETRIC® N- CERAM BULK FILL y 8 FILTEK ® BULK FILL.



Se agrupan los 32 bloques de resina de forma ordena según cada grupo, para luego colocarlas en una bandeja metálica en agua destilada a 37 °C por 24 horas en la estufa para conseguir el mayor porcentaje de polimerización posible y a la ves reproducir un ambiente similar a la cavidad oral.



Se procedió a realizar los ensayos de dureza Vickers; realizado en el laboratorio de concreto y reciclado de la facultad de ingeniería de materiales de la Universidad Nacional de Trujillo, se utilizó para los 32 bloques de resina, el método de Vickers con un Microdurómetro (Universal Hardness Tester).