



UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA

**“RESISTENCIA A LA FRACTURA DE RESINAS MICROHIBRIDAS
EN COMPARACION A LAS RESINAS NANOHIBRIDAS. ESTUDIO *IN*
VITRO. LIMA-PERÚ 2019”.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO
DENTISTA**

Presentado por:

AUTOR: MAMANI JÁUREGUI MARISOL FIORELA

ASESOR: Mg. Esp. CD. GIRANO CASTAÑOS JORGE

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

A Dios, quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para salir adelante, enseñándome a afrontar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres, quienes me enseñaron todo lo que soy como persona, mis principios, valores, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir mis objetivos.

A mi alma mater por haberme forjado bajo los principios éticos, morales y académicos.

Agradecimientos

A mi asesor la **Mg. Esp. CD. Girano Castaños Jorge**, por orientarme en dicha investigación.

Asesor de Tesis:

Mg. Esp. CD. Girano Castaños Jorge

Jurado:

1. Presidente :

Dra. CD. Nadia Carolina Meneses Gomez

2. Secretario:

Mg.Esp.CD. Carlos Javier Arauzo Sinchez

3. Vocal:

Mg.Esp.CD. Yuliana Esther Huamani

Caquiamarca

ÍNDICE.

Pág.

1.	CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	12
1.1.	Planteamiento del problema	13
1.2.	Formulación del problema	14
1.3.	Justificación	14
1.4.	Objetivo	15
1.4.1	General	15
1.4.2	Específicos	15
2.	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	16
2.1.	Antecedentes	17
2.2.	Base teórica	21
2.3.	Terminología básica	37
2.4.	Hipótesis	38
2.5.	Variables	38
3.	CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO	39
3.1.	Tipo y nivel de investigación	40
3.2.	Población y muestra	40
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
3.4.	Procesamiento de datos y análisis estadístico	42
3.5.	Aspectos éticos	42
4.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1.	Resultados	44
4.2.	Discusión	47
5.	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49

5.1.	Conclusiones	50
5.2.	Recomendaciones	50
	REFERENCIAS	51
	ANEXOS	54

Índice Tablas/Gráficos.

Pág.

TABLA N° 1: Resistencia a la fractura de resinas microhibridas frente a las resinas nanohibridas. Estudio in vitro.	44
GRÁFICO N° 1: Resistencia a la fractura de resinas frente a las resinas nanohibridas. Estudio in vitro.	44
TABLA N° 2: Resistencia a la fractura de resinas microhibridas. Estudio in vitro.	45
GRÁFICO N° 2: Resistencia a la fractura de resinas microhibridas. Estudio in vitro.	45
TABLA N° 3: Resistencia a la fractura de resinas nanohibridas. Estudio in vitro.	46
GRÁFICO N° 3: Resistencia a la fractura de resinas nanohibridas. Estudio in vitro.	46

Resumen

Introducción: Hoy en día las restauraciones con resinas compuestas son parte del día a día en la atención odontológica, por ello, esta debe presentar no solo gran resultado estético sino también alta resistencia a la fractura frente a las cargas oclusales. **Objetivo:** Comparar la resistencia a la fractura de resinas microhíbridas frente a las resinas nanohíbridas. **Metodología:** Se emplearon 2 tipos de resinas compuestas, las cuales se amoldaron a una forma cilíndrica con las dimensiones de 10 milímetros de altura y 4 milímetros de diámetro, siendo constituidas estas de incrementos de 2 mm y fotocurado de 800 nw por 20 segundos consecutivamente hasta la última capa de incremento fotocurado por 40 segundos a 800 nw. El tamaño de la muestra se realizó por cálculo muestral, siendo empleados 14 cilindros de resina de cada tipo, las cuales fueron sometidas a compresión por la máquina de ensayos universal, misma que generó una fuerza compresiva sobre los cilindros de resina con un avance de 0.75 mm/min +/- 0.25 mm/min de compresión hasta lograr la fractura de los cilindros de resina. Para el procesamiento de datos se empleó el programa SPSS usando la prueba estadística U de Mann – Whitney. **Resultados:** Se evidenció que la resistencia a la fractura de la resina microhíbrida fue de 262.69 ± 42.656 Megapascales. Mientras que de la nanohíbrida fue de 219.45 ± 27.887 . Y que al comparar ambos materiales se determinó que la resistencia a la fractura de la resina microhíbrida fue mayor que la resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida, siendo esta diferencia de 43.24 Megapascales, existiendo diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre la resistencia de un material y el otro. **Conclusión:** Las resinas microhíbridas presentan mayor fuerza a la fractura frente a las resinas nanohíbridas.

Palabras Clave: resina microhíbrida, resina nanohíbrida, resistencia a la fractura

Abstract

Introduction: Nowadays restorations with composite resins are part of the day-to-day dental care, therefore, this should present not only great aesthetic results but also high resistance to fracture against occlusal loads. **Objective:** To determine the fracture resistance of microhybrid resins in comparison to nanohybrid resins. **Methodology:** 2 types of composite resins were used, which were molded to a cylindrical shape with the dimensions of 10 millimeters in height and 4 millimeters in diameter, these being constituted in increments of 2 mm and photo curing of 800 nw for 20 seconds consecutively until the last layer of light curing for 40 seconds at 800 nw. The sample size was made by sample calculation, with 14 resin cylinders of each type being used, which were subjected to compression by the universal testing machine, which generated a compressive force on the resin cylinders with an advance of 0.75 mm / min +/- 0.25 mm / min compression until the fracture of the resin cylinders is achieved. For data processing, the spss program was used with the Mann – whitney U test. **Results:** It was evidenced that the resistance to fracture of the microhybrid resin was $262.69 \pm 42,656$ Megapascals. While the resistance of the nanohybrid resin was 219.45 ± 27.887 Megapascals. And that when comparing both materials it was determined that the fracture resistance of the microhybrid resin was greater than the fracture resistance of the nanohybrid resin, this difference being 43.24 Megapascals, there being a statistically significant difference ($p < 0.05$) between the resistance of one material and the other. **Conclusion:** Microhybrid resins have greater fracture strength compared to nanohybrid resins.

Keywords: microhybrid resin, nanohybrid resin, resistance to fracture

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema.

En la actualidad, debido a la gran demanda funcional y estética por parte del paciente que acude a un servicio de atención odontológica, las resinas compuestas o composites se han transformado en uno de los materiales dentales más utilizados para la confección de restauraciones directas (1,2).

En cuanto a su composición, las resinas compuestas corresponden a un material trifásico que ha ido evolucionando significativamente desde los últimos 50 años, estando constituidos por una fase inorgánica (rellenos), fase orgánica (molécula monomérica) y una fase de acoplamiento o agente de unión bifuncional. A través del tiempo, han sido modificados con distintos materiales con el objetivo de mejorar sus propiedades mecánicas, ópticas, de pulido, adaptación y sellado marginal de la restauración, entre otros (1,3).

Las propiedades mecánicas de los materiales de restauración son un factor crucial en el comportamiento clínico. La resistencia al desgaste y a la compresión son propiedades mecánicas que están relacionadas directamente con la composición de cada material. Por ello, con la evolución de los materiales, los fracasos han sido reportados y analizados ampliamente con el fin de crear el material ideal. Se observó que las causas más frecuentes para el recambio por fracaso de una restauración directa con resina compuesta son la fractura y microfiltración marginal. La fractura de la resina compuesta por las fuerzas oclusales es un problema que se encuentra, frecuentemente, en los pacientes. Esto se debe a que, en la masticación, específicamente en el sector posterior, las fuerzas son de compresión (3,4).

Desde la creación del polímero Bis-GMA, en 1963, por Bowen, la resina compuesta ha tenido variaciones en su composición con el fin de mejorar y adaptar las propiedades. Además, debe cumplir ciertos requisitos como compatibilidad biológica, propiedades físicas, fácil manipulación, propiedades estéticas y estabilidad química en la cavidad oral. Los principales tipos de resina compuestas utilizadas, en la actualidad, son las micropartículas, híbridas, microhíbridas, nanopartículas y nanohíbridas, mismas que fueron diseñadas para brindar

resistencia a la fractura y un alto grado de pulido, por lo que pueden ser empleadas tanto en el sector posterior como anterior, en comparación a las resinas con un solo tipo de partícula en su composición (2).

Por ello, el objetivo principal de esta investigación es comparar la resistencia a la fractura de resinas microhíbridas en comparación a las resinas nanohíbridas, las cuales se encuentran entre los principales tipos de resinas empleadas en la actualidad.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál será la resistencia a la fractura de resinas microhíbridas frente a las resinas nanohíbridas?

1.3 Justificación.

Este estudio será de gran interés para la comunidad odontológica en general, puesto que el uso de resinas compuestas es común en la práctica diaria. La resina compuesta se ha utilizado durante años y se seguirá utilizando puesto que constantemente evoluciona ofreciendo mejores características que brindan mejor funcionalidad y estética. Por ello, un estudio de este tipo es de suma importancia ya que traerá consigo un interés teórico, social y clínico.

Teórico, debido a que la presente investigación contribuirá a incrementar el conocimiento científico sobre las resinas compuestas y sus propiedades según el tipo de partícula que presentan, especialmente las resinas microhíbridas y nanohíbridas. Que pertenecen a la última generación de resinas según el tipo de partículas que brindan mayor resistencia y estética.

Social, debido a que beneficiará a la comunidad odontológica, brindándole el conocimiento necesario para identificar y emplear este tipo de resinas según convenga en los casos a tratar, beneficiando a los pacientes, por cuanto sus restauraciones presentaran mayor resistencia y estética no importando el sector de la pieza tratada.

Clínico, porque al demostrar sus beneficios clínicos se podrían ir dejando de lado las resinas con mayor tamaño de partículas para el sector posterior y menor tamaño en el sector anterior puesto que las resinas microhíbridas y nanohíbridas cumplen beneficiosamente para resistir cargas y mostrar una alta estética.

1.4 Objetivo.

1.4.1 General.

- Comparar la resistencia a la fractura de resinas microhíbridas frente a las resinas nanohíbridas.

1.4.2 Específicos.

- Determinar la resistencia a la fractura de resinas microhíbridas.
- Determinar la resistencia a la fractura de resinas nanohíbridas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes:

Nica I. et al (2018). Realizaron un estudio para comparar la resistencia a la fractura de las resinas nanohíbridadas (Filtek Z550 universal restorative (3M)) y microhíbridadas (Filtek Z250 Universal restorative (3M)) por medio de la fuerza de compresión. Para ello formaron 30 bloques de resina de 6 mm de alto por 5 mm de diámetro. Empleándose la técnica incremental, agregando un incremento de resina de 1.5 mm a la vez. Siendo distribuido la muestra en 15 bloques de resina nanohíbridadas y 15 bloques en resina microhíbridadas. Para la prueba de resistencia a la fractura por compresión se empleó un equipo hidráulico de tracción/compresión la cual generó un avance constante en sentido axial de 0,5 mm / min a temperatura ambiente sobre los bloques de resina. Obteniendo como resultado que las resinas microhíbridadas presentaron una resistencia a la fractura de 254.31 ± 18.46 MPa, mientras que las resinas nanohíbridadas generaron una resistencia de 267.67 ± 19.48 MPa. Concluyendo que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la resistencia a la fractura de resinas nanohíbridadas y microhíbridadas (1).

López J. (2018). Realizó un estudio para determinar la resistencia a la compresión de 2 resinas compuestas, una microhíbrida (Filtek P60® (3M)) y otra nanohíbrida (Filtek Z 250 XT (3M)). Para ello, formó 16 cilindros de resina de 8 mm de altura y 4 mm de diámetro. 8 cilindros de cada tipo de resina. Siendo realizado los cilindros de resina por incrementos de resina de 2 mm y fotocurado de 20 segundos por incremento a 800mw de potencia hasta lograr la altura de 8 mm requerida. Para la prueba de resistencia a la fractura por compresión se empleó la máquina digital de ensayos universales de la marca LG, misma que produjo un avance de 0.75 mm / min hasta lograr la fuerza necesaria para la fractura de las resinas. Encontrándose en los resultados que la resina microhíbrida logró una resistencia de 268.83 ± 14.47 MPa, mientras que la resina nanohíbrida logró una resistencia de 289.39 ± 31.74 MPa. No existiendo diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre las resinas en cuanto a la resistencia a la fractura. Concluyendo que la resina nanohíbrida Filtek Z250XT evidenció la resistencia compresiva más alta, con una media de 289,39 MPa (5).

Acurio P, Falcon G, Casas L, Montoya P. (2017). Realizaron un estudio para comparar la resistencia a la fractura de resinas nanohíbridas (Filtek Z250 XT (3M), Tetric N Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) y SonicFill (Kerr)) y microhíbridas (Te-Econom Plus® (Ivoclar Vivadent)). Para ello, formaron 68 bloques de resina de 4 mm de altura y 4 mm de diámetro. Los cuales fueron separados en 17 bloques de una resina microhíbrida y 17 bloques de 3 resinas nanohíbridas. Para la prueba de resistencia a la fractura por compresión se empleó la máquina universal de ensayos mecánicos de la marca Instron la cual generó un avance constante en sentido axial de 1 mm / min hasta lograr el punto de fractura. Obteniendo como resultado que las resinas microhíbridas presentaron una resistencia a la fractura de 259.3 ± 22.66 MPa, mientras que las resinas nanohíbridas generaron una resistencia de 289.7 ± 74.30 MPa, 257.73 ± 56.06 MPa y 303.87 ± 27.53 MPa. Concluyendo que la resina nanohíbrida de tipo bulk es la que demostró mayor resistencia a la fractura (3).

Ramdas R. et al. (2017). Realizaron un estudio para evaluar la resistencia a la fractura de resinas nanohíbridas (Filtek Z350 XT (3M), Tetric N Ceram (3M) y Brilliant NG (Coltene)) y microhíbridas (Filtek Z250 Universal restorative (3M)). Para ello realizaron 52 cilindros de resina de 5 mm de altura y 5 mm de diámetro, generándose 13 cilindros de resina para cada tipo. Para la prueba de resistencia a la fractura por compresión se empleó la máquina universal de ensayos mecánicos de la marca Instron, misma que produjo un avance de 1 mm / min con una fuerza hasta lograr la fuerza necesaria para la fractura de las resinas. Encontrándose en los resultados que la resina microhíbrida logró una resistencia de 255.29 ± 77.09 MPa, mientras que las resinas nanohíbridas lograron una resistencia de 256.16 ± 31.68 MPa, 180.38 ± 59.9 MPa y 218 ± 70.49 MPa. Concluyendo que del grupo de las resinas nanohíbridas, la resina Tetric N Ceram (3M) presentó menor resistencia a la fractura que las demás (6).

García J. (2017). Realizó un estudio comparativo de la resistencia compresiva de 2 resinas compuestas, una microhíbrida (Filtek P60® (3M)) y otra nanohíbrida (Filtek Bulk Fill (3M)). Para ello, formó 20 bloques de resina de 8 mm de altura y 4 mm de diámetro. De los cuales 10 fueron hechos de bloques de una resina microhíbrida y los otros 10 de resinas nanohíbridas. Siendo realizados los cilindros

de resina por incrementos de resina de 2 mm y un fotocurado de 20 segundos por incremento, hasta lograr la altura de 8 mm requerida. Para la prueba de resistencia a la fractura por compresión se empleó la maquina digital de ensayos universales de la marca Mitutoyo, misma que produjo un avance de 1 mm / min con una fuerza de 5 kN hasta lograr la fuerza necesaria para la fractura de las resinas. Encontrándose en los resultados que la resina microhibrida logró una resistencia de 293.56 ± 46.3 MPa, mientras que la resina nanohibrida logró una resistencia de 230.72 ± 22.5 MPa. Concluyendo que existen diferencias significativas en la resistencia compresiva de la resina compuesta Filtek P60® en comparación con la resina compuesta Filtek™ Bulk Fill® (7).

Guerra D. (2017). Realizó un estudio para determinar la resistencia a la compresión entre dos resinas nanohibridas (Filtek™ Z350 XT (3M) y Filtek™ Bulk fill (3M)). Para ello, formó 20 cilindros de resina de 8 mm de altura y 4 mm de diámetro. De los cuales 10 fueron hechos de la resina Filtek™ Z350 XT y los otros 10 de la resina Filtek™ Bulk fill. Siendo realizado los cilindros de resina por incrementos de resina de 2 mm en el caso de la resina Filtek™ Z350 XT y un fotocurado de 20 segundos por incremento, mientras que para la resina Filtek™ Bulk fill se empleó la técnica mono incremental de 4 mm y fotocurado por 40 segundos a 800nw de potencia como indica el fabricante, hasta lograr la altura de 8 mm requerida. Para la prueba de resistencia a la fractura por compresión se empleó la maquina digital de ensayos universales de la marca Mitutoyo, misma que produjo un avance de 1 mm / min con una fuerza de 5 kN hasta lograr la fuerza necesaria para la fractura de las resinas. Encontrándose en los resultados que las resinas nanohibridas lograron una resistencia de 214.61 ± 43.92 MPa (Filtek™ Z350 XT) y 196.17 ± 26.8 MPa (Filtek™ Bulk fill). Concluyendo que existen diferencias significativas en la resistencia compresiva de las resinas (2).

Sadananda V. (2017). Realizó un estudio para comparar la resistencia a compresión de 2 resinas nanohibridas tipo bulk (Filtek™ Bulk-Fill (3M) y Tetric N-Ceram Bulk-Fill (Ivoclar Vivadent)). Para ello realizaron cilindros de resina de 6 mm de altura y 3 mm de diámetro. Para la prueba de resistencia a la fractura por compresión se empleó la maquina universal de ensayos mecánicos de la marca

Instron, misma que produjo un avance de 0.05 mm / min hasta lograr la fuerza necesaria para la fractura de las resinas. Encontrándose en los resultados que las resinas nanohíbridas de tipo bulk lograron una resistencia de 318.49 ± 0.44 MPa, y 267.24 ± 0.32 MPa. Concluyendo que a mayor porcentaje de peso de los rellenos, mayores fueron los valores de resistencia a la compresión. (8).

Abuelenain D. (2015). Realizó un estudio para determinar las propiedades de los composites dentales de tipo nanohíbridas (Tetric N-Ceram/NC (Ivoclar Vivadent)) y microhíbridas (Filtek P90/P90 (3M)) entre ellos la propiedad de la resistencia a la fractura por carga compresiva. Para ello realizaron cilindros de resina de 8 mm de altura y 4 mm de diámetro. Siendo realizado los cilindros de resina por incrementos de resina de 2 mm y un fotocurado de 40 segundos por incremento, hasta lograr la altura de 8 mm requerida. Para la prueba de resistencia a la fractura por compresión se empleó la máquina universal de ensayos mecánicos de la marca Instron, misma que produjo un avance de 0.25 mm / min con una fuerza de 50 kN hasta lograr la fuerza necesaria para la fractura de las resinas. Encontrándose en los resultados que la resina microhíbrida logró una resistencia de 252.5 ± 51 MPa, mientras que la resina nanohíbrida logró una resistencia de 308.6 ± 29.3 MPa. Concluyendo que la resina nanohíbrida consiguió mayor resistencia a la fractura por medio de una fuerza compresiva (4).

Sonwane S. (2015). Realizó un estudio para comparar las fuerzas compresivas de 5 resinas nanohíbridas (Tetric N Ceram (3M), Charisma Smile (Ivoclar Vivadent), Filtek Z350 XT (3M), Brilliant NG (Coltene) y Polofil NHT (Voco)). Para ello realizaron cilindros de resina de 5 mm de altura y 5 mm de diámetro. Siendo realizado el fotocurado de los cilindros de resina por un tiempo de 40 segundos. Para la prueba de resistencia a la fractura por compresión se empleó la máquina universal de ensayos mecánicos proveniente de la India, misma que produjo un avance de carga de 3 mm / min hasta lograr la fuerza necesaria para la fractura de las resinas. Encontrándose en los resultados que las resinas nanohíbridas lograron una resistencia de 137.65 ± 78.63 MPa, 176.45 ± 50.59 MPa, 166.35 ± 24.35 MPa, 54.2 ± 8.62 MPa y 143.57 ± 64.99 MPa. Concluyendo que de todas las

resinas nanohíbridas empleadas, la resina Brilliant NG ha dado como resultado la menor resistencia a la fractura por compresión (9).

Huayhua E. (2014). Realizaron un estudio para comparar *in vitro* la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas (Resina Compuesta Filtek Z 250 (3M) y Resina Compuesta TPH Spectrum) y nanohíbridas (Resina Compuesta TPH y Resina Compuesta Filtek Z250 XT (3M)). Para ello, formó 60 cilindros de resina de 8 mm de altura y 4 mm de diámetro. 15 cilindros de cada tipo de resina. Siendo realizado los cilindros de resina por incrementos de resina de 2 mm y fotocurado de 20 segundos por incremento a 420mw de potencia hasta lograr la altura de 8 mm requerida. Para la prueba de resistencia a la fractura por compresión se empleó la máquina digital de ensayos universales de la marca AMSLER de capacidad de 500 Kg, misma que produjo una carga de 1.5 mm / min hasta lograr la fuerza necesaria para la fractura de las resinas. Encontrándose en los resultados que las resina microhíbridas lograron una resistencia de 230.5 ± 20.2 MPa y 242.4 ± 10.6 MPa, Mientras que las resinas nanohíbridas lograron una resistencia de 242.5 ± 22 MPa y 259.7 ± 14 MPa. Concluyendo que existe diferencia significativa en la resistencia compresiva de la resina microhíbrida TPH SPECTRUM con la resina microhíbrida Z250 y con las nanohíbridas TPH3 y Z250 XT (10).

2.2. BASE TEÓRICA.

Existen muchas y variadas razones por las cuales se puede perder tejido dentario, entre ellas se puede mencionar a los traumatismos dentales, el desgaste, abrasión, alteraciones del desarrollo dental y sobre todo la caries, esta última de acuerdo a la OMS representa un problema de salud pública por ser la enfermedad oral más frecuente a nivel mundial (5,11).

Todo material de restauración dental debe simular las propiedades biológicas, funcionales y estéticas de la estructura dental sana (12).

Hasta hace poco tiempo el material más confiable para restaurar el tejido perdido era la amalgama de plata que, con una buena técnica, era de gran durabilidad y su comportamiento a largo plazo era exitoso con alta resistencia mecánica y su costo reducido. Pero en la sociedad actual la estética se ha vuelto una meta y a veces una obsesión y para lograrla la odontología juega un papel importante; es por eso que existe un gran avance en el campo de la estética, esta impera a todos los niveles en la sociedad moderna, hasta tal punto que es no solo una petición por parte de los pacientes, sino una exigencia ante el odontólogo (10,13).

Es por eso que ahora se cuenta con un material restaurador presente desde la década del 40 que es la resina, que, a pesar de sus muchos problemas iniciales frente a la amalgama, fue ganando preferencia tanto por el odontólogo como por los pacientes. En un inicio se le pensó solo como material restaurador de piezas anteriores, pero se han mejorado sus propiedades para utilizarlo como un material restaurador universal (sector anterior y posterior), e inclusive carillas, restauraciones indirectas tipo onlay e inlay entre otras (10,14).

HISTORIA DE LA RESINA COMPUESTA

En el año 1962, el Dr. Rafael L. Bowen introduce, en reemplazo del metacrilato de metilo, un monómero de alto peso molecular dimetacrilato llamado BIS-GMA. (29, 28) Debido a su mayor peso molecular, la contracción que se generaba al polimerizar era menor. A esta molécula se le añadieron partículas de relleno inorgánico, las cuales se unían al monómero mediante un agente acoplador bifuncional constituido por un vinil silano, creando de esta forma, un nuevo complejo de resina que presentaba tres fases (10):

- Una primera fase continua o fase matricial
- Una segunda fase dispersa o de partículas de relleno
- Un agente de unión entre ellas, de vinil silano

De aquí nace esta nueva generación de materiales en base a resinas compuestas o “composites”, es decir, un sistema de material formado por una mezcla de dos o más macroconstituyentes. (10)

RESINAS COMPUESTAS

Las resinas compuestas de uso odontológico se definen como un material restaurador de estructura heterogénea en la que se combinan una matriz orgánica o polimerizable con una matriz inorgánica o de relleno, unidas mediante un agente de acoplamiento silánico; contiene además otros aditivos menores para mejorar sus propiedades (5,15).

En la actualidad, debido a la gran demanda estética y funcional por parte del paciente que acude a un servicio de atención odontológica, las resinas compuestas o composites se han transformado en uno de los materiales dentales más utilizados para la confección de restauraciones directas, pues son estéticamente aceptables, poseen una plasticidad adecuada para su manipulación en la técnica directa, y tienen la capacidad de adherirse al diente mediante procedimientos adhesivos específicos, logrando preservar la estructura dentaria sana, sin necesidad de extenderse hacia un diseño cavitario retentivo, liderando así los avances hacia la odontología mínimamente invasiva (16).

Recientemente, ha habido varios intentos de utilizar rellenos del tamaño de nanopartículas en composites dentales, y algunos de estos intentos han proporcionado buenos materiales restauradores del color de los dientes llamados nanocompuestos (12). Los nanocompuestos tienen una resistencia a la compresión superior, resistencia a la tracción diametral, resistencia a la fractura, resistencia al desgaste, baja contracción de polimerización, alta translucidez, alta retención de pulido y más estética (12,17).

La nanotecnología ha desarrollado una resina compuesta, que se caracteriza por tener en su composición la presencia de nanopartículas que presentan una dimensión de aproximadamente 25 nm y los “nanoclusters” de aproximadamente 75 nm. Los “nanoclusters” están formados por partículas de zirconia / sílice o nano sílice (18).

Las restauraciones compuestas de resina deben sobrevivir a un entorno agresivo que varía de paciente a paciente, al igual que las fuerzas masticatorias, los hábitos

oclusales, los alimentos abrasivos, los alimentos y los líquidos químicamente activos, las fluctuaciones de la temperatura, las variaciones de humedad, los productos bacterianos y las enzimas salivales. Estos factores, por separado o colectivamente, determinan la longevidad de la restauración. Desde el punto de vista material, el rendimiento de la restauración de resina compuesta depende de varios factores que incluyen el sistema de monómeros, el tipo de relleno, la carga del relleno y el tiempo de curado (19).

Ciertas propiedades físicas y mecánicas de las resinas compuestas relacionadas íntimamente con el tipo de matriz orgánica e inorgánica que posee, el tamaño, composición, distribución del relleno y partículas en su composición. La tecnología ha permitido un desarrollo constante en cuanto a materiales dentales, contando actualmente con productos con tamaño de partícula y aditivos inorgánicos, que aseguran el éxito clínico en cuanto a estética y resistencia (20).

COMPONENTES BASICOS DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Estos materiales están constituidos por una matriz orgánica (polímero sintético), partículas inorgánicas, un agente de acoplamiento (silano) el cual permite la unión de las partículas en el interior de la matriz orgánica y un fotoiniciador (canforquiona) (21).

MATRIZ ORGANICA

Representa la fase continua de la resina, está constituida por monómeros, los cuales se definen como moléculas insaturadas que contienen grupos vinílicos (C=C) y tienen diferente peso molecular. Entre sus funciones se menciona el servir como aglutinante o vehículo de relleno, permitir la unión a otras capas del material, aportar el endurecimiento por polimerización vinílica e intervenir en la adhesión a otras estructuras (5).

Un monómero es una molécula de bajo peso molecular capaz de unirse a otros compuestos moleculares pequeños, ya sean iguales o diferentes para formar

macromoléculas de cadenas largas o polímeros por medio de enlaces químicos que generalmente son covalentes (22).

MATRIZ INORGANICA

Éste componente de la resina compuesta lo conforma lo que se denomina partículas de carga. Estas partículas de carga ofrecen estabilidad dimensional a la inestable matriz orgánica, con la finalidad de mejorar sus propiedades (23).

Las partículas de carga utilizadas para el relleno son normalmente partículas de cuarzo o vidrio de diversos tamaños, este tipo de partículas pueden ser obtenidas de diferentes maneras. Una consiste en triturar mecánicamente un bloque cerámico natural o sintético, otra es a través de tratamientos químicos diversos como el procesado de compuestos de silicio (23,24).

Las partículas obtenidas con estos procedimientos pueden tener no sólo composición sino también tamaños diversos. Con frecuencia se clasifica a las resinas compuestas en función del tamaño de las partículas de relleno en: resinas de macromoléculas (partículas grandes de 10 μm), minipartículas (partículas de 1 a 5 μm) y micropartículas (partículas menores al 0.1 μm) (23).

AGENTE DE UNIÓN

El agente de unión o de acoplamiento más utilizado es el silano. En odontología el silano es el que se utiliza ampliamente para promover la adhesión entre matrices poliméricas y los substratos inorgánicos de los composites actuales. El mecanismo de acoplamiento es debido a su comportamiento bifuncional. Se basa en la presencia de dos restos reactivos en la estructura de silano, cuya molécula posee grupos silánicos en un extremo (unión iónica con el dióxido de silicio (SiO_2)), y grupos metacrilatos en el otro extremo (unión covalente con la resina) (24).

En ambos casos forman enlaces covalentes entre las matrices a través de su reactividad dual, por medio de una compleja reacción hidrólisis-condensación, formando una variada estructura híbrida (orgánica-inorgánica) (24).

PARTICULAS DE RELLENO

Son las que proporcionan estabilidad dimensional a la matriz resinosa y mejoran sustancialmente las propiedades. La adición de estas partículas a la matriz reduce la contracción de polimerización, la torsión acuosa y el coeficiente de expansión térmica, proporcionando un aumento de la resistencia a la tracción, compresión, abrasión y aumentando el módulo de elasticidad. Las partículas de relleno más utilizadas son las de cuarzo o vidrio de bario y son obtenidas de diferentes tamaños a través de diferentes procesos de fabricación (pulverización, trituración, molido) para obtener partículas de un tamaño que oscilan entre los 0,1 y 100µm (7).

Las partículas de cuarzo son dos veces más duras y menos susceptible a la erosión que el vidrio, además de que proporcionan mejor adhesión con los agentes de conexión (Silano). También son utilizadas partículas de sílice de un tamaño aproximado de 0,04µm (micro partículas), las cuales son obtenidas a través de procesos pirolíticos (quema) o de precipitación (sílice coloidal). La tendencia actual es la disminución del tamaño de las partículas, haciendo que la distribución sea lo más cercana posible, en torno a 0.05 µm. Es importante resaltar que cuanto mayor sea la incorporación de relleno a la matriz, mejor serían las propiedades de la resina, ya que, produce menor contracción de polimerización y en consecuencia menor filtración marginal. Sin embargo, tan importante como la contracción de polimerización, es la tensión o el estrés de contracción de polimerización, o sea, la relación entre la contracción de la resina, su módulo de elasticidad (rigidez) y la cantidad de paredes o superficies dentarias a unir. Con esto, las resinas con altísima incorporación de relleno acaban contrayendo menos, pero causando mayor estrés de contracción lo que conlleva a mayor filtración, por ser demasiado rígidas (7,15).

CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS SEGÚN EL TAMAÑO DE PARTICULAS:

- a) **Resinas de macropartículas:** Tienen partículas de relleno con un tamaño promedio entre 10 y 50 µm. Este tipo de resinas fue muy utilizado, sin embargo, sus desventajas justifican su desuso. Su desempeño clínico es

deficiente y el acabado superficial es pobre, visto que hay un desgaste preferencial de matriz resinosa, propiciando la prominencia de grandes partículas de relleno las cuales son más resistentes. Además, la rugosidad influencia el poco brillo superficial y produce una mayor susceptibilidad a la pigmentación. Los rellenos más utilizados en este tipo de resinas fueron el cuarzo y el vidrio de estroncio o bario. El relleno de cuarzo tiene buena estética y durabilidad, pero carece de radiopacidad y produce un alto desgaste al diente antagonista. El vidrio de estroncio o bario son radiopacos, pero desafortunadamente son menos estables que el cuarzo (2,5,7,10).

Características:

- Alta carga de relleno (68-80%)
- Resistencia a la fractura
- Poco pulibles. Resistencia a la fractura media a alta
- Resistencia compresiva de media a alta
- Buen pulido, pero menos brillo y excelente estabilidad de color

b) **Resinas de micropartículas:** Contienen relleno de sílice coloidal con un tamaño de partícula entre 0.01 y 0.05 μm . Clínicamente estas resinas se comportan mejor en la región anterior, donde las ondas y la tensión masticatoria son relativamente pequeñas, proporcionan un alto pulimento y brillo superficial, confiriendo alta estética a la restauración. Entre tanto, cuando se aplican en la región posterior muestran algunas desventajas, debido a sus inferiores propiedades mecánicas y físicas, ya que, presentan mayor porcentaje de absorción acuosa, alto coeficiente de expansión térmica y menor módulo de elasticidad (2,7,23).

Características:

- Baja carga de relleno
- Excelente pulido
- Baja resistencia a la fractura
- Buena estabilidad de color
- La mayoría no son radiopacos

- c) **Resinas híbridas:** Estas resinas compuestas buscan combinar las propiedades físicas y mecánicas de los sistemas de partículas convencionales y la capacidad de pulido de los sistemas de partículas de microrelleno, logrando resultados intermedios entre ambos sistemas. Esta tecnología híbrida permite una alta carga de relleno en la resina compuesta, lo cual permite recuperar gran parte de las propiedades mecánicas que se habían perdido con los sistemas de microrelleno, aunque no logran igualar su capacidad de pulido (10).

Son el resultado de la mezcla de partículas de aproximadamente $0.04\ \mu\text{m}$ con partículas más grandes que varían de 0.2 a $6\ \mu\text{m}$, con el uso de estas partículas diminutas fue posible aumentar la cantidad de matriz inorgánica (65 a 77% en volumen), que contribuye a la obtención de mejores propiedades mecánicas, menor absorción acuosa, menor contracción por polimerización y un coeficiente de expansión térmica similar al tejido dentario. Pero a causa de la irregular forma y distribución de las partículas inorgánicas, el pulido es complicado y no se mantiene a largo plazo (5,10,23).

Características:

- Disponer de gran variedad de colores y capacidad de mimetización con la estructura dental
- Menor contracción de polimerización
- Baja torsión acuosa
- Excelentes características de pulido y texturización, abrasión, desgaste
- Coeficiente de expansión térmica muy similar al experimentado por las estructuras dentarias
- Formulado para el uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia

- d) **Resinas microhíbridas:** Son similares a las híbridas, pero en este caso, las dimensiones de las partículas grandes se uniformizaron más (0.4 a 1 μm) permitiendo un incremento de la porción inorgánica (75 a 80% del peso del composite), esto deriva en un aumento de la resistencia mecánica, menor variación dimensional por cambios térmicos y menor contracción de polimerización; que sumado a sus buenas propiedades estéticas hacen posible su utilización en restauraciones de dientes posteriores y también en anteriores (5,23,25).

Este tipo de resina contiene dos tipos de rellenos combinados, con un alto contenido en partículas submicrónicas de formas irregulares. La distribución de las partículas proporciona un buen empaquetamiento, permitiendo conseguir composites de alta carga con un buen manejo clínico. Teniendo entre un 60% y un 70% de relleno en volumen. Sus propiedades principales son una buena resistencia al desgaste y fractura, junto con un buen manejo clínico y pulido, lo cual los hace uno de los tipos de composite más versátiles, adecuados tanto para el sector anterior como posterior. Sin embargo, tienen como defecto la pérdida del pulido en un tiempo reducido, haciendo convenientes visitas periódicas para devolver el brillo inicial a la restauración (10).

- e) **Resinas de Nanopartículas:** La porción inorgánica de estas resinas representa el 72 a 82% del total del composite, está integrada por partículas de relleno cuyas dimensiones entran en el rango de 2 a 20 nm de diámetro que se disponen en forma individual o agrupada en los denominados nanoclusters que en promedio miden 75 nanómetros. Esta clase de resina logra integrar las propiedades mecánicas de las resinas microparticuladas y las cualidades estéticas de las resinas microhíbridas, y por lo mismo, su aplicación clínica está indicada tanto en dientes anteriores como en posteriores (2,5,25)

Características:

- Las nanopartículas son de tamaños menores (Un cuerpo reflejará la luz cuando tenga un tamaño mínimo similar a la mitad de la

longitud de onda menor del espectro de luz visible que es 400 nm, o sea que ese cuerpo deberá tener más de 200 nm para reflejar la luz) por lo que las ondas de luz no rebotan en ellas. Se comportan como transparentes, la luz las atraviesa sin reflejarse en ellas. Por esta razón es que se les puede incorporar en la composición de los composites sin modificar la opacidad/translucidez de los mismos.

- Otro aspecto a considerar es que las nanopartículas tienen (en virtud de su tamaño) comportamientos atípicos de sólidos. Se comportan como líquidos: una composición de un composite que sólo posea nanopartículas generará un líquido viscoso y transparente. Cuanto más nanopartículas se incorporen, más líquido será ese material. Por esta razón se podrán incorporar en un composite y no modificarán la viscosidad, tal vez hasta lo fluidifique. Pero estas características de ser transparentes y comportarse como líquidos las invalidan como material de relleno único. Deben acompañarse de partículas más grandes, de tamaño promedio de 0.7 micrones. Estas partículas actuarán como soporte o andamiaje para las nanométricas y otorgan viscosidad al material, regulan la consistencia, dan el color, la opacidad y dan la radiopacidad. Justamente, las distintas formas de otorgar ese andamiaje a las nanopartículas son la diferencia más importante con respecto a los distintos desarrollos comerciales. Algunos fabricantes emplean partículas micrométricas combinándolas con las nanométricas (VOCO), otros utilizan como partícula de andamiaje a las mismas nanométricas pero aglomeradas formando los llamados “nanocluster” (3M/Espe, Filtek Supreme) que posee un tamaño promedio de 0,075 micrón. Cuando se combinan nanopartículas con partículas de tamaño promedio 0,7 μm en un mismo composite, éste se denomina composite nanohíbrido.

- f) **Resinas Nanohíbridas:** Este tipo de resinas compuestas ha generado mucha confusión al tratar de clasificarlas y describir sus características clínicas, pues difieren francamente de las resinas de nanorelleno.

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 $0.04\mu\text{m} = 40$ nanómetros puede denominarse "nanohíbrido". Así que, estos tipos de resinas ciertamente poseen partículas nanométricas en su composición inorgánica que oscila entre 20 a 60nm, pero a diferencia de las de nanorelleno no poseen un nanoclúster que esté formado por nanopartículas a manera de un racimo, en reemplazo de este tienen un microrelleno promedio de 0.7 micrones. Estas partículas actuarán como soporte para las nanométricas y otorgan viscosidad al material, regulan la consistencia, dan el color y la radiopacidad. Justamente, las distintas formas de otorgar ese soporte a las nanopartículas son la diferencia más importante con respecto a los distintos desarrollos comerciales. Los aportes clínicos de estos materiales son bastantes parecidos a los de nanorelleno, pero su falencia radica en lo que refiere a la pérdida de su partícula de soporte (microhíbrido) frente a una acción abrasiva generando un efecto de "desplume" completo, alterando la lisura superficial y la conservación del brillo. (5,10,25).

Tipo de resina	Tamaño de relleno
Macropartículas	10 - 50 μm
Micropartículas	0.01 - 0.05 μm
Híbridas	0.2 - 6 μm
Microhíbridas	0.4 - 1 μm
Nanopartículas	2 - 20 nm
Nanohíbridas	20 - 60nm

CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS SEGÚN GENERACIÓN

- a) **Resinas de primera generación:** Las primeras resinas compuestas aparecidas en el comercio se caracterizaron por una fase orgánica compuesta por Bis- GMA y un refuerzo de macropartículas de 8 a 10 μm en promedio en forma de esferas y prismas de vidrio en un porcentaje del 70%. Mejoraron la resistencia al desgaste, pero no tenían buena capacidad de

pulido y se pigmentaban rápidamente. En la actualidad no se cuenta con productos comerciales de esta generación (10,11).

- b) **Resinas de segunda generación:** Se aumentó el porcentaje de la fase orgánica, es la generación de las resinas de micropartícula. Inicialmente tuvieron un tamaño promedio de 0,04 μm . actualmente se usan tamaños ligeramente mayores, 0,05 a 0,1 μm , de todas formas, de dispersión coloidal no visible al ojo humano. La adición de estas micropartículas coloidales toma el material extremadamente viscoso y difícil de manipular es por eso que se han creado formas de realizarla sin que comprometa las propiedades físicas. Con esta generación mejoraron la capacidad de pulido, pero disminuyó la resistencia al desgaste al tener que aumentar la proporción de matriz (10,11,26).
- c) **Resinas de tercera generación:** Corresponde a los híbridos, donde se incluyen en la fase inorgánica diferentes tamaños de partícula de micro y partícula pequeña de diferente composición química. La mezcla de diferentes tamaños de partículas mejora considerablemente la textura superficial y la capacidad de pulimento, problema inherente a las primeras fórmulas de macropartículas, que no podían pulirse, ocasionando superficies rugosas aptas para el anclaje de pigmentos y placa (10,11).
- d) **Resinas de cuarta generación:** Corresponde al grupo de resinas compuestas las cuales vienen en alto porcentaje de refuerzo inorgánico con base en vidrios cerámicos y vidrios metálicos. Son las resinas compuestas para restaurar dientes posteriores (10,26).
- e) **Resinas de quinta generación:** Son resinas compuestas para dientes posteriores, para ser utilizadas en forma indirecta, procesadas en calor y presión o combinaciones con luz, calor, presión, etc (10,11).
- f) **Resinas de sexta generación:** Son los sistemas contemporáneos llamados también resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas (10,11).

- g) **Resinas de séptima generación:** Son las resinas compuestas de nanotecnología o de nanorrelleno (10,11).

PROPIEDADES DE LAS RESINAS COMPUESTAS

- **Resistencia compresiva:** Esta propiedad mecánica se entiende como la capacidad que presenta un material para resistir la aplicación de fuerzas sobre su estructura sin romperse, su análisis conlleva una relevancia teórica y clínica, pues esta propiedad tiene una participación muy especial en el proceso de la masticación, ya que la mayoría de fuerzas que participan en dicho proceso son de tipo compresivo. La resistencia a la compresión resulta importante para contrastar aquellos materiales que son frágiles y que pueden fracturarse frente a estas fuerzas masticatorias y que, debido a ello no se deben utilizar en aquellas situaciones en las que prima como requisito que el material tenga buenas propiedades mecánicas (5,10).

Durante la masticación los dientes están sometidos principalmente a tres tipos básicos de deformación (5,7):

- 1) Deformación por fuerza compresiva: cuando el objeto está sometido a una fuerza que trata de acortarlo.
- 2) Deformación por fuerza tensional: cuando el objeto está sometido a una fuerza que trata de aumentar su longitud.
- 3) Deformación por fuerza de corte: cuando el objeto está sometido a dos fuerzas paralelas que tratan de doblar una porción del objeto sobre sí mismo.

La resistencia compresiva es una propiedad mecánica importante de los composites debido a la gran carga masticatoria que deben soportar durante la masticación, es decir que tanto puede resistir la compresión hasta el punto de fracturarse, por lo que lo ideal es encontrar valores altos de compresión conforme avanza la tecnología de relleno de las resinas compuestas (7,10).

Cuando dos fuerzas de igual dirección (actuando sobre una misma recta) y de sentido contrario tienden a disminuir la longitud del cuerpo (aplastarlo o comprimirlo) se produce una deformación compresiva y si se estudia la tensión máxima que puede llegar a inducir, se habla de resistencia compresiva. Para estandarizar el estudio de la resistencia compresiva, el cuerpo de prueba debe ser cilíndrico y su altura, por lo menos el doble de su diámetro. Esto se debe a que cuando se somete un cuerpo a la compresión, su ruptura es consecuencia de una serie de tensiones muy complejas, que se generan en el seno del cuerpo (7,10).

Medir la resistencia de un material representa medir cual es la carga externa (Debido a que la resistencia interna no es tan practicable de ser medida, se opta por calcular las fuerzas externas) necesaria para romper un cuerpo construido con ese material o cual es la tensión máxima que genera sus uniones antes de romperse. Como la fuerza puede medirse (en unidades como el newton) Por consiguiente, la unidad de tensión equivale a la unidad de fuerza (N) dividida por una unidad de superficie o de longitud al cuadrado, y se suele expresar como Pascal ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$). Sin embargo, es frecuente encontrar la tensión en megapascales (MPa), por lo que $1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$ (7,10).

- **Módulo de elasticidad:** Expresa la rigidez de un material dado. Para las resinas compuestas depende directamente de la cantidad de relleno y del grado de polimerización de la fase matriz, aumentando exponencialmente con el porcentaje de la fracción volumétrica del relleno. De esta manera, las resinas compuestas convencionales al ser más rígidas, soportan mejor las fuerzas de mordida intensas, mientras que para zonas donde predominan fuerzas de deflexión, como en la zona cervical de una pieza dentaria, funciona mejor una resina compuesta de microrelleno (5,10,27).
- **Resistencia al desgaste:** Está basada en calcular la resiliencia del material, que se entiende como la máxima cantidad de energía que un material puede absorber sin sufrir una deformación permanente, mediante este cálculo se puede predecir el grado de abrasión o desgaste de la resina.

A mayor modulo, mayor abrasibilidad; por otro lado, si la resina tiene mayor relleno inorgánico, partículas de menor tamaño y con mayor dureza, entonces su desgaste será menor (5,27).

- **Contracción por polimerización:** La contracción de polimerización es el mayor inconveniente de estos materiales de restauración. Las moléculas de la matriz de una resina compuesta (monómeros) se encuentran separadas antes de polimerizar por una distancia promedio de 4 nm. (Distancia de unión secundaria), al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esa distancia se reduce a 1.5 nm (distancia de unión covalente). Ese "acercamiento" o reordenamiento espacial de los monómeros (polímeros) provoca la reducción volumétrica del material. La contracción de polimerización de las resinas es un proceso complejo en el cual se generan fuerzas internas en la estructura del material que se transforman en tensiones cuando el material está adherido a las superficies dentarias. (5,10).
- **Absorción acuosa:** Consiste en la incorporación de agua en la resina causando degradación hidrolítica, puede afectar las propiedades mecánicas y producir alteraciones del color. Esta absorción de agua es promovida por los dos grupos hidroxilo que posee el BisGMA provocando una expansión higroscópica, la cual se traduce en una expansión lineal de 0,02-0,6% (5).
- **Estabilidad del color:** Las resinas compuestas sufren alteraciones de color debido a manchas superficiales y decoloración interna. Las manchas superficiales están relacionadas con la penetración de colorantes provenientes principalmente de alimentos y cigarrillo, que pigmentan la resina. La decoloración interna ocurre como resultado de un proceso de foto oxidación de algunos componentes de las resinas como las aminas terciarias. Es importante destacar que las resinas fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas (2,5,10).

- **Radiopacidad:** Lo ideal es que la resina compuesta tenga una mayor radiopacidad que los tejidos dentarios, esto se consigue con la inclusión de elementos como bario, iterbio, zinc, zirconio y lantano. Esta propiedad resulta útil para el diagnóstico de caries secundarias, evaluación del contorno de la restauración, fracturas del material o alguna otra imperfección de la restauración (2,5).
- **Coeficiente de expansión térmica:** Esta propiedad tiene una relación directamente proporcional a la cantidad de matriz orgánica, así, cuando las resinas se someten a diferentes temperaturas sufren una variación dimensional que puede conllevar a la creación de filtración marginal (5).

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FRACTURA POR COMPRESIÓN DE LAS RESINAS

El éxito de los tratamientos dentales depende no solo de los principios biológicos, químicos, físicos y fisiopatológicos, sino también del conocimiento suficiente y preciso de las propiedades mecánicas de los tejidos y materiales dentales (15,26).

Por esta razón la evaluación de las propiedades mecánicas de los materiales dentales es vital para su desarrollo. Creando así materiales dentales biocompatible que serán utilizados en odontología (15,26).

Es por ello que, durante las últimas seis décadas, se han realizado múltiples pruebas mecánicas y físicas para medir las propiedades mecánicas de los materiales dentales, como la prueba de compresión, tracción, flexión, resistencia al corte por rasguño y microindentación (26).

Para este fin se emplean diversos tipos de equipos, entre la más usada esta la máquina de ensayos universales computarizada. Esta máquina es usada en la investigación y análisis de las propiedades estáticas de la prueba de tensión, compresión, flexión, corte, desgarre, carga, relajación y reciprocidad entre otros artículos de material metálico y no metálico (incluyendo material compuesto) (2).

Para la prueba de resistencia a la fractura se emplea el test de resistencia a la compresión la cual nos indica que para medir la resistencia compresiva de un cuerpo se debe elaborar muestras cilíndricas, con un diámetro que es por lo menos la mitad de la altura del mismo. La resistencia compresiva se obtiene dividiendo la fuerza que se requiere para fracturar el material entre el área transversal del cuerpo de prueba (2,26).

2.3. TERMINOLOGÍA BÁSICA

- **Resina compuesta:** Material con una gran densidad de entrecruzamientos poliméricos, reforzados por una dispersión de sílice amorfa, vidrio, partículas de relleno cristalinas u orgánicas y pequeñas fibras que se unen a la matriz gracias a un agente de conexión (10) .
- **Resistencia:** Fuerza que se oponga a la acción de otra fuerza. La tensión que es capaz de soportar un material (7).
- ***In vitro*:** De origen latín que significa “dentro del vidrio”. Es la técnica que se realiza fuera del organismo, dentro de un tubo de ensayo, en un medio de cultivo, o en cualquier otro ambiente artificial (7).
- **Resistencia a la compresión:** Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento (2).
- **Incremental:** Palabra utilizada para describir la técnica convencional para el manejo de las resinas compuestas, al empacar la resina en la cavidad en varios bloques de 2mm (2).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis general

Hi: Existe diferencia entre la resistencia a la fractura de resinas microhíbridas frente a las resinas nanohíbridas.

2.5. VARIABLES

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	TIPO	INDICADOR	ESCALA	VALORES
Resistencia a la fractura	Cuantitativa numérica	Capacidad de un material para soportar su ruptura	De Razón	<ul style="list-style-type: none">• 0 – 1000 MPa
Resinas dentales	Categórica, cualitativa	Composites empleados en la restauración de piezas dentales	Nominal	<ul style="list-style-type: none">• Nanohíbridas• Microhíbridas

CAPÍTULO III: DISEÑO Y MÉTODO

3.1. Tipo y nivel de investigación

El presente estudio fue de tipo:

- **Observacional:** No existe intervención del investigador
- **Prospectivo:** Los datos provienen a propósito de la investigación
- **Transversal:** Las variables fueron medidas por una única vez
- **Analítico:** Presenta prueba de hipótesis

Población y muestra

- Población: Cilindros de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas
- Muestra: La muestra fue probabilística, siendo resultado del siguiente cálculo muestral:

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 S^2}{(X_1 - X_2)^2}$$

Donde los datos se obtuvieron de los antecedentes

n= Elementos necesarios en cada una de las muestras

Z α = Nivel de confianza 95% (1.96)

Z β = poder estadístico 90% (1.25)

d = Diferencia de medias

S= Desviación estándar

$$n = \frac{2(1.96 + 1.25)^2 (0.5)^2}{d^2}$$

$$n = \frac{2(3.21)^2 (0.5)^2}{(176.45 - 175.73)^2}$$

$$n = \frac{2(10.3041)(0.25)}{(0.72)^2}$$

$$n = \frac{5.15205}{0.5184} = 9.938$$

Por lo tanto se requirió una muestra mínima de 10 resinas microhíbridadas y 10 de resinas nanohíbridadas, ambas de la marca 3M ESPE. Llegándose a emplear 14 cilindros de cada tipo de resina

- **Criterios de inclusión**

- Resinas compuestas de la misma marca (3M ESPE)
- Resinas microhíbridadas y nanohíbridadas
- Bloques de resina que cumplen con las medidas establecidas, totalmente lisos y planos en su superficie de 4mm de diámetro y 10mm de altura.

- **Criterios de exclusión**

- Bloques de resina compuesta que tuvieron medidas inadecuadas, con superficies ásperas y que presenten defectos estructurales como burbujas y fracturas.
- Resinas compuestas vencidas o usadas

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Con la finalidad de comparar la resistencia a la fractura de resinas microhíbridadas frente a las resinas nanohíbridadas. Se prepararon pequeños cilindros de resina compuesta de las siguientes dimensiones: 10 mm de largo, 4 mm de diámetro. Las cuales fueron formadas por 2 grupos.

Grupo I: Resina nanohíbrida (Filtek Z250 XT – 3M ESPE)

Grupo II: Resina microhíbrida (Filtek Z250 – 3M ESPE)

Para la elaboración de los cilindros de resina primero se solicitó permiso para ingresar al laboratorio de odontología de la Universidad Privada Norbert Wiener, por lo cual se redactó previamente una carta dirigida a la Directora de la Escuela Académico Profesional de Odontología de la UPNW (**ANEXO...1**), solicitando el permiso necesario para poder ingresar a dicho ambiente.

Una vez en el laboratorio dental de la UPNW se siguieron los próximos pasos para la ejecución de la investigación (**ANEXO...2**), por ende, se empleó una plantilla

metálica que tenía una estructura en negativo de 10 mm de altura y 4 mm de diámetro, en la cual se agregaría incrementos de resina para formar el cilindro de las medidas establecidas. La formación de los cilindros de resina se realizó colocando incrementos de 2 mm de resina seguido de una fotopolimerización a 800 mw por 20 segundos. Seguidamente de otro incremento de resina de 2 mm, y así sucesivamente hasta completar el cilindro de 10 mm de altura. Siendo la última fotopolimerización de 40 segundos. Después de retirar el cilindro de resina se procedió a pulir las superficies con disco soflex ultra fino (Sof-Lex - 3M ESPE), eliminando las irregularidades que pudieron haberse formado durante el proceso. Una vez obtenidas las muestras se almacenaron en un envase a temperatura ambiente hasta el momento de realizar la prueba para medir la resistencia a la fractura.

La prueba de resistencia a la fractura de resinas se llevó a cabo en el Laboratorio especializado en ensayos mecánicos de materiales "HTL". Una vez en el laboratorio indicado se realizaron las pruebas de resistencia a la fractura empleando una máquina digital de ensayos universales CMT – 5L de la marca LG, Mitutoyo la cual aplicó una fuerza de avance de 0.75 mm/min +/- 0.25 mm/min hasta lograr la fractura de los cilindros de resina. Siendo anotadas estos datos en el programa computarizado de la máquina digital de datos (**ANEXO...3**).

3.4. Procesamiento de datos y análisis estadísticos

Para el procesamiento de la base de datos se empleó el programa estadístico SPSS versión 22 empleando la prueba de normalidad, determinándose que los datos no cumplen con una distribución normal por lo que se empleó la prueba estadística U de Mann – Whitney. Mientras que los gráficos fueron realizados por el programa Excel.

3.5. Aspectos éticos

- Certificado del centro donde se realizará el estudio
- Permiso para ingresar al laboratorio de odontología
- Normas de bioseguridad

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

TABLA Y GRÁFICO N° 1: Comparación de la resistencia a la fractura de resinas microhíbridas frente a las resinas nanohíbridas. Estudio in vitro.

Resistencia a la fractura	N	Media	Desviación estándar	P*
Resina microhíbrida	14	262.69	42.656	0.027
Resina nanohíbrida	14	219.45	27.887	

*U de Mann – Whitney: $p=0.027<0.05$. Por lo tanto, existe diferencia estadísticamente significativa entre la resistencia a la fractura de la resina microhíbrida en comparación de la resina nanohíbrida.

En la tabla N°1 se evidencia que la resistencia a la fractura de la resina microhíbrida fue mayor que la resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida, siendo esta diferencia de 43.24 Megapascuales.

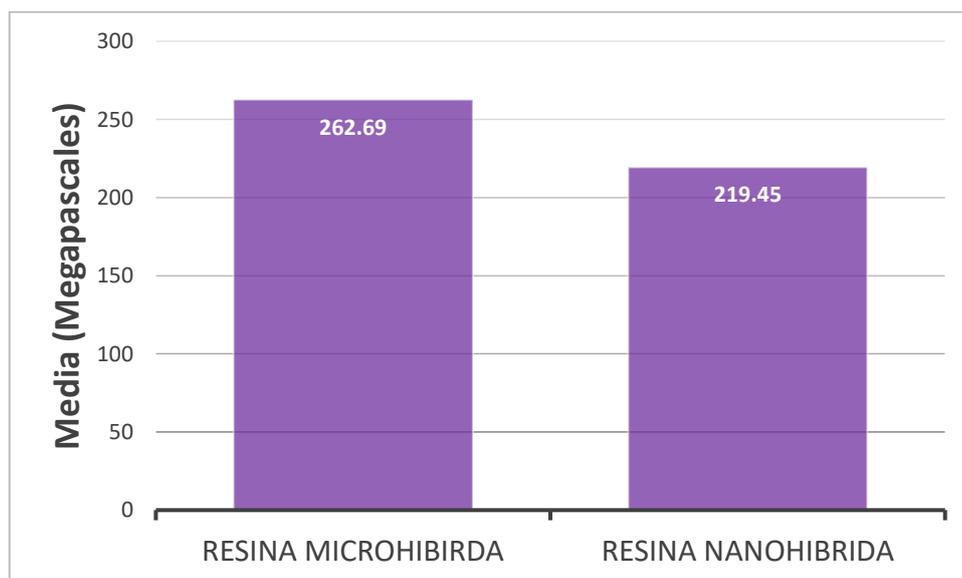


TABLA Y GRÁFICO N° 2: Resistencia a la fractura de resinas microhíbridas. Estudio in vitro.

Resistencia a la fractura	N	Media	Desviación estándar
Resina microhíbrida	14	262.69	42.656

En la tabla N°2 se evidencia que la resistencia a la fractura de la resina microhíbrida fue de 262.69 ± 42.656 Megapascales.

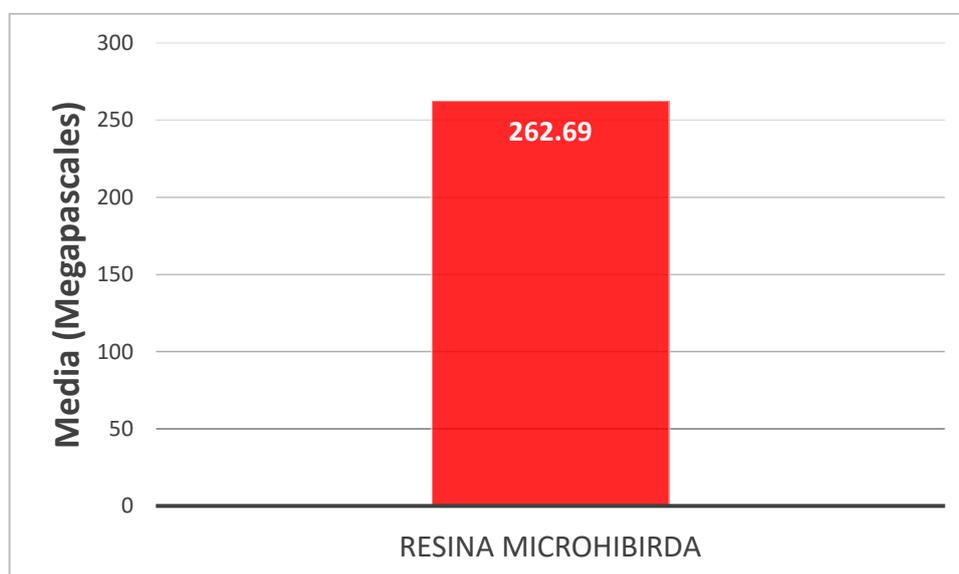
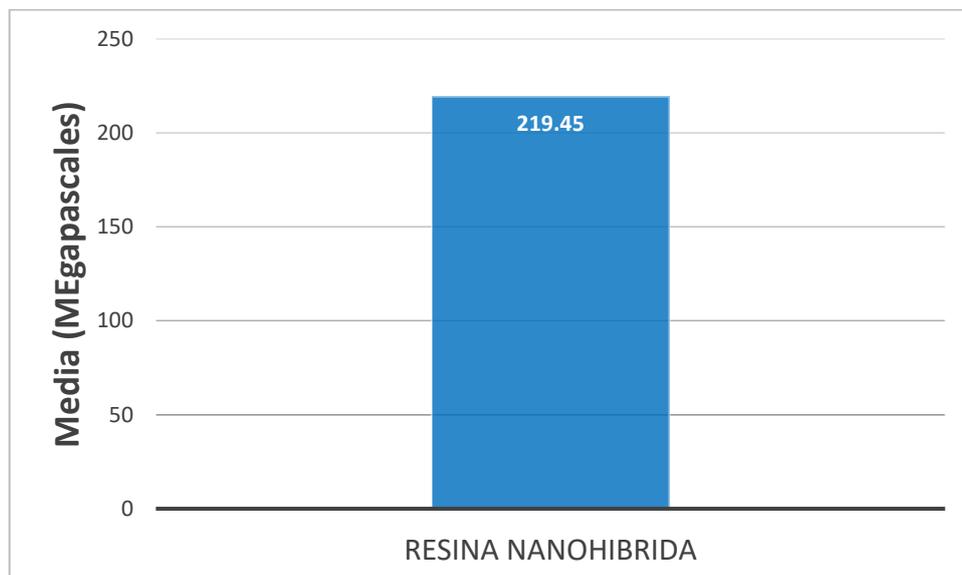


TABLA Y GRÁFICO N° 3: Resistencia a la fractura de resinas nanohíbridadas.
Estudio in vitro.

Resistencia a la fractura	N	Media	Desviación estándar
Resina nanohíbrida	14	219.45	27.887

En la tabla N°3 se evidencia que la resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida fue de 219.45 ± 27.887 Megapascuales.



4.2. Discusión

En este estudio se encontró que al comparar la resistencia a la fractura de la resina microhíbrida frente a la resina nanohíbrida se determinó que la resina microhíbrida (262.69 ± 42.656 MPa) presentó mayor resistencia a la fractura que la resina nanohíbrida (219.45 ± 27.887 MPa) siendo esta resistencia a la fractura estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Lo que coincide con lo hallado por **García J. (2017)**, quien describió que la resina microhíbrida logró una resistencia de 293.56 ± 46.3 MPa, mientras que la resina nanohíbrida logró una resistencia de 230.72 ± 22.5 MPa. Existiendo diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre la resistencia a la fractura de una resina y la otra. Sin embargo, este estudio discrepa de lo hallado por **Nica I. et al (2018)**, quien menciona que la resina microhíbrida logró una resistencia de 254.31 ± 18.46 MPa, mientras que la resina nanohíbrida logró una resistencia de 267.67 ± 19.48 MPa. No existiendo diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre la resistencia a la fractura de las resinas. Debiéndose esta discrepancia muy posiblemente a que los cilindros de resina generados por este autor fueron de 6 mm de alto por 5 mm de diámetro. Mientras que en esta investigación fueron de 10 mm de altura por 4 mm de diámetro. Así también, este puede ser el motivo de las discrepancias de este estudio con la de los autores **Abuelenain D. (2015)** y **López J. (2018)**, quienes emplearon cilindros de resina de 8 mm de altura por 4 mm de diámetro, encontrando en sus resultados **Abuelenain D. (2015)**, que la resina microhíbrida logró una resistencia de 252.5 ± 51 MPa, mientras que la resina nanohíbrida logró una resistencia de 308.6 ± 29.3 MPa. No existiendo diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$). Así también **López J. (2018)** halló que la resina microhíbrida logró una resistencia de 268.83 ± 14.47 MPa, mientras que la resina nanohíbrida logró una resistencia de 289.39 ± 31.74 MPa. No existiendo diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre la resistencia a la fractura de ambas resinas.

Así también, esta investigación evidenció que la resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida fue de 219.45 ± 27.887 Megapascales. Lo cual discrepa con lo encontrado en la investigación de **Sonwane S. (2015)**, quien menciona que en su

investigación encontró que las resinas nanohíbridas presentaron una resistencia a la fractura de 137.65 ± 78.63 MPa, 176.45 ± 50.59 MPa, 166.35 ± 24.35 MPa, 54.2 ± 8.62 MPa y 143.57 ± 64.99 MPa. Debiéndose estas diferencias muy posiblemente a que este autor para realizar la prueba de resistencia empleo cilindros de resinas de 5 mm de altura por 5 mm de diámetro, mientras que en esta investigación se realizaron cilindros de resina de 10 mm de altura por 4 de diámetro. Así también, esta investigación difiere de los resultados hallados por **Acurio P, Falcon G, Casas L, Montoya P. (2017)**, quien menciona que las resinas nanohíbridas generaron una resistencia de 289.7 ± 74.30 MPa, 257.73 ± 56.06 MPa y 303.87 ± 27.53 MPa. Al igual que se difiere de los resultados encontrados por **Ramdas R. et al. (2017)**, quienes mencionan que las resinas nanohíbridas presentaron una resistencia a la fractura de 256.16 ± 31.68 MPa, 180.38 ± 59.9 MPa y 218 ± 70.49 MPa. Datos que pueden diferir de lo encontrado en esta investigación muy posiblemente a lo mencionado en el caso anterior, ya que estos autores emplearon cilindros de resina de 4 mm de altura por 4 mm de diámetro, mientras que en esta investigación se realizaron cilindros de resina de 10 mm de altura por 4 de diámetro. Por otro lado, esta investigación concuerda con lo hallado por **Guerra D. (2017)**, quien menciona que las resinas nanohíbridas presentaron una resistencia a la fractura de 214.61 ± 43.92 MPa y discrepando con el mismo autor debido a que este menciona que las resinas nanohíbridas de tipo bulk presentan una resistencia a la fractura de 196.17 ± 26.8 MPa, lo cual discrepa de esta investigación debido a que en este estudio no se emplearon resinas de este tipo.

Por otro lado, la resistencia a la fractura de la resina microhíbrida fue de 262.69 ± 42.656 Megapascales. Lo que concuerda con lo hallado por **Ramdas R. et al. (2017)**, quienes mencionan que las resinas microhíbridas lograron una resistencia a la fractura de 255.29 ± 77.09 MPa. Lo cual también coincide con lo hallado por **Acurio P, Falcon G, Casas L, Montoya P. (2017)**, quienes señalan en su investigación que las resinas microhíbridas presentaron una resistencia a la fractura de 259.3 ± 22.66 MPa.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La resistencia a la fractura de la resina microhibrida fue mayor que la resistencia a la fractura de la resina nanohibrida, siendo esta diferencia de 43.24 Megapascuales.
- La resistencia a la fractura de la resina microhibrida fue de 262.69 ± 42.656 Megapascuales.
- La resistencia a la fractura de la resina nanohibrida fue de 219.45 ± 27.887 Megapascuales.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios de módulo de flexibilidad de las resinas nanohibridas y microhibridas
- Se recomienda realizar estudio de resistencia a la fractura de resinas fluidas, convencionales y de tipo bulk.
- Se recomienda realizar estudio de resistencia a la fractura de resinas convencionales microhibridas y nanohibridas en comparación a las resinas fluidas microhibridas y nanohibridas tipo bulk.

REFERENCIAS

1. Nica I, Iovan G, Stoleriu S, Ghiorghe C, Pancu G, Comaneci R, Andrian S. Comparative Study Regarding the Compressive Strength of Different Composite Resins Used for Direct Restorations. *Materiale plastice*. 2018; 55(3):447-453.
2. Guerra D. Resistencia a la compresión entre una resina con técnica incremental filtek™ z350 XT de 3m Espe y una monoincremental filtek™ bulk fill de 3m Espe estudio in vitro, Arequipa, 2017. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Arequipa: Universidad Alas Peruanas; 2017.
3. Acurio P, Falcon G, Casas L, Montoya P. Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. *Odontología Vital*. 2017; 27(2): 69-77.
4. Abuelenain DA, Neel EAA and Al-Dharrab A. Surface and Mechanical Properties of Different Dental Composites. *Dent*. 2015; 2(2): 1-5.
5. Lopez J. Resistencia compresiva de tres resinas compuestas indicadas para restauración posterior, in vitro, Lima-2018. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal; 2018.
6. Ramdas R, Jayasree S, Ramesh K, Prashant B, Rajeesj M, Abdu S. Comparative Evaluation of Compressive And Flexural Strength of Newer Nanocomposite Materials with Conventional Hybrid Composites-An Invitro Study. *IOSR-JDMS*. 2017; 16(12):65-69.
7. Garcia JJ. Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek P60® Y Filtek™ Bulk Fill® para restauracion de piezas posteriores, 2017. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Ica: Universidad Alas Peruanas; 2017.
8. Sadananda V, Bhat G, Hegde M. Comparative evaluation of flexural and compressive strengths of bulk-fill composites. *IJST*. 2017; 7(1): 122-131.
9. Sonwane S. Comparison of Flexural & Compressive Strengths of Nano Hybrid Composites. *IJETA*. 2015; 2(2): 47-52.
10. Huayhua E. Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridadas y nanohíbridadas. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014.

11. Blanco S, Frías S, Tarón A, Bustillo J, Díaz A. Compressive strength of glass ionomer and composite resin. In vitro study. *Revista Odontológica Mexicana*. 2017; 21 (2): 107-111.
12. Pradeep K, Ginjupalli K, Kuttappa M, Kudva A, Butula R. In vitro Comparison of Compressive Strength of Bulk-fill Composites and Nanohybrid Composite. *World Journal of Dentistry*. 2016; 7(3):119-122.
13. Chaple A. Técnica modificada de restauración de cavidades Clase II utilizando resinas compuestas. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 2015; 14(3):337-347.
14. Gonçalves F, Campos L, Rodrigues E, Costa F, Marques P, Francci C, Braga R, Boaro L. A comparative study of bulk-fill composites: degree of conversion, post-gel shrinkage and cytotoxicity. *Braz. Oral Res*. 2018; 32(17):1-9.
15. Veena R, Pradeep P, Soman A, Krishna A, Shankar V, Kiran J. Evaluation of Surface Roughness of Composite Resins with Three Different Polishing Systems and the Erosive Potential with Apple Cider Vinegar Using Atomic Force Microscopy-an In Vitro Study. *Acta Scientific Dental Sciences*. 2019; 3(3): 8-16.
16. Del Valle A, Christiani J, Alvares N, Zamudio M. Revisión de resinas Bulk Fill: Estado actual. *RAAO*. 2018; 58(1): 55-60.
17. Lyapina M, Cekova M, Krasteva A, Dencheva M, Yaneva M, Kisselova A. Physical properties of nanocomposites in relation to their advantages. *J of IMAB*. 2016, 22(1): 1056-1062.
18. Garcia G. Lograr estética y función en el sector posterior con resinas compuestas. *Facultad de odontología. UNCuyo*. 2014. 8(2): 25-28.
19. Al Sumbul H, Slikas N, Watts D. Surface and bulk properties of dental resin-composites after solvent storage. *Dent Mater*. 2016; 1(3):1-11.
20. Ramírez V, Montañó V, Armas A. Influencia del pulido en la rugosidad de una resina compuesta tras contacto con cerveza y ron: estudio in vitro. *KIRU*. 2018; 15(1): 20-25.
21. Pérez A, Ferreira J, Espina A, Ortega A. Análisis estructural de las resinas dentales expuestas al incremento controlado de la temperatura. Estudio con fines forenses. *Ciencia Odontológica*. 2016; 13(1):52- 66.

22. Orbe J. Evaluación del tiempo clínico de restauraciones con resina compuesta para piezas posteriores con diferentes técnicas. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Quito: Universidad de las Américas; 2015.
23. Alvarado J. Correcto uso de los sistemas de fotopolimerización en resinas compuestas. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2015.
24. Reza A. Estudio in vitro de la fuerza de adhesión de restauraciones indirectas de composite reparadas con composite de técnica directa. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Barcelona: Universidad Internacional de Cataluña; 2017.
25. Urzula M. Evaluación clínica inmediata de resinas compuestas bulk-fill en lesiones proximo-oclusales mediante criterio USPHS. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Santiago de Chile: Universidad Andrés Bello; 2017.
26. Peskersoy C, Culha O. Comparative Evaluation of Mechanical Properties of Dental Nanomaterials. Hindawi. 2017; 8(3):1-8.
27. Sicha J. Influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco, en la resistencia flexural de una resina compuesta en restauraciones semi-directas. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2017.

ANEXOS

ANEXO N° 1

SOLICITUD PARA INGRESAR AL LABORATORIO ODONTOLÓGICO

SOLICITUD PARA INGRESAR AL LABORATORIO ODONTOLÓGICO

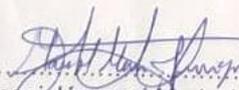
Yo, MAMANI JÁUREGUI MARISOL FIORELA, bachiller de la EAP de odontología ante usted Directora de la Escuela Académico Profesional de Odontología Dra. Esp. Brenda Vergara Pinto, me presento y expongo:

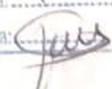
Que con la finalidad de desarrollar mi proyecto de tesis titulado: "RESISTENCIA A LA FRACTURA DE RESINAS MICROHIBRIDAS EN COMPARACIÓN A LAS RESINAS NANOHIBRIDAS. ESTUDIO *IN VITRO*. LIMA, PERÚ 2019", solicito me expida permiso para ingresar al laboratorio dental en busca de ejecutar la primera parte de este proyecto.

Sin otro particular y agradeciendo anticipadamente la atención a la presente me despido de usted.

Lima, 15 de abril del 2019

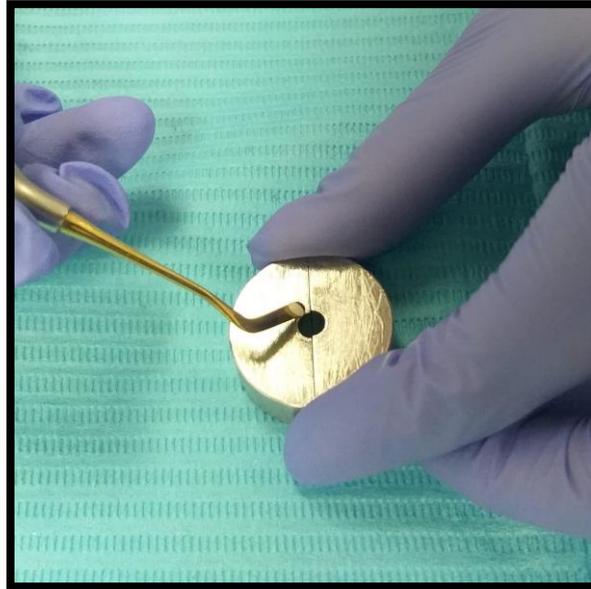
Atentamente


.....
Mamani Jáuregui Marisol Fiorela

 Universidad Norbert Wiener	
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE ODONTOLÓGIA	
Fecha: 16/05/19	Hora: 10:11
Cód.: JSB2	Firma: 

ANEXO 2

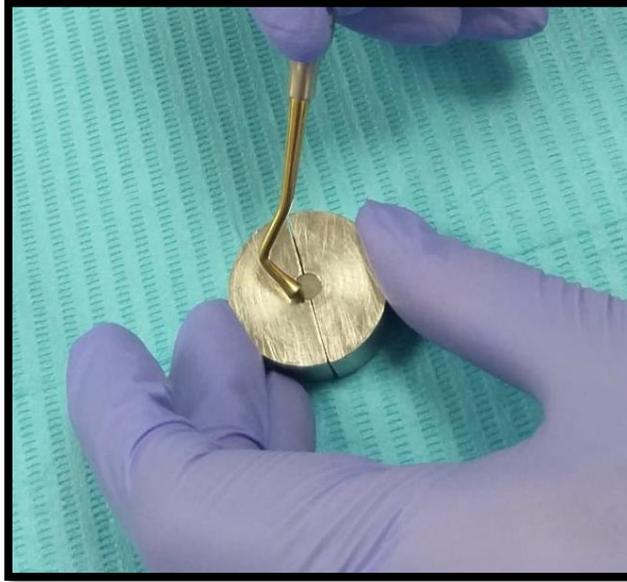
PASOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



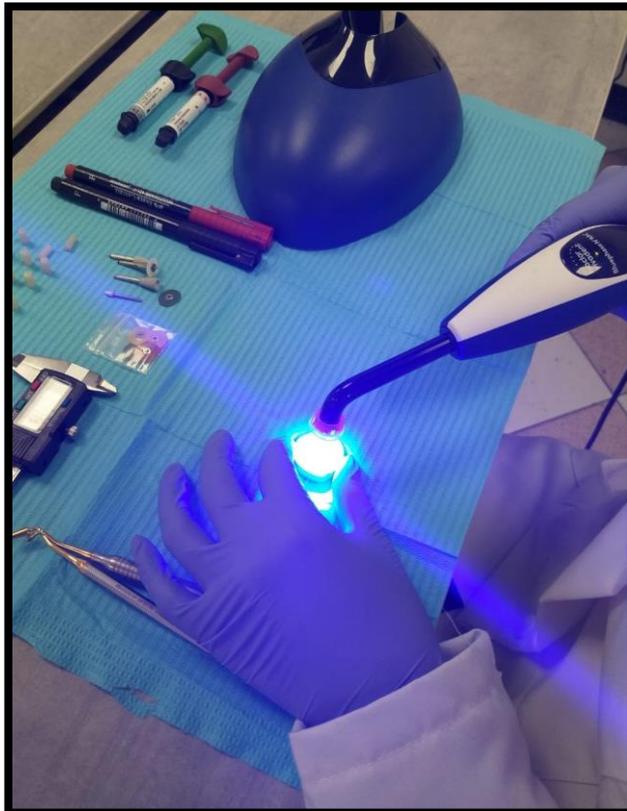
Plantilla metálica para la conformación de cilindros de resina – incrementos de resina de 2 mm.



Fotocurado de 20 segundos a 800 nw por cada incremento



Ultimo incremento de resina



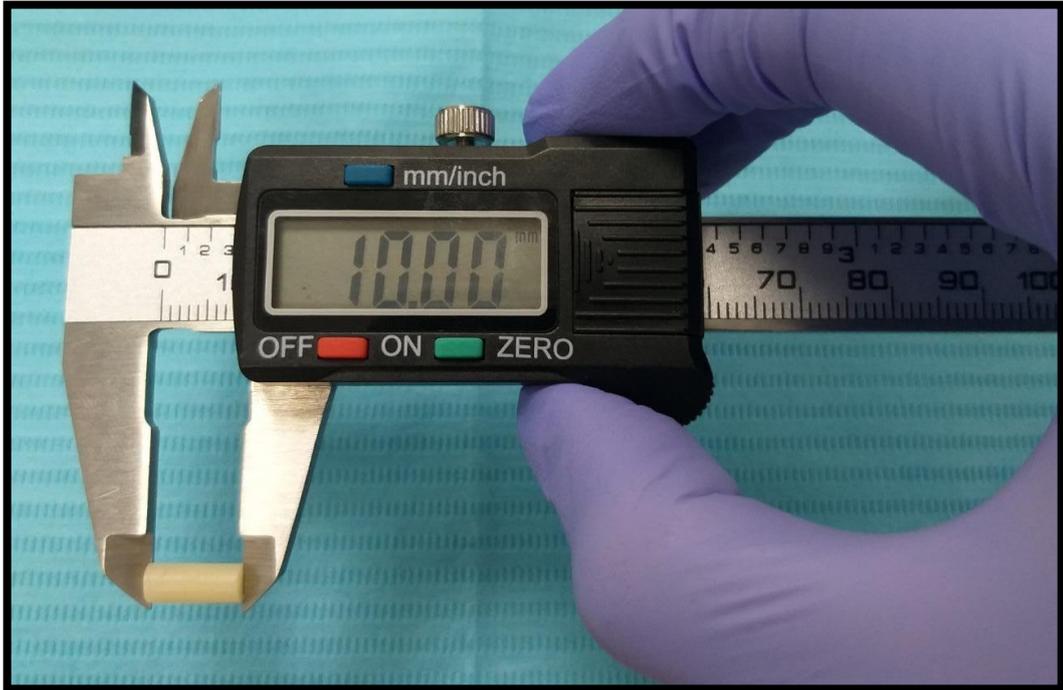
Ultimo fotocurado a 800 nw por 40 segundos



Pulido de los cilindros de resina con disco soflex ultrafino



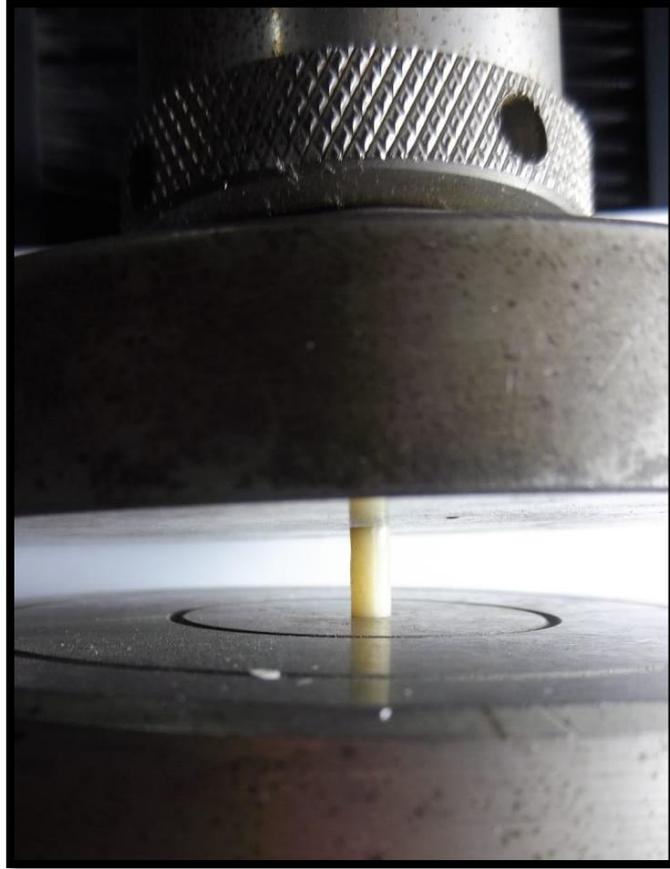
Cilindros de resinas



Medición de los cilindros de resina - 10 mm de longitud



Medición de los cilindros de resina - 4 mm de diámetro



Compresión de los cilindros de resina en la máquina de ensayos universales con un avance de $0.75 \text{ mm/min} \pm 0.25 \text{ mm/min}$ hasta lograr su fractura

ANEXO 3

RESINA NANOHIBRIDA FILTEK Z250 XT



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES.
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES.

INFORME DE ENSAYO N°		IE-033-2019	EDICION N° 1	Página 2 de 3
6. RESULTADOS GENERADOS				
GRUPO 1		Resina Nanohibrida Filtek Z250 XT- 3M Espe- id N° 70-2010-7912-9 - 7100004903		
Espécimen	Diámetro (mm)	Area (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo de Compresión (Mpa)
1	4.03	12.76	2260.02	177.18
2	4.08	13.07	3794.67	290.24
3	3.98	12.44	3245.43	260.86
4	4.07	13.01	2880.77	221.43
5	4.08	13.07	2869.15	219.45
6	4.09	13.14	2506.03	190.74
7	4.05	12.88	2856.40	206.20
8	4.10	13.20	2877.48	217.95
9	3.98	12.44	2839.25	228.22
10	4.08	13.07	2700.16	206.53
11	4.07	13.01	2840.35	218.32
12	4.04	12.82	2830.17	220.78
13	4.03	12.76	2583.38	202.53
14	4.09	13.14	2783.43	211.86

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
Jr. Las Sensitivas Mz. D Lote 6 Urb, los Jardines San Juan de Lurigancho
Telf.: +51(01) 376 0207 - 997 123 584 Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm
E-mail.: Robot.etmec@gmail.com

RESINA MICROHIBRIDA FILTEK Z250



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES.
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES.

INFORME DE ENSAYO N°		IE-033-2019	EDICION N° 1	Página 3 de 3
RESULTADOS GENERADOS				
GRUPO 2		Resina Microhibrida Filtek Z250 – 3M Espe id N° 70-2010-5200-1 - 7000003194		
Especimen	Diámetro (mm)	Area (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo de Compresión (Mpa)
1	3.96	12.32	3999.40	324.72
2	4.07	13.01	3626.56	278.75
3	4.07	13.01	3856.83	296.45
4	4.03	12.76	3256.36	255.29
5	4.00	12.57	4299.39	342.13
6	4.09	13.14	3175.20	241.68
7	3.97	12.38	2789.85	225.38
8	4.00	12.57	3780.45	300.84
9	4.00	12.57	3590.87	285.75
10	3.96	12.32	3091.79	251.03
11	4.01	12.63	2611.03	208.74
12	3.93	12.13	2557.98	210.87
13	4.00	12.57	2890.17	229.99
14	4.10	13.20	3010.48	228.02
7. CONDICIONES AMBIENTALES		TEMPERATURA : 23 °C HUMEDAD RELATIVA : 71 %		
8. VALIDEZ DE INFORME		VALIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME		
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN				
ING. MECANICO				
LABORATORIO HTL CERTIFICATE				

Matriz de consistencia para Informe Final de Tesis

Título: “RESISTENCIA A LA FRACTURA DE RESINAS MICROHIBRIDAS FRENTE A LAS RESINAS NANOHIBRIDAS. ESTUDIO IN VITRO. LIMA-PERÚ 2019”.

PROBLEMA	OBJETIVOS: (Objetivo General)	METODOLOGÍA	RESULTADOS	HIPOTESIS	CONCLUSIONES
¿Cuál será la resistencia a la fractura de resinas microhíbridas frente a las resinas nanohíbridas.	Comparar la resistencia a la fractura de resinas microhíbridas frente a las resinas nanohíbridas. Estudio in vitro. Lima-Perú 2019	El presente estudio fue de tipo observacional, prospectivo, transversal y analítico	La resistencia a la fractura de la resina microhíbrida fue mayor que la resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida, siendo esta diferencia de 43.24 Megapascales.	H _i : Existe diferencia entre la resistencia a la fractura de resinas microhíbridas frente a las resinas nanohíbridas.	La resistencia a la fractura de la resina microhíbrida fue mayor que la resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida, siendo esta diferencia de 43.24 Megapascales.
Problemas secundarios	Objetivos específicos:	Población y Muestra:			
	1. Determinar la resistencia a la fractura de resinas microhíbridas. Estudio in vitro.	Población: Cilindros de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas	1. La resistencia a la fractura de la resina microhíbrida fue de 262.69 ± 42.656 Megapascales.		1. La resistencia a la fractura de la resina microhíbrida fue de 262.69 ± 42.656 Megapascales.
	2. Determinar la resistencia a la fractura de resinas nanohíbridas. Estudio in vitro.	Muestra: 14 cilindros de resinas compuestas microhíbridas y 14 cilindros de resinas compuestas nanohíbridas	2. La resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida fue de 219.45 ± 27.887 Megapascales.		2. La resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida fue de 219.45 ± 27.887 Megapascales.