

UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN”

FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA



“GRADO DE RESISTENCIA A LA MICROTRACCIÓN IN VITRO
DE TRES RESINAS COMPUESTAS NANOHIBRIDAS BULK-FILL
EMPLEANDO LA TÉCNICA DE MONOBLOQUE EN DIENTES
BOVINOS REALIZADO EN EL LABORATORIO HIGH
TECHONOLGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
LIMA, 2019”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
CIRUJANO DENTISTA

TESISTAS

Bach. BERNARDO COTRINA, Manuela Mónica

Bach. GUTIÉRREZ PACHECO, Gabriela Isabel

ASESOR

C.D. ROLANDO VENTURA GONZÁLES

HUÁNUCO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios Padre Nuestro Señor que nos permite estar en estos momentos culminando satisfactoriamente una etapa muy importante en nuestras vidas y con ello cumpliendo nuestras metas propuestas desde pequeñas ser profesionales.

A nuestros amados padres, hermanos y familiares más cercanos y otros que se encuentran en el cielo, por habernos brindado desde cuando éramos pequeñas, sus enseñanzas en valores, preocupación constante e infinito amor, que hicieron de nosotras, mujeres nobles, tenaces y capaces de lograr sus objetivos y sueños en la vida.

A nuestra alma máter la prestigiosa Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco que nos abrió la puerta y dio la bienvenida al infinito mundo de los conocimientos y nos motivó a siempre perseguir la verdad.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por siempre darnos la luz y la fuerza para afrontar los diferentes obstáculos en la vida.

Agradecemos a nuestro asesor el C.D. Rolando Ventura Gonzáles y jurados por dedicarnos tiempo y guiarnos en nuestro proyecto de investigación.

Agradecemos de una manera muy especial a los Cirujanos Dentistas Miguel Nino Chávez Leandro, Juan Augusto Fernández Tarazona e Iván Rick Velásquez Rodríguez por brindarnos un gran apoyo en la elaboración de nuestro proyecto de investigación; y por ser más que maestros, nuestros amigos.

Agradecemos infinitamente a nuestras familias que desde antes y siempre nos ayudaron e impulsaron a continuar nuestros sueños, y a nuestras personitas especiales que estuvieron siempre brindándonos todo su apoyo incondicional durante el desarrollo de nuestra tesis a J.P.V.CH. y a J.J.G.C.

RESUMEN

Objetivo: Comparar los grados de resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas Bulk-Fill, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019. **Materiales y métodos:** 60 varillas de dentina y resina de 1 x 1 x 8 mm (4mm de dentina y 4mm de resina), divididos en subgrupos de 20 varillas de acuerdo a la resina a estudiar, Grupo A: FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE, Grupo B: OPUS BULK FILL APS de FGM, Grupo C: FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE. Se realizó un proceso de termociclado de 500 ciclos, para someter después las muestras a una fuerza de tracción en una máquina digital de Ensayos Universales CMT-5L, con una aproximación de 0,0001 N, con una aceleración de 0,75 mm/min hasta el fallo. El área transversal de cada espécimen testado antes de la fractura de los especímenes y fue medida con un vernier digital de 200mm, de marca Mitutoyo, de aproximación 0,01 mm. **El nivel y tipo de investigación,** el nivel es explicativo y el tipo es cuantitativo. **Diseño y Método de la Investigación,** es experimental, transversal, comparativo. **Los resultados:** P valor de 0.000 (el valor p es < 0,05), existe diferencia en dos de los grupos experimentales en los grados de resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas bulk-fill. Se observó el Grupo “A” = 6.6785 (±1.56848) Mpa, Grupo “B” = 10.4855 (±1.698691) y Grupo “C” = 7.0635 (±1.477581). **Conclusiones:** Existen diferencias en la comparación de resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas Bulk-Fill, el valor más alto al promedio del Grupo “B” = 10.4855 (±1.698691) Mpa del grupo experimental “B” (resina compuesta nanohíbrida Opus Bulk Fill APS de FGM).

SUMMARY

Objective: to compare the degrees of resistance to in vitro microtraction of three Bulk-Fill nanohybrid composite resins, using the monoblock technique in bovine teeth performed in the High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

Materials and methods: 60 dentin rods and 1 x 1 x 8 mm resin (4 mm dentin and 4 mm resin), divided into subgroups of 20 rods according to the resin to be studied, Group A: 3M ESPE FILTEK™ BULK FILL, Group B: FGM OPUS BULK FILL APS, Group C: 3M ESPE FILTEK™ Z350 XT. A 500 cycle thermocycling process was carried out, for some time after the samples at a tensile force in a CMT-5L Digital Universal Testing machine, with an approximation of 0.0001 N, with an acceleration of 0.75 mm / min until failure. The cross-sectional area of each specimen tested before specimen fracture and measured with a 200 mm digital vernier, Mitutoyo brand, approximately 0.01 mm. **Level and type of research,** the level is explanatory and the type is quantitative. Design and Research Method, is experimental, transversal, comparative. **Results:** P value of 0.000 (the p value is <0.05), there is a difference in two of the experimental groups in the degrees of resistance to microtraction in vitro of three composite resins nanohybridized in bulk. Group "A" = 6.6785 (\pm 1.56848) Mpa, Group "B" = 10.4855 (\pm 1.698691) and Group "C" = 7.0635 (\pm 1.477581) were identified. **Conclusions:** There are differences in the comparison of in vitro microtraction resistance of three Bulk-Fill nanohybrid composite resins, the highest average value of Group "B" = 10.4855 (\pm 1.698691) Mpa of experimental group "B" (composite resin nano-hybrid Opus Bulk Fill APS from FGM).

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
SUMMARY	v
INDICE	vi
INTRODUCCIÓN	ix
CAPÍTULO I.....	11
1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	11
1.1 Identificación y Planteamiento del problema	11
1.1.1 Delimitación de la Investigación	13
1.2 Formulación del problema.....	14
1.2.1 Problema principal.....	14
1.2.2 Problemas específicos.....	14
1.3 Formulación de Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos	15
1.4 Justificación e importancia de la Investigación	16
1.5 Limitaciones de la Investigación	17
CAPÍTULO II	18
2 MARCO TEÓRICO	18
2.1 Antecedentes de estudios realizados.....	18
2.1.1 Antecedentes Internacionales	18
2.1.2 Antecedentes Nacionales	28
2.1.3 Antecedentes Regional y Local	30
2.2 Bases teóricas y científicas	32
2.2.1 Dientes de Bovino.....	32
2.2.2 Resistencia a la Microtracción (μ TBS).....	33
2.2.3 Aspectos generales y fundamentos de la odontología adhesiva y restaurativa	37

2.2.4	Adhesivo Single Bond™ Universal - 3M.....	43
2.2.5	Evolución de las Resinas Compuestas.....	46
2.2.6	Clasificación de las resinas compuestas	58
2.2.7	Propiedades de las resinas.....	74
2.2.8	La nanotecnología.....	77
2.2.9	Resinas bulk fill	78
2.2.10	Técnicas para restauración directa con resinas compuestas	90
2.2.11	Polimerización de resinas	91
2.2.12	Norma Técnica para las pruebas de microtracción en materiales odontológicos ISO/TS 11405: Adhesión a tracción y resistencia de las uniones de materiales dentales y adhesivos	97
2.3	Definición de términos básicos.....	97
2.4	Formación de hipótesis	99
2.4.1	Hipótesis general.....	99
2.4.2	Hipótesis específicas.....	99
2.5	Identificación de Variables	101
2.5.1	Variable Independiente	101
2.5.2	Variable Dependiente	101
2.5.3	Variables intervinientes	101
2.6	Definición Operacional de variables, dimensión e indicadores....	102
CAPÍTULO III.....		104
3	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	104
3.1	Nivel y tipo de investigación	104
3.2	Diseño y método de la investigación	105
3.2.1	Diseño	105
3.2.2	Método de la investigación.....	105
3.3	Determinación de la Población y Muestra.....	106
3.3.1	Población	106
3.3.2	Muestra	106

3.3.3	Muestreo	106
3.3.4	Marco Muestral.....	107
3.3.5	Unidad de muestra	107
3.3.6	Unidad de Análisis.....	107
3.3.7	Criterios de Inclusión.....	107
3.3.8	Criterios de Exclusión.....	107
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados	107
3.5	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	112
CAPÍTULO IV.....		113
4	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	113
4.1	Análisis descriptivo.....	113
4.2	Prueba de normalidad	117
4.3	Prueba de homogeneidad de varianzas	123
4.4	Prueba de linealidad.....	124
4.5	Prueba de hipótesis, contraste de hipótesis o test de hipótesis	125
CAPÍTULO V		130
5	DISCUSIÓN	130
CONCLUSIONES		141
SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES.....		142
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		144
ANEXOS.....		160
ANEXO “I” PLAN DE TESIS O PERFIL DE ESTRUCTURA DE LA TESIS		161
Anexo “II” Matriz de consistencia		163
ANEXO “III” Guía de observación.....		164
ANEXO IV CERTIFICADO E INFORME TÉCNICO DEL ENSAYO DE MICROTRACCIÓN.		165
ANEXO “V” REGISTRO FOTGRÁFICO DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE TESIS		175
NOTA BIBLIOGRAFICA		190
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....		¡Error! Marcador no definido.

INTRODUCCIÓN

Gracias a los avances tecnológicos en la odontología, existe una amplia gama de materiales dentales, dentro de los cuales se puede mencionar a las resinas compuestas de nanotecnología de sistema Bulk-Fill, cuyas propiedades han sido mejoradas incidiendo positivamente en la resistencia al desgaste, mayor estética, fácil manipulación, durabilidad y disminución del tiempo de trabajo dentro del consultorio dental, convirtiéndolos en materiales de elección tanto por el paciente como para el profesional.^{1,2}

Por otro lado, la odontología restauradora actual se basa fundamentalmente en los procesos adhesivos entre la restauración y el diente con diseño de cavidades más conservadoras, y la adhesión a la dentina es el real desafío actual de los estudios de investigación.⁹¹

Las resinas compuestas nanohíbridas del sistema Bulk-Fill también llamadas relleno a granel, se caracterizan por su aplicación en bloques de hasta 4 y 5 mm de profundidad, permitiendo una disminución de tiempo clínico. Actualmente podemos encontrar en el mercado resinas Bulk-Fill de dos tipos: modelable y las fluidas. Cuya ventaja es la reducción del estrés de contracción, ya que poseen partículas denominadas mitigadores de estrés, los cuales certifican un mejor sellado marginal, evitando así microfiltración, sensibilidad y caries por retención de placa. Estos mitigadores tienen un bajo módulo de elasticidad actuando como muelles en el proceso de contracción.³

Aplicando la odontología basada en evidencias, el presente estudio de investigación tuvo como objetivo realizar la comparación de resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas nanohíbridas, dos de ellas de sistema Bulk-Fill

(Filtek™ Bulk Fill de 3M Espe y Opus Bulk Fill Aps De Fgm), y una resina nanohíbrida convencional (Filtek™ Z350 Xt De 3m Espe), mediante la utilización de la técnica de monobloque, realizadas en dientes de bovino; tomando de referencia para este estudio un test o prueba de microtracción y así obtener las diferencias que existen entre ellas, con el fin de señalar cuál se podrá recomendar para un tratamiento restaurador con buenos resultados a la adhesión, mínimo grado de contracción y así asegurar la longevidad del material al paso del tiempo.⁴

CAPÍTULO I

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación y Planteamiento del problema

En la actualidad y gracias a los avances tecnológicos en la odontología restauradora, existen materiales dentales de alta gama, y la estética viene a ser un requisito indispensable, pero el paciente que acude al consultorio dental no solo desea la estética del material, sino también exige, su durabilidad y longevidad al paso del tiempo.^{90,91}

Dentro de las restauraciones estéticas se consideran a las resinas de nanotecnología el material actual con mejores resultados, proporcionando alta resistencia al desgaste, excelente textura superficial y mejores propiedades mecánicas que las antiguas resinas de micropartículas. La resina compuesta nanohíbrida de sistema Bulk Fill se encuentra dentro de los compuestos de nanotecnología, esta se creó con el fin de realizar incrementos de hasta 4 mm mediante el uso de la técnica de monobloque que consiste en aplicar una sola capa de resina, resultando simple, rápida y práctica para el operador; minimizando así el tiempo de trabajo, ya que con la modificación de sus componentes llamados mitigadores de estrés, ayudan a disminuir la contracción del material, evitando microfiltración, sensibilidad y caries por retención de alimentos en el sellado marginal.^{67, 92, 97}

Un estudio sobre resistencia compresiva en resinas cuyas áreas de superficie de estudio fue de 4x2mm, se observó que la resina compuesta convencional (Filtek™ Z250 XT) obtuvo 295,94Mpa a comparación de la resina de sistema bulk-fill (Tetric® N-Ceram Bulk Fill) que obtuvo 310,06

Mpa. Dando así a las resinas Bulk-Fill la mejor opción para restauraciones posteriores.²⁷

Sobre microfiltración en resinas de nanotecnología, se obtuvo que la resina OPUS BULK FILL APS (FGM) con un promedio de 2,74%, demostró un grado de menor índice de microfiltración, comparada con la resina compuesta convencional Forma (Ultradent) con un promedio de 2,82%. La microfiltración también está relacionada con la calidad de las lámparas LED y la potencia de radiación, estudios realizados concluyeron que la resina Bulk-Fill al ser polimerizada con lámpara LED (Rainbow Curing light) a 20 segundos presenta mayor porcentaje de microfiltración en el nivel severo con el 80% y nulo con el 13,3%, mientras que con la lámpara LED (Valo Ultradent) a 3 segundos, presenta un menor grado de microfiltración en nivel severo con el 53,3%, moderado con el 26,7% y nulo con el 20%.^{28, 30}

Estudios sobre dureza superficial y profundidad en resinas, determinó que el sistema de bulk-fill (filtek de 3M) con $76,211 \pm 6,413$ Mpa, posee valores similares a una resina convencional (Filtek 3M z350) con $85,088 \pm 5,087$ Mpa, y esta última resina convencional presentó mejores resultados en profundidad de incrementos de 2mm, dejando en desventaja al sistema Bulk-Fill.³¹

Al evaluar la flexión cuspídea de premolares con restauraciones clase II restauradas con resinas Bulk Fill, y otra con resina convencional (técnica incremental). el desarrollo de estrés de polimerización fue menor en resinas Bulk Fill a comparación de las resinas compuestas convencionales y fluidas.⁶⁹

En este presente estudio se utilizaron dos resinas compuestas de sistema Bulk-Fill y una resina compuesta convencional, ambas de clasificación

nanohíbridas. La resina Filtek™ Bulk Fill de 3M Espe, es una resina que ha sido optimizada para crear restauraciones posteriores más sencillas y rápidas, se polimerizan con un estrés mínimo, lo cual proporciona una profundidad de polimerización de hasta 5 mm. La resina Opus Bulk Fill Aps De Fgm se caracteriza por presentar una baja tensión de contracción, con incrementos también de hasta 5mm, conserva su brillo y pulido. La resina Filtek™ Z350 Xt De 3m Espe, se aplica en incrementos de solo 2mm, está diseñada para ser utilizada en restauraciones anteriores y posteriores, posee componentes que otorgan un aletargado envejecimiento. Estudios realizados demostraron que dicha resina obtuvo mayores valores de microdureza con una temperatura mayor a 40° C.^{32, 72, 73,74}

Por todo lo expuesto, el presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de comparar las tres resinas compuestas nanohíbridas sometidas a una prueba de resistencia de microtracción in vitro, con el fin de obtener información adecuada de este material.

1.1.1 Delimitación de la Investigación

En el presente estudio se analizó la resistencia a la microtracción de las resinas convencionales nanohíbridas Bulk-Fill en dientes de bovino, in vitro, mediante la prueba o Test de microtracción y se determinó el grado de resistencia en Mpa de cada resina, para luego señalar cuál de ellas es la que generó mejores resultados según la metodología de trabajo.^{1,2}

La ejecución, medición y análisis del presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. de Lima, Perú, en el año 2019.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema principal

¿Existirán diferencias entre los grados de resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas Bulk-Fill, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será el grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019?
- ¿Cuál será el grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019?
- ¿Cuál será el grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019?
- ¿Cuál de las tres resinas compuestas nanohíbridas Bulk-Fill tendrá mayor grado de resistencia a la microtracción in vitro, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019?

1.3 Formulación de Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Comparar los grados de resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas Bulk-Fill, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.
- Determinar el grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.
- Determinar el grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.
- Determinar cuál de las tres resinas compuestas nanohíbridas Bulk-Fill, tendrá mayor grado de resistencia a la microtracción in vitro, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

1.4 Justificación e importancia de la Investigación

Es importante lograr un punto de encuentro entre el paciente y el odontólogo con relación a la estética requerida, y con los avances de la ciencia ha aumentado la demanda de pacientes que exigen estética, durabilidad y resistencia, siendo las resinas compuestas o composites uno de los materiales dentales de elección más utilizados para las restauraciones directas.

Las resinas compuestas nanohíbridas de sistema Bulk-Fill presentan varias ventajas en relación a otros materiales restauradores convencionales, como es la rapidez en la técnica de ejecución, mejor acabo de pulido, brillo y menor contracción del material al paso del tiempo, evitando así microfiltración, sensibilidad post operatoria, retención de alimentos y caries.

Al igual que los diferentes productos tecnológicos de alta gama, el precio de este material en el mercado actual es elevado a comparación de las resinas convencionales, pero el beneficio de elegir las nos brinda la calidad de un buen material reflejado en los resultados de estudios recientes y corroborados en casos clínicos tratados.

Por el surgimiento reciente de las resinas Bulk-Fill y el grado de aceptación que ha obtenido a nivel comercial, convierte a este material en un objeto de estudio prioritario, ya que es de relevancia evaluar sus propiedades físicas y mecánicas, así como la aplicación clínica de estas propiedades, de manera que se pueda comparar la calidad de estas restauraciones, sus ventajas y desventajas respecto a las realizadas mediante la práctica restaurativa convencional.

Por otro lado, con los resultados favorables obtenidos con el presente trabajo de investigación que es relativamente mayor a los trabajos ya existentes, lo que se busca de esta manera es poder llamar la atención al ministerio de Salud en el Perú y promover proyectos de Salud en Odontología, ya que la realidad en nuestro país donde las personas que quieran acceder a dichos tratamientos estéticos con materiales de alta gama tienen que asistir a la práctica privada, pero las limitaciones se da en las personas de extrema pobreza; entonces haciendo honor al nombre del presente año 2020 “Año de la Universalización de la Salud”, y teniendo en cuenta como parte de la importancia de nuestro trabajo, sirva en nuestra región Huánuco como un antecedente para nuevos trabajos de investigación y con ello a la vez haciendo que los odontólogos también puedan elegir un mejor material al momento de realizar los tratamientos.

1.5 Limitaciones de la Investigación

- La escasa información de trabajos de investigación en la localidad de Huánuco sobre el tema de microtracción en resinas compuestas.
- Laboratorios en la localidad donde se puedan realizar estudios mecánicos, físicos y químicos a nivel micro.
- El financiamiento económico para realizar el proyecto en la ciudad de Lima.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudios realizados

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Soto K. Chile, 2019. “Comparación de resistencia a la tracción entre resinas compuestas bulk fill y nanohíbrida adheridas a dentina con diferentes sistemas adhesivos. estudio in vitro”. Objetivo: La resistencia a la tracción inmediata de resina compuesta Bulk Fill con diferentes sistemas adhesivos es significativamente mayor que la resistencia a la tracción inmediata de resina nanohíbrida con diferentes sistemas adhesivos. Materiales y métodos: Se utilizaron 40 terceros molares humanos sanos, sin alteraciones del desarrollo, área oclusal mayor a 16 mm² y desarrollo radicular completo. Los especímenes se recolectaron después de obtener el acta de donación de los respectivos pacientes, acta previamente aprobado por el comité de Bioética de la Universidad de Talca. Los dientes fueron almacenados en cloruro de sodio al 0,9% durante todo el proceso de investigación. La superficie oclusal de cada diente se desgastó hasta exponer dentina media con fresa troncocónica de diamante 012 y se creó una capa de smear layer homogénea a través de discos de pulido. Posteriormente cada espécimen fue colocado en cilindros de acrílico rosado de autocurado (Marche®), una vez preparados los especímenes se distribuyeron aleatoriamente en cuatro grupos experimentales de diez especímenes cada uno: Grupo N°1 Single Bond 2® y Filtek® Z350 XT, Grupo N°2 Single Bond 2® y Filtek® Bulk fill, Grupo N°3 Single Bond

Universal® y Filtek® Bulk fill y Grupo N°4 Single Bond Universal® y Filtek®Z350 XT. A cada espécimen se le confeccionó un vástago de resina compuesta adherido a dentina con cada uno de los biomateriales mencionados para ser sumergido en acrílico para formar una probeta con dos extremos cilíndricos. Una vez terminados se realizó un proceso de termociclado de 250 ciclos de 1 minuto en etapas de 20 segundos a 5°C, 10 segundos de a temperamento, 20 segundos a 55°C y 10 segundos de a temperamento. Posteriormente cada espécimen fue sometido a pruebas de tracción a través de la máquina Instron facilitada por la Universidad de Valparaíso (EMIC Instron 23S São José dos Pinhães, Brazil). Se analizaron los tipos de falla con un microscopio operativo Carl Zeiss® modelo OPMI PICO, con aumento de 50X, se clasificaron los tipos de falla en adhesiva, cohesiva y mixta dependiendo del análisis de la superficie de unión. Resultados: El valor promedio y desviación estándar de resistencia a la tracción inmediata y el tipo de falla obtenido fue para Grupo N°1 $11,31 \pm 4,13$ MPa, con un 55,6% de falla cohesiva, Grupo N°2 $13,59 \pm 6,47$ MPa, con un 66,6% de falla mixta, 1 Grupo N°3 un valor de $8,81 \pm 3,43$ MPa, con un 60% de falla adhesiva y Grupo N°4 un $7,31 \pm 1,75$ MPa, y predominio de falla mixta en un 55,5%. Conclusiones: Entre los grupos estudiados existieron diferencias estadísticamente significativas de acuerdo al test Kruskal Wallis ($p=0,026$); al realizar análisis estadísticos por grupos se observó que hay diferencia estadísticamente significativa entre los Grupos N° 1 y 4, según test Mann-Whitney ($p=0,014$), también se observó diferencia estadística al comparar las técnicas de

acondicionamiento de la dentina independiente de las resinas utilizadas, ($p=0,005$). En cuanto al tipo de falla, se observó que hay diferencia estadísticamente significativa en la frecuencia del tipo de falla por grupos ($p=0,008$). La mayor frecuencia de tipo de falla en el total de los especímenes fue falla mixta con un 51,3%.⁹

Farías C, Meireles S, Duarte R, Montenegro R, Andrade A. Brasil, 2017. “Resistencia de unión microtensil de los compuestos de resina de relleno de tipo bulk fill: análisis in vitro”. Objetivo: Analizar la fuerza de adhesión microtensil a la dentina restauraciones compuestos hechos de tipo bulk-relleno. Material y método: Se utilizaron 15 dientes terceros molares, cuya capa oclusal fue cortada, exponiéndose la dentina. Los dientes fueron divididos en tres grupos de acuerdo con el tipo de materiales de restauración. Todos los grupos se trataron con el sistema adhesivo Single Bond 2. Posteriormente se cortaron en barras con aproximadamente 1 mm de ancho, profundidad de 1 mm y 8 mm de alto, que se fijaron en la máquina de microtracción universal. 10 palos de cada diente se utilizaron en el experimento total de 50 palos por grupo. La fuerza de enlace microtracción de resistencia fueron expresadas en MPa. El modo de fallos se evaluó en un microscopio óptico. Los datos se analizaron estadísticamente mediante ANOVA y prueba de Tukey ($p < 0,05$). Resultados: Los tres compuestos estudiados entre sí difirieron estadísticamente ($p < 0,000$). Bulk llenar los materiales compuestos de resistencia de adhesión de microtensión tenían similar y mayor que la convencional ($p < 0,000$) El modo de fallo patrón encontrado en todos los grupos fue el mezclado estudiados.

Conclusión: Los materiales compuestos a granel de relleno mostró los mayores valores de resistencia de la unión microtracción con la técnica de restauración utilizados.¹⁰

Pereira R. Brasil, 2017. “Evaluación de la resistencia de unión a la fuerza de microtracción, nanoinfiltración y adaptación marginal de los sistemas resinosos bulk-fill que son sometidos al envejecimiento termociclado y sin termociclado”. Objetivo: El objetivo de este estudio fue evaluar la fuerza de unión (RU) de microtensión, nanofiltración (NI) y adaptación marginal (AM) de tres compuestos fotopolimerizables Bulk-Fill o relleno a granel, comparándolos con un nanocompuesto convencional después de un ciclo de termociclado mecánico y térmico (CMT). Materiales y métodos: Se seleccionaron noventa y seis terceros molares humanos sanos y se dividieron en 8 grupos (n = 12) según el tipo compuesto: Filtek Z350 XT - 3M ESPE (Z350), Tetric N-Ceram Bulk Fill - Ivoclar Vivadent (TET), Restaurador posterior Filtek Bulk Fill - 3M ESPE (FBF) y SonicFill - KAVO Kerr (SF) y envejecimiento: con CMT y sin CMT. Las muestras fueron restauradas en una cavidad de clase I (5 mm en la dirección mesiodistal, 4 mm bucolingual y 4 mm de profundidad), envejecidas o no y enviadas al Reino Unido (n = 7) por medio de palillos de dientes obtenidos de la región restaurada. Para NI, se seleccionaron dos palillos de cada diente para evaluar la infiltración de iones nitrato de plata. Para AM (n = 5), los dientes se seccionaron paralelos y perpendiculares a la superficie oclusal y se hicieron réplicas de resina epoxi a partir de las impresiones de superficie obtenidas. El patrón de fractura, NI y AM de las paredes de la cavidad circundante e inferior se

evaluaron mediante microscopio electrónico de barrido. Los análisis cuantitativos de NI y AM se realizaron con la ayuda del software ImageJ y los datos obtenidos de todas las pruebas se sometieron a ANOVA de dos vías y prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). Resultados: Los resultados mostraron que presenta la TTE RU valores mayores cuando se comparan con SF. Z350 y FBF presentaron valores RU estadísticamente similar a la otra. Los patrones de fractura que ocurre más frecuentemente Eran resina cohesivo o adhesivo para todos los compuestos, excepto por no FBF presentado a la CMT, con el mayor porcentaje de fracasos mixtos. cuando se someten a CMT, la tasa de fallos de adhesivo aumentó para todos los compuestos, excepto para TET, que había aumentado su tasa de fallos mixtos. En cuanto a la NI, los valores más altos se obtuvieron por TET, que difieren significativamente de los otros, que mostró resultados similares usted. Cuando no sujeto a CMT, la formación más pequeña valores de ranura en las paredes de Antecedentes Se obtuvieron por TET y SF, que difiere de la otra, que no difieren entre sí. Cuando se someten a la CMT, FBF tuvo la mayor formación de valores ranura en las paredes de fondo, seguido por Z350 y SF. TET no difiere estadísticamente FBF y Z350. Los porcentajes más altos de la formación de rendija en las paredes que rodean eran Z350 obtiene independiente de haber sido sometido o no CMT. Cuando no estén sometidos CMT otros materiales compuestos mostraron valores más bajos formación de grietas y no estadísticamente diferentes. Cuando se someten a la CMT, TET y SF presentaron los valores más bajos. FBF no difirió significativamente de los otros. envejecimiento muestras a través de CMT sólo afectaron los resultados de AM. se concluyó que el composite mayor

de relleno probados mostró un rendimiento similar nanocompuesto estable convencional y mantenido en la cara de los retos del envejecimiento. Palabras clave: resinas compuestas. Resistencia a la tracción. fugas dentales. adaptación diente marginal. ¹¹

Dos Santos L. Brasil, 2017. “Estudio del comportamiento de la resina Bulk-Fill o de relleno a granel en restauraciones de clase I mediante microtomografía computarizada y microtracción”. Objetivo: Esta tesis, dividido en dos capítulos, tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de las resinas compuestas de relleno a granel en la clase I restauraciones imanes por microtomografía computarizada (μ CT) y enlace microtracción fuerza (μ TBS). Capítulo I y PS μ TBS evaluados en el BFC y resinas compuestas convencionales restauraciones clase I, y la correlación entre estos factores. Materiales y métodos: clase Cavidades I (4x5x4 mm) (factor C = 4,2) se realizaron en los terceros molares libres de caries, que se dividieron aleatoriamente en 4 grupos (n = 6): Z350 XT (+): inserción incremental (II) y el llenado manual (PM); Z350 XT (-): sola inserción (UI) y PM; TBF (N Tetric Ceram Bulk Fill: UI y PM); y SFU [SonicFill: UI y el relleno de ultrasonidos (PU)]. Los dientes se escanearon y se analizaron con μ CT en dos tiempos: T0 después del llenado de la cavidad con resinas compuestas y T1 para CP después de la polimerización. Después de 1 semana, las muestras se seccionaron transversalmente a la dirección mesiodistal bucolingual y para obtener muestras de aproximadamente 1mm² de espesor y se fijaron en el dispositivo para la máquina de ensayo universal para realizar μ TBS. Los datos demostraron una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos CP XT Z350

(+) y Z350 XT (-) y SFU entre XT y Z350 (-) (Kruskal-Wallis y Dunn, p 0,05). Se concluyó que la CT mostró resina RBF similar a nanopartículas convencional insertado de forma incremental. La resistencia de la unión fue mayor para la resina convencional insertada en la técnica incremental con los fracasos antes de la prueba más bajas en comparación con el RBF. No se observó correlación entre CP y la fuerza de unión cuando se utiliza RBF y convencional. Capítulo II evaluó la contracción de polimerización en volumen (CV), brecha (SG) y la parte (VP) utilizando restauraciones de Clase I en μ CT RBF y convencional, y su correlación. clase Cavidades I (4x5x4 mm) = 4,2-factor de C, se realizaron en los terceros molares libres de caries humana que fueron aleatorizados y divididos en 5 grupos (n = 6): Z350 XT (+) (II / PM); Z350 XT (-) (UI / PM); TBF (IU / PM); SFM [(SonicFill (IU / PM)] y SFU (IU / PU). Los dientes se escanearon y se analizaron con μ CT en dos tiempos: T0 después de rellenar la cavidad con resina y T1 compuesta después de la polimerización a VG y VP y VC (T1-T0). Después de 1 semana, las muestras se seccionaron transversalmente a la dirección mesiodistal bucolingual y para obtener muestras de aproximadamente 1mm² de espesor, y se colocan en una máquina de ensayo universal para realizar μ TBS. Resultados: La prueba de Kruskal-Wallis y Dunn, demostraron una diferencia estadísticamente significativa en VC en μ CT para grupo Z350 XT (+) y Z350 XT (-) y entre SFU y Z350 XT (-) y la diferencia entre el VP Z350 XT (+) y RBF (p 0,05). Hubo una correlación positiva entre la CV frente a frente VG y VP de la VC (Spearman p < 0,05) Se concluyó que la RBF tanto sónica y manual contracción de polimerización de inserción y de creación de intersticios

mostró similar a la resina convencional de nanopartículas incrustado de forma incremental. Existe una correlación positiva entre la contracción de polimerización y la formación del espacio libre extremo y entre la contracción de polimerización y de los poros en los materiales compuestos. La separación final se formó principalmente por la brecha generada durante la resina de inserción / llenado inicial en la cavidad y no a la contracción de polimerización.¹²

Mandava J, Vegesna DP, Ravi R, Boddeda MR, Uppalapati LV, Ghazan- faruddin MD. India 2017. “Resistencia de la unión Microtracción de Bulk- Fill restaurador materiales compuestos a la dentina”. Objetivo: el objetivo del estudio fue evaluar y comparar la resistencia de la unión de tres microtensil de llenado a granel materiales compuestos de restauración con un compuesto nanohíbrido. Materiales y métodos: Cavidades de Clase I se prepararon en sesenta molares mandibulares. Los dientes fueron divididos en 4 grupos (n = 15 cada uno) y en el grupo I, las cavidades preparadas se restauran con nanohíbrido (Filtek Z250 XT) de compuesto de restauración en forma incremental. En el grupo II, III y IV, los materiales compuestos a granel de llenado (Filtek, Tetric Evo-Ceram, X-tra fil restauradores mayor de llenado) se colocaron 4 mm solo incremento y la luz curado. Los dientes restaurados fueron sometidos a termociclado y resistencia de la unión de prueba se hizo utilizando Instron pruebas de máquina. El modo de fallo se evaluó mediante el microscopio electrónico de barrido (SEM). Los valores de resistencia de adhesión obtenidos en megapascales (MPa) se sometieron a análisis estadístico, utilizando SPSS / PC versión 20 software. One-way ANOVA se utilizó para la comparación de GroupWise de la resistencia de

la unión. Resultados: La fuerza de unión media más alta se logró con el restaurador de relleno a granel Filtek que muestra una diferencia estadísticamente significativa con los compuestos de relleno a granel Tetric EvoCeram ($p < 0.003$) y X-tra fil ($p < 0.001$). Las fallas adhesivas se observan principalmente con los compuestos de relleno a granel X-tra fil, mientras que las fallas mixtas son más comunes con otros compuestos de relleno a granel. Conclusiones: Los materiales compuestos de relleno a granel exhibieron una resistencia de unión adecuada a la dentina y pueden considerarse como material restaurador de elección en áreas posteriores que soportan estrés.¹³

Cadorim J, Sasset A, Taufer C, Do Amaral R. Brasil, 2017. “Resistencia microtensil de compuestos con diferentes viscosidades”. Objetivos: evaluar la resistencia microtensil de las resinas compuestos con diferentes viscosidades. Materiales y método: se hicieron 40 muestras (PC) en forma de reloj de arena (3 x 2 x 2 mm), con 10 para cada grupo analizado ($n = 10$): G1: compuesto fluido de incremento único SDR (Dentsply, EE. UU.); G2: compuesto Opallis Flow microhíbrido fluido (FGM, Brasil); G3: Compuesto microhíbrido Esthet-X (Dentsply, EE. UU.); G4: composite condensable microhíbrido Filtek P-60 (3M ESPE, EE. UU.). Los CP se fotoactivaron según tiempo recomendado por los fabricantes. El área de la sección las vistas transversales de cada CP se midieron con un calibrador digital y se probaron de forma microtensiva en una máquina de prueba universal con velocidad de 1 mm / min. La resistencia a microtensil fue analizado por ANOVA y prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). Resultados: las medias (MPa) fueron: G1: 39.83; G2: 26,0; G3: 37,51; G4: 32,16. G1, G3

y G4 obtenidos medios estadísticamente similares y superiores a G2. Conclusiones: se puede ver que el compuesto fluido El SDR de incremento único demostró un rendimiento similar de la resistencia microtensil en comparación con compuestos microhíbridos convencionales y superiores a los compuestos fluidos tradicionales. Palabras clave: resinas compuestas. Resistencia a la tracción. Viscosidad. ¹⁴

Van Ende A, Munck J, Kristen L, Landuyt V, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bélgica, 2013. Compuestos Bulk-Fill Flow en cavidades posteriores de alto factor c: efecto sobre la adhesión a la dentina del fondo de la cavidad. Objetivo: Evaluar el efecto de los compuestos de relleno a granel o Bulk-Fill Flow de cavidades posteriores de alto factor C sobre la adhesión a la dentina del fondo de la cavidad. Materiales y métodos: Un compuesto fluido universal (G-aenial Flo universal, GC), un compuesto a base de Bulk-Fill fluido (SDR Posterior a granel relleno fluido Base, Dentsply) y un compuesto tipo pasta convencional (Z100, 3M ESPE) se unieron en cavidades estandarizadas con configuraciones diferentes cavidades (C-factores), a saber, C = 3,86 (Clase-I cavidad de 2,5 mm de profundidad, bulk llenada), C = 5,57 (cavidad Clase-I de 4 mm de profundidad, bulk- llenada), C = 1,95 (Clase-I cavidad de 2,5 mm de profundidad, llenada en tres capas iguales) y C = 0.26 (superficie plana). Después de una semana de almacenamiento de agua, las restauraciones se seccionaron en 4 micro-muestras rectangulares y se sometieron a una prueba de resistencia de la unión micro-tracción (TBS). Resultados: Se encontraron diferencias altamente significativas entre pares de medias de los grupos experimentales (Kruskal-Wallis, $p < 0,0001$). Usando el

compuesto a base de Bulk-Fill fluido (SDR Posterior a granel relleno fluido Base, Dentsply), no se midieron diferencias significativas en las micro TBS entre todas las configuraciones de las cavidades ($p > 0,05$). Usando el compuesto fluido universal (G-aenial Flo universal, GC) y el modo de pasta Z100 compuesto (3M ESPE), la micro TBS a la dentina de la cavidad de fondo convencional no fue significativamente diferente de la de SDR (Dentsply). Cuando las cavidades estaban llenas de capas o la superficie plana se acumulaba en capas; sin embargo, fue significativamente menor cuando las cavidades de clase I se archivaron en masa, independientemente de la profundidad de la cavidad. Importancia: La técnica de relleno y el tipo de material compuesto pueden tener un gran impacto en la adhesión del material compuesto, en particular en las cavidades con factor C elevado. Mientras que el compuesto base fluido de relleno a granel proporcionó resistencias de unión satisfactorias independientemente de la técnica de llenado y la profundidad de la cavidad, la adhesión falló cuando se usaron compuestos convencionales a granel.¹⁵

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Llufire SG. Lima. 2018. Fuerza de resistencia adhesiva a la microtracción y grado de nanofiltración de tres sistemas de grabado lavado aplicados bajo dos protocolos simplificados de deshidratación en la técnica adhesiva húmeda con etanol. Objetivo: Determinar si existen diferencias en la fuerza de resistencia adhesiva a la microtracción y en el grado de nanofiltración entre 3 sistemas adhesivos al aplicarlos bajo dos protocolos de deshidratación de la técnica adhesiva húmeda en etanol. Materiales y Métodos: Se recolectaron 18 piezas dentarias molares humanas, que fueron

preparadas en primer lugar dentro de un sistema para simular la presión pulpar fisiológica; donde luego se realizaron restauraciones con los sistemas adhesivos: Single Bond (SB); Optibond Solo (OBS) y Optibond FL – Bond (OBFL) y bajo los protocolos de adhesión con lavado: Etanol 100% (E100); Etanol en concentraciones ascendentes 50 -100% (E123) y Agua (Agua), obteniendo un total de 9 grupos de trabajo. Luego, los dientes restaurados fueron cortados para obtener especímenes en forma de cerillas y someterlos así al ensayo de tracción. Paralelamente se evaluó la nanofiltración tras escoger 4 cerillas aleatorias de cada grupo de trabajo, realizándose en ellas una tinción con nitrato de plata amoniacal. Seguidamente fueron reveladas, y desgastadas longitudinalmente con finas lijas de agua para su evaluación microscópica a 100x bajo una escala de nanofiltración. Adicionalmente se realizó la evaluación del contenido porcentual de elementos no volátiles y la evaluación de valores de ángulos de contacto, de cada uno de los productos adhesivos. Resultados: Se encontraron diferencias significativas al comparar la técnica adhesiva húmeda en agua, con la técnica adhesiva húmeda en etanol, tanto con el protocolo de lavado E100 como E123. Se evidencia la tendencia en superioridad de los valores de fuerza adhesiva de cada Sistema Adhesivo al aplicarlos con las diferentes técnicas de adhesión húmedas en etanol. Con respecto a la nanofiltración se encontraron distribuciones homogéneas, sin encontrar diferencias significativas entre grupos. Conclusión: Existen diferencias en el nivel de fuerza adhesiva entre los 3 sistemas adhesivos empleados al aplicarlos con las diferentes técnicas adhesivas, pero no existen diferencias en el grado de nanofiltración.¹⁶

2.1.3 Antecedentes Regional y Local

Campos PE, Figueroa JG. Efecto de las técnicas de fotopolimerización sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la resina forma (Ultradent), realizado en los laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería, 2018. Objetivo: El objetivo de este estudio fue determinar las diferencias del efecto de las técnicas de fotopolimerización sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la resina Forma (ULTRADENT). Materiales y métodos: El estudio fue de nivel explicativo, de tipo experimental, prospectivo, transversal y analítico con un diseño de tipo factorial 2x3. Se confeccionaron 48 muestras (4mm x 4mm), dos grupos de resinas, resina Fitek Bulk Fill (3M ESPE) y Forma (ULTRADENT), y 3 subgrupos con las técnicas de fotopolimerización, técnica full (T1), rampante (T2) y pulsátil (T3) obteniendo 6 tratamientos y 8 repeticiones, conservados en agua destilada 24 horas. Se uso para la prueba de resistencia compresiva una máquina de ensayo universal marca J. ALFRED AMSLER, con una velocidad de desplazamiento fijo de 1,5mm/min hasta el momento de la fractura de las muestras. Resultados: Se usó la prueba de Shapiro-Wilk, la prueba estadística ANOVA y la prueba de Tukey. Los promedios de resistencia compresiva en resinas fueron de 166.41 MPa para Filtek Bulk Fill (3M ESPE) siendo esta significativamente mayor a la media 132.08 MPa para la resina Forma; y en técnicas de fotopolimerización tuvieron un promedio de T2=169.14 MPa siendo mayor significativamente a las T1=141.25 MPa y T3=137.34 MPa. Conclusiones: La resistencia compresiva es mayor en la resina compuesta Filtek Bulk Fill con respecto a

la resina Forma y la resina fotopolimerizada con la técnica rampante (T2), presenta mayor resistencia compresiva, frente a las otras técnicas de fotopolimerización.⁹⁷

Huavil K, Nieves L. Huánuco 2019. Microdureza superficial entre dos resinas compuestas a base de zirconia, según el momento del pulido: estudio in vitro. Objetivos: Determinar la microdureza superficial entre dos resinas compuestas a base de Zirconia según el momento de pulido, estudio in vitro. Metodología: La muestra estuvo conformada por 32 bloques cilíndricos de 6mm de diámetro por 6mm de altura de los cuales 16 bloques fueron elaborados con resina VITTRA APS (FGM) y 16 bloques con resina FORMA (ULTRADENT). Estas muestras a su vez fueron subdivididas en 2 grupos según el momento de pulido, es decir 8 muestras pulidas inmediatamente después de la preparación de la muestra y 8 muestras fueron pulidas después de las 24 horas de preparadas las muestras, El pulido se realizó con discos de óxido de aluminio (Sof-lex) de grano grueso a grano fino, Por último se realizó la medición de la dureza superficial de los grupos mediante el ensayo Vickers. Se realizó la Prueba de T – Stundet, Anova y Tukey. Resultados: En los resultados estadísticos de la resina compuesta FORMA – ULTRADENT de pulido inmediato, se halló la Media = 38.68, la Moda = 32.89, como valor Mínimo 32.89 y Máximo de 42.58; así mismo en los resultados estadísticos con la misma resina compuesta, pero pulido después de 24 horas; se halló la Media = 32.50, la Moda = 32.96, como valor Mínimo 26.75 y Máximo de 38.85, de la misma forma en los resultados estadísticos de la resina compuesta VITTRA – FGM de pulido inmediato, se halló la Media = 37.34, la Moda = 32.50, como valor Mínimo 32.50 y

Máximo de 44.92; así mismo en los resultados estadísticos de la misma resina compuesta, pero pulido después de 24 horas; se halló la Media = 35.49, la Moda = 32.45, como valor Mínimo 32.45 y Máximo de 42.78. Conclusiones: Los valores encontrados mostraron que la Resina VITTRA - FGM al pulido inmediato mostró una media de 37.3375HV y pulido después de 24 horas la media de 35.4863HV siendo más estable en comparación de la resina FORMA – ULTRADENT al pulido inmediato obtuvo la media de 38.6825HV y pulido después de 24 horas una media de 32.50 siendo menos estable.⁹⁸

2.2 Bases teóricas y científicas

2.2.1 Dientes de Bovino

En 1979, Fusayama ha probado la posibilidad de utilizar marfil como un sustituto de dentina humana en las mediciones de adherencia a la tracción. Sin embargo, los autores concluyeron que la unión al marfil era bastante diferente de la unión a la dentina humana.¹⁷

Según Reis AF, et al, en el año 2004, con su estudio titulado Comparación de la Fuerza de Unión Microtensil al esmalte y dentina de los dientes de humanos, bovinos y porcinos, con el propósito de determinar las fuerzas de unión promovidas por un sistema adhesivo al esmalte y dentina, y comparar su micromorfología grabada mediante microscopía electrónica de barrido, los valores que se obtuvieron fueron similares en la dentina media, a pesar de algunas diferencias anatómicas y permeabilidad, los estudios morfológicos histoquímicas y comparativos han puesto de manifiesto que todos los dientes de los mamíferos son esencialmente similares, son muy parecidos con respecto a número y el diámetro de los

túbulos de dentina en mediados de profundidad, con los dientes de humano aproximadamente 25.000 túbulos / mm². Concluyendo así, que los dientes de bovinos demostraron ser posibles sustitutos de los dientes humanos en las pruebas de unión de esmalte y/o dentina. Sin embargo, a pesar de que los dientes de porcinos proporcionaron fuerzas de unión del esmalte y la dentina similares a los dientes de humanos y de bovinos, la morfología del esmalte presentó una configuración muy diferente.¹⁸

La necesidad de llevar a cabo ensayos in vitro de adhesivos, resina y otros materiales en los dientes y porque los dientes humanos no son siempre fácilmente disponibles, deben buscarse sustitutos. Aunque los dientes humanos son preferibles, diferentes estudios muestran que los dientes de la especie bovina son los mejores sustitutos para probar la adherencia de la resina^{19,20}.

2.2.2 Resistencia a la Microtracción (μ TBS)

Para evitar los inconvenientes de las pruebas de adhesión al cizallamiento, Sano et al¹ introdujo la llamada prueba de resistencia de la unión microtracción (μ TBS) en 1994 para medir las resistencias de unión de muestras unidas a pequeñas áreas de superficie, con el fin de evaluar la propiedad de tracción de la dentina a adhesivos y por lo tanto a restauraciones con resina. Se informó de los valores Alta Resistencia de Fijación y afirmó que no tenían fallos de cohesión en la dentina. También afirmaron que múltiples mediciones se podrían hacer en un solo diente con ese método. Las pruebas de microtracción (μ TBS) ganaron popularidad y pronto se convirtió en el método de prueba de enlace preferido. Hay dos razones principales por las cuales las pruebas de microtracción (μ TBS) convirtió preferible a la prueba de adhesión al

cizallamiento: La primera razón se relaciona con la cuestión planteada por Van Noort² con respecto a la fiabilidad de las pruebas de adhesión al cizallamiento. La segunda razón fue que varios μ TBS especímenes podrían estar hechos de un diente, mientras que sólo hubo un ensayo de corte por diente con la prueba de adhesión al cizallamiento tradicional. Sin embargo, a pesar de estas afirmaciones, las pruebas en odontología adhesiva están lejos de ser un tema resuelto, como se hace evidente en el libro Matinlinna y de Mittal³ a partir de 2009, que se dedica a aspectos adhesivas en odontología.

Se describen representaciones continuas de fenómenos micromecánicos en materiales estructurados, con énfasis en los sólidos celulares. En el campo físico es la capacidad de un cuerpo en proporciones milimétricas para resistir fuerzas con la misma dirección, pero sentidos contrarios que tienden a estirarlo y que puede llegar a un fallo mecánico produciéndose fractura del cuerpo. Evaluar la resistencia a la microtracción (μ TBS) tiene varias ventajas sobre los métodos convencionales de prueba de fuerza de unión, ya que este método proporciona una oportunidad para investigar la fuerza de adhesión interfacial en pequeñas áreas hasta de menos de 1 mm².

La prueba de resistencia a la microtracción (μ TBS) se realiza mediante la máquina de ensayo universal, en la cual se aplica una carga uniaxial con una velocidad determinada. El cuerpo de prueba confeccionado o muestra resiste la carga aplicada hasta el momento en que se produce la fractura. En este preciso instante, se registra la resistencia máxima a la microtracción (μ TBS) que puede soportar el objeto o el cuerpo a estudiar. Si tomamos en cuenta a una pieza dental dentro de la cavidad oral, esta se va a someter a impactaciones de parte de los distintos puntos de contacto por la oclusión diaria. La fuerza

masticatoria máxima registrada es de 4337N mantenida por 2 segundos. Sin embargo, las fuerzas registradas en la masticación, medidas con un tensiómetro o tensímetro y sistemas de telemetría, tienen una media de 756N. Estas fuerzas disminuyen según la ubicación de la pieza dental. En la primera molar y segunda molar, dichas fuerzas varían entre 400 a 890N. En cambio, en el área de premolares se encuentra entre 222 y 445N. En caninos varía entre 133 a 334N y en la región de incisivos se registran fuerzas entre 89 y 111N ⁴. Por otro lado, cuando una pieza es restaurada con resina compuesta en la superficie oclusal o incisal, esta recibe la carga directamente en el material, y en caso de restauraciones extensas van a comprometer grandes cantidades de biomaterial, las cual se van a ver afectadas, ya sea fracturándose, traccionándose o desadheriéndose al tejido remanente de la pieza dental. En conclusión, la resistencia a la microtracción del biomaterial es dependiente de la carga oclusal y del tipo de resina que el profesional utilice. ^{5,6,7,8,9}

Método del Test de Microtracción

La base de este método es que la adhesión más fuerte entre el diente y el biomaterial, resistirá mejor el estrés impuesto por el sistema y la función oral. A lo largo del tiempo, se han desarrollado diversos tests de fuerzas de adhesión. La fuerza producida en los sistemas adhesivos dentinarios se ha evaluado tradicionalmente usando el test de resistencia al cizallamiento o shear bond strength, el cual, resulta útil para probar materiales que fallan ante valores comprendidos entre 18-20 MPa, o menos. Sin embargo, en valores que exceden la citada cifra, a menudo no permiten diferenciar entre la fuerza del adhesivo y la fuerza cohesiva del composite o la dentina. Además, debido a que la evaluación exacta de un material adhesivo se determina mejor cuando el fallo

ocurre en el propio material y no implica la dentina o el composite y, a que la mejora de los adhesivos dentinarios aumenta con el paso del tiempo, apareció la necesidad de obtener un método más eficaz. De esta manera, se creó el test de microtensión, que hoy en día es el más idóneo para evaluar la resistencia adhesiva introducida por Sano et al, se trata de una técnica muy laboriosa, pero presenta múltiples ventajas: 1) con ella se pueden medir grandes fuerzas de adhesión; 2) permite testar la adhesión en áreas muy pequeñas y en diferentes regiones y; 3) es capaz de realizarse pruebas en una sola pieza ya que se obtendrá de ella múltiples especímenes.

Para realizar el test de microtensión en dentina coronal, se debe seguir los pasos citados en el estudio de Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al.¹

La cantidad de carga requerida para la fractura en newtons se convirtió en megapascales (MPa) mediante el uso de la fórmula: $S = L / A$

Donde:

S es la resistencia de la unión en megapascales (MPa)

L = carga de prueba (N)

A = área de adhesivo (mm²)

Termociclado

No existe evidencia esclarecida del número de ciclos térmicos que deben ser puestos ciertas muestras en pruebas in vitro, pero se estima que 10.000 ciclos es el tiempo aproximado de un año de utilización de una restauración en el medio bucal, sometidas a tres tipos de temperaturas para simular los cambios de temperatura que se producen en la cavidad bucal al comer, beber y respirar.

Existen diferentes tipos de sometimiento a termociclado, donde las muestras recibirán baños térmicos entre 5°C y 55°C ya que es la temperatura máxima y mínima que soporta un diente vital, luego se las lleva temperatura ambiente de (+/- 23°C) por 30 segundos en cada baño.^{23, 24, 26}

2.2.3 Aspectos generales y fundamentos de la odontología adhesiva y restaurativa

Es “Oskar Hagger”, considerado el verdadero Padre de la Odontología Adhesiva, que se inició la gran revolución de los materiales dentales restauradores, Hagger creó en 1951 un sellante cavitario llamado “Sevriton” en una empresa inglesa Amalgamated Dental Company con año de patente en 1951, cuyo componente básico era el Dimetacrilato de ácido Glicerofosfórico, desde ese tiempo ya se buscaba la forma de cómo adherir materiales restauradores a la estructura dental, pero en esa época todavía no se pensaba en el ácido fosfórico, se pensaba utilizar un adhesivo que en contacto con el tejido dental pueda desmineralizar y unir el material restaurador que en ese tiempo era el acrílico. Este primer adhesivo es similar a los adhesivos autograbadores que se verá más adelante,³³

Es el año de 1955 Miguel G. Buonocuore, presenta su artículo “Un método simple de incrementar la adhesión de materiales restauradores acrílicos a la superficie del esmalte”, la odontología tal cual se conocía sufrió grandes cambios, ya que entró de manera imponente en toda ella la casi milagrosa e increíble hasta ese momento adhesión que trajo consigo el posterior desarrollo de sistemas adhesivos y materiales resinosos de restauración.^{33,34,35}

Aunque hubo un gran impulso en la promoción del empleo de sistemas adhesivos para procedimientos restauradores (operatoria principalmente) en esmalte, esta tuvo serios problemas al tratar de involucrar el complejo dentino pulpar, originando así la búsqueda del adhesivo ideal tanto para tejido adamantino que brindaba una adhesión estable y segura, como para el complejo dentino pulpar que por sus características histológicas variables y el contenido de agua en su túbulos ofrecía una adhesión inestable y dudosa, fue así que se dio inicio a la carrera por parte de las grandes casas dentales para producir el adhesivo ideal y en el camino por buscar el sistema polimérico de unión (adhesivo) más provechoso.^{36,37}

A. Evolución de los Sistemas Adhesivos

Los objetivos de los nuevos adhesivos siguen siendo los mismos que perseguía Buonocore en los años cincuenta y que se pueden resumir fundamentalmente en dos:^{25, 37}

- Conseguir una unión suficientemente resistente y duradera del material restaurador al diente.
- Conseguir una interfase diente restauración cerrada con un sellado correcto de la misma.

B. Capa Híbrida

Fue descrita como hallazgo microscópico por Nakabayashi⁴⁰ en 1982 y confirmado con posterioridad por infinidad de autores. Se puede decir que se forma por la penetración de la resina a través de los espacios que quedan entre las fibras de colágeno desnaturalizadas y expuestas por la acción del ácido en la superficie dentinaria y que, tras polimerizar, quedan atrapadas en ella. Es por tanto una estructura mixta formada por

colágeno de la dentina y el adhesivo que encontramos tanto en la superficie de la dentina intertubular como a la entrada de los túbulos dentinarios.³⁸ La importancia cuantitativa de esta microestructura en la fuerza de adhesión a dentina de los adhesivos dentinarios ha sido sobradamente demostrada.³⁹

La correcta formación y funcionamiento de esta capa híbrida va a depender de dos factores: Impregnación adecuada de las fibras de colágeno y un adecuado grosor de la capa de adhesivo que permita amortiguar en cierto modo las fuerzas que sobre él se van a ejercer. En la adecuada impregnación del colágeno por la resina intervienen varios factores: Grosor de la capa desmineralizada, Colapso de las fibras de colágeno, Capacidad de difusión intrínseca de los adhesivos, Humedad, Tiempo, Acetona, Agua y Etanol.^{40,41}

C. Sistemas adhesivos contemporáneos

Los sistemas adhesivos se empezaron a usar desde 1960. Pero es a partir de la llamada 4ta generación cronológica de los sistemas adhesivos que los estudios sobre los mismos cobraron mayor validez científica y clínica.⁵⁰ Actualmente existen muchas clasificaciones de los sistemas adhesivos, en el presente trabajo se menciona la clasificación que hace referencia al tipo de acondicionamiento de la dentina y los pasos a seguir, esta clasificación se divide básicamente en dos:

Sistemas adhesivos de grabado total (etch o etch and rise)

Requieren un paso de acondicionamiento ácido previo, siguiendo a esto la exposición de una trama de colágeno, sobre todo de tipo I, muy importante para

el proceso adhesivo. Este acondicionamiento ácido desmineraliza la dentina en orden removiendo la capa de desecho o smear layer y smear plugs, y genera unas microporosidades en la superficie con los que se mejora la capacidad de adhesión. Actualmente los sistemas adhesivos de este tipo utilizan el ácido fosfórico en concentraciones del 30 al 40 %⁵¹. Originalmente este tipo de adhesivos consistían de 3 pasos: acondicionamiento (ácido), aplicación de los monómeros acondicionantes de dentina (primer), aplicación del adhesivo propiamente dicho (bonding). Con el paso del tiempo y al buscar una mayor simpleza clínica, se hicieron investigaciones y se logró unir en un solo paso el primer y el bonding, quedando así este sistema en dos pasos: a) acondicionamiento ácido de la superficie, b) aplicación del adhesivo (que era la combinación del primer y el bonding), por este hecho es que se les llamó también adhesivos de dos pasos o adhesivos de una botella.^{51,52}

Después del acondicionamiento ácido, son aplicados monómeros promotores de la adhesión (primer) en uno o dos pasos que penetran la trama colágena expuesta. El paso de aplicación del primer debería mantener la suficiente humedad de las fibrillas colágenas expuestas y remover el exceso de agua en la misma, así prepara la Dentina para la infiltración de la resina adhesiva⁵³. El monómero más comúnmente usado en estos primers es el HEMA (Hidroxi- Etil – Meta Acrilato), esto debido a su bajo peso molecular y a su naturaleza hidrofílica compatible con la humedad dentinaria, además el HEMA promueve la infiltración de la resina adhesiva (bonding) dentro de la malla colágena expuesta y la re- expansión de la misma en caso de desecación de la misma en los pasos previos, así se mejora la fuerza adhesiva a la dentina. La resina adhesiva o Bonding es una solución que contiene principalmente monómeros hidrófugos. Su principal función es rellenar los espacios interfibrilares dejados entre las fibras

colágenas. Luego de la fotopolimerización de estos monómeros, son creadas la capa híbrida y sus prolongaciones de resina (resin tags) que provean una retención micromecánica. Cabe acotar que, incluso previniendo el colapso, o re - expandiendo de nuevo las fibras colágenas después de un desecamiento, la infiltración incompleta de la resina al colágeno expuesto de la hidroxiapatita puede ocurrir. En el caso de sobre acondicionamiento ácido con el subsecuente aumento de la profundidad de la desmineralización puede conducir a una impregnación sub óptima de resina y a una zona porosa en la capa híbrida. A largo plazo, esto puede comprometer la durabilidad de la adhesión⁵⁴

Sistemas adhesivos de autograbado

El concepto de autograbado no es nuevo, sólo que recientemente ha sido más estudiado. Los primeros sistemas adhesivos autograbantes fueron desarrollados adicionando monómeros acídicos en la composición del HEMA³⁷. Los adhesivos autograbantes no requieren separar la fase de acondicionamiento ácido y luego lavar, ya que contienen monómeros acídicos que además de acondicionar impregnan el sustrato, que no requieren ser lavados, vale decir que omiten un agente ácido acondicionante y que además el proceso de impregnación con monómeros es simultáneo (acondiciona e impregna), para luego aplicarse la resina adhesiva^{47,62}. Como resultado se obtiene una disolución parcial del barrillo dentinario y leve exposición de fibras colágenas con la incorporación de la resina adhesiva formando así otro tipo de capa híbrida denominada capa de integración⁶³

Los autograbantes a su vez pueden subdividirse de acuerdo con los procedimientos seguidos para su aplicación, su acidez y su patrón de grabado (que serán los criterios a tomar en cuenta para esta tesis). Además, existen dos

presentaciones comerciales de los mismos, la primera de dos pasos que se describe anteriormente y una de un paso único simplificado. Inicialmente los adhesivos autograbantes consistían de un primer ácido, seguido de una resina adhesiva⁶⁴. Recientemente han salido al mercado adhesivos llamados "todo en uno" que combinan el primer acondicionante y el adhesivo dentro de una sola solución⁴². Las características morfológicas de la capa híbrida producida por los adhesivos autograbantes dependen mucho del patrón de grabado que puedan producir sus monómeros ácidos⁵¹. Consecuentemente, tres categorías de adhesivos autograbantes pueden ser descritas de acuerdo con su acidez: adhesivos autograbantes de acidez media (pH=2); intermedia (pH^a1.5); y fuerte (pH=1). Los adhesivos autograbantes de acidez media desmineraliza solamente dentina, dejando cristales de Hidroxiapatita alrededor de las fibras colágenas expuestas para una posible interacción química. Usualmente, el tapón de barrillo (smear plug) no es completamente removido del túbulo dentinario. El resultado, es una capa híbrida poco profunda⁵³.

Los adhesivos autograbantes fuertes presenta una semejanza en su patrón de grabado con el de los adhesivos de grabado total con una capa híbrida gruesa, que es completamente desprovista de cristales de hidroxiapatita, y con tags de resina adhesiva. Los adhesivos autograbantes intermedios exhiben características morfológicas entre la de los adhesivos medio y fuertes. Los adhesivos autograbantes actuales poseen suficiente acidez para penetrar el barrillo dentinario incluso si no se le agita que es un paso clínico importante. La composición de los adhesivos autograbantes es bastante única como los que contienen altas concentraciones de agua y monómeros ácidos. El agua es un componente indispensable para los adhesivos autograbantes ya que provee un

medio de ionización para los monómeros funcionales. Los adhesivos autograbantes de dos pasos constan de un primer con una solución hidrofílica acuosa y una resina adhesiva hidrófuga separada. La gran variabilidad entre el funcionamiento de los diferentes sistemas adhesivos autograbantes en parte puede ser atribuido al empleo de monómeros funcionales con propiedades diferentes, en cuanto a acidez, a estabilidad hidrolítica y a la capacidad de adhesión química. Comparados con los adhesivos de grabado total, muchas ventajas han sido otorgadas a los adhesivos autograbantes. Se ha sugerido que mejoran la eficacia en procedimientos clínicos ya que omiten la fase obligatoria de lavado que sí tienen los adhesivos de grabado total, reduciendo así el tiempo clínico¹⁵. El acondicionamiento, el lavado y el secado son pasos que pueden ser críticos y difíciles de estandarizar en condiciones clínicas (estos pasos son eliminados en los adhesivos autograbantes). La sensibilidad de la técnica asociada con la adhesión a la dentina desmineralizada y deshidratada es eliminada, ya que el lavado y secado son obviados. El colapso de la trama colágena es prevenido, pues los monómeros se infiltran al mismo tiempo que acondicionan (desmineralizan) la dentina. Otra de las ventajas de la desmineralización e impregnación simultánea del primer es que teóricamente se previene la infiltración incompleta^{50,51,52,53}.

2.2.4 Adhesivo Single Bond™ Universal - 3M

“Es un material de adhesión de una sola botella, es decir pertenece al sistema adhesivo de autograbado, que puede usarse con toda confianza con las técnicas de grabado total, autograbado y grabado selectivo para las restauraciones directas e indirectas. Le brinda al clínico la flexibilidad de elegir un adhesivo que puede usar con cualquier técnica, por eso también es

llamado multiusos. Adhiere restauradores a base de metacrilato, cemento y materiales selladores en dentina, esmalte, ionómero de vidrio y diferentes sustratos de restauración indirecta (metales, cerámicas de vidrio, alúmina y circonio), sin necesidad de imprimirlos. Se usa principalmente con materiales de fotopolimerización; sin embargo, cuando se utiliza junto con otra solución activadora, como el Activador de Polimerización Dual Single Bond™ Universal DCA, también puede adherirse en resinas autopolimerizables y de polimerización dual y materiales de cemento que requieran autopolimerización”.⁶³

Mecanismo de Acción del Adhesivo Single Bond™ Universal

Se sabe que los sistemas de autograbado de sexta y séptima generación, la acidez se origina en la incorporación de monómeros ácidos. Por lo general, estos compuestos contienen grupos de ácidos carboxílicos y fosfóricos, y logran crear un patrón mecánico de retención a través del grabado de la estructura dental y de la adhesión química mediante una formación compleja con los iones de calcio que se encuentran en el diente. Su acidez varía de manera considerable y puede ser significativamente menor que la del ácido fosfórico. Cuando se aplica en la superficie dental, el adhesivo ácido desmineraliza y penetra en la superficie al mismo tiempo. No se enjuaga, con el fin de dejar los túbulos de dentina abiertos, expuestos y sellados. Después, el adhesivo se seca con aire y se fotopolimeriza. En la dentina, esto tiene claras ventajas: se reduce en gran medida el riesgo de grabar en exceso, secar de más la dentina grabada y se evita la sensibilidad posoperatoria en comparación con los adhesivos de grabado total. Sin embargo, en las superficies de esmalte, esta reducción en la acidez puede ocasionar un patrón de grabado menos pronunciado en comparación con el ácido fosfórico, especialmente en superficies sin preparar ni cortar. Por lo tanto, la mayoría de los

sistemas de adhesión de autograbado requieren incorporar un proceso adicional de grabado con ácido fosfórico en las superficies de esmalte sin cortar, antes de aplicar los adhesivos de autograbado. Los adhesivos de autograbado con un pH 2 se clasifican como “moderados”. Se prefieren los adhesivos de autograbado moderados antes que los fuertes ya que, además de que brindan una fuerte adhesión en la dentina, sus fórmulas son menos hidrofílicas y por lo tanto menos propensas a sufrir una degradación hidrolítica, lo que hace que su duración en almacenamiento sea mayor y las restauraciones sean más duraderas. El mecanismo de autograbado consiste en la composición química del Adhesivo Single Bond™ Universal contiene monómeros fosforilados en una solución acuosa que produce acidez y hace posible la adhesión a dentina y al esmalte cortado sin necesidad de recurrir a un segundo paso de grabado con ácido fosfórico, lo que permite considerarlo como un adhesivo autograbante.⁶³

Indicado para toda clase de obturaciones (de acuerdo con Black) con resinas o compómeros, desensibilización de la superficie radicular, sellado de cavidades antes de cementar las restauraciones con amalgama, sellado de cavidades y preparación de muñones dentarios antes de la cementación temporal de las restauraciones indirectas, Barniz protector para las obturaciones con ionómero de vidrio, adhesión de selladores de fosas y fisuras, reparación intraoral de resinas, porcelana fundida sobre metal y todo tipo de restauraciones de cerámica ya existentes, sin necesidad de un imprimador adicional, adhesión de cementos de polimerización dual y de polimerización química, materiales de reparación de muñones y resinas (con activador).

Composición

“La creación del Adhesivo Single Bond™ Universal se basa en las tecnologías probadas de 3M ESPE disponibles en los adhesivos Scotchbond™ Multipropósito, Adper™ Single Bond, Adper™ Single Bond 2 y el Adhesivo

Adper™ Easy One autograbador. Los tres adhesivos mencionados (Adper™ Single Bond 2, Adper™ Easy One y Single Bond™ Universal) contienen el Copolímero Vitrebond™ de 3M ESPE, que apareció por primera vez con el adhesivo Scotchbond™ Multipropósito. Durante el desarrollo de este último, se observó que las fuerzas de adhesión de otros adhesivos dentales tendían a disminuir cuando se encontraban en condiciones variables de humedad. En el desarrollo de Scotchbond™ Multipropósito se observó también que las fuerzas de adhesión de los liners y las bases Vitrebond™ de ionómero de vidrio fotopolimerizable no parecían variar en la misma proporción. Se determinó que al incorporar el copolímero patentado que se usa en el liner o la base Vitrebond™ (ahora llamado Copolímero Vitrebond™) en el imprimador Scotchbond™ Multipropósito se producía un sistema muy resistente a los efectos perjudiciales de la humedad variable. Desde entonces, el Copolímero Vitrebond™ también se ha usado en los siguientes productos de 3M ESPE: en el Cemento RelyX™ Luting 2, el restaurador Vitremer™, el Adhesivo Adper™ Single Bond 2, el Adhesivo Adper™ Easy One, y ahora, en el Adhesivo Single Bond™ Universal. La diferencia principal de los adhesivos Adper™ Easy One y Single Bond™ Universal respecto al Adhesivo Adper™ Single Bond 2 es que reemplazan parcialmente los monómeros de metacrilato (UDMA y GDMA) por los monómeros de metacrilato fosforilado (MHP o MDP), para lograr la acidez necesaria para la capacidad autograbante.⁶³

2.2.5 Evolución de las Resinas Compuestas

Desde las primeras resinas acrílicas a base de metil-metacrilato que hoy no se usa más excepto para procesos de laboratorio y en la confección de provisionales en rehabilitación fija, hasta la modificación de

la matriz resinosa por una nueva molécula funcional descubierta por Rafael Bowen conocida como Bisfenol-glicil dimetacrilato o molécula de Bowen que es parte vital también de los adhesivos, estas resinas con matriz de Bis GMA fueron mejoradas aún más al incorporar carga inorgánica en su composición esto fue llevado a cabo por dos personalidades de la odontología, los doctores Knock y Glenn disminuyendo así el principal defecto que tenían hasta esos momentos estos materiales, que era la contracción de polimerización de los mismos además de su deficiente resistencia al desgaste y su pobre estética, siendo conocidas desde ese momento como resinas compuestas o reforzadas (por la carga inorgánica que se le adicionó).⁶⁴

A. Resinas compuestas

Las resinas compuestas o composites, son materiales sintéticos formados por moléculas variadas y suelen formar estructuras muy resistentes, livianas y están formadas por un componente orgánico polimérico llamado matriz y un componente inorgánico mineral o relleno. La primera resina compuesta, fue sintetizada por Ray Bowen (1962), estaba formada por bisfenol glicidil como matriz orgánica y cuarzo como relleno inorgánico. Una de las grandes ventajas de los composites es que permiten diversos colores, que emulan la coloración de las piezas.^{64,65,66}

La historia y evolución de las resinas compuestas se inicia con el primer material restaurador translucido, creado por tomas Fletcher (Inglaterra 1878) lo denomino "cemento translucido". Paul Stenbock, Hugo Asher, realizaron cambios a este material y lograron su aceptación como material restaurador antes del inicio del siglo XX. Se presentaba en forma

de polvo líquido, el polvo constituido por partículas de vidrio solubles (dióxido de sílice), y el líquido contiene ácido fosfórico al 35-50%.⁹⁵

Cemento de silicato

El cemento de silicato consiste en una solución de vidrio básico y ácido fosfórico, el polvo contiene sílica y alúmina de un fundente de fluoruros de varios componentes cálcicos. En 1900 se descubrió que al adicionar fundente de fluoruro daba la fusión de un vidrio de aluminosilicatos, de característica estética, y altamente translucido. El fraguado resulta de una reacción ácido base entre sus componentes. Los vidrios de aluminosilicatos, son alcalinos, y expuestos al ácido, liberan iones de aluminio, calcio y flúor, el calcio y aluminio crean una matriz gel de aluminio, calcio-fosfato, que incluye sales de flúor que no van a formar parte de la estructura y son liberadas; Los fluoruros liberados reaccionan con el esmalte, inhiben el metabolismo de los carbohidratos asociados a la placa y la liberación de flúor por largo tiempo da como resultado un efecto anticariogénico de este tipo de cemento ⁷⁰

Resinas acrílicas

Desarrollado inicialmente en Alemania en los años 30, y usadas tras la segunda guerra mundial, fueron un intento por obtener un material de vida clínica más larga que los silicatos. A finales de los años 40, las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) reemplazaron a los silicatos. Se compone de un polímero (polvo) y de un monómero líquido que mezclados dan como resultado un plástico duro y cristalino. El polvo tiene polimetacrilato de metilo y el líquido metacrilato de metilo. Mezcladas se

produce una reacción química polimerizando a temperatura ambiente (autopolimerizables). Mezcladas eran colocadas en la cavidad, posteriormente se las pulía obteniendo un brillo suave, pigmentos adicionados al polvo imitaban el color del esmalte adyacente. Las resinas acrílicas eran insolubles a los fluidos orales, de longevidad ligera a la de los silicatos, fácil manipulación y bajo coste. Pero presentaban por contrapartida baja resistencia al desgaste, contracción de polimerización elevada (7%), en consecuencia filtración marginal, elevado coeficiente de expansión térmica, con microfiltración y caries secundaria, baja resistencia a la abrasión, la absorción de agua debilita el material con mala estabilidad de color. Las resinas acrílicas solo mostraron una longevidad clínica mayor a los silicatos.⁷¹

Resinas compuestas

A partir del año 1962 se desarrolló por primera vez las resinas compuestas o composites por el Dr. Ray Bowen, el termino composite se refiere a la combinación de 2 fases de componentes químicamente diferentes para la obtención de un material final con propiedades superiores a las que presentan sus constituyentes de manera individual. Una fase de polímero blando de una resina orgánica, el bis-GMA (bisfenol glicidil metacrilato), dispersa en esta matriz se encuentra una segunda fase de partículas de cerámica inorgánica originalmente de cuarzo y un agente de acoplamiento o silano. La resina es de naturaleza continua y activa y el relleno inorgánico inerte y discontinuo. La fase de resina tendría un comportamiento pobre como material restaurador. La adición de estas partículas de relleno inorgánicas le da a este material propiedades físicas

mejores respecto a las resinas sin relleno (resinas acrílicas), reduciendo además la contracción de polimerización en un 75 % y el coeficiente de expansión térmica en un 60%, reducen la absorción de agua, aumentan la resistencia compresiva, tensora, al desgaste, a la fractura y dan estabilidad de color. Arrastran en menor grado, algunos problemas de los silicatos y resinas acrílicas.⁷⁶

Bowen alcanzó un mejor resultado con la molécula de Bis-GMA combinando las resinas epoxicas y los acrilatos. El surgimiento del Bis-GMA sustituyó rápidamente a los silicatos y resinas acrílicas.

B. Composición de las resinas compuestas

Los componentes estructurales básicos de las resinas compuestas son: (fig. 2)

- Matriz: Material de resina plástica que forma una fase continua.
- Relleno: Partículas / fibras de refuerzo que forman una fase dispersa.
- Agente de conexión o acoplamiento, que favorece la unión del relleno con la matriz (conocido como Silano).
- Sistema activador - iniciador de la polimerización
- Pigmentos que permiten obtener el color semejante de los dientes.
- Inhibidores de la polimerización, los cuales alargan la vida de almacenamiento y aumentan el tiempo de trabajo.

a) Matriz de resina

Está constituida en la mayoría de las resinas compuestas de monómeros que son diacrilatos alifáticos o aromáticos siendo el Bis-GMA (bisfenil glicidil metacrilato) y el UDMA (uretano dimetil metacrilato), Bis-

EMA (Dimetacrilato de Bisfenol A Etoxilado) los más utilizados. La matriz contiene además monómeros diluyentes que disminuyen la viscosidad de los monómeros de alto peso molecular (Bis-GMA y UDMA) entre los monómeros diluyentes se encuentra el TEGDMA (trietilenglicol Dimetacrilato), este posibilita más incorporación de carga y da al material mejor manipulación ^{76,87}. La resina original de Bowen combina bisfenol-A con glicidil metacrilato bis-GMA, estructura más favorable que del metilmetacrilato. Su tamaño mayor y la estructura aromática que presenta aumentan la rigidez, la resistencia compresiva, reduciendo la contracción de polimerización y la absorción de agua. Al combinar se con un diluyente (TEG-DMA) que controla su alta viscosidad es apropiado como material restaurador directo. El TEG-DMA facilita la manipulación, permitiendo conseguir un material más flexible y menos quebradizo. Para incrementar la vida de los composites son añadidos compuestos que inhiben la polimerización entre estos esta el 4 metoxifenol (PMP) y el 2, 4, 6-butilfenol triterciario (BHT). El bis-GMA y el UDMA (uretanodimetil metacrilato) resina de viscosidad baja (Foster y Walker 1974) conforman la matriz resinosa de los composites actuales⁸⁷.

La matriz resinosa está formada por diacrilatos alifáticos o aromáticos, el Bis-GMA (bisfenol glicidil metacrilato) y el UDMA (uretano dimetil metacrilato). Monómeros menos viscosos como el Bis-EMA6 (bisfenol A polietileno glicol dieter dimetacrilato) están siendo agregados reduciendo el TEGDMA, este es de menor peso molecular, posee menos enlaces dobles por unidad de peso reduciendo así la contracción de polimerización, problema inherente a las resinas compuestas, esta sustitución disminuye el

envejecimiento y le confiere una matriz más dura, mayor hidrofobicidad disminuyendo alteraciones por humedad atmosférica⁹⁵.

b) Partículas de carga

Brindan estabilidad dimensional a la inestable matriz resinosa. Cuando las partículas son mezcladas a la matriz un primer efecto se da en la disminución de la contracción de polimerización efecto que se debe a la disminución de la cantidad de resina. Otras mejoras se ven en son menor absorción de agua y menor coeficiente de expansión térmica, aumento de la resistencia a la tracción, compresión, abrasión, un mayor modulo elástico (mayor rigidez). Las partículas utilizadas son partículas de cuarzo o vidrio obtenidas a través de un proceso de molidura, el cuarzo es dos veces más duro que el vidrio y se une mejor a los agentes de cobertura. Otro tipo de partículas usadas son las de silica de 0,05 micrómetros en tamaño obtenidas por quema (pirolíticos) y procesos de precipitación (silica coloidal). Al relleno inorgánico del composite se debe las mejoras en sus propiedades físicas en comparación a los silicatos y acrílicos sin relleno. El cuarzo sílice o vidrio son elementos duros e inertes y similares a la estructura dentaria en cuanto a la translucidez e índice de refracción. La resistencia a la fractura, al desgaste y la contracción de polimerización mejoran al aumentar la cantidad de relleno inorgánico. Es importante conocer el contenido de este relleno o carga está representada como volumen o porcentaje en peso. Cuando las partículas son menores el pulido y la resistencia al desgaste son mejorados en el composite. Los composites se clasifican en base al tipo de relleno: Macrorelleno, microrelleno e híbridos dan estabilidad dimensional a la matriz mejorando sus propiedades, su

adición a la matriz reduce la contracción de polimerización, la absorción de agua y el coeficiente de expansión térmica, aumenta su resistencia a la tracción, a la compresión, la abrasión y el módulo elástico (rigidez). Las partículas de cuarzo o vidrio obtenidas por molienda son las más usadas, también son usadas partículas de sílica de 0,04 mm (micropartículas) obtenidas e procedimientos pirolíticos y de precipitación (sílica coloidal). La actual tendencia es la disminución de las partículas mayores con una distribución lo más estrecha posible (0,5 micrómetros). Se creía que a mayor carga en la matriz mejores propiedades se obtendrían, una contracción de polimerización menor por ello menor filtración marginal (surgimiento resinas condensables). Sin embargo, se observó que más importante que la contracción de polimerización es la tensión de contracción es decir la relación entre contracción de la resina y su módulo elástico (rigidez). Resinas con alto contenido de carga se contraen menos, pero causan mayor filtración por ser muy rígidas.^{95,96}

a) Agente de cobertura

Este agente es el material que une a las partículas de carga con la matriz resinosa, mejora las propiedades físicas y mecánicas, ofreciendo una transferencia de tensiones de la matriz a las partículas de carga. Ofrece estabilidad hidrolítica, previniendo que agua penetre en la interfase resina/carga. Los agentes de cobertura se denominan silanos pues pertenecen al grupo órgano/silanos, hidrolizados tienen grupos silanoles que se unen a los silanos de las partículas de carga por conexiones siloxanos. Los órganos silanos son moléculas bipolares poseen además grupos metacrilato que forman

conexiones covalentes con la resina durante la polimerización posibilitando una interface resina/partícula de carga adecuada.⁹⁶

Los agentes aglutinantes adhieren el relleno a la resina para ello se usan los silanos moléculas orgánicas bipolares, son moléculas bifuncionales tienen un grupo silicona hidrolizable en un extremo y un grupo órgano funcional metacrilato en el otro extremo. El grupo silicona se une de forma iónica al agua de la superficie del cristal y el extremo orgánico se une covalentemente a la matriz de resina. Los micro y macrorellenos son tratados con silano antes de ser incluidos en la resina, la unión entre silano y relleno es hidrolizable con facilidad, al absorberse agua hay una disminución de la longevidad del composite, debido al detrimento del relleno expuesto en la superficie de la restauración. La adhesión del relleno y la matriz facilita la transferencia de cargas entre ambos, ofreciendo además resistencia a la pérdida de relleno, en la superficie.⁹⁶

b) Iniciadores de polimerización

La tasa de conversión polimérica o cantidad de monómero convertido en copolímero repercute en las propiedades físicas y mecánicas de las resinas compuestas. Los sistemas activadores responsables de esta conversión polimérica usados son: El calor (termopolimerización), luz visible (fotopolimerizables) y componentes químicos (autopolimerizables). La termopolimerización ofrece la mayor tasa de conversión, resultando una resina más rígida y resistente a manchas y la fractura y se utiliza en la fabricación de partículas de carga prepolimerizadas, usadas en las resinas compuestas de micropartículas y para restauraciones indirectas tipo facetas, además de inlay, onlay y overlay. El sistema fotopolimerizable se obtiene una polimerización de buena calidad, da una cura uniforme de la matriz resinosa. El sistema de

autopolimerización es menos eficiente, en este un compuesto químico es utilizado para iniciar la reacción, los iniciadores se encuentran en dos pastas, que deben mezclarse por un método de mezcla por espatulado que puede incorporar aire a la mezcla debilitando el producto final, además el oxígeno es un inhibidor de la polimerización que hace que baje la tasa de conversión comparado con los otros sistemas. Se observa una inestabilidad de color debido a las aminas terciarias compuestos muy reactivos al ser fuertes donadores de electrones reaccionando con facilidad y formando interacciones químicas complejas que llevan a una decoloración intrínseca. Estas aminas terciarias son utilizadas además en los sistemas fotopolimerizables en menores concentraciones (menos de 0.1%) los sistemas autopolimerizables se encuentran en un porcentaje mayor (más del 2%). Los sistemas fotopolimerizables utilizan aminas alifáticas (no aromáticas), las cuales son menos reactivas. Las resinas compuestas fotopolimerizables son más estables en el color al tener menos aminas terciarias residuales comparadas con las de autopolimerización.⁹⁶

Son agentes químicos que excitados o activados inician el proceso de polimerización. En las resinas autopolimerizables el peróxido de benzoilo es el iniciador. Y en las resinas fotopolimerizables las canforoquinonas u otras diketonas excitadas por luz visible de longitud de onda entre 420 y 450 nm., comienzan el proceso. Los acrilatos tipo bis-GMA polimerizan por adición. Cada molécula de monómero Bis-GMA tiene un enlace doble de carbonoin saturado, al interrumpirse esta unión el electrón libre provoca que la molécula sea muy reactiva, generando un enlace doble con la molécula vecina dejando otro electrón libre en la cadena recién formada, se da una reacción en cadena hasta que polimeriza la mayor parte del monómero. Para comenzar la

reacción se emplean iniciadores químicos, estos se convierten en radicales libres al ser activados, así disponen de un electrón altamente reactivo, reaccionando con el doble enlace de carbono del monómero transfiriendo el electrón libre, iniciando la reacción antes descrita. La activación puede producirse por calor, reacción física o reacción fotoquímica al ser los composites de activación directa se usan dos modalidades y por los que pueden ser clasificadas las resinas en: Activados químicamente (autopolimerizables) y fotoactivados (fotopolimerizables), estas últimas pueden ser clasificadas además por la longitud de onda utilizada para la activación: Luz ultravioleta y la luz visible. El aire inhibe la polimerización de los composites auto o fotopolimerizables esta capa inhibida por el aire se encuentra en la superficie de la resina es rica en enlaces dobles, lo que permite aplicar los composites en varias capas. Esta resina no polimerizada de la capa final se elimina durante el acabado y pulido de la restauración.⁹⁶

c) Activación química

Fue empleado por Bowen en su primer composite y continua su uso en nuestros días por algunos productos. Se presentan en dos pastas, conocidas como base y catalizador. La base contiene el iniciador o peróxido de benzoilo y el catalizador posee el activador o amina terciaria aromática. Las dos pastas se mezclan, la amina actúa como donante de electrones reacciona con el peróxido de benzoilo y forman un radical libre. La resina autopolimerizable remplazo a los silicatos y acrílicos como restaurador estético principal. Para luego ser sustituidos por los sistemas fotopolimerizables. Son usados para construcción de muñones o áreas donde el acceso de luz de polimerización en la preparación es

difícil. Se propuso una combinación de composites auto y fotopolimerizables en la clase II para la técnica de polimerización dirigida.⁴¹

d) Activación por luz ultravioleta

El primer composite fotopolimerizable. Contenia un fotoiniciador (benzoinmetileter) que reaccionaba con luz ultravioleta de una longitud de onda de 365 nm. Convirtiendo el benzoinmetileter en radical libre, este sistema fue bien recibido, pues permitía un tiempo de trabajo ilimitado comparados con los autopolimerizables. Pero surgieron dudas sobre su seguridad, respecto al riesgo de lesión corneal y de tejidos blandos por radiación ultravioleta. Las unidades fotopolimerizadoras debían calentarse previamente varios minutos, disminuían su rendimiento y no se podía controlar su eficiencia de forma visual, el fraguado de una capa de 1,5 mm requería de 60 segundos. La luz ultravioleta tiene una capacidad limitada de penetración en el esmalte. Ya no son fabricados este tipo de lámparas fotopolimerizadoras, por sus inconvenientes y la aparición de los sistemas de luz visible.⁴¹

e) Activación por luz visible

Solucionaron muchos problemas de los sistemas activados por luz ultravioleta y en la actualidad son los de elección para el profesional, la profundidad de fraguado es mayor (3mm) y se acorto el tiempo de exposición de 30segundos por capa, aunque el esmalte atenúa la luz visible permite polimerizar la resina en zonas retentivas de la preparación. Los fotoiniciadores son diquetonas (canforoquinona) que produce radicales libres al ser expuesto a la luz visible de espectro azul (420-450nm.), contienen además en pequeña cantidad aminas terciarias que aceleran la reacción inicial, disminuyendo el tiempo de fraguado. Muestran mejor estabilidad de color ya

que son las aminas y el peróxido de benzoilo culpables de las alteraciones de color. Las unidades están compuestas por una caja que contiene los siguientes elementos: bombilla, ventilador, interruptor, temporizador, y un cable de fibra óptica que sale de la caja y conduce la luz de la unidad a la punta de polimerización, se debe tener cuidado de no doblar el cable para no fracturar la fibras ópticas individuales. Las unidades tipo pistola cuyos elementos funcionales están en la unidad compacta eliminan la necesidad del cable de fibra óptica, cuentan con puntas intercambiables de varios diámetros las unidades de luz visible se consideran menos peligrosas, deben de tomarse precauciones para evitar lesiones de la retina debido a la luz visible directa o refleja, la luz azul intensa puede producir lesión en los foto receptores del ojo con un efecto acumulativo. Se debe utilizar protectores diseñados para absorber la luz azul ⁴¹

2.2.6 Clasificación de las resinas compuestas

Se debe tener en cuenta para su clasificación el desarrollo de las Resinas Compuestas y su desempeño clínico, recordaremos la clasificación tradicional que tenemos de ellas de acuerdo al tamaño de sus partículas, siendo las primeras en aparecer las Resinas de Macropartículas y las de Nanopartículas recientemente. De acuerdo a la literatura, la manera más idónea de clasificarlas es en relación con el tamaño de sus partículas, teniendo así: resinas compuestas de macropartículas, micropartículas e híbridas, recientemente se han agregado variantes de las resinas compuestas tradicionales que son las resinas condensables o empacables y resinas fluidas, además de una categoría aparecida hace ya 10 años, las resinas de nanotecnología o nanopartículas, que como menciona su nombre es de partículas nanométricas y posee una alta estética además de ser

un sistema restaurador multifuncional (útil en sector anterior y sector posterior).^{70,71,72,73}

A. Resinas compuestas de macropartículas

Son denominadas así por el tamaño de las partículas que van de 15 a 100 micrómetros, en los productos más antiguos por esta razón conocidas como tradicionales o convencionales, las más frecuentes son las de cuarzo inorgánico o cristal de estroncio o bario que varían de 5 a 12 micrómetros, pueden presentarse esporádicamente hasta de 100 micrómetros; El cuarzo fue sustituido por su radiopacidad que es menor que la dentina, a pesar de su excelente estética y durabilidad. La radiopacidad es exigencia actual y puede ser obtenida con vidrios radiopacos como el de estroncio (densidad de 2.44g/cc) y vidrio de bario (3.4g/cc estos al ser más densos que otras partículas de carga especialmente los de bario aumentan el contenido de carga por peso y son molidos con facilidad.⁶¹

Los composites con macrorelleno fueron los primeros en ser empleados, contenían relleno de cuarzo, la radiolucidez de este dificultaba la detección de caries secundarias bajo las restauraciones. El tamaño medio oscilaba entre 15 a 30 micrómetros (partícula grande), incluso 100 micrómetros, permitían una carga de 75-80%, por peso. No se podían obtener superficies lisas, ya que al pulir quedaban al descubierto partículas grandes e irregulares pues se eliminaba con mayor facilidad la matriz que es más blanda, esto conducía al arrancamiento de estas partículas grandes, aumentando la rugosidad de la superficie, al ser sometida la resina a cambios térmicos y al tener la matriz y las partículas diferentes coeficientes de expansión térmica, las partículas se aflojaban. Las superficies rugosas facilitan la acumulación

de placa, facilitan la tinción e irritan la encía adyacente comprometiendo de esta forma la estética, presentaban en el sector posterior baja resistencia al desgaste, por todo ello debían ser remplazadas muy prontamente. Los macrorellenos más recientes contienen partículas de 1 a 5 micrómetros de tamaño (partícula pequeña) con similares valores de carga orgánica, los rellenos de cristales de bario y estroncio son de menores tamaños y más blandos, permitiendo un mejor pulido, menor riesgo de rugosidad y pigmentaciones. Además de ser radiopacos, los macrorellenos son fabricados actualmente de partícula pequeña.⁶³

En un principio el tamaño de las partículas era de 15 a 100 μm , actualmente partículas de 2 micrómetros son consideradas macropartículas, estas partículas eran de cuarzo inorgánico y vidrio de estroncio o bario, el cuarzo fue lentamente sustituido porque a pesar de su excelente estética y durabilidad posee radiopacidad menor que la dentina, además de ser altamente duro pues desgastaba con la falta de armonía la dentición natural antagonista.

B. Resinas compuestas de micropartículas

Debido al pobre poder de pulimiento de las resinas de macropartículas surgieron las resinas compuestas de micropartículas. Las micropartículas son hechas de sílica pirogénica (ceniza) o sílica coloidal; Son aproximadamente 300 veces menores que una partícula de cuarzo en una resina compuesta tradicional (0,4 micrómetros). Las micropartículas son obtenidas a través de la ceniza proveniente de la quema de dióxido de silicio (sílica pirogénica) o por adición de partículas coloidales de silicato de sodio al agua y al ácido clorhídrico (sílica coloidal). Las micropartículas

son adicionadas a la matriz resinosa por 2 formas: directa (composites homogéneos) e indirecta (composites heterogéneos). En los composites homogéneos las micropartículas son añadidas en su forma original a la matriz, lo que resultaría ideal si fueran incorporadas en cantidades altas lo que no es posible, pues una adición, aunque mínima aumenta la espesura del producto, pues las partículas muy pequeñas poseen una gran área de superficial. Esta limitante impulso el desarrollo de micropartículas heterogéneas, en estos composites las micropartículas no son añadidas directamente sino que son comprimidas en aglomerados a través de procesos de sinterización, precipitación, condensación o salinización, estos aglomerados se añaden a la matriz resinosa incorporándose alrededor del 70% en peso o más de carga. La resina se polimeriza posteriormente en bloque, para ser congelada y posteriormente molida en partículas que varían de 1 a 100 micrómetros oscilando entre 20 y 60 micrómetros, estas son las partículas denominadas prepolimerizadas y son finalmente adicionadas a la resina no polimerizada que ya contiene partículas (homogéneas), dando como resultado un producto final con alto contenido de carga (80%). Se puede obtener superficies más pulidas de mayor durabilidad que con las de macropartículas.

Se desarrollaron a finales del siglo setenta, fabricados y diseñados para solucionar el frecuente problema de pulido de los macrorellenos. El microrelleno contiene partículas de sílice submicrónicas (0,04micrometros) en lugar de cuarzo o cristales, estas partículas permiten un óptimo pulido de la superficie consiguiendo una textura parecida a la del esmalte. El sílice pirolítico (ceniza de sílice) es un agente espesante de las pinturas y

cosméticos. Al incorporar una pequeña cantidad aumenta de forma impresionante la viscosidad de la resina, por la elevada superficie de área del microrelleno, por esto se incorporan grados bajos de carga (menor al 35% en peso) en consecuencia las propiedades físicas y el comportamiento clínico fueron decepcionantes. Los microrellenos empleados actualmente son del tipo heterogéneo y se fabrican para aumentar la carga de relleno. El primer método mezcla el microrelleno y la resina bajo calor, se polimeriza la mezcla y se la tritura en partículas de 1 a 200 micrómetros de tamaño. Las partículas prepolimerizadas se añaden a una resina no polimerizada similar. El segundo método usa el sinterizado para aglomerar el microrelleno en pequeñas bolas (0,07 -0,2 micrómetros) o complejos mayores (3 – 5 micrómetros), que son añadidos a una resina no polimerizada. Se puede recurrir a uno a ambos métodos consiguiendo una carga de relleno en peso ligeramente superior al 50%.la calidad final de los microrellenos supera de manera amplia a los macrorellenos. Pero su mayor cantidad de matriz resinosa le da propiedades clínicas menos favorables, mostrando un coeficiente alto de expansión térmica, mayor contracción de polimerización, mayor absorción de agua y una resistencia menor.^{70,71,72,73}

C. Resinas compuestas híbridas

Tienen tanto micro como macropartículas de carga. Algunas resinas convencionales poseen también macro y micropartículas de carga ya que estas últimas pueden se utilizan para ajustar la viscosidad. Estas no se denominaban híbridas pues la cantidad de micropartículas que poseían era pequeña (5%). Las resinas compuestas híbridas actuales contienen entre 10 y 20% en peso de micropartículas de sílica coloidal y 50 a 60% de

macropartículas de vidrio, llegando a un 75 a 80% total en peso. Las micropartículas pueden ser añadidas de forma pura, prepolimerizadas y aglomerados. Al combinar macro y micropartículas confiere al material propiedades únicas y superiores: Mejorando la transferencia de tensiones entre las partículas, es decir al aumentar la carga en porcentaje la distancia entre partículas disminuye aliviando la tensión y mejorando de esta manera la resistencia hay un aumento de la fuerza cohesiva en la matriz, dificultando propagación de grietas. Para motivos didácticos las resinas híbridas están divididas en: híbridas de pequeñas partículas, híbridas submicrométricas, e híbridas con alta cantidad de carga. Los composite híbridos combinan ventajas de los macro y microrellenos, pueden ser descritos como composites de macrorelleno de partícula pequeña (0,6-5 micrómetros), con microrelleno de 0,04 micrómetros, incorporados a la matriz de resina, el microrelleno presenta un coeficiente de expansión térmica compatible con las partículas de macrorelleno reduciendo su aflojamiento al ser sometida a un cambio térmico (fig. 30). La carga es del 80% en peso le da propiedades similares a los de macrorelleno y la mezcla con microrellenos la obtención de una superficie más lisa. Sistemas más actuales incorporan bolitas de microrelleno aglomeradas de 0,1 micrómetros, estos combinados con microrelleno de 0,04 micrómetros y macrorelleno de partícula pequeña mejoran más el refuerzo y el endurecimiento de la matriz de resina debido al aumento de la carga de relleno. Los composites híbridos tienen propiedades físicas mejores, su comportamiento clínico supera a los macrorellenos y microrellenos, exceptuando la calidad en el pulido de estas últimas. Los composites

híbridos pueden subdividirse basándose en el tamaño del macrorelleno empleado. En los nuevos composites los esfuerzos de los fabricantes se centran en la distribución del tamaño de las partículas. Consiguiendo partículas inferiores a un micrómetro hasta un tamaño máximo de 2-4 micrómetros. Los primeros híbridos submicrónicos presentan una distribución bimodal del tamaño de las partículas, tienden a agruparse en dos valores 1 y 5 micrómetros. Materiales más recientes triturados de mejor manera, se realiza la distribución continua del tamaño de las partículas, con un mejor empaquetamiento y mayor número de partículas por unidad de volumen. Ensayos in vitro indican mejora en las propiedades, gran translucidez, y excelente pulido en áreas de extrema estética. Las resinas microhíbridas poseen un alto porcentaje de carga inorgánica, son de viscosidad media, tienen una alta resistencia al desgaste, excelente estética, son de rugosidad superficial aceptable, de módulo elástico medio, tienen una gran versatilidad, son disponibles en gran variedad de colores, con diferentes grados de translucidez y opacidad.^{67,69}

Poseen macro y micropartículas de carga, obteniendo así características de cada una de estas partículas. Las resinas híbridas actualmente están constituidas por 10-20% de micropartículas de sílica coloidal y 50-60% de macropartículas de vidrio de metales pesados. Tienen un porcentaje de carga del 75-80%. Esta combinación de partículas mejora la transferencia de tensión entre partículas, confiriendo propiedades únicas y superiores. El aumento porcentual de carga disminuye la distancia interparticular, mejorando la resistencia del material, pues la carga es inherente y no cambia dimensionalmente. Las resinas híbridas se dividen en:

D. Híbridas de pequeña partícula

Los híbridos de partícula pequeña sus partículas tienen un tamaño medio de 1 a 5 micrómetros. Al combinar partículas submicrónicas con microrelleno de 0,04 micrómetros y el aglomerado se eleva el porcentaje de carga y la capacidad de pulido. Los sistemas de pulido son fabricados para conseguir una superficie óptima de pulido de los composites híbridos, el pulido de los híbridos submicrónicos se aproxima al de los microrellenos. Las híbridas de pequeñas partículas llamadas así porque las micropartículas varían entre 1 a 5 micrómetros, contienen micropartículas en un 10 y 15%, presentando calidad de pulido buena y resistencia al desgaste.⁶⁷

E. Híbridas submicrométricas

Híbridos submicrónicos, estos contienen macrorelleno de partículas de tamaño menor a 1 micrómetro (0,6-0,7 micrómetros). Según Chain MC y Baratieri LN; 2001, las resinas híbridas submicrométricas son denominadas así por poseer partículas de carga menores de 1 micrómetro (0,6-0,8micrometros), poseen una estrecha distribución de partículas, con alta incorporación de micropartículas en la matriz resinosa, que son añadidas de manera directa o prepolimerizadas. Al poder incorporarse hasta 80% en peso de carga, se aumenta el refuerzo particular y la fuerza cohesiva de la matriz polimérica.⁶⁹

F. Resinas de alta viscosidad "condensables"

Los híbridos fuertemente cargados la carga de relleno es superior al 80% es la más alta obtenida, son fabricados distribuyendo de manera específica el tamaño de las partículas, consiguiendo un empaquetamiento estrecho

reduciendo al mínimo la resina reforzada con microrelleno entre las partículas. Se aumenta la rigidez y la resistencia a la fractura. Son duraderos, apropiados para áreas de soporte de carga, pero el tamaño de sus partículas 10 a 25 micrómetros, hacen que la capacidad de pulido sea menor, que los de partícula pequeña y submicrónicos. Están indicados en áreas posteriores con contacto oclusal o proximal o muñón o capa de refuerzo lingual en el sector anterior. Las resinas compuestas híbridas con alta cantidad de carga (híbridas pesadas) presentan más del 80% de carga en peso obtenida al realizar la distribución de partículas de carga de varios tamaños. Al incorporar cantidades altas de partículas inorgánicas da como resultado un refuerzo particular máximo y un módulo elástico elevado deformándose muy poco bajo tensión. Al poseer macropartículas de 10 micrómetros de tamaño estas resinas pesadas híbridas no puede alcanzarse un pulido óptimo. Poseen ventajas en cuanto a la manipulación cuando se utiliza la técnica de incremento único y escultura, la obtención del punto de contacto es fácil por ser un material más pesado, al ser polimerizados en una sola vez puede generar tensión de contracción y causar fractura y/o imperfecciones marginales. Para la obtención de buenos resultados se debe usar una resina de modulo elástico bajo subyacente (flow) este artificio posibilita una mejor obstrucción y relleno y alivia las tensiones por ser de un módulo elástico más bajo compensando la contracción de polimerización de si propia y de la resina condensable colocada sobre ella, las resinas condensables, poseen un alto porcentaje de carga cerámica, alta viscosidad, resistencia al desgaste variable, estética aceptable, alta rugosidad superficial, alto módulo de elasticidad, están indicadas para el sector posterior.^{67,59}

G. Resinas de baja viscosidad (flow)

Las resinas compuestas flow o que pueden fluir, son resinas con menor cantidad de carga con una matriz resinosa menos viscosa (más diluyentes), tienen buen desempeño en cuanto a tracción y compresión, su fluidez es mayor que una resina de micropartículas y menor que la de un sellante de fosas y fisura, por lo que puede aplicarse a través de una jeringa de punta firme que facilita su aplicación. Están disponibles en varios colores, pero son más translúcidas generalmente. 3M, Filtek TM FLOW, 2010 restaurador fluido, perfil técnico del producto, Material restaurador fluido de baja viscosidad, compuesto por Bis-GMA y TEGMA además contiene un polímero dimetacrilato, que mejora las características de manejo, coadyuva en mantener la forma y el sitio de aplicación, hasta ser polimerizado. El relleno es de zirconia/silica, la carga de relleno es de aproximadamente 68% en peso (47% por volumen), el tamaño de las partículas de 0,01 a 6.0 micrones, tamaño promedio 1.5 micrones. Esta indicado en restauración de lesiones cariosas con preparaciones mínimamente invasivas, preparaciones con aire abrasivo, preparaciones de túnel, bloqueador de irregularidades zonas retentivas, sellador de fosas y fisuras, reparación de defectos pequeños en restauraciones estéticas indirectas. Castañeda JC; 2009, las resinas fluidas, poseen baja viscosidad, tienen poca resistencia al desgaste, alta contracción de polimerización, son de bajo modulo elástico es necesario el uso de resinas con mayor resistencia al desgaste sobre ellas. Están indicadas como material intermediario, agente cementante y restauraciones mínimas. ^{67,69}

H. Resinas de nanopartículas

La nanotecnología, denominada también tecnología de lo pequeño o molecular, en la odontología es aplicada en los materiales dentales, específicamente en los composites con nanotecnología, al ser incorporados partículas de escala nanométrica a manera de relleno, junto con partículas de tamaño promedio a un micrón. Un nanómetro equivale a la millonésima parte de un milímetro, equivalente a 10 átomos de hidrogeno, un nanómetro sería un balón de futbol al lado del planeta tierra. (fig. 26)

Los nanocomposites poseen partículas entre 20 a 60 nm, son de forma esférica, con dispersión de tamaño baja. Obtenidos por procesos de sílice coloidal, estas tienden a aglomerarse, no pudiendo ser aprovechadas de esta manera por ello se les realiza un tratamiento superficial con silano, que evita su aglomeración. Al ser muy pequeñas y numerosas, poseen una elevada energía superficial.⁶⁷

I. Resinas de nanopartículas

La nanotecnología, denominada también tecnología de lo pequeño o molecular, en la odontología es aplicada en los materiales dentales, específicamente en los composites con nanotecnología, al ser incorporados partículas de escala nanométrica a manera de relleno, junto con partículas de tamaño promedio a un micrón. Un nanómetro equivale a la millonésima parte de un milímetro, equivalente a 10 átomos de hidrogeno, un nanómetro sería un balón de futbol al lado del planeta tierra. Los nanocomposites poseen partículas entre 20 a 60 nm, son de forma esférica, con dispersión de tamaño baja. Obtenidos por procesos de sílice coloidal, estas tienden a

aglomerarse, no pudiendo ser aprovechadas de esta manera por ello se les realiza un tratamiento superficial con silano, que evita su aglomeración. Al ser muy pequeñas y numerosas, poseen una elevada energía superficial.⁶⁷

Los composites de nano partícula poseen una disminución de la contracción de polimerización, al poseer este composite más carga orgánica, con disminución de la cantidad de matriz responsable de esta contracción. Existe un tope máximo de incorporación de carga cerámica, al sobrepasarlo el composite pierde características ópticas y de manipulación. Las nanopartículas por su tamaño no reflejan la luz, las ondas de luz las atraviesan sin reflejarse en ellas. Así adicionadas a los composites no alteran su opacidad ni translucidez. Las nanopartículas no se comportan como sólidos sino como líquidos. Al ser transparentes y comportarse como líquidos, no podrían ser utilizadas como material de relleno, por ello se acompañan con partículas más grandes entre 0.7 micrones, que actúan como soporte, dan viscosidad al material, el color, la opacidad y la radiopacidad a este tipo de resinas.⁶⁶

Voco y Grandio; 2006, nano es un prefijo matemático para magnitudes debajo de micro, una nanopartícula tiene un diámetro de 10 a 100 nm. Por debajo de la longitud de onda de la luz visible. Hay dos formas de conseguir estas partículas. La primera reducir el tamaño de las partículas grandes a través del desgaste y tamizado. La segunda crea nanopartículas de átomos o moléculas con cristalización sol-gel controlada o por pirolisis por flameado. Ambos tienen un problema en común el aglomerado pues poseen superficies muy extensas en comparación con su volumen, sin tratamiento se aglutinan de inmediato convirtiéndose en una micropartícula normal (500 nm. o 0,5

micrón) de diámetro, perdiendo las propiedades de la partícula nano. Para evitar esto se inactiva la superficie de la nanopartícula de manera química para conseguir su aislamiento. Las partículas aisladas no se comportan como un sólido al ser añadidas a la matriz, sino similares a un líquido. La viscosidad se reduce, por ello son mezcladas con macropartículas. Al mezclar micropartículas a la matriz se produce una masa pegajosa, el mismo contenido pero con nanopartículas produce un líquido similar al aceite. Con los nanorellenos se puede alcanzar una carga de 87% en peso, exhibiendo una contracción de solo 1,57%, las nanopartículas crean un efecto de red en la matriz resinosa que mejora las propiedades de resistencia a la tensión, abrasión y estabilidad marginal. La translucidez aportada por las nanopartículas mejora el resultado estético. Las propiedades de consistencia y manipulación se ven grandemente mejoradas. La resina Grandio de Voco, es un composite nanohíbrido, contiene nanopartículas de dióxido de silicio (SiO₂), entre 25 a 60 nm. y partículas de microrelleno con un tamaño promedio de 0.7 micrones, con ello propiedades físicas, mecánicas, estéticas superiores, disminuyendo la contracción de polimerización en un 1,57%, al incorporar partículas cerámicas en un 87% de peso. Es de consistencia suave, con mantenimiento de la forma y adhiriéndose al instrumento mínimamente.⁶⁹

Un nanómetro es la millonésima parte de un milímetro, las resinas nanohíbridas contienen un material de relleno que oscila entre 10 a 500 nm, la nanotecnología empleada en este tipo de resina le confieren características diferentes a las anteriormente utilizadas, las partículas aisladas de tamaño manométrico se comportan como un líquido y

reduciendo su viscosidad. La carga confiere un alto peso molecular, con una mejor manipulación, mejores propiedades físicas, como ser mejor resistencia, mejor acabado, mayor translucidez, resistencia a la tracción, la abrasión y menor contracción de polimerización, al cubrir los espacios microscópicos entre las moléculas de polímero (analogía en una caja colocar pelotas de golf, luego canicas por último arena, esta última cubrirá los espacios entre las pelotas y las canicas). Castañeda J, 2009, las resinas de nanotecnología, tienen una alta resistencia al desgaste, excelente estética, excelente textura superficial y mejores propiedades que las microparticulas; están indicadas en clase I, II, III, IV, V y facetas directas; marcas como Supreme De 3m Espe, Grandio de Voco y TPH 3 Dentsply, poseen este tipo de nanotecnología.⁶⁷

J. Resinas de Nanorelleno

Recientemente la nanotecnología ha hecho posible reducir aún más el tamaño de las partículas de relleno, hasta alcanzar dimensiones nanométricas. El primer material de este tipo fue presentado a la profesión en 2002, por la firma 3M-ESPE, con el nombre de Filtek Supreme, hoy Filtek Supreme Plus (actualmente Filtek Supreme XT), caracterizado por incluir una combinación de partículas de zirconio, sílice silanizada y partículas aglomeradas de zirconio.⁶⁹

Este tipo de resina compuesta se caracteriza por poseer dos estructuras importantes. Las primeras son nanopartículas o monómeros que presentan una dimensión de aproximadamente 25 a 75nm y la segunda los "nanoclústers" de aproximadamente 0,4 a 1,4 um, estos nanoclústers son una suerte de racimos de uvas compuestos de las mismas nanopartículas

aglomeradas o nanoagregadas. A diferencia de las densas partículas de relleno de los híbridos, estos nanoclústers son porosos y permiten que la matriz de resina del composite rellene los espacios presentes dentro y entre los clústeres.

Los objetivos que se persiguen al incorporar las nanopartículas en los composites son: mejorar las propiedades mecánicas y estéticas, por ejemplo, resistencia a la abrasión, mejorar la lisura superficial y permitir mejor terminado, incorporar más componente cerámico, disminuir la cantidad de resina en la fórmula del composite, y con ello, disminuir la contracción de polimerización volumétrica (CPV) del mismo. Al poseer un composite más carga cerámica, disminuye su porcentaje de contracción ⁶⁷

El "efecto racimo de uvas"

Es útil establecer una analogía entre los nanoclústers y los racimos de uvas. En ausencia de una fuerza externa, las partículas individuales de un nanoclúster permanecen juntas, igual que lo que haría un racimo de uvas. Como tal, los nanoclústers se comportan como partículas grandes con una amplia distribución de tamaño de partícula para conferirle manejo al composite. Sin embargo, bajo las fuerzas abrasivas existentes en el ambiente intraoral, se desprenden nanopartículas individuales, de forma semejante a uvas en un racimo. La superficie resultante después de la abrasión todavía permanece lisa y es comparable a los microrellenos como evidencian las MEB. Las partículas de los híbridos y microhíbrido, en cambio, no pueden subdividirse más, por lo que, bajo la abrasión, se exponen y desprenden estas partículas grandes, dejando una superficie rugosa y sin brillo. Tras el cepillado, la muestra de Filtek Supreme XT

conservó su lisura igual que el microrelleno estudiado, mientras que la superficie del microhíbrido se volvió bastante rugosa. Los estudios sobre retención del brillo tras un cepillado prolongado durante 2.000 ciclos abrasivos también confirmaron los resultados anteriormente mencionados.⁶⁷

K. Resinas nanohíbridas

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 pirogénica de $0.04\mu\text{m} = 40$ nanómetros pueden 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.^{69,70}

2.2.7 Propiedades de las resinas

Variación dimensional térmica

Es el cambio de dimensión de un material cuando su temperatura varía. Lo que requiere es que el coeficiente del material restaurador sea lo más similar posible al de los tejidos dentarios. En caso de no ser así, al producirse una variación brusca de la temperatura intrabucal (por ejemplo, al comer un helado) el material restaurador se contraerá más que el diente, generando una tensión que puede producir una separación a nivel de interfase diente-restauración con la consiguiente penetración de los fluidos bucales en este espacio. Al normalizarse la temperatura intraoral la restauración vuelve a su volumen original, expulsando de la interfase los fluidos que previamente se habían infiltrado. Las resinas compuestas tienen un coeficiente de expansión térmica unas tres veces mayor que la estructura dental, lo cual es significativo, ya que, las restauraciones pueden estar sometidas a temperaturas que van desde los 0° C hasta los 60° C. ⁶⁹

Conductividad térmica

La conductividad térmica de una sustancia es la cantidad de calor, en calorías o Joules por segundo, que pasan a través de un cuerpo de 1 cm. de espesor con una sección de 1cm². La matriz orgánica de la resina compuesta y el relleno inorgánico son malos conductores térmicos, por lo tanto, ante cambios térmicos pasajeros la restauración no cambiará de temperatura tan rápidamente como la estructura dentaria. Sin embargo, se puede apreciar que los sistemas convencionales poseen una conductividad térmica tres veces más alta que los sistemas de microrelleno. ⁶⁷

Sorción acuosa

Se define como la cantidad de agua adsorbida sobre la superficie de un material y la absorbida al interior de este. Para las resinas compuestas la presencia de sorción acuosa se traduce clínicamente en una expansión higroscópica, la cual podemos minimizar en la medida que el monómero de la resina compuesta sea de mayor peso molecular.^{66,67}

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.⁶²

Resistencia a la compresión y a la tracción

La tracción es la fuerza que tiende a alargar la longitud de un cuerpo mientras que la compresión es todo lo contrario. Es directamente proporcional a la cantidad de relleno inorgánico presente en la resina compuesta y al grado de polimerización de la matriz, además depende del tamaño de las partículas de relleno. Las resinas compuestas híbridas poseen mayor resistencia a la compresión que las de microrelleno debido a que estas últimas no logran incorporar en su masa una alta cantidad de partículas de relleno. A su vez, las resinas compuestas híbridas poseen una mayor resistencia a la compresión que las convencionales, debido a que, para un mismo porcentaje de relleno, la disminución del tamaño de partícula se traduce en un incremento de la resistencia a la compresión.¹

Contracción de polimerización

La contracción de polimerización siempre es un fenómeno anexo a la polimerización. Por lo tanto, cualquier material que endurezca por esta vía presentará algún grado de variación dimensional. La contracción que experimentan las resinas compuestas al polimerizar dependerá del tamaño y la cantidad de partículas monoméricas, del módulo de elasticidad de la resina compuesta, de la deformación durante su endurecimiento, de la calidad de la junta adhesiva lograda con los tejidos dentarios y del sistema y método de fotoactivación.⁷²

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.⁶⁹

Resistencia a la fractura

Es la tensión necesaria para provocar una fractura (resistencia máxima). Las resinas compuestas presentan diferentes resistencias a la fractura y va a depender de la cantidad de relleno, las resinas compuestas de alta viscosidad tienen alta resistencia a la fractura debido a que absorben y distribuyen mejor el impacto de las fuerzas de masticación.^{66,67}

Resistencia al desgaste

Es la capacidad que poseen las resinas compuestas de oponerse a la pérdida superficial, como consecuencia del roce con la estructura dental, el bolo alimenticio o elementos tales como cerdas de cepillos y palillos de dientes. Esta deficiencia no tiene efecto perjudicial inmediato, pero lleva a la pérdida de la forma anatómica de las restauraciones, disminuyendo la longevidad de estas. Cuanto mayor sea el porcentaje de relleno, menor el tamaño y mayor la dureza de sus partículas, la resina tendrá menor abrasividad.^{67,69}

2.2.8 La nanotecnología

El término nanotecnología" fue acuñado por el profesor Kerie E. Drexler a mediados del siglo XX. Etimológicamente la palabra Nano deriva de una palabra griega que significa pequeño o diminuto. Esta idea un tanto ficticia en sus inicios se convertiría en todo un suceso a futuro, tal como afirmara en 1959 el premio Nobel de Física Richard P. Feymann, quien en uno de sus artículos nos decía "esta es una innovación la cual pienso que no debe ser eludida. La idea de la nanotecnología marcó el inicio para el desarrollo de un nuevo campo tecnológico con una amplia perspectiva para áreas como la ingeniería, ciencias básicas, la medicina, la odontología e incluso las ciencias sociales. Para entender lo que es la nanotecnología de una manera íntegra, partiremos del concepto básico de que la unidad fundamental de medición para la longitud es el metro. Un nanómetro es una billonésima parte del metro (1/1, 000, 000,000) o un milésimo de una micra (1/1000). La comprensión de una forma más aplicativa de estas mediciones la

hallamos en que un nanómetro es ochenta mil veces más pequeño que el diámetro de un cabello humano ⁶⁷.

La nanotecnología es conocida también como nanotecnología molecular o ingeniería molecular, su finalidad es la producción de materiales y estructuras en el rango de 0.1 a 100 nanómetros – la nanoescala - por varios métodos físicos o químicos. Este concepto es complementado por Saravana y Vijayalakshmi, quienes enuncian que la nanotecnología es la manipulación de la materia hasta el nivel nanométrico y que la aplicación de la misma en la medicina es llamada nanomedicina. En palabras simples es la ingeniería a nivel atómico o molecular.⁶⁹

En teoría, la nanotecnología puede utilizarse para lograr que los productos sean más ligeros, más fuertes, más accesibles y más exactos. Si este tipo de material se usara para fabricar un avión, éste podría pesar 50 veces menos y ser igual de resistente. A partir de aquí las investigaciones en el campo de la odontología se empezaron a desarrollar enfocados básicamente a los materiales empleados en la operatoria dental es así que esta fue la especialidad más beneficiada con las bondades de la nanotecnología. Los resultados de este impulso, se vieron posteriormente reflejados con la aparición de sistemas adhesivos y resinas compuestas que contaban con nanopartículas incorporadas dentro de su composición.⁶⁹

2.2.9 Resinas bulk fill

Estas resinas bulk fill se introdujeron por sus componentes mejorados, aplicados en bloques de hasta 4mm permitiendo una disminución de tiempo clínico. Actualmente podemos encontrar en el mercado resinas Bulk de dos tipos: las de tipo modelable y las fluidas. En el caso de las

resinas en bloque de tipo fluido se utilizan para aplicar en zonas de dentina profundas concluyendo la restauración con una resina convencional, debido a su bajo nivel de resistencia al desgaste, es por ello que la resina fluida no es recomendada en cavidades clase II ya que queda expuesta en la zona proximal. Para reducir el estrés de contracción, las resinas bulk poseen unas partículas denominadas mitigadores de estrés, los cuales certifican un buen sellado marginal. Estos mitigadores tienen un bajo módulo de elasticidad actuando como muelles en el proceso de contracción.⁶⁸

En lo que se refiere a la composición de las RBF (Resinas Bulk Fill), sus componentes son muy similares a los de las resinas convencionales, la matriz se compone básicamente de monómeros de BIS-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPDMA. Dependiendo de la casa fabricante, se han adicionado monómeros distintos o se ha modificado el clásico monómero de Bowen (BIS-GMA) por otros de menos viscosidad, los cuales brindan mayor fluidez al material y por tanto menor contracción por polimerización⁶⁹. Las Resinas Bulk Fill de viscosidad normal son para restauraciones directas⁷⁰.

Se ha observado una disminución en la proporción de éste; si se compara con las resinas compuestas convencionales; además de un aumento en el tamaño de las partículas en algunas de estas resinas.

En las cuales existen cinco aspectos relevantes clínicamente, por los cuales las RBF han sido objeto de varios estudios in vitro, ya que son aspectos que permiten evaluar su capacidad como material restaurador⁷¹:

Profundidad de curado

La falta de polimerización en las capas más internas de la cavidad genera degradación del material y por consiguiente disminución en sus propiedades mecánicas. La profundidad de curado no debe ser menor que 0.5mm del valor establecido por la casa fabricante ⁷¹.

Contracción y estrés por polimerización

Aunque la técnica incremental se desarrolló como respuesta a este aspecto, con la aparición de las RBF, los estudios relacionados aún son escasos; se ha observado menor flexión cuspídea en premolares con restauraciones clase II mediante técnica de monobloque, comparada con las restauradas mediante técnica incremental. Estos mismos estudios muestran también un menor estrés por polimerización en RBF frente a las convencionales en pasta y fluida, obteniéndose en este último caso variantes dependiendo del producto.⁷¹

Integridad marginal

Este aspecto se relaciona íntimamente con el punto anterior, no se han encontrado diferencias significativas entre la integridad marginal al comparar RBF frente a resina convencional, se carece de estudios in vitro que comprueben este aspecto.⁷¹

Propiedades de manipulación

Por su menor contenido de relleno, las RBF presentan menor grado de viscosidad, lo que dificulta al clínico poderlas esculpir fácilmente⁷¹.

Propiedades mecánicas

Su estudio es de mucha importancia debido a que un material debe soportar las fuerzas masticatorias, principalmente la RBF de viscosidad normal, que soporta carga oclusal directa.⁷¹

En lo que se refiere a resistencia de flexión, según un estudio realizado por la ADA, se obtuvieron valores superiores a 80 MPa, mismos que fueron comparables a los obtenidos por las RC, pero mayores a los de la RC fluida. En cuanto a dureza superficial, las RBF de viscosidad normal cumplen las especificaciones de la ADA, según una evaluación realizada por este mismo ente; esta característica es de mucha importancia, pues demuestra que es un material capaz de resistir las fuerzas oclusales. Otras variables evaluadas fueron: el módulo de indentación, dureza, módulo flexural y resistencia a la deformación, las cuales tienen una estrecha relación con la cantidad de relleno presente en la resina, y que como se ha mencionado anteriormente, en algunas RBF está reducido. Es por esta razón que aquellas RBF de viscosidad fluida (menor relleno) requieren de la colocación de una capa superficial de RC (Resina Convencional) para poder resistir la aplicación de fuerzas en zonas de alta carga oclusal.⁷¹

A. Resina Filtek™ Bulk Fill 3m Espe

Son resinas nanohíbridas de restauración visible y fotoactivada que ha sido optimizada para crear restauraciones posteriores más sencillas y rápidas. Este material de relleno en bloque proporciona una excelente fuerza y un desgaste bajo. Los tonos son semitraslúcidos y se polimerizan con un estrés mínimo, lo cual proporciona una profundidad de polimerización de 5 mm. Con una

excelente retención de pulido, la resina para posteriores Filtek™ Bulk Fill también es ideal para restauraciones anteriores que requieren de un tono semitraslúcido.⁷²

Características del producto

- Presentación en jeringas de 4.0 gramos. Las jeringas son color esmeralda, con etiquetas blancas y designaciones de tonos
- Cinco tonos: A1, A2, A3, B1, C2
- Restauraciones Clases II, profundidad de fotocurado de 5 mm para todos los tonos.⁷²

El segundo metacrilato único representa una clase de compuestos

Indicaciones de uso

- Restauraciones anteriores y posteriores directas (incluyendo superficies oclusales).
- Base /liner bajo restauraciones directas.
- Reconstrucción de muñones.
- Ferulización
- Restauraciones indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas
- Restauraciones de dientes deteriorados
- Sellado de surcos y fisuras en molares y premolares
- Reparación de defectos en restauraciones de porcelana, esmalte y temporales.⁷²

Composición

Los materiales de relleno son una combinación de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nm, zirconia aglomerada/no agregada de 4 a 11 nm y un compuesto de zirconia/sílice agregados (constituido por partículas de sílice de 20 nm y partículas de zirconia de 4 a 11 nm), además de un material de relleno de trifluoruro de iterbio en un aglomerado de partículas de 100 nm. La carga de material de relleno inorgánico es de aproximadamente 76.5% por peso (58.4% por volumen). Filtek™ Bulk Fill Resina para Posteriores contiene AUDMA, UDMA, 12-dodecanediol-DMA. Filtek™ Bulk Fill se aplica al diente después de usar un adhesivo dental con base de metacrilato, como los fabricados por 3M ESPE, que adhieren la restauración a la estructura dental de manera permanente. La resina para posteriores Filtek Bulk Fill está disponible en jeringas tradicionales.⁷²

Sistema de la resina Bulk-Fill

El objetivo principal fue diseñar un material que permitiera que el dentista aplicara y polimerizara una restauración con una profundidad de 5 mm hasta la oclusión. Para cumplir con esta tarea fue necesario considerar muchos aspectos del sistema de resina. Una de las principales consideraciones para diseñarlo fue la habilidad de reducir el estrés de contracción al fotocurar. Además, ya que ésta es una resina de relleno en bloque, la profundidad de polimerización del material fue una propiedad clave que se tomó en cuenta durante el desarrollo. A diferencia de muchas de las resinas fluidas en el mercado, este material fue diseñado para obturar hasta la oclusión, por lo que era esencial brindar una alta resistencia al desgaste. Un factor adicional para un material de aplicación en bloque

consistió en optimizar su manipulación y mejorar su adaptación a la preparación de la cavidad. Las resinas de metacrilato tienen una tendencia inherente a contraerse durante la polimerización, y pueden hacerlo en distintos grados, dependiendo de los monómeros que se utilicen. Contiene dos novedosos monómeros de metacrilato que combinados, actúan para disminuir el estrés por polimerización. Uno de los monómeros es un metacrilato aromático de alto peso molecular (AUDMA), disminuye la cantidad de grupos reactivos en la resina. Esto ayuda a moderar la contracción volumétrica, así como la rigidez de la matriz polimérica en desarrollo y al final, que son los factores que contribuyen al desarrollo del estrés de polimerización.⁷²

llamados monómeros por adición fragmentación (AFM). Durante la polimerización, los AFM reaccionan para desarrollar polímeros, como con cualquier metacrilato, incluyendo la formación de enlaces cruzados entre cadenas adyacentes de polímeros. Los AFM contienen un sitio con un tercer reactivo que se desintegra a través de un proceso de fragmentación durante la polimerización. Este proceso da lugar a un mecanismo para la relajación de la cadena en desarrollo y la subsecuente disminución del estrés. Sin embargo, los fragmentos siguen conservando la capacidad de reaccionar entre sí o con otros sitios reactivos del polímero en desarrollo. De esta manera es posible aminorar el estrés, al mismo tiempo que se mantienen las propiedades físicas del polímero.⁷²

El DDDMA 1, 12-dodecanediol-dimetacrilato, tiene un esqueleto hidrofóbico que aumenta su movilidad molecular y su compatibilidad con resinas no polares. El DDDMA presenta una resina de viscosidad baja/

volatilidad baja que comúnmente se emplea en los biomateriales y las aplicaciones dentales debido, en parte, a su rápida polimerización, con una exotermia baja y una contracción mínima. Ésta es una resina de modulo alto con buena flexibilidad y resistencia al impacto⁷²

El UDMA (dimetacrilato de uretano) es un monómero de viscosidad relativamente baja y de alto peso molecular. Este monómero se incluyó en el sistema de resina para reducir la viscosidad de ésta.⁷²

Profundidad de polimerización de 4 mm , a continuación se muestra la profundidad de polimerización para los tonos indicados de Filtek™ Bulk Fill Restaurador para Posteriores, que se midió con el estándar ISO 4049 y una polimerización de 20 segundos con Elipar™ S10 Lámpara de Fotopolimerización LED de 3M ESPE, usando la guía de luz de 10 mm.⁷²

B. OPUS BULK FILL APS

Es un composite foto curado indicado para restauraciones realizadas en grandes incrementos, la baja tensión de contracción y elevada profundidad de cura permiten que el profesional haga incrementos de hasta 5 mm en las cavidades, incluyendo la superficie oclusal (no demanda resina de cobertura). El composite presenta aproximadamente 79% de carga en masa, con elevada resistencia mecánica.

La sigla APS (advanced Polymerization System) indica la incorporación del Sistema de polimerización desarrollado por FGM, que consiste en una combinación de diferentes fotos indicadores que interactúan entre sí y permiten amplificar la capacidad de polimerización proveniente de la luz emitida por los

aparatos de fotocurado. Añadido a diferentes materiales, el sistema proporciona diferentes ventajas.

En el caso de la resina Opus Bulk Fill APS, el APS presenta como principal beneficio el aumento del grado de conversión y profundidad de cura, que corrobora el uso en grandes incrementos optimizando la confección de la restauración.⁷³

Características principales del Opus Bulk Fill de FGM

- Baja tensión de contracción.
- Resina de relleno único (incluyendo superficie oclusal).
- Gran profundidad de curado (hasta 5mm).
- Excelente consistencia y manipulación.
- Elevadas propiedades mecánicas.
- Mantenimiento de brillo y pulido.
- Ahorro de tiempo al confeccionar grandes restauraciones.
- Disponible en 3 colores (A1, A2, A3).⁷³

Indicaciones de la resina Opus Bulk Fill:

- Restauraciones directas en dientes posteriores o anteriores (permanentes y deciduos) en incrementos de hasta 5mm, incluso superficie oclusal.
- Base para restauraciones directas.
- Reparación de pequeños defectos en el esmalte.
- Reparación de materiales temporales en acrílico y resina.⁷⁴

Tensión de curación

Una de las propiedades más importantes de este tipo de resinas es la tensión de curación ya que permite aplicar el composite en grandes incrementos e incluso, en un solo incremento.⁷⁴

Resistencia a la compresión

La compresión es la fuerza que se produce durante la masticación e influye directamente en la longevidad de la restauración. Estudios realizados por FGM concluyen que Opus Bulk Fill APS presenta mayor resistencia que la mayoría de las resinas de la competencia.⁷⁴

Beneficios de Opus Bulk Fill APS

Contiene sistema APS que aumenta tiempo de trabajo con la resina y permite prever el color definitivo antes y después del fotocurado. Su estratificación facilita el relleno en incrementos de hasta 5 mm, incluso superficie oclusal, ahorro de tiempo al estratificar en incrementos mayores, se ahorra tiempo de restauración. Rellenado único, la posibilidad de relleno único en algunos tipos de restauraciones directas. Fácil manipulación, tiene excelente consistencia para un manejo sencillo de la resina.⁷⁴

Protocolo de trabajo

- Aislar la zona de trabajo y preparar la cavidad.
- Medición de cavidad para determinar la profundidad de la misma.
- Realizar grabado al ácido con ácido fosfórico al 37% (Condac 37 de FGM) en esmalte y dentina.
- Lavar.
- Aplicar adhesivo.

- Fotocurado del adhesivo
- Aplicar Vittra APS mediante técnica incremental de hasta 1,5 mm hasta rellenar la cavidad. Fotocurar entre capa y capa
- Relleno de la cavidad con resina Opus Bulk Fill APS en incrementos de hasta 5 mm o en un único paso hasta cara oclusal.
- Escultura de la cara oclusal.
- Acabado y pulido para finalizar la restauración.

C) 3M™ FILTEK™ Z350 XT

Es una resina convencional activada por luz visible, diseñada para ser utilizada en restauraciones anteriores y posteriores. Un adhesivo dental, como los que fabrica 3M, se utiliza para unir de manera permanente la restauración con la estructura dental. La resina está disponible en presentación de jeringas, en un amplio rango de tonos para Dentina, Esmalte, Cuerpo y Translúcidos. Todos los tonos son radiopacos.⁷⁵

Composición

El sistema de resinas fue levemente modificado respecto a la resina original de 3M™ Filtek™ Z250 Restaurador Universal y al de 3M™ Filtek™ Supreme Restaurador Universal. La resina contiene resinas bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA. Para controlar la contracción, PEGDMA fue sustituida por una porción de resina TEGDMA en 3M™ Filtek™ Z350 XT Restaurador Universal. En cuanto a los rellenos, los materiales utilizados son una combinación de relleno de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nanómetros (nm); relleno de zirconia no aglomerado/no agregado de 4 a 11 nm; y un relleno clúster agregado de zirconia/sílice (partículas de sílice de 20 nm y de zirconia de 4 a 11 nm). Los tonos para Dentina, Esmalte y Cuerpo (DEC) tienen un tamaño promedio de las partículas del clúster de

0.6 a 10 micrones (μ). Los tonos translúcidos (T) tienen un tamaño promedio de las partículas del clúster de 0.6 a 20 micrones. La carga de relleno inorgánico es aproximadamente de 72.5% por peso (55.6% por volumen) para los tonos translúcidos y 78.5% por peso (63.3% por volumen) para el resto de tonos.⁷⁵

Mejoras En El Material De Relleno De 3m™ Filtek™ Z350 Xt Restaurador Universal

La tecnología del material de relleno se mejoró nuevamente. El proceso de fabricación, donde se forman los clústers, fue modificado para producir menos sinterizado. Una vez más, los nanoclústers se producen en un amplio rango de tamaños, lo que permite una carga más alta de relleno. Ya que las partículas no están tan sinterizadas, se pudo ampliar el rango de tamaño del clúster (en comparación con 3M™ Filtek™ Z350 Restaurador Universal) sin afectar propiedades tales como la retención del pulido. Estos nanoclústers tienen todavía la integridad estructural para ofrecer una excelente resistencia a la fractura y al desgaste. Ambos materiales (DEC y tonos T) contienen clústers de zirconia/sílice, así como nanopartículas de sílice y de zirconia. La proporción entre nanoclústers y nanopartículas es similar en ambas formulaciones. La composición de ambos clústers es la misma. El proceso de fabricación es ligeramente diferente para poder lograr el alto nivel de transparencia y de opalescencia requeridos para los tonos T. Tanto los tonos DEC como los tonos T son radiopacos. Durante la abrasión, tanto la tasa como el patrón de desgaste son más parecidos a la matriz de nanorelleno que está alrededor de los clústers que la de los tonos DEC y T de la resina Filtek Z350.⁷⁵

Indicaciones de uso

Filtek Z350 XT está indicado para:

- Restauraciones directas anteriores y posteriores (incluyendo las superficies oclusales)
- Reconstrucción de muñones
- Ferulización
- Restauraciones indirectas (incluyendo inlays, onlays y carillas)⁷⁵

2.2.10 Técnicas para restauración directa con resinas compuestas

A. Técnica Incremental

Se caracteriza por la construcción progresiva de la restauración, agregando pequeños incrementos menores a 2mm de grosor de material en capas sucesivas, los cuales se van fotoactivando de manera consecutiva, con el fin de disminuir la magnitud del efecto de la contracción de polimerización y atenuar la tensión residual entre diente y restauración, mejorando así el sellado marginal de la restauración y reduciendo la posibilidad de microfiltración marginal.⁷⁶

Existen diversas formas de realizar la técnica incremental, entre las cuales podemos mencionar:

- **Técnica Horizontal**

Se incorporan incrementos en sentido vestíbulo palatino/lingual a lo largo de la preparación cavitaria, hasta llenar la preparación biológica.⁷⁶

- **Técnica Oblicua**

Consiste en la incorporación de incrementos triangulares u oblicuos en las paredes de la cavidad, los que son fotoactivados ya sea de forma directa o inicialmente a través de las paredes cavitarias y luego desde la superficie

oclusal de forma directa, para así direccionar el vector de contracción hacia la superficie adhesiva.⁷⁶

- **Técnica por Cúspides**

Consiste en aplicar incrementos que permiten ir reconstruyendo cada cúspide en forma separada hasta completar la restauración.⁷⁶ Por años, la técnica más utilizada ha sido la técnica oblicua, sin embargo, en la actualidad se postula que la técnica horizontal daría el mismo resultado de sellado marginal y con la ventaja de ser una técnica más sencilla, requiriendo un menor tiempo clínico y presentando una mayor facilidad en el actuar del clínico⁷⁷

- **Técnica de monobloque**

Su aplicación se indica en una sola capa o mono bloque de 4-5mm para cavidades clase I, II y V de Black; en el mercado se encuentra disponible en: viscosidad baja (fluidas) indicadas para base cavitaria o restauración.⁹⁴

2.2.11 Polimerización de resinas

La polimerización consiste en la reacción de transformación del monómero a polímero y en el caso de las resinas compuestas, es un tipo de reacción por adición mediante radicales libres, la que ocurre en tres etapas a saber:⁸⁰

Etapa de iniciación

Es un proceso que se realiza a través de un agente iniciador. Éste forma radicales libres en los monómeros, quienes, al tener un electrón impar, es decir, al poseer dobles enlaces entre carbonos que se rompen, se convierten en un compuesto muy reactivo.

Para que el iniciador cumpla su función, debe ser activado por un agente activador, quien le otorga energía suficiente para combinarse con una molécula de BIS-GMA y romper el doble enlace entre carbonos, apareándose con uno de ellos y dejando libre el otro, el cual puede reaccionar con más monómero hasta completar el proceso de polimerización. El iniciador puede activarse a través de medios químicos o físicos.⁸¹

Etapa de propagación

Se da cuando ocurre el crecimiento y la formación de la cadena polimérica. El monómero activado reacciona con otro monómero, formando un dímero, que posee un radical libre en su carbono terminal, capaz de reaccionar entonces con otro monómero, formando un trímero, que también posee un radical libre en el carbono terminal. De esta forma, va creciendo la cadena polimérica, proceso conocido como crecimiento en cadena.⁸¹

Etapa de terminación

Que es la etapa donde cesa la formación de polímero por la inactivación de los radicales libres, debido a que éstos se recombinan entre sí. De esta forma, se obtiene un polímero inactivo.⁸¹

Fenómenos asociados a la polimerización

- Liberación de calor
- Contracción de polimerización.⁸¹

Factores que afectan la calidad de polimerización

- Tipo de material
- Unidad de luz empleada
- Tiempo de fotoactivación

- Espesor del material
- Distancia luz-material.⁸³

Clasificación de las tecnologías para polimerización

- Polimerización por Luz Ultravioleta.

Consiste en una unidad para la emisión de luz ultravioleta (365nm) a través de una varilla de cuarzo de una fuente de mercurio a alta presión desarrollada en los años 70-80. Los tiempos de exposición eran de 20 segundos. Además, existen antecedentes de posibles efectos nocivos producto de la exposición de tejido ocular a las emisiones de onda corta como quemaduras corneales y formación de cataratas, así como también cambios en la microflora oral.⁷⁹

- Polimerización por luz visible y luz halógena convencional.

El 24 de febrero de 1976 el Dr. Mohammed Bassiouny colocó la primera resina dental polimerizada por luz visible en la boca de un colega. La optimización del sistema de iniciación utilizando canforoquinona y una amina alifática como coiniciador fue clave para el éxito de este sistema que continúa siendo el más utilizado hasta el día de hoy. La unidad consistía en una fuente halógena de cuarzo-tungsteno un cristal para la absorción de calor y un filtro lumínico que permitía el paso de luz entre 400 y 550 nm. Este sistema permitió la polimerización de incrementos de hasta 2mm en tiempos de 40 a 60 segundos y la minimización del riesgo de cataratas y alteraciones de la microflora oral.⁷⁹

a) Luz de arco de plasma.

Fue desarrollada inicialmente para la visualización de campos operatorios (endoscopia, colonoscopia) La fuente consistía en dos electrodos de tungsteno

separados por una pequeña distancia dentro de una cámara llena de gas a alta presión. Al activarse, la corriente eléctrica ioniza el gas y forma un puente (plasma) entre ambos electrodos lo que inicia la emisión de luz. El gas utilizado inicialmente era Argón lo que entregaba una emisión extremadamente alta, por lo que se dijo que exposiciones de menos de un segundo eran suficientes para remplazar la exposición convencional de 40 a 60 segundos para luz halógena. Una unidad típica tenía una potencia de 2000mW/cm² y entregaba luz en un espectro de 380 a 500nm con un pico en torno a los 460nm donde la canforoquinona tiene su absorción óptima, con el tiempo fueron capaces de lograr una polimerización adecuada con exposiciones de 10 segundos.⁷⁹

b) Luz L.E.D

La tecnología LED se basa en la diferencia entre dos sustratos semiconductores diferentes para determinar la longitud de onda de la luz emitida. Son mucho más eficientes que las fuentes para fotocurado previamente desarrolladas, más ligeras y pueden ser fácilmente alimentados por baterías permitiendo su portabilidad.⁷⁹

L.E.D. de primera generación

Fueron introducidas en el año 2000. El diseño constaba de una lámpara compuesta por múltiples unidades individuales que funcionaban al unísono, cada chip entregaba 30-60mW ubicados de tal forma que en conjunto lograban la potencia suficiente para activar la CQ. Existían diseños desde 7 a 64 unidades, pero aun así, la radiación producida no era equiparable a la de las lámparas halógenas.⁷⁹

L.E.D. de segunda generación

Gracias a los avances realizados el año 2000 fue posible introducir múltiples diodos en un solo chip. Estos eran elaborados para emitir una longitud de onda específica para la CQ siendo denominados LEDs dentales azules. Posteriormente, apareció un nuevo chip de 5W con 600mW de salida lo que entregaba una luminiscencia 10- 20 veces mayor a los chips de primera generación. Sin embargo, las longitudes de onda emitidas tanto por estas lámparas como por las de primera generación se encontraban fuera del espectro para la activación de foto iniciadores alternativos.⁷⁹

LED de tercera generación

Las lámparas de tercera generación buscaron terminar con la limitación de sus predecesoras en la activación de foto iniciadores alternativos. Para esto las primeras unidades constaban de un chip de 5W rodeado de 4 LEDs violetas de baja potencia (alrededor de los 400 nm). Estas unidades se encuentran normalmente alimentadas por baterías de NiMH o Li-ion y son capaces de activar cualquier tipo de resina gracias a su amplio rango de longitud de onda.⁷⁹

Técnicas de foto polimerización

Hay autores que manifiestan que las intensidades altas producen una polimerización demasiado “súbita” a su vez, se utilizan sistemas adhesivos al tejido dentario, el estrés debido a la contracción de polimerización en la interfase entre tejido dentario y material artificial puede ser intenso, a su vez podrían producirse agrietamientos o despegamientos, sensibilidad, etc. Teniendo en cuenta la oferta de composiciones, colores, viscosidad (condensables, fluidas), etc. No resulta difícil

comprender que los requerimientos entre ellas, o sus diversas familias, en cuanto a tipo y modo de actuar del agente inductor de la polimerización puedan ser muy diferentes.⁸⁴

En un intento de optimizar estos resultados, los diversos autores y equipos de investigación proponen continuamente diferentes sistemas o técnicas, jugando con tiempos, intensidades y modos de aplicación. Se presentan algunos de ellos, de forma esquemática, sin entrar en detalles concretos de cifras. Es un mundo muy cambiante. Cada técnica o sistema es mejor consultarlo en la información que ofrece cada fabricante de la lámpara y de la resina compuesta a utilizar. Mediante el auxilio de representación gráfica nos ayudara a comprender las diferentes técnicas , sistemas, modos o patrones, colocando en el eje de ordenadas intensidades.⁸⁴

Lámpara de fotocurado Led. H Woodpecker

- LED.H adopta el principio de solidificación de resinas sensibles a los disparos de rayos de luz por un corto tiempo.⁸⁴
- LED.H (dental) está compuesta principalmente por un diodo LED de alta intensidad, fibra óptica y una unidad principal.⁸⁴

Fuente de luz

- La luz azul LED de alta intensidad 5W
- Longitud de onda: 420nm-480nm
- Intensidad de luz: 1000mW/cm² ~ 1200mW/cm² Técnicas de Fotopolimerización
- Técnica full: La luz LED dispara su máxima intensidad.
- Técnica rampante: La luz LED se torna de débil a muy fuerte, alcanza su máxima intensidad en 5 segundos ⁸⁴.

2.2.12 Norma Técnica para las pruebas de microtracción en materiales odontológicos ISO/TS 11405: Adhesión a tracción y resistencia de las uniones de materiales dentales y adhesivos

La fuerza de adhesión es un parámetro muy importante a determinar para caracterizar el rendimiento de los materiales adhesivos aplicados en las técnicas dentales. Aunque estos tipos de ensayo no predicen un comportamiento clínico, ayudan a los científicos e investigadores a entender el comportamiento de los materiales en un entorno controlado de laboratorio. La normativa ISO/TS 11405 “materiales dentales- Ensayo de adhesión a estructura dental” ayuda a establecer guías para evaluar la fuerza de tracción y cizalladura. Para obtener resultados correctos, el alineamiento es crítico durante el montaje del espécimen y durante el progreso del ensayo, nuestra fijación especial para fijación de materiales dentales puede ser montada tanto en equipos electromecánicos de las series 5900 y 3300 o en el equipo de ensayos dinámicos. La fijación tiene las características necesarias para evitar una mala distribución de la tensión sobre el espécimen durante la carga. Un accesorio de preparación de espécimen ayuda a asegurar el correcto alineamiento del material durante la preparación del ensayo⁸⁵.

2.3 Definición de términos básicos

Microtracción: Capacidad de un cuerpo en proporciones milimétricas para resistir fuerzas con misma dirección y de sentidos contrarios que tienden a estirarlo. ^{1,2,3,4,5}

Capa Híbrida: Es por tanto una estructura mixta formada por colágeno de la dentina y el adhesivo que encontramos tanto en la superficie de la dentina intertubular como a la entrada de los túbulos dentinarios⁴¹.

Resinas Nanohíbridas: incorporación de nanopartículas dentro de un material microhíbrido.⁷³

Bulk-Fill: Resinas Bulk-Fill poseen unas partículas denominadas mitigadores de estrés, los cuales certifican un buen sellado marginal. Estos mitigadores tienen un bajo módulo de elasticidad actuando como muelles en el proceso de contracción.

In vitro: Se refiere a una técnica para realizar un determinado experimento en un tubo de ensayo, o generalmente en un ambiente controlado fuera de un organismo vivo. La fecundación in vitro es un ejemplo ampliamente conocido.

Dientes Bovinos: Dientes de mamíferos son los más adecuados como sustitutos de dientes humano debido a que su composición y morfología son muy similares, a los dientes humanos¹⁹.

Fotopolimerización: Proceso químico por el que los monómeros de la matriz de resina del composite se agrupan entre sí dando lugar a una molécula de gran peso, llamada polímero, que, puede ser una cadena lineal o una macromolécula tridimensional²⁰. El iniciador es la canforoquinona, sustancia que al absorber la luz en un rango de 470nm se activa para producir la polimerización²¹.

La normativa ISO/TS 11405: En materiales dentales es el Ensayo de adhesión a estructura dental” ayuda a establecer guías para evaluar la fuerza de tracción y cizalladura.⁸⁵

2.4 Formación de hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

Ho. No existe diferencias significativas entre los grados de resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas bulk-fill, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

Hi. Existe diferencias significativas entre los grados de resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas bulk-fill, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

2.4.2 Hipótesis específicas

Ho1. El grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbridas FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE no difiere de las demás resinas compuestas, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

Hi1. El grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE difiere de las demás resinas compuestas, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

Ho2. El grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM no difiere de las demás resinas compuestas, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

Hi2. El grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM difiere de las demás resinas compuestas, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

Ho3. El grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE no difiere a las demás resinas compuestas, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

Hi3. El grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE difiere a las demás resinas compuestas, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

Ho4. Las tres resinas compuestas nanohíbridas bulk-fill serán iguales en el grado de resistencia a la microtracción in vitro, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

Hi4. Uno de las tres resinas compuestas nanohíbridas bulk-fill tiene mayor grado de resistencia a la microtracción in vitro, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

2.5 Identificación de Variables

2.5.1 Variable Independiente

Resinas compuestas nanohíbridas

2.5.2 Variable Dependiente

Resistencia a la microtracción

2.5.3 Variables intervinientes

Longitud de onda de la lámpara LED fotopolimerizable

2.6 Definición Operacional de variables, dimensión e indicadores

Variable Independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo variable	Escala	Categoría	Indicador
Tipo de resina	Es un material de restauraciones estéticas	Se busca encontrar diferencia entre los dos grupos de resina dirigida a su microtracción	Cualitativa Politómica	Nominal	R1: FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE R2: OPUS BULK FILL APS de FGM R3: FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE	El uso del tipo de resina

Fuente: Elaboración propia

Variable Dependiente

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Tipo variable	Escala	categoría	Indicador
Resistencia a la microtracción	Es la resistencia de un cuerpo a modificar su forma	En la muestra va haber diferentes rupturas que van a ser registradas	Cuantitativa continua	Razón	0 a más	Es la varilla a nivel de fractura se registra en megapascales (Mpa).

Fuente: Elaboración propia

Variable Interviniente

Variable	Definición conceptual	Tipo de variable	Escala de medición	Categorías o valores	Indicador
Longitud de onda de lámpara led	Es el espectro de radiación electromagnética que es visible para el ojo humano	Cualitativa	Razón	0 a más	Tiempo

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Nivel y tipo de investigación

Explicativo ya que permite explicar la relación que existe entre las variables: tipos de resina y resistencia a la microtracción, ya que constituye la causa y el efecto; sustenta el cómo y por qué ocurre el fenómeno.

El tipo:

Según el tiempo de estudio: Prospectivo, el estudio pertenece al tiempo futuro y la recolección de datos lo realiza el investigador a partir de una fuente primaria.

Según la participación del investigador: Experimental, se realiza mediante la manipulación de la variable independiente por parte del investigador, esto se realiza a propósito por lo que los resultados que se evidencian son provocados.

Según la cantidad de medición de variables: Transversal, los instrumentos se aplican a la muestra en un solo momento y las variables se miden solo una vez. La muestra es independiente. El tiempo empleado para tal fin varía de días, semanas, meses o en un año.

Según la cantidad de variables a estudiar: Analítico, las variables a estudiar son dos, con la finalidad de buscar asociación o dependencia entre ellas.

Según el tipo de variable: cuantitativo, por que registra una característica a través de un conteo o una enumeración numérica⁸⁸

3.2 Diseño y método de la investigación

3.2.1 Diseño

Diseño Postprueba Únicamente y tres grupos experimentales

$$\begin{array}{ccc} n_{E1A} & X & O_1 \\ n_{E2A} & X & O_2 \\ n_{E3A} & X & O_3 \end{array} \left\{ \begin{array}{l} O_{E1} \neq O_{E2} \neq O_{E3} \\ O_{E2} = O_{E2} = O_{E3} \end{array} \right.$$

Dónde:

n: Muestra

E1: Resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE

E2: Resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM

E3: Resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE

A: Asignación al azar o Aleatorio

X: Tratamiento

O: Observación a los sujetos de los grupos

3.2.2 Método de la investigación

Experimental, transversal, comparativo.

El estudio fue experimental cuando el investigador puede manipular el posible efecto de una causa, transversal mide el estudio en un solo momento temporal, comparativo consiste en poner dos o más fenómenos, para establecer sus similitudes y diferencias.

3.3 Determinación de la Población y Muestra

3.3.1 Población

Por ser un trabajo de investigación del tipo experimental no se usó una población determinada según antecedentes.

3.3.2 Muestra

Conformada por 15 piezas dentales de origen bovino, divididos en 3 subgrupos de 5 piezas por cada grupo (cada grupo es un tipo diferente de resina a estudiar). La muestra cumple con los criterios de inclusión.

Fórmula:

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$
$$n = \frac{2(1.645 + 1.282)^2 * 16^2}{15^2} = 19.49$$

Donde:

n = sujetos necesarios en cada una de las muestras

Z_{α} = Valor Z correspondiente al riesgo deseado

Z_{β} = Valor Z correspondiente al poder deseado asociado al riesgo escogido

S^2 = Varianza de la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia

d = Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar (datos cuantitativos).

3.3.3 Muestreo

Probabilístico, es decir, la selección del tamaño de la muestra se realiza considerando la posibilidad de que cualquiera de los elementos de análisis de la población pueda ser seleccionado.

Muestreo aleatorio simple: Todos los elementos que forman el universo y que por lo

tanto están descritos en el marco muestral, tienen idéntica probabilidad de ser seleccionados para la muestra.

3.3.4 Marco Muestral

20 varillas de dentina y resina de 1 x 1 x 8 mm (4mm de dentina y 4mm de resina)

3.3.5 Unidad de muestra

Una varilla de dentina y resina de 1 x 1 x 8 mm (4mm de dentina y 4mm de resina)

3.3.6 Unidad de Análisis

Una varilla de dentina y resina de 1 x 1 x 8 mm (4mm de dentina y 4mm de resina).

3.3.7 Criterios de Inclusión

- ✓ Los dientes de bovino deben estar sin lesiones aparentes de caries ni desgaste, en buenas condiciones que quiere decir esmalte y dentina íntegro, peso, tamaño y forma.
- ✓ Dientes de bovino no mayor a los 4 años de edad.

3.3.8 Criterios de Exclusión

- ✓ Los dientes de bovino deben estar sin lesiones aparentes de caries ni desgaste, en buenas condiciones que quiere decir esmalte y dentina íntegro, peso, tamaño y forma.
- ✓ Dientes de bovino no mayor a los 4 años de edad.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados

Este estudio de investigación se realizó presentando el proyecto para la obtención del permiso de ejecución, tras la aprobación por parte de la Comisión Ad Hoc expedida por la Escuela Profesional de Odontología de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, se continuó con el trámite correspondiente, se procedió a solicitar el permiso al Camal Municipal de

Huánuco para la recolección de dientes incisivos de bovinos, consiguientemente se coordinó con el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. en la ciudad de Lima, para poder analizar las muestras de estudio.

Los dientes de bovino se consiguieron en el Camal Municipal de Huánuco, al cual se tuvo que hacer una solicitud de permiso con las respectivas autoridades. La extracción de los dientes se realizó mediante el uso de fórceps y botadores, teniendo en cuenta siempre las medidas de bioseguridad, es decir, uso de guantes descartables de nitrilo, mascarillas, y mandil de laboratorio. Recolectamos 15 dientes incisivos de bovinos.

Se seccionaron perpendicularmente a nivel del cuello de los dientes entre la corona y la raíz, haciendo uso de un banco de motor y de discos de diamante para corte de 1mm de diámetro, con una continua corriente de agua para refrescar los tejidos dentinarios y evitar la quemadura de estos, luego removimos los restos de tejido pulpar de la cámara coronal.

Se desinfectaron los dientes con glutaraldehído al 4% durante 24 horas, para después rellenar el espacio hueco de la cámara pulpar con cera roja de utilidad y cerrar el acceso a la cámara pulpar con un material de obturación, en este caso usamos policarboxilato de zinc.

Después se almacenaron los dientes preparados en agua destilada al 5% a 37 °C, en frascos estériles de plástico para muestras de laboratorio, con el fin de evitar en lo mínimo la contaminación con el ambiente. Dicha conservación tiene el objetivo de mantener la similitud de la humedad de los tejidos naturales de un órgano dentario, y así evitando la desecación de los tejidos dentales.

Se trasladaron las muestras a la ciudad de Lima para la terminación de la realización del análisis en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C.

Desgaste del esmalte de los dientes de bovino con lijas de agua hasta descubrir dentina realizado en el Laboratorio de estudio. Mediante una lijadora mecánica haciendo uso del fluido eléctrico, se va hacer el desgaste en la superficie vestibular de los 15 dientes con lijas de agua desde el N° 200 hasta el N° 1500 bajo una continua corriente de agua hasta exponer una superficie de dentina y haber removido el esmalte remanente, obteniendo una superficie totalmente plana para realizar la adhesión.

Preparación Adhesiva en las superficies dentinarias de los 15 dientes de bovino. Después de preparar las superficies planas en los 15 dientes de bovino, se aplicó el agente adhesivo que para nuestro estudio se utilizó el Adhesivo Single Bond Universal de la marca 3M ESPE, con un microbrush se tomó una gota de adhesivo y se realizó un frotis sobre la superficie dentinaria con un tiempo de 10 segundos, luego se continuó con una jeringa de 20 mL, que simuló la función de una jeringa triple, que es un accesorio universal de acero inoxidable para agua, aire y spray de una unidad dental, dicha similitud se utilizó para inducir a la evaporación del solvente del adhesivo, aspirando y espirando el aire del ambiente direccionando a la superficie dentinaria de los dientes, todo este proceso de evaporación del solvente del adhesivo se realizó durante el tiempo de 5 segundos. Después se siguió con la fase de fotopolimerización del adhesivo durante el tiempo requerido de 20 segundos, con una unidad de luz LED que para este estudio se utilizó una lámpara de fotopolimerización LED de la marca H-WOODPECKER con una longitud de

onda de 420nm y a una intensidad de 1 200mW cm² con la técnica de fotopolimerización Full.

Aplicado el Adhesivo Single Bond Universal de la marca 3M ESPE sobre la superficie de dentina de los 15 dientes ya preparados, dividimos al azar los 15 dientes en grupos de 5 por tipo de resina a usar en el presente estudio.

Los grupos fueron los siguientes:

En el primer grupo se usó la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE con 5 dientes de bovino, en el segundo grupo se usó la resina OPUS BULK FILL APS de FGM también con 5 dientes de bovino y en el tercer grupo se utilizó la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE, al igual que los grupos anteriores se asignó 5 dientes de bovino la cual este último grupo fue el grupo control.

Construcción de bloque de resina sobre la superficie del diente de bovino. Posteriormente se construye un bloque de resina de 4 mm de altura, sobre la superficie de dentina de los dientes de bovino, de acuerdo al tipo de resina a usar por grupo, para entonces previamente se confeccionó un molde de fibra de nylon plastificada con el propósito de introducir la resina mediante la técnica de monobloque y utilizando una espátula para resina Hu-friedy se introdujo las resinas en el molde fijado a la superficie de dentina de los dientes, siendo atacada las resinas dentro de los moldes con el propósito de evitar la retención de burbujas en la resina mediante la técnica de monobloque. Luego se fotopolimerizó durante 40 segundos, polimerizando con una lámpara LED H-WOODPECKER con una longitud de onda de 420nm y a una intensidad de 1 200mW cm² con las técnicas de fotopolimerización Full. A continuación, se

almacenaron los 15 dientes en agua destilada a 37 °C durante el tiempo requerido hasta el siguiente proceso y así evitar su desecación.

Utilizando una máquina de corte tipo ISOMET y haciendo uso de discos de diamante de la marca INTI se seccionaron los bloques de resinas verticalmente en intervalos de 1 mm de espesor, en ambas direcciones “x” e “y” siguiendo el método propuesto por Sano H. El proceso creó unas varillas con área de aproximadamente 1 mm² (por ejemplo, 1×8 mm).

De los 15 dientes que se dividieron por grupos de 5 dientes para cada grupo de resina a estudiar. De cada diente se seccionó varillas de 1mm x 1 mm x 8mm, las cuales fueron seccionadas en el laboratorio High Technology Laboratory S.A.C. en la ciudad de Lima – Perú. Las varillas del área más periférica que tenían esmalte remanente fueron excluidas de la prueba, seleccionamos solo 4 varillas de cada diente, que contenían 4mm de resina y 4mm de dentina en condiciones ideales para el estudio.

Es así que se obtuvo:

- ✓ Grupo A: 20 muestras de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE.
- ✓ Grupo B: 20 muestras de la resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM
- ✓ Grupo C: 20 muestras de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE

Una vez terminados se realizó un proceso de termociclado de 500 ciclos de 1 minuto en etapas de 20 segundos a 5°C, 10 segundos de a temperamento, 20 segundos a 55°C y 10 segundos de temperamento

Los especímenes o varillas de 1mm x 1 mm x 8mm se pegaron a un aparato Bencor Multi-T con un adhesivo de cianocrilato (SuperGlue) y se sometieron a una fuerza de tracción en un instrumento, una máquina digital de Ensayos Universales CMT-5L, de marca LG, con una aproximación de 0,0001 N, con una aceleración de 0,75 mm/min hasta el fallo. El área transversal de cada espécimen testado antes de la fractura de los especímenes y fue medida con un vernier digital de 200mm, de marca Mitutoyo, de aproximación 0,01 mm. Una vez que se halló removido de las mordazas las varillas fracturadas, se obtuvieron los resultados de las varillas de cada grupo. Luego se calcularon las medias y desviaciones estándar, expresándolas en Megapascales. Ya que los resultados fueron obtenidos en N/mm^2 , debimos convertir las unidades N/mm^2 en unidades Megapascales.

3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos fueron tabulados en tabla matriz en Microsoft Profesional 2013 Excel, el procesamiento y análisis estadístico de la información se realizó a través del programa estadístico STATA versión 15 y SPSS 25. Para el análisis descriptivo de datos posteriores Se aplicó la técnica de datos posteriores y análisis de varianza donde se evaluó las dos variables dependiente e independiente. Mediante la prueba de comparaciones múltiples (Bonferroni) que permitirá comparar las medias después de haber rechazado la H_0 de igualdad de medias mediante la técnica ANOVA con 95% del nivel de confianza y 5% de error estándar.

CAPÍTULO IV

4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis descriptivo

Tabla N°1. Grupo de estudio experimental “A” resina compuesta nanohíbrida filtek™ bulk fill de 3m espe, grupo de estudio experimental “B” resina compuesta nanohíbrida opus bulk fill aps de fgm y grupo de estudio experimental “C” resina compuesta nanohíbrida filtek™ z350 xt de 3m espe.

Fuente: Guía de observación

Grupo	Frecuencia	Porcentaje
Filtek™ Bulk Fill de 3M espe	20	33.33%
Opus bulk fill aps de fgm	20	33.33%
filtek™ z350 xt de 3m Espe	20	33.34%
Total	60	100.00%

Figura N°1. Grupo de estudio experimental “A” resina compuesta nanohíbrida filtek™ bulk fill de 3m espe, grupo de estudio experimental “B” resina compuesta nanohíbrida opus bulk fill aps de fgm y grupo de estudio experimental “C” resina compuesta nanohíbrida filtek™ z350 xt de 3m espe.



En la tabla N°1, se observa el 100.00%(60) observaciones de la muestras de estudio, 33.33%(20) pertenece al grupo experimental “A” (filtek™ bulk fill de 3m espe), 33.33%(20) pertenece al grupo experimental “B”(Opus bulk fill aps de fgm) y 33.33%(20) pertenece al grupo experimental “C”(filtek™ z350 xt de 3m Espe).

Tabla N°2. Promedio de área de trabajo de la dentina en mm^3 , de grupo de estudio experimental “A” resina compuesta nanohíbrida filtek™ bulk fill de 3m espe, grupo de estudio experimental “B” resina compuesta nanohíbrida opus bulk fill aps de fgm y grupo de estudio experimental “C” resina compuesta nanohíbrida filtek™ z350 xt de 3m espe.

Área de trabajo de la dentina en mm^3					
Grupo A		Grupo B		Grupo C	
Promedio	SD	Promedio	SD	Promedio	SD
1.02065	0.1844928	1.02975	0.1435651	0.98055	0.2097416

Fuente: Guía de observación

En la tabla N°2, se observa el promedio de área de trabajo de la dentina en mm^3 , de observaciones de la muestras de estudio de los grupos de estudio, el promedio 1.02065 y su desviación estándar 0.1844928 del grupo experimental “A” (resina compuesta nanohíbrida filtek™ bulk fill de 3m espe), el promedio 1.02975 y su desviación estándar 0.1435651 del grupo experimental “B”(resina compuesta nanohíbrida opus bulk fill aps de fgm) y el promedio de 0.98055 y desviación estándar de 0.2097416 del grupo experimental “C”(resina compuesta nanohíbrida filtek™ z350 xt de 3m espe).

Tabla N°3. Promedio de fuerza máxima “N” ejercida en el área de trabajo de la dentina en mm³, de grupo de estudio experimental “A” resina compuesta nanohíbrida filtek™ bulk fill de 3m espe, grupo de estudio experimental “B” resina compuesta nanohíbrida opus bulk fill aps de fgm y grupo de estudio experimental “C” resina compuesta nanohíbrida filtek™ z350 xt de 3m espe.

Fuente: Guía de observación

En la tabla N°3, se observó el promedio de fuerza máxima “N” ejercida en el área de trabajo de la dentina en mm³, el promedio de 6.6785 y su desviación estándar 1.56848 del grupo experimental “A” (resina compuesta nanohíbrida filtek™ bulk fill de 3m espe), el promedio de 10.4855 su desviación estándar 1.698691 del grupo experimental “B”(resina compuesta nanohíbrida opus bulk fill aps de fgm) y el promedio 7.0635 y su desviación estándar de 1.477581 del grupo experimental “C”(resina compuesta nanohíbrida filtek™ z350 xt de 3m espe).

Fuerza máxima “N” ejercida en el área de trabajo de la dentina mm³					
Grupo A		Grupo B		Grupo C	
Promedio	SD	Promedio	SD	Promedio	SD
6.6785	1.56848	10.4855	1.698691	7.0635	1.477581

Tabla N°4. Resistencia a la microtracción, de grupo de estudio experimental “A” resina compuesta nanohíbrida filtek™ bulk fill de 3m espe, grupo de estudio experimental “B” resina compuesta nanohíbrida opus bulk fill aps de fgm y grupo de estudio experimental “C” resina compuesta nanohíbrida filtek™ z350 xt de 3m espe.

Resistencia a la microtracción					
Grupo A		Grupo B		Grupo C	
Promedio	SD	Promedio	SD	Promedio	SD
6.61813	1.444004	10.32428	1.895494	7.376583	1.61908

Fuente: Guía de observación

En la tabla N°4, se observó el promedio la resistencia a la microtracción, el promedio de 6.61813 y su desviación estándar 1.444004 del grupo experimental “A” (resina compuesta nanohíbrida filtek™ bulk fill de 3m espe), el promedio de 10.32428 su desviación estándar 1.895494 del grupo experimental “B”(resina compuesta nanohíbrida opus bulk fill aps de fgm) y el promedio 7.376583 y su desviación estándar de 1.61908 del grupo experimental “C”(resina compuesta nanohíbrida filtek™ z350 xt de 3m espe).

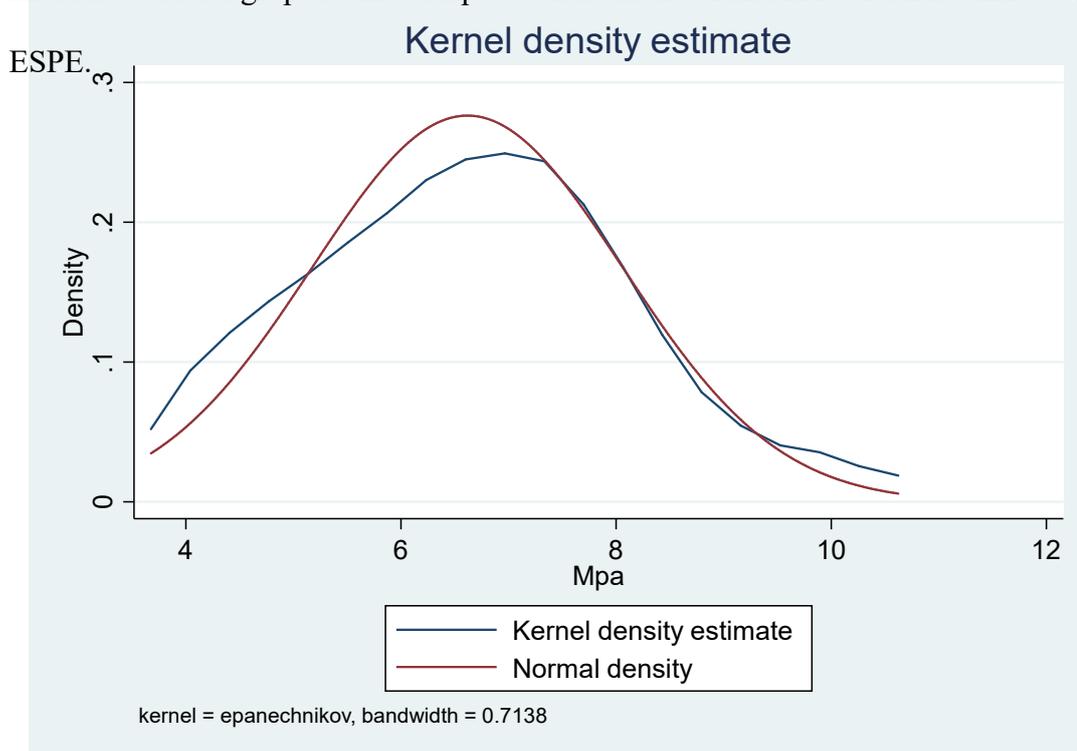
4.2 Prueba de normalidad

Tabla N°5. Prueba de normalidad de test de shapiro wilk de la variable resistencia a la microtracción del grupo resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE.

Fuente: Guía de observación

Variable	Muestra	W	V	z	P valor
Resistencia a la microtracción	20	0.96119	0.919	-0.171	0.56787

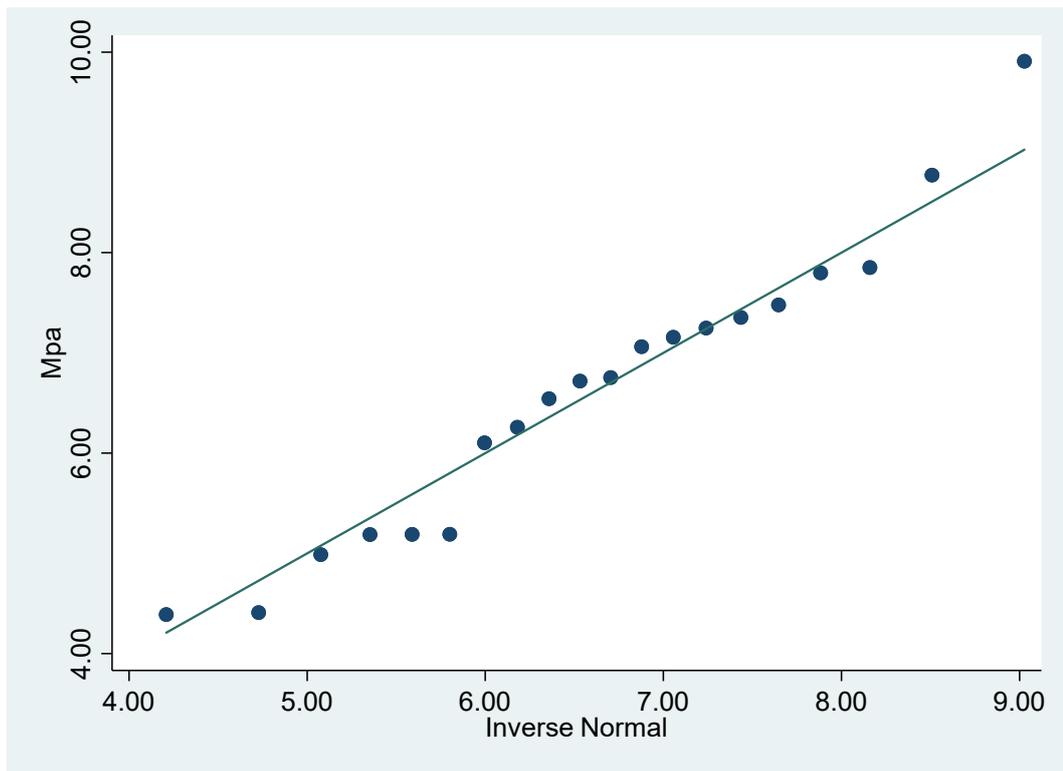
Figura N°2. Histograma de la prueba de normalidad de la variable resistencia a la microtracción del grupo resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL de 3M



En la tabla N°5, se observa el P valor de 0.56787 en la variable resistencia a la microtracción, (el valor p es $> 0,05$), por lo tanto, verificando la H_0 : Los datos provienen de una distribución normal y rechazando la hipótesis alterna (H_a).

En la figura N°2, se observa la distribución normal de los datos.

Figura N°3. Normalidad de la variable resistencia a la microtracción del grupo de resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE.



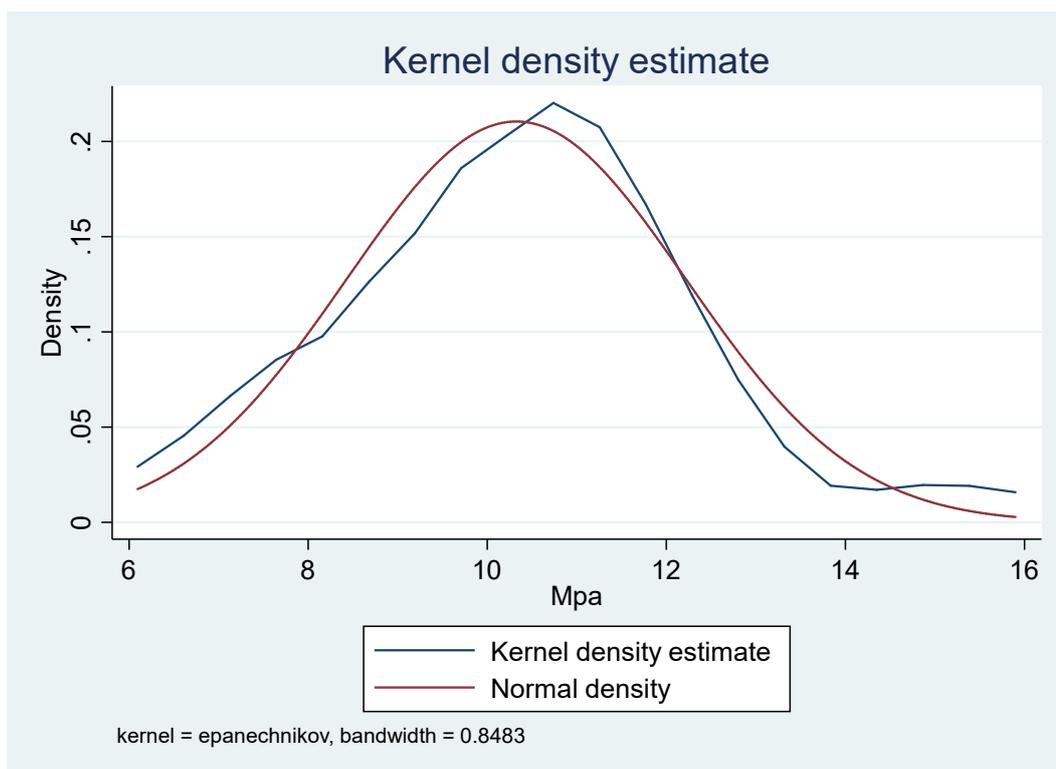
En la figura N°3, se observa la distribución normal de los datos y linealidad.

Tabla N°6. Prueba de normalidad de test de shapiro wilk de la variable resistencia a la microtracción del grupo de resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM

Variable	Muestra	W	V	z	P valor
Resistencia a la microtracción	20	0.96478	0.834	-0.367	0.64305

Fuente: Guía de observación

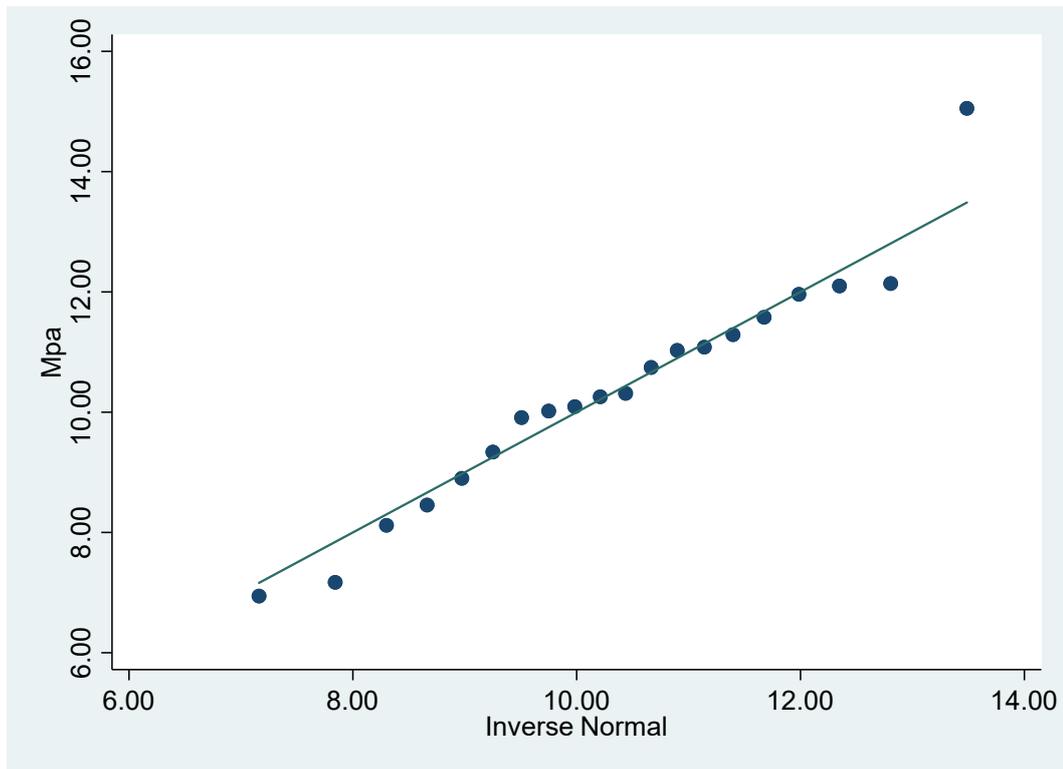
Figura N°4. Histograma de la prueba de normalidad de la variable resistencia a la microtracción del grupo de resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM



En la tabla N°6, se observa el P valor de 0.64305 en la variable resistencia a la microtracción, (el valor p es $> 0,05$), por lo tanto, verificando la hipótesis nula (H_0): Los datos provienen de una distribución normal y rechazando la hipótesis alterna (H_a).

En la figura N°4, se observa la distribución normal de los datos.

Figura N°5. Normalidad de la variable resistencia a la microtracción del grupo de resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM



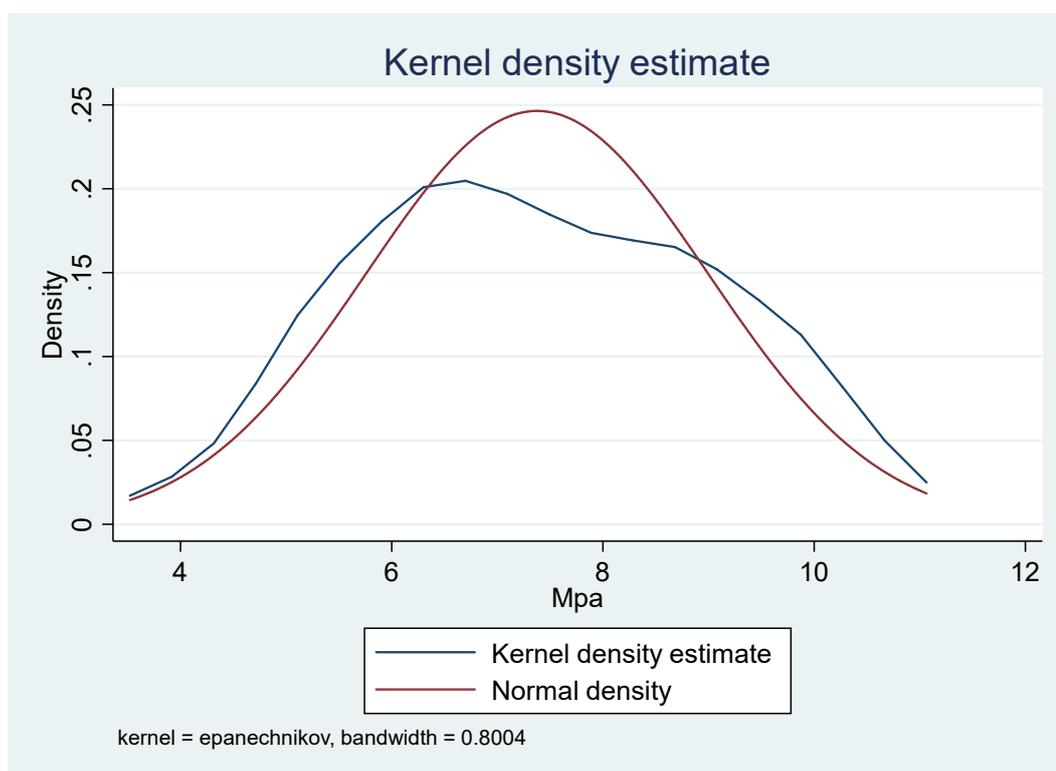
En la figura N°5, se observa la distribución normal de los datos y linealidad.

Tabla N°7. Prueba de normalidad de test de shapiro wilk de la variable resistencia a la microtracción del grupo resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE

Variable	Muestra	W	V	z	P valor
Resistencia a la microtracción	20	0.96771	0.764	-0.542	0.70608

Fuente: Guía de observación

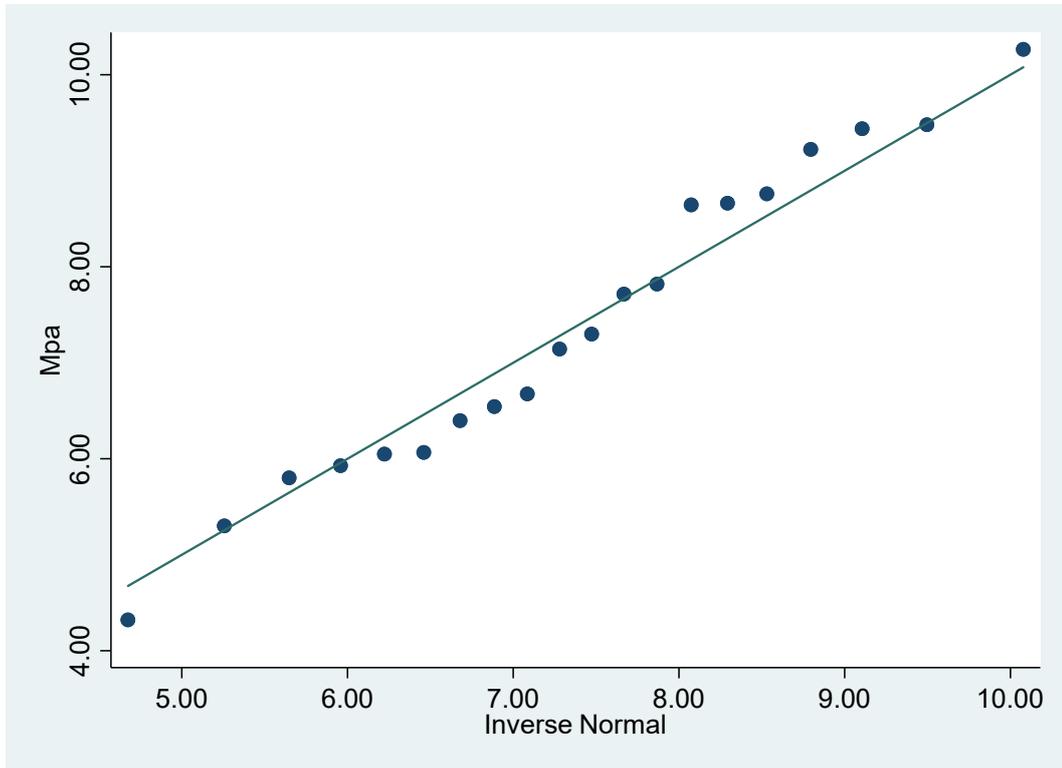
Figura N°6. Histograma de la prueba de normalidad de la variable resistencia a la microtracción del grupo resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE



En la tabla N°7, se observa el P valor de 0.64305 en la variable resistencia a la microtracción, (el valor p es $> 0,05$), por lo tanto, verificando la hipótesis nula (H_0): Los datos provienen de una distribución normal y rechazando la hipótesis alterna (H_a).

En la figura N°6, se observa la distribución normal de los datos.

Figura N°7. Normalidad de la variable resistencia a la microtracción del grupo de resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE



En la figura N°7, se observa la distribución normal de los datos y linealidad.

4.3 Prueba de homogeneidad de varianzas

Tabla N°8. Prueba de homogeneidad de varianzas de la variable resistencia a la microtracción del grupo resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	P valor
Resistencia a la microtracción	Se basa en la media	0.532	2	57	0.590
	Se basa en la mediana	0.521	2	57	0.597
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.521	2	51.129	0.597
	Se basa en la media recortada	0.513	2	57	0.601

Fuente: Guía de observación

En la tabla N°8, se observa en el promedio del P valor de 0.590 en la prueba de homogeneidad de varianzas (el valor p es $> 0,05$), por lo tanto verificando la hipótesis nula (H_0): La varianza de la muestra son iguales y rechazando la hipótesis alterna (H_a).

4.4 Prueba de linealidad

Tabla N°9. Prueba de linealidad de la variable resistencia a la microtracción en el grupo experimental “A” (resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL), grupo experimental “B” (resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM) y el grupo experimental “C” (resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE)

Supuesto	Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	P valor
Linealidad	6.537	2	6.537	2.309	0.134

Fuente: Guía de observación

En la tabla N°9, se observa en el promedio del P valor de 0.134 en la prueba de linealidad (el valor p es $> 0,05$), por lo tanto, verificando la hipótesis nula (H_0). Existe linealidad en los grupos de estudio.

4.5 Prueba de hipótesis, contraste de hipótesis o test de hipótesis

Tabla N°10. Prueba de análisis de varianza de la variable resistencia a la microtracción del grupo experimental “A” (resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL), grupo experimental “B” (resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM) y el grupo experimental “C” (resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE)

Resistencia a la microtracción					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	P valor
Entre grupos	151.935	2	75.967	26.839	0.000
Dentro de grupos	161.340	57	2.831		
Total	313.274	59			

Fuente: Guía de observación

En la tabla N°10, el análisis de varianza presenta un P valor de 0.000 (el valor p es $< 0,05$), por lo tanto con un error de estimación de 0,05 % se contrasta la hipótesis nula (H_0) y se verifica la hipótesis alterna (H_a): Existe diferencia en dos de los grupos experimentales en los grados de resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas bulk-fill, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

Tabla N°11. Prueba de comparaciones múltiples (Bonferroni) de la variable resistencia a la microtracción del grupo experimental “A” (resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL), grupo experimental “B” (resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM) y el grupo experimental “C” (resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE)

Comparaciones múltiples Bonferroni						
(I) Grupo de estudio		Diferencia de medias (I-J)	Ds.	P valor	Intervalo de confianza al 95%	
					Li	Ls
GRUPO FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE	GRUPO OPUS BULK FILL APS de FGM -	-3,70650*	0.53203	0.000	-5.0188	-2.3942
	GRUPO FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE	-0.80850	0.53203	0.402	-2.1208	0.5038
	-					
GRUPO OPUS BULK FILL APS de FGM	GRUPO FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE	3,70650*	0.53203	0.000	2.3942	5.0188
	-					
GRUPO FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE	GRUPO FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE	2,89800*	0.53203	0.000	1.5857	4.2103
	-					
	GRUPO FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE	0.80850	0.53203	0.402	-0.5038	2.1208
	-					
	GRUPO OPUS BULK FILL APS de FGM	-2,89800*	0.53203	0.000	-4.2103	-1.5857

Fuente: Guía de observación

En la tabla N°11, el análisis de comparaciones múltiples (Bonferroni) presenta un P valor de 0.000 (el valor p es $< 0,05$), por lo tanto, con un error de estimación de 0,05 % se contrasta la hipótesis nula (H_0) y se verifica la hipótesis alterna (H_a): **Ha1**. El grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida

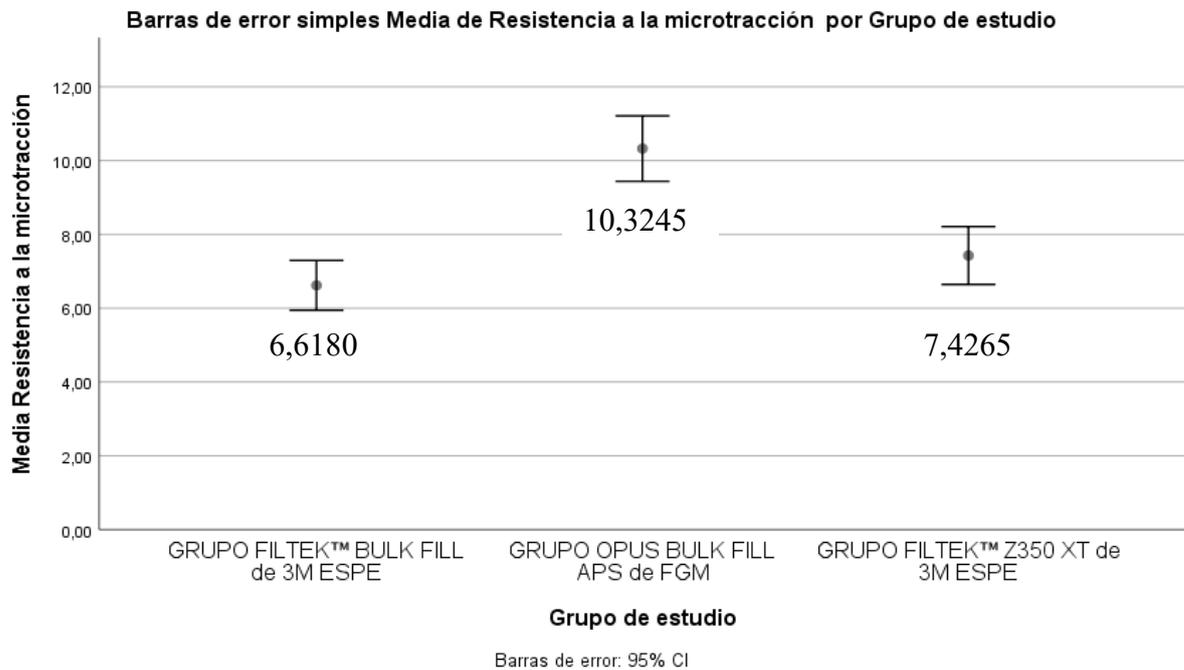
FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE difiere de la resina compuestas OPUS BULK FILL APS de FGM y semejante con la resina compuesta FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

El análisis de comparaciones múltiples (Bonferroni) presenta un P valor de 0.000 (el valor p es $< 0,05$), por lo tanto, con un error de estimación de 0,05 % se contrasta la hipótesis nula (H_0) y se verifica la hipótesis alterna (H_a): **Ha2**. El grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta BULK FILL APS de FGM difiere de la resina compuestas FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE y de la resina compuesta FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE y FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

El análisis de comparaciones múltiples (Bonferroni) presenta un P valor de 0.000 (el valor p es $< 0,05$), por lo tanto, con un error de estimación de 0,05 % se contrasta la hipótesis nula (H_0) y se verifica la hipótesis alterna (H_a): **Ha3**. El grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE difiere de la resina compuestas FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE y semejante con la resina compuesta OPUS BULK FILL APS de FGM empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

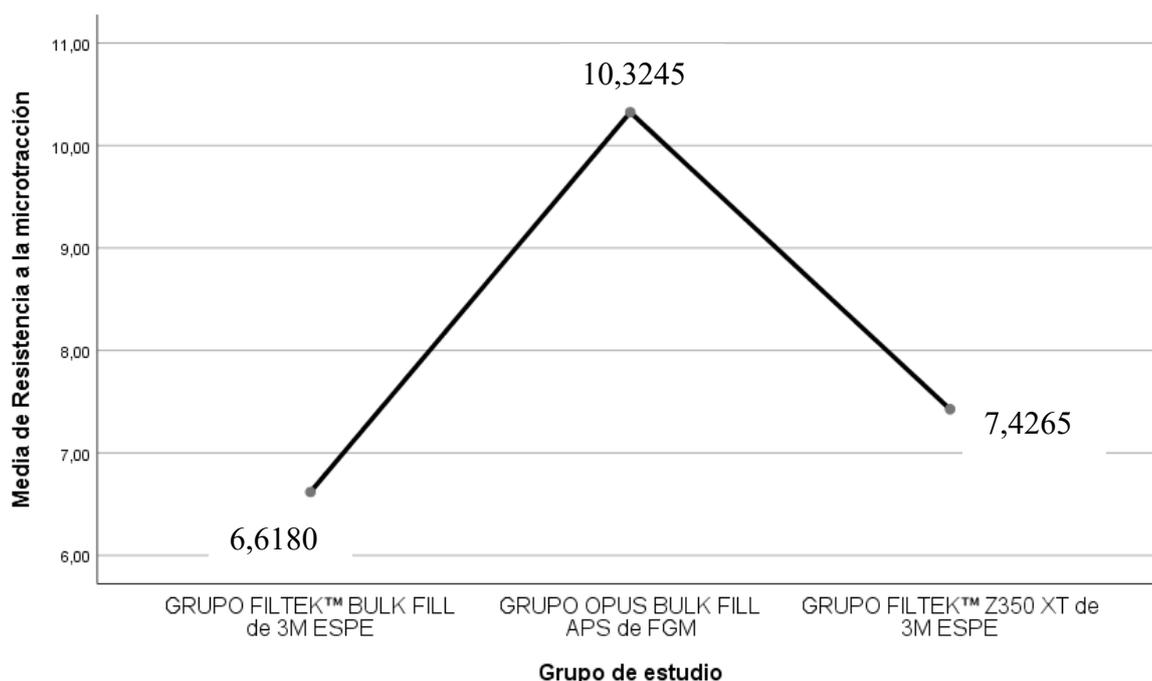
Figura N°8. Intervalos de la variable resistencia a la microtracción en el grupo experimental “A” (resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL), grupo experimental “B” (resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM) y

el grupo experimental “C” (resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE)



En la Figura N°8, se observa el promedio de los grupos experimentales de la resina compuesta nanohíbrida grupo experimental “A” FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE el promedio 6,6180, el grupo experimental “B” OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ el promedio 10,3245 y del grupo “C” Z350 XT de 3M ESPE el promedio 7,4265 empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

Figura N°9. Comparación de medias de la variable resistencia a la microtracción en el grupo experimental “A” (resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL), grupo experimental “B” (resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM) y el grupo experimental “C” (resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE)



En la Figura N°9, se observa el promedio de los grupos experimentales de la resina compuesta nanohíbrida grupo experimental “A” FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE el promedio 6,6180, el grupo experimental “B” OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ el promedio 10,3245 y del grupo “C” Z350 XT de 3M ESPE el promedio 7,4265, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

CAPÍTULO V

5 DISCUSIÓN

Con la demanda de procedimientos clínicos más rápidos y sencillos, un tipo de material restaurador ha alcanzado una popularidad, los compuestos Bulk Fill. Su uso permite la reducción del tiempo de trabajo mediante la reducción del número de incrementos introducidos en la cavidad para ser restaurado, ya que permite que las capas de polimerización sean eficaces hasta cuatro milímetros del compuesto.

Según Soto K⁹ en su estudio titulado “Comparación de resistencia a la tracción entre resinas compuestas bulk fill y nanohíbrida adheridas a dentina con diferentes sistemas adhesivos. estudio in vitro” donde se utilizaron 40 terceros molares de humanos sanos, en un área oclusal mayor a 16 mm² y los grupos experimentales fueron: Grupo N°1 Single Bond 2® y Filtek® Z350 XT, Grupo N°2 Single Bond 2® y Filtek® Bulk fill, Grupo N°3 Single Bond Universal® y Filtek® Bulk fill y Grupo N°4 Single Bond Universal® y Filtek®Z350 XT. El valor promedio y desviación estándar de resistencia a la tracción inmediata y el tipo de falla obtenido por cada grupo fueron los siguientes: Grupo N°1 11,31 ± 4,13 MPa, con un 55,6% de falla cohesiva, Grupo N°2 13,59 ± 6,47 MPa, con un 66,6% de falla mixta, l Grupo N°3 un valor de 8,81 ± 3,43 MPa, con un 60% de falla adhesiva y Grupo N°4 un 7,31 ± 1,75 MPa, y predominio de falla mixta en un 55,5%.

Según Gutiérrez G y Bernardo M. y en su estudio buscó la comparación de la resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas Bulk-Fill empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos, donde se obtuvo el promedio de los grupos experimentales de las resinas compuestas nanohíbridas: grupo experimental “A” FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE el promedio 6,6180 Mpa, el grupo experimental “B” OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ el promedio

10,3245 Mpa y del grupo “C” Z350 XT de 3M ESPE el promedio 7,4265 Mpa empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Concluyendo que el grupo “B” OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ con el promedio 10,3245 Mpa obtuvo el más alto promedio frente a los demás grupos. Por lo que es una resina de tipo Bulk-Fill se considera talvez a su traslucidez como uno de los factores para un mejor fotocurado y con ello mejor resistencia a la microtracción adhesiva a la dentina frente a los demás grupos.

Ambos estudios muestran diferencias tanto en el desarrollo como en los resultados de los trabajos de investigación. Soto K.⁹ utilizó dientes de humano, mientras que Gutiérrez G. y Bernardo M. utilizaron dientes de bovino. También se puede inferir que ambos estudios se realizaron en magnitudes de área de dentina totalmente diferente mientras que el estudio realizado por Soto K.⁹ trabajó en áreas de mayores magnitudes de dentina, el estudio realizado por Gutiérrez G. y Bernardo M. se analizó en áreas milimétricas de dentina, aun teniendo tales diferencias se muestran los siguientes resultados en valor promedio y desviación estándar de resistencia a la tracción inmediata: Grupo N°3 Single Bond Universal® y Filtek® Bulk fill con $8,81 \pm 3,43$ Mpa del estudio realizado por Soto K.⁹ se puede comparar con los resultados del grupo experimental “A” FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE del estudio realizado por Gutiérrez G. y Bernardo M. cuyo promedio fue de 6,6180 Mpa. Se encontró también una segunda comparación en el Grupo N°4 Single Bond Universal® y Filtek®Z350 XT del primer estudio ya mencionado realizado por Soto K.⁹, con un $7,31 \pm 1,75$ Mpa, con el grupo experimental “C” Z350 XT de 3M ESPE del estudio realizado por Gutiérrez G. y Bernardo M. con el promedio 7,4265. Se puede inferir que el resultado de la primera comparación, el promedio más alto es del Grupo N°3

Single Bond Universal® y Filtek® Bulk fill con $8,81 \pm 3,43$ Mpa del estudio realizado por Soto K.9, mientras que el resultado de la segunda comparación el promedio más alto es del grupo experimental “C” Z350 XT de 3M ESPE del estudio realizado por Gutiérrez G. y Bernardo M., con el promedio 7,4265.

Farías C, Meireles S, Duarte R, Montenegro R, Andrade A.¹⁰. Brasil, 2017. En su estudio titulado “Resistencia de unión microtensil de los compuestos de resina de relleno de tipo bulk fill: análisis in vitro” Analizó la fuerza de adhesión microtensil en barras de aproximadamente 1 mm de ancho, profundidad de 1 mm y 8 mm de alto, la resistencia a la microtracción fue expresadas en MPa. Grupo N°1: Filtek Z250XT con 45,21 (12,59) Mpa, Grupo N°2: X-tra Fil 63,77 (21,98) Mpa, Grupo N°3: Filtek Flow Bulk Fill 62,90 (21,54). De acuerdo con este estudio, se concluyó que: En la técnica de restauración, el grupo de control con el material compuesto convencional Filtek Z250XT, presentó la resistencia de unión media más baja; mientras que los materiales compuestos equivalentes y Bulk Fill obtuvieron mayor valor promedio de resistencia de enlace. Los materiales compuestos Bulk-Fill o relleno a granel mostraron mayores valores de resistencia de la unión microtracción con la técnica de restauración utilizados.¹⁰

Según Gutiérrez G. y Bernardo M. y en su estudio buscó la comparación de la resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas Bulk-Fill empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos, donde se obtuvo el promedio de los grupos experimentales de las resinas compuestas nanohíbridas: grupo experimental “A” FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE el promedio 6,6180 Mpa, el grupo experimental “B” OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ el promedio 10,3245 Mpa y del grupo “C” Z350 XT de 3M ESPE el promedio 7,4265 Mpa empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio

High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Concluyendo que el grupo “B” OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ con el promedio 10,3245 Mpa obtuvo el más alto promedio frente a los demás grupos. Por lo que es una resina de tipo Bulk-Fill se considera tal vez a su traslucidez como uno de los factores para un mejor fotocurado y con ello mejor resistencia a la microtracción adhesiva a la dentina frente a los demás grupos.

Ambos estudios muestran diferencias tanto en el desarrollo como en los resultados de los trabajos de investigación. Farías C, Meireles S, Duarte R, Montenegro R, Andrade A.¹⁰, utilizó terceras molares de humano, mientras que Gutiérrez G. y Bernardo M utilizaron dientes de bovino. También se puede inferir que ambos estudios se realizaron en magnitudes de área de dentina similares a 1mm² en ambos estudios. Se comparan los resultados promedios y se otorga el promedio más alto al Grupo N°2: X-tra Fil 63,77 (21,98) Mpa, del estudio realizado por Farías C, Meireles S, Duarte R, Montenegro R, Andrade A.¹⁰. Y por lo contrario el promedio más bajo es del grupo experimental “A” FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE el promedio 6,6180, estudio realizado por Gutiérrez G. y Bernardo M Quizás este hecho se de en la gran diferencia que existe en la máquina de ensayos universales por parte de cada uno de los estudios de investigación, Farías C, Meireles S, Duarte R, Montenegro R, Andrade A.¹⁰ realizó la microtracción de sus muestras con una carga de 500 N, que se activó a una velocidad de 15 mm / min hasta que alcanzó 10N y luego continuó a un ritmo 5 mm / min. datos de resistencia de la unión expresadas en tracción en megapascales (MPa) se registraron y se obtiene dividiendo la fuerza aplicada a la rotura (carga máxima) en la zona de acoplamiento (mm²). Mientras que, en el estudio realizado por Bernardo M., Gutiérrez G. usó una máquina digital de Ensayos

Universales CMT-5L, de marca LG, con una aproximación de 0, 0001 N, con una aceleración de 0,5 mm/min hasta el fallo.

Pereira R.¹¹ Brasil, 2017. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la resistencia de la unión (RU) por microtracción, nanofiltración (NI) y la adaptación marginal (MA) de tres composites fotopolimerizable de mayor relleno o Bulk-Fill frente a un nanocompuesto convencional después de ser y no ser sometido a ciclos de termociclado mecánico (CMT). Noventa y seis terceras molares de humano se dividieron en 8 grupos (n = 12), de acuerdo con el tipo de compuesto y el envejecimiento: Con y sin CMT. Llevada a cabo con la prueba fue de \pm célula de carga 500 kgf a una velocidad de cruceta de 0,5 mm / min hasta la rotura. Los resultados mostraron el promedio de media (desviación estándar) en Resistencia de Unión (MPa) de los materiales compuestos a diferentes tratamientos, sin CMT los resultados fueron: Filtek Z350 XT - 3M ESPE (Z350) con 32,31 (6,11) Mpa, Tetric N-Ceram Bulk Fill - Ivoclar Vivadent (TET) con 37,04 (8,03)Mpa, Filtek Bulk Fill restaurador posterior - 3M ESPE (FBF) con 32,04 (8,35) y SonicFill - KAVO Kerr (SF) con 28,73 (10,46) . Los resultados con CMT fueron los siguientes: Filtek Z350 XT - 3M ESPE (Z350) con 30,44 (7,81) Mpa, Tetric N-Ceram Bulk Fill - Ivoclar Vivadent (TET) con 36,82 (11,09) Mpa, Filtek Bulk Fill restaurador posterior - 3M ESPE (FBF) con 31,99 (7,42) y SonicFill - KAVO Kerr (SF) con 26,78 (6,44). Concluyendo que el material compuesto de mayor de relleno probado (TET, y FBF SF) mostraron generalmente menor incidencia de agrietamiento y valores de resistencia de unión, nanofiltración y similares cuando se compara con material compuesto convencional (Z350) si o no sometido a ciclos de termociclado y se puede decir que el material compuesto mayor de relleno probado (TET) puede funcionar tan bien como se puede decir que el material compuesto mayor de relleno probado puede funcionar tan bien como los

nanocompuestos convencional y puede presentar un comportamiento bueno en desafíos del envejecimiento.

Según Gutiérrez G. y Bernardo M en su estudio buscó la comparación de la resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas Bulk-Fill empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos, donde se obtuvo el promedio de los grupos experimentales de las resinas compuestas nanohíbridas: grupo experimental "A" FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE el promedio 6,6180 Mpa, el grupo experimental "B" OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ el promedio 10,3245 Mpa y del grupo "C" Z350 XT de 3M ESPE el promedio 7,4265 Mpa empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Concluyendo que el grupo "B" OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ con el promedio 10,3245 Mpa obtuvo el más alto promedio frente a los demás grupos. Por lo que es una resina de tipo Bulk-Fill se considera talvez a su translucidez como uno de los factores para un mejor fotocurado y con ello mejor resistencia a la microtracción adhesiva a la dentina frente a los demás grupos.

Ambos estudios muestran diferencias y similitudes tanto en el desarrollo como en los resultados de los trabajos de investigación. Pereira R.¹¹, utilizó terceras molares de humano, mientras que Gutiérrez G. y Bernardo M utilizaron dientes de bovino. También se puede inferir que ambos estudios se realizaron en magnitudes de área de dentina similares, y que en ambos evaluaron el envejecimiento mediante ciclos de termociclado. Se encontraron diferencias altamente significativas donde se reconoce el promedio más alto en Resistencia de Unión (RU) al grupo de la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill - Ivoclar Vivadent (TET) con 36,82(11,09) Mpa, frente al resultado del grupo experimental "B" OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ con el

promedio 10,3245 Mpa. Se asume quizás los resultados positivos del estudio por Pereira R.¹¹ al sistema de adhesión entre dentina y resina usado de diferente manera en los estudios.

Dos Santos L.¹² Brasil, 2017. “Estudio del comportamiento de la resina Bulk-Fill o de relleno a granel en restauraciones de clase I mediante microtomografía computarizada y microtracción”. Este estudio evaluó la microtracción (μ TBS) evaluados en el BFC y resinas compuestas convencionales en cavidades con restauraciones clase I. Veinticuatro terceros molares de humanos divididos en 4 grupos experimentales (n=6). Mediante un dispositivo microtensil acoplado a una máquina universal de ensayos (aparatos y sistemas de ensayo de Instron Ltda., Sao José dos Pinhais, PR, Brasil). Se empleó la velocidad de 1 mm / min hasta que las muestras fracturadas. La resistencia de la unión se expresó en megapascuales (MPa), calculado por la relación entre la fuerza aplicada (N) en el momento de la fractura y el área expuesta (A) (mm²). Los resultados fueron los siguientes: la resina Z350 XT (+) con 19.8 Mpa, la resina Z350 XT (-) con 1,62 Mpa, la resina TBF con 7 Mpa, la resina SF con 8.6 Mpa. Se concluyó que la RBF tanto sónica y manual contracción de polimerización de inserción y de creación de intersticios mostró similar a la resina convencional de nanopartículas incrustado de forma incremental. La resistencia de la unión fue mayor para la resina convencional insertada en la técnica incrementales con los fracasos antes de la prueba más bajas en comparación con el RBF.

Según Gutiérrez G. y Bernardo M y en su estudio buscó la comparación de la resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas Bulk-Fill empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos, donde se obtuvo el promedio de los grupos experimentales de las resinas compuestas nanohíbridas: grupo experimental “A” FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE el promedio 6,6180 Mpa, el

grupo experimental “B” OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ el promedio 10,3245 Mpa y del grupo “C” Z350 XT de 3M ESPE el promedio 7,4265 Mpa empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Concluyendo que el grupo “B” OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ con el promedio 10,3245 Mpa obtuvo el más alto promedio frente a los demás grupos. Por lo que es una resina de tipo Bulk-Fill.

Se compara ambos estudios y se encontraron diferencias altamente significativas donde se concluye que el estudio de Gutiérrez G. y Bernardo M, el grupo “B” OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ con el promedio 10,3245 Mpa obtuvo el más alto promedio frente a los demás grupos. Mientras que el grupo de la resina Z350 XT (-) con 1,62 Mpa delo estudio Dos Santos L.¹². Se debe quizás a su translucidez como uno de los factores para un mejor fotocurado y con ello mejor resistencia a la microtracción adhesiva a la dentina frente a los demás grupos y a la vez el uso de sistema de adhesión por parte de ambos estudios.

Mandava J, Vegesna DP, Ravi R, Boddeda MR, Uppalapati LV, Ghazanfaruddin MD. Resistencia de la unión Microtracción de Bulk- Fill. Realizaron la técnica de microtracción con FILTEK Z250 XT (34.13Mpa), FILTEK BULK FILL (35.5Mpa), TETRIC EVO CERAM (32.51Mpa) en comparación a X-TRA FIL BULK FILL (29.35Mpa), se llegó a la conclusión evidente que la resina filtek bulk fill fue de mejores resultados.

Según Bernardo M y Gutiérrez G. Realizaron el estudio del grado de resistencia a la microtracción ,se observa el promedio de los grupos experimentales de la resina compuesta nanohíbrida grupo experimental “A” FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE el promedio 6,6180, el grupo experimental “B” OPUS BULK FILL APS de FGM

FILTEK™ el promedio 10,3245 y del grupo “C” Z350 XT de 3M ESPE el promedio 7,4265 empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

Su resultado favorable fue FILTEK BULK FILL (35.5Mpa), siendo su área de trabajo 3.5x4mm a comparación del estudio realizado del grado de microtracción en el proyecto realizado con el resultado que fue OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ el promedio 10,3245 Mpa ,la diferencia es el área de trabajo, que fue de 1x1x8mm.

Cadorim J, Sasset A, Taufer C, Do Amaral R. Brasil, 2017. “Resistencia microtensil de compuestos con diferentes viscosidades”. Con la prueba de tracción en la maquina universal acoplada “G1” SDR (39,8Mpa),” G2” OPALLIS FLOW (26,0Mpa),” G3” Esthet- X (37,5 Mpa),” G4” P60 (32,2Mpa) en relación a los resultados una fue mejor que la otra. teniendo como diámetro 3 x 2x2mm.

Según Bernardo M y Gutiérrez G. Realizaron el estudio del grado de resistencia a la microtracción ,se observa el promedio de los grupos experimentales de la resina compuesta nanohíbrida grupo experimental “A” FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE el promedio 6,6180, el grupo experimental “B” OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ el promedio 10,3245 y del grupo “C” Z350 XT de 3M ESPE el promedio 7,4265 empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019. Los promedio del grupo SDR (39,8Mpa) porque confeccionaron cubitos puros de tal resina, la fuerza que se aplica varia del diámetro y el área a comparación del grado de resistencia que tiene el estudio realizado a modo de comparación entre muestras.

Van Ende A, Munck J, Kristen L, Landuyt V, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bélgica, 2013. Compuestos Bulk-Fill Flow en cavidades posteriores de alto factor c: efecto sobre la adhesión a la dentina del fondo de la cavidad. Se encontraron diferencias altamente significativas entre pares de medias de los grupos experimentales (FILTEK SUPREME XTE) GUF-cav2.5mm bulk (15.0 Mpa) GUF-cav 4mm bulk (Mpa), GUF-cav2.5 incremental (10.0Mpa) GUF-flat2.5mm bulk (13.7Mpa), (SUREFIL –Dentsply) SDR –cav 2.5mm bulk(9.7Mpa), SDR –cav4mm bulk (14.0Mpa), SDR –cav2.5 incremental (11.8Mpa), SDR –flat2.5mm bulk (7.3Mpa), (FILTEK Z100 3M ESPE) Z100-cav2.5mm bulk (0.0Mpa), Z100-cav4mm bulk (0.0Mpa), Z1002.5mm incremental (14.5Mpa), Z100 flat 2.5mm bulk (7.2Mpa)

Según Bernardo M y Gutiérrez G. Realizaron el estudio del grado de resistencia a la microtracción ,se observa el promedio de los grupos experimentales de la resina compuesta nanohíbrida grupo experimental “A” FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE el promedio 6,6180, el grupo experimental “B” OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ el promedio 10,3245 y del grupo “C” Z350 XT de 3M ESPE el promedio 7,4265 empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

Se hicieron cuatro tipos de técnica el cual la técnica 1 : FILTEK SUPREME XTE 3M ESPE (GUF) –cav 2.5mm bulk llego a 15.0Mpa , técnica 2: Surefil Dentsfly (SDR) –cav4mm bulk (14.0Mpa), técnica 3: FILTEK Z100 3M ESPE (Z100) 2.5mm incremental (14.5Mpa), 4: técnica FILTEK SUPREME XTE 3M ESPE (GUF) - flat2.5mm bulk (13.7Mpa) A diferencia de los promedios se realizó el estudio , con una cantidad menor ,el tipo de técnica empleada es diferente.

Llufire SG. Lima. 2018. Fuerza de resistencia adhesiva a la microtracción y grado de nanofiltración de tres sistemas de grabado lavado aplicados bajo dos

protocolos simplificados de deshidratación en la técnica adhesiva húmeda con etanol. Se encontraron diferencias significativas al comparar las técnicas **1 SB = SINGLE BOND**, SB Tec. Adhesiva húmeda con agua (20.51 Mpa), Tec. Adhesiva húmeda con etanol E100 (28.04 Mpa), Tec. Adhesiva húmeda con etanol E123 (28.03 Mpa), **2 OBS = OPTIBOND**, OBS Tec. Adhesiva húmeda con agua (9.60Mpa), Tec. Adhesiva húmeda con etanol E100 (13.71Mpa), Tec. Adhesiva húmeda con etanol E123 (8.10Mpa), **3 OBFL = OPTIBOND FL (BOND)**, OBFL Tec. Adhesiva húmeda con agua (6.32 Mpa), Tec. Adhesiva húmeda con etanol E100 (8.11 Mpa), Tec. Adhesiva húmeda con etanol E123 (9.83 Mpa)

Según Bernardo M y Gutiérrez G. Realizaron el estudio del grado de resistencia a la microtracción ,se observa el promedio de los grupos experimentales de la resina compuesta nanohíbrida grupo experimental “A” FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE el promedio 6,6180, el grupo experimental “B” OPUS BULK FILL APS de FGM FILTEK™ el promedio 10,3245 y del grupo “C” Z350 XT de 3M ESPE el promedio 7,4265 empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Techonology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.

Se realizó un promedio de sus 15 varilla por grupo siendo un total de 135 pruebas realizadas, el cual obtuvimos del adhesivo SB un promedio de 20.5 Mpa de la Tec. Adhesiva húmeda con agua, Tec. Adhesiva húmeda con etanol E100 28.04 Mpa, del adhesivo SB, Tec. Adhesiva húmeda con etanol E123 28.03 Mpa también del adhesivo SB, dando como resultado más eficacia el adhesivo Single Bond 3M espe., seguida el adhesivo Optibond Kerr en las dos primeras técnicas adhesivas y en el tercer tipo de Tec. Adhesiva etanol 123 obtobond FLKerr, las medidas del promedio realizado son en base a la restauración.

CONCLUSIONES

- ✓ Al realizar la comparación de resistencia a la microtracción in vitro de las tres resinas compuestas nanohíbridas: dos de ellas bulk-fill y una convencional, se demostró que sí existe diferencia entre las resina “A” Filtek™ bulk fill de 3m espe y el promedio que obtuvo fue 6,6180 Mpa, el grupo experimental “B” Opus bulk fill aps de fgm filtek™ con el promedio 10,3245 y el grupo experimental “C” Z350 XT de 3m espe con el promedio 7,4265 empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos.
- ✓ Al realizar la comparación de resistencia a la microtracción in vitro de las tres resinas compuestas nanohíbridas: Se obtuvo el resultado del grupo experimental “A” Filtek™ bulk fill de 3m espe y su promedio fue 6,6180 Mpa.
- ✓ Al realizar la comparación de resistencia a la microtracción in vitro de las tres resinas compuestas nanohíbridas: Se obtuvo el resultado del grupo experimental “B” Opus Bulk Fill APS de FGM Filtek™ con el promedio 10,3245
- ✓ Al realizar la comparación de resistencia a la microtracción in vitro de las tres resinas compuestas nanohíbridas: Se obtuvo el resultado del grupo experimental “C” Z350 XT de 3m espe con el promedio 7,4265 empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos.
- ✓ El grupo experimental que obtuvo mejores resultados y elevada resistencia a la microtracción comparada con los demás grupos fue el grupo experimental “B” Opus Bulk Fill APS de FGM Filtek™ con el promedio 10,3245Mpa,

SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a los investigadores realizar estudios en la localidad sobre materiales dentales y evaluar con pruebas mecánicas de microcizallamiento, de microfiltración, resistencia a la adhesión, resistencia al desgaste, resistencia a la flexión, tensión entre otras diferentes pruebas de laboratorio.
- ✓ Se recomienda a los investigadores realizar estudios en materiales dentales haciendo uso de instrumentos de laboratorio donde se evalúe a nivel micro.
- ✓ Se recomienda evaluar longevidad de las muestras realizando pruebas de termociclado de más de 500 ciclos.
- ✓ Se recomienda optar diferentes tipos de resinas en sistemas y marcas comerciales para los estudios posteriores a realizarse.
- ✓ Se recomienda al investigador realizar las muestras en dientes humanos para poder obtener mejores resultados.
- ✓ Tener en cuenta que los resultados obtenidos de la presente investigación no deben ser generalizados para todas las marcas de las empresas de fabricación.
- ✓ Las resinas compuestas del sistema Bulk-Fill se pueden emplear para todo tipo de restauraciones, pero en especial podemos usarlas para casos de pacientes pediátricos donde se requiere menor tiempo de trabajo, así como en pacientes con dificultad de apertura bucal, y donde las preparaciones de cavidades sean profundas o extensas.
- ✓ Este estudio servirá de referencia científica y como antecedente a posteriores investigaciones que busquen mejores resultados en biomateriales dentales, poniendo a prueba como en este caso resistencia a la microtracción en resinas.

- ✓ Este estudio no revela que los valores microtracción (μ TBS) representan los más altos niveles de estrés presentes en una unión adhesiva entre resina y dentina, por lo tanto, no deben ser buenos predictores de las fallas de adhesión clínicas. Es necesario desarrollar otros métodos de ensayo que son mejores predictores clínicos de las fallas de adhesión.
- ✓ Por lo estudiado que se recomienda emplear los sistemas bulk-fill de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength-evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater* [Internet]. 1994 [Citado el 10 de diciembre de 2019]; (10)4: 236-240. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0109564194900671?via%3Dihub>
2. Van Noort R, Noroozi S, Howard IC, Cardew G. Una crítica de las medidas de resistencia de la unión. *Journal of Dentistry* [Internet]. 1989 [Citado el 10 de diciembre de 2019]; (17)2: 61-67. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0300571289901310?via%3Dihub>
3. Matilina JP, Mittal KL. Adhesion aspects in dentistry. Boston: CRC Press Taylor and Francis Group; 2009.
4. Kanashiro M, Naoki F. Comparación in vitro de la resistencia a la compresión de las resinas compuestas te-econom plus®, tetric n-ceram® y tetric n-ceram bulk fill®. [Pregrado]Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2016.
5. Craig R. Materiales de odontología restauradora. 10ma Ed. Madrid: Harcourt; 1998.
6. Cova J. Biomateriales dentales. 2da Ed. Venezuela: Amolca; 2010. 245-78.
7. Macchi R. Materiales dentales. 4ta Ed. Buenos Aires: Panamericana; 2007.
8. Bhargava A, Sharma C. Mechanical behaviour and testing of materials. 1a ed. Nueva Delhi: PHI; 2011.
9. Soto K, Azócar T. Comparación de resistencia a la tracción entre resinas compuestas Bulk Fill y nanohíbrida adheridas a dentina con diferentes sistemas

- adhesivos. Estudio in vitro [Pregrado]. Universidad de Talca (Chile); 2019. Disponible en: <http://dspace.otalca.cl/handle/1950/11925>
10. Farías C, Meireles S, Duarte R, Montenegro R, Andrade A. Resistencia de unión microtensil de los compuestos de resina de relleno de tipo bulk fill: análisis in vitro. Rev Odontol UNESP [Internet]. 2017 [citado 15 diciembre 2019]; 46(2): 77-81. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-25772017000200077
11. Pereira R. Evaluación de la resistencia de unión a la fuerza de microtracción, nanoinfiltración y adaptación marginal de los sistemas resinosos bulk-fill que son sometidos al envejecimiento termociclado y sin termociclado [Pregrado]. Universidad de Campinas de Brasil; 2017. Disponible en: <http://www.ic.unicamp.br/~rpereira/>
12. Dos Santos L. Estudio del comportamiento de la resina Bulk-Fill o de relleno a granel en restauraciones de clase I mediante microtomografía computarizada y microtracción. [Postgrado]. Universidad Federal del Centro de Ciencias Biológicas y de la Salud de Campinas de Brasil; 2017
13. Mandava J, Vegesna DP, Ravi R, Boddeda MR, Uppalapati LV, Ghazanfaruddin MD. Resistencia de la unión Microtracción de Bulk- Fill restaurador materiales compuestos a la dentina. J Clin Exp Dent [Internet]. 2017 [Citado el 15 de noviembre del 2019]. 2017; 9(8): 1023-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5601103/>
14. Cadourim J, Sasset A, Taufer C, Do Amaral R. Brasil, 2017. Resistencia microtensil de compuestos con diferentes viscosidades. RFO UPF [Internet].

2017 [Citado el 15 de noviembre del 2019]. 22(1): 58-61. Disponible en:
<http://seer.upf.br/index.php/rfo/article/view/7301>

15. Van Ende A, Munck J, Kristen L, Landuyt V, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bélgica, 2013. Elsevier Ltd [Internet]. 2013 [citado 15 diciembre 2019]; 29(3): 269-277. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0109564112004599>
16. Llufire SG, Fuerza de resistencia adhesiva a la microtracción y grado de nanofiltración de tres sistemas de grabado lavado aplicados bajo dos protocolos simplificados de deshidratación en la técnica adhesiva húmeda con etanol. [Título Profesional de Cirujano Dentista]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2018. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/8594>
17. Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Masaaki I. Adherencia sin presión de una nueva resina restaurativa adhesivo. J Dent Res 1979; 58: 1364-1370. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/372267>
18. Reis AF , Giannini M, Kavaguchi A, Soares CJ, Línea SR .Comparación de la Fuerza de Unión Microtensil al esmalte y dentina de los dientes de humanos, bovinos y porcinos. Brasil, 2004. J Adhes Dent [Internet]. [citado 19 diciembre del 2019]; 6(2): 117-121. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Andr%C3%A9+F.+Reis+una%2F+Marcelo+Giannini+si%2F+Alessandro+Kavaguchi>
19. Nakamichi I, Iwaku M, dientes Fusayama T. bovino como posibles sustitutos de dientes humanos. J Dent Res 1983; 62: 1076-1081. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6352757>

20. Gere J, Goodno B. *Mechanics of materials*. 8va Ed. Canada: CENGAGE Learning; 2013.
21. Garhnayak L, Parkash H, Sehgal D, Jain V, Garhnayak M. A Comparative Study of the Stress Distribution in Different Endodontic Post-Retained Teeth with and without Ferrule Design—A Finite Element Analysis. *ISRN Dent* [Internet]. 2011 [Citado el 10 de diciembre de 2019]; 2011(102329):1-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3168916/pdf/DENTISTRY2011-102329.pdf>
22. Okada D, Miura H, Suzuki Ch, Komada W, Shin CH, Yamamoto M, Masuoka D. Distribución del estrés en canales restaurados con diferentes tipos de sistemas de postes. *Dent Material Journal* [Internet]. 2008 [Citado el 10 de diciembre de 2019]. 2008; 27(4): 605—11.
23. Romero CE. Estudio comparativo in vitro de microfiltración marginal de cemento de polimerización dual vs resina fluida en la cementación de restauraciones indirectas de resina compuesta con diversas configuraciones cavitarias. Universidad de Ecuador [Pregrado]. Ecuador; 2014.
24. Chappell RP, Cobb CM, Spencer P, Eick JD. Dentinal tubule anastomosis: a potencial factor in adhesive bonding?. *J Prosthet Dent* [Internet]. 1997 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 72: 183-8. Disponible en: [https://www.thejpd.org/article/0022-3913\(94\)90078-7/pdf](https://www.thejpd.org/article/0022-3913(94)90078-7/pdf)
25. Söderholm KJ. Dental adhesives... How it all started and later evolved. *J Adhes Dent* [Internet]. 2007 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; (9) Suppl 2:227-30. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18340977#>
26. Sano H, Yoshikawa T, Pereira PNR, Kanemura N, Morigami M, Tagami J, et al. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer. *J Dent Res*

- [Internet]. 1999 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 78:906-11. Disponible en:
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00220345990780041101>
27. Acurio P, Falcón G, Casas L. Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fil. *Odontología Vital* [Internet]. 2017 [22 de dic 2019]; 27(2):69-77. Disponible en:
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-07752017000200069&lang=pt
28. Gómez EA. Microfiltración en resinas de nanotecnología y bulk-fill. [Pregrado]. Universidad de Guayaquil; 2019. Disponible en:
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44222>
29. Toledano M, Osorio R, Albaladejo A, Aguilera FS, Tay FR, Ferrari M. Effect of cyclic loading on microtensile bond strengths of total-etch and selfetch adhesives. *Oper Dent* [Internet]. 2006 [Citado el 10 de noviembre del 2019];31:25-32. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16536190>
30. Velasco AV. Microfiltración de resina bulk-fill fotopolimerizada con 2 tipos de lamparas led con diferente potencia de radiacion. estudio comparativo in vitro. [Pregrado]. Universidad Central del Ecuador; 2017. Disponible en:
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:xNexUek7e5AJ:www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8311+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>
31. Figueredo MS. Dureza superficial y profunda de sistemas de resinas bulk-fill [Post grado]. Universidad Nacional de Colombia; 2017. Disponible en:
<http://bdigital.unal.edu.co/61203/7/marinasherezadefigueredoflorez.2017.pdf>
32. Quintanilla C. Comparación De La Microdureza Superficial In Vitro De Una Resina Compuesta Fotoactivada A Diferentes Temperaturas Y Tiempos De Climatización. Estudio in vitro [Posgrado]. Universidad Cayetano Heredia

- (Lima); 2016. Disponible en:
<http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/469/Comparaci%F3n+de+la+microdureza+superficial+in+vitro+de+una+resina+compuesta+fotactivada+a+diferentes+temperaturas+y+tiempos+de+climatizaci%F3n.pdf;jsessionid=F1B6D6FA92733D69ABA12CBF8EFC21DA?sequence=1>
33. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* [Internet]. 1955 [Citado el 10 de noviembre del 2019];34(6):849-53. Disponible en;
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13271655>
34. Albaladejo A, Osorio R, Aguilera FS, Tay FR, Toledano M. Effect of mechanical loading on bond strength of self-priming and self-etching adhesive systems to dentin. *Av Odontoestomatol* [Internet]; 2008 [Citado el 10 de diciembre de 2019]; 24 (4): 267-276. Disponible en:
<http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v24n4/original3.pdf>
35. Albers HF. *Odontología Estética: Selección y Colocación de Materiales*. Barcelona, España: Editorial Labor. S.A.; 1988.
36. De Munck J , Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* [Internet]. 2005 [Citado el 10 de noviembre del 2019]. 84(2):118-32. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15668328>
37. Gwinnett AJ. Smear layer: morphological considerations. *Oper Dent Suppl* [Internet]. 1984 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 3:2- 12. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6396587>
38. Nakabayashi N, Pashley DH. *Hybridization of dental hard tissue*. Chicago – USA: Editorial Quintessence Publishing Co; 1998.

39. Okuda M, Pereira PNR, Nakajima M, Tagami J. Relationship between nanoleakage and long-term durability of dentin bonds. *Oper Dent* [Internet]. 2001 [Citado el 10 de noviembre del 2019];26: 482-90. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11551013>
40. Oliveira SS, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG; Marshall SJ, Marshall GW JR. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs a total-etch system. *Dent Mater* [Internet]. 2003 [Citado el 10 de noviembre del 2019];19(8):758-67. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14511734>
41. Hidalgo RC. Hospederos de la Norma. *Actas Odontológicas Revistas UCU* [Internet]. 2008 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 5(1): 24-28. Disponible en: <https://revistas.ucu.edu.uy/index.php/actasodontologicas/article/view/1108/1089>
42. Osorio R, Toledano M, Osorio E, Aguilera FS, Tay FR. Effect of load cycling and *in vitro* degradation on resin-dentin bonds using a self-etching primer. *J Biomed Mat Res Part A: Appl Biomater* [Internet]. 2005 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 72A:399-408. Disponible en: <http://hera.ugr.es/doi/1577224x.pdf>
43. Pashley DH. Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Crit Rev Oral Biol Med* [Internet]. 1996 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 7(2):104-33. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8875027>
44. Hashimoto M, Ito S, Tay FR, Svizero NR, Sano H, Kaga M, Pashley DH. Fluid movement across the resin-dentin interface during and after bonding. *J Dent Res*

- [Internet]. 2004 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 83(11):843-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15505233>
45. Kenshima S, Reis A, Uceda-Gomez N, Tancredo del L, Filho LE, Nogueira FN et al. Effect of smear layer thickness and pH of self-etching adhesive systems on the bond strength and gap formation to dentin. *J Adhes Dent* [Internet]. 2005 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 7(2):117-26. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16052760>
46. Reis A, Grandi V, Carlotto L, Patzlaff R, Rodrigues MDE L, Dourado A. Effect of smear layer thickness and acidity of self-etching solutions on early and long-term bond strength to dentin. *J Dent* [Internet]. 2005 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 33(7):549-59. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16005794>
47. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater* [Internet]. 2008 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 24(1):90-101. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17442386>
48. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater* [Internet]. 2001 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 17(4):296-308. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/11982175_Aggressiveness_of_contemporary_self-etching_systems_I_Depth_of_penetration_beyond_dentin_smear_layers
49. Henostroza G, Steebecke O, Macchi R, Uribe J, Garone W, Edelberg M, et al. Adhesión en odontología restauradora. 2da Edición. Madrid – España: Edición Ripano; 2010.

50. Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. *Dent Mater* [Internet]. 2001 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 17(2):122-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11163381>
51. Pashley DH, Tao L, Boyd L, King GE, Horner JA. Scanning electron microscopy of the substructure of smear layers in human dentine. *Arch Oral Biol* [Internet]. 1988 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; (4):265-70. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8952625>
52. Sano H. Microtensile Testing, Nanoleakage, and Biodegradation of Resin Dentin Bonds. *Journal of Dental Research* [Internet]. 2006 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 34(5): 875 – 883. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16373674>
53. Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism, *J. Esthetic Dent* [Internet]. 1991 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 50(4):320-342. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1817582>
54. Pashley DH, Zhang Y, Agee KA, Rouse CJ, Carvalho RM, Russell CM. Permeability of demineralized dentin to HEMA. *Dent Mater* [Internet]. 2000 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 16(1):7-14. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11203527>
55. Spencer P; Swafford JR; Unprotected protein at the dentin-adhesive interface. *Quintessence Int* [Internet]. 1999 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 30(7):501-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10635264>

56. Perdigão J. Dentin bonding as a function of dentin structure. *Dent Clin North Am* [Internet]. 2002 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 46(2):277-301. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12014035>
57. Sano H, Yoshiyama H, Pashley DH. Comparative SEM and TEM observations of nanoleakage within the hybrid layer. *Journal of Operative Dentistry* [Internet]. 1995 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 20(3) 1125- 1144. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8700785>
58. Koshiro K, Inoue S, Tanaka T, Koase K, Fujita M, Hashimoto M, et al. *In vivo* degradation of resin-dentin bonds produced by self-etch vs. a total-etch adhesive system. *Eur J Oral Sci* [Internet]. 2004 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 112(4): 368-75. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15279657>
59. Garrofé A, Martucci D, Picca M. Adhesión a tejidos dentarios. *Rev. Fac. de Odontología UBA* [Internet]. 2014 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 29(67):1-13. Disponible en: <http://od.odontologia.uba.ar/revista/2014rev67/art1.pdf>
60. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent*. [Internet]. 1997 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 25(5):355-72. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9241954>
61. Tay FR, Pashley DH. Water treeing, a potential mechanism for degradation of dentin adhesive. *American Journal of Dentistry* [Internet]. 2003 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; (65)5: 1230 - 1247. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12744405>
62. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Russell CM, Pashley DH. Tensile properties of resin-infiltrated demineralized human dentin. *J Dent Res* [Internet]. 1995 [Citado

- el 10 de noviembre del 2019]; 74(4):1093-102. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7782540>
63. 3M ESPE Productos Dentales. Perfil técnico del Adhesivo Single Bond™ Universal. EE. UU: Edición 3M Center; 2012. Disponible en:
<https://multimedia.3m.com/mws/media/9229110/tpp-sbu.pdf>
64. Anusavice KJ. Informatics Systems to Assess and Apply Clinical Research on Dental Restorative Materials. AADR [Internet].2003 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 17: p.283. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15126206>
65. Cova JL. Biomateriales Dentales. 2da Edición. Caracas-Venezuela: Ediciones Amolca; 2010.
66. Rodríguez D, Pereira N. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontológica Venezolana [Internet]. 2008 [citado 16 diciembre 2019];(3). Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/art-26/>
67. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. J Am Dent Assoc. 2003 Oct;134(10):1382-90.
68. Blog de VK Import[Internet].USA: VK Import. [citado 17 octubre 2018]. Resina compuesta nanohíbrida – con zirconia y trifluoruro de iterbio. Disponible en: <https://vkimport.com/productos/resinas/resina-compuestananohibrida-forma/>
69. Corral C, Vildosola P, Miranda C, Alves E, Fernández E. Revisión del estado actual de resinas compuestas bulkfill. Revista Facultad De Odontología. Universidad De Antioquia. 2015; 27(1): 177-196. Acceso 16 de octubre del 2018. Disponible en:
<https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/odont/article/view/19805>

70. Gianordoli R, Santiago SL, Mendonça JS, Passos VF, Lauris JR, Navarro MF. Evaluación clínica de un año de dos tipos diferentes de resinas compuestas en dientes posteriores. *J Contemp Dent Pract.* [Internet]. 2008 [citado 16 diciembre 2019]; 9 (4): 26-33. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18473024>
71. Lafuente J, López R, Madrigal M. Grado de polimerización y adaptación marginal de cavidades obturadas con resinas BulkFill. Costa Rica. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de Costa Rica; 2016. pp 15-18. Acceso 16 de octubre del 2018. Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/3521>
72. 3M. Filtek Bulk Fill. 3M Espe. 2014;2–24
73. FGM Dental disponible en: <https://www.fgm.ind.br/es/productos/opusbulk-fill-aps/https://endovations.es/composites/2852-opus-bulk-fill-aps-fgm.html#ancla>
74. Aliada dental. FGM. Opus bulk fill. Aps.2019 disponible en: <https://fgmdental.es/producto/composite-baja-tension-contraccion-opus-bulk-fill-aps/>
75. 3M. Filtek 350 XT. 3M Espe. 2005;2–23
76. Deliperi S, Bardwell D. An alternative method to reduce polymerization shrinkage in direct posterior composite restorations. *J Am Dent Assoc.* 2002; 133(10):1387-98. Acceso 18 de octubre del 2018. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12403542>
77. Campos M. Análisis Comparativo In Vitro Del Sellado Marginal De Restauraciones Clase II De Resina Compuesta Realizadas Con Técnica Incremental Oblicua Versus Técnica Incremental Horizontal. Santiago – Chile. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista.

Universidad de Chile; 2014, 16-18. Acceso 19 de octubre del 2018. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130131>

78. Boza Y. Estudio de la profundidad de polimerización de resinas bulkfill a diferentes distancias de fotoactivación. Lima- Perú. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. UNMS; 2015, 49-53 Acceso 19 de octubre del 2018. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/4552>
79. Martinez M. Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la tensión diametral de una resina compuesta fotopolimerizada con una lampara L.E.D. y una lampara Halógena convencional. Santiago- Chile. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista. Universidad de Chile.2005, 14-18.
80. Guede C. Estudio comparativo in vitro de las propiedades mecánicas de resinas compuestas fluidas polimerizadas en distintos tiempos, a través de bloque de resinas compuestas previamente endurecida. Santiago – Chile. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de Chile; 2006, 12-14. Acceso 19 de octubre del 2018. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/110764/Estudiocomparativo-in-vitro-de-las-propiedades-mec%C3%A1nicas-de-resinascompuestas.pdf?sequence=3>
81. 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. Santiago – Chile. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de Chile; 2005, 25-27. Acceso 19 de octubre del 2018. Disponible en:

http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/110745/villegas_m.pdf?seq%20uence=4

82. Arce E. Evaluación del grado de microfiltración de dos resinas compuesta BulkFill con diferente modalidad de grabado de un adhesivo universal. Santiago – Chile. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad AndresBello; 2015. 18
83. Vega J. Fotopolimerización: una visión actual desde el campo dental. *Cient. Dent*, 2005., 2(3):173-181. Acceso 20 de octubre del 2018. Disponible en: <http://www.coem.org.es/sites/default/files/revista/cientifica/vol2-n3/fotopolimerizacion.pdf>
84. Lámpara Manual de Instrucciones para LED. H. (Lámpara de fotocurado). Woodpecker. Acceso 21 de octubre del 2018. Disponible en: <http://omlimport.com/web/wp-content/uploads/pdf/LED-H.pdf>
85. ISO / TS 11405: 2015 Odontología: prueba de adhesión a la estructura dental [Internet]. International Organization for Standardization. 2015 [citado 20 diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/62898.html>
86. Zafra M, Clemín A. Estudio experimental, in vitro, sobre la estabilidad cromática de los compósitosamaris (VOCO) España, 2012.
87. Schmidseeder J. Atlas de odontología estética. Primera Edición. Editorial Masson. 1999.
88. Fonseca A, Martel S, Rojas V, Flores V y Vela A S. Investigación científica en salud con enfoque cuantitativo. Cristian Hilario Rivas. Lima: Grafica DES E.I.R.L; 2013. Polit D, Hungler B. Investigación científica en ciencias de la salud. 6ta ed. México. Editorial McGraw Hill Interamericana. 2000.

89. Domínguez R. Análisis comparativo in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material monoincremental (Tetric N-Ceram Bulk Fill), y uno convencional (Tetric N-Ceram) [Internet]. Santiago, Chile: Universidad de Chile - Facultad de Odontología; 2014 [citado: 2020, enero]. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/137691>
90. Saravia RM. Nanotecnología y su aplicación en odontología estética y restauradora - caso clínico. 2002. (accedido en enero del 2020) y disponible en: URL: <http://www.odontologiaonline.com>
91. Muraro D., Steffen S., Donassol T. "Resinas Compostas de Preenchimento Único – Relato de Caso clínico" International Journal of Brazilian Dentistry, Florianópolis. [Internet]. 2016 [citado: 2020, enero]; 12(2):180-185.
92. Furness A, Yousef M, Looney S, Rueggeberg FA. "Effect of bulk/internal fill on internal gap formation of bulk-fill composites". J Dent. [Internet]. 2014 [Citado el 10 de noviembre del 2019]; 42(4): 439-49. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24480086>
93. Tiba, A., Zeller P, Gregory G, Estrich, C, Hong A. A Laboratory Evaluation of Bulk-Fill Versus Traditional Multi-Increment-Fill Resin-Based Composites, American Dental Association. The Journal of the American Dental Association [internet]. 2013 [22 de dic. 2019] 144(10), 1182-1183. Disponible En: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25946430>
94. Crispin BJ, Hewlett ER, Jo YH, Hobo S, Hornbrook DS. Bases prácticas de la odontología estética. Barcelona, España: Ed. Masson, 1998.
95. Chain MC, Baratieri LN. Restauraciones Estéticas con Resinas Compuestas en Dientes Posteriores. Sao Paulo: Artes Médicas LTDA, 2001.

96. Campos Lozano PE, Figueroa Fabián JG. Efecto de las técnicas de fotopolimerización sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la resina forma (Ultradent), realizado en los laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería, 2018 [Pre Grado]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán; 2019. Disponibel en: <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/4216>
97. Huavil Ortega KL, Nieves Céspedes L. Microdureza superficial entre dos resinas compuestas a base de zirconia, según el momento del pulido: estudio in vitro [Pre Grado]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán; 2019. Diponible en: <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/4213>
98. Vega Torres AF. Resistencia a la tracción de resinas compuestas expuestas a fotopolimerización con luz L.E.D a diferentes tiempos. Estudio comparativo in vitro [Pre Grado]. Universidad central del ecuador ; 2016. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8288>

ANEXOS

ANEXO “I” PLAN DE TESIS O PERFIL DE ESTRUCTURA DE LA TESIS

1. CUBIERTA

El logotipo de la UNHEVAL
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ODONTOLGIA
(TITULO DE LA TESIS)
TESISTA: (NOMBRES Y APELLIDOS)
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE CIRUJANO DENTISTA
HUANUCO - PERU
(AÑO DE LA SUSTENTACIÓN)

2. HOJA DE RESPETO

3. **PORTADA:** Que tiene la misma estructura de la cubierta. No se numera.

4. **RESUMEN:** Es una síntesis de la tesis. Generalmente incluirá la definición del problema, el procedimiento o métodos, los resultados y las conclusiones.

5. SUMMARY.

6. **INDICE:** Es el contenido de los títulos u rubros principales de la Tesis, con la mención de la página (Pag.)

7. **INTRODUCCIÓN:** Se consigna- la importancia del trabajo de investigación, la visión genérica del mismo, las limitaciones más saltantes.

8. **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN (CAPÍTULO I):** Se consigna: Identificación y planteamiento del problema, delimitación de la investigación, formulación del problema, formulación de objetivos, justificación de la investigación, limitaciones de la investigación

9. **MARCO TEORICO (CAPITULO II):** Se consigna Antecedentes de estudio, bases teórico científicas, definición de términos, formulación de hipótesis, identificación de variables, operacionalización de variables.

10. **MARCO METODOLÓGICA (CAPITULO III):** Se consignan: nivel y tipo de investigación, diseño y los métodos, población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados, técnica de procesamiento de análisis de datos, selección y validación de los instrumentos de investigación.

10. **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS (CAPITULO IV):** Se consignan los cuadros y gráficos basados en los, resultados que se han obtenido de la aplicación de los instrumentos de investigación, prueba de hipótesis, así como la interpretación que hace el investigador o tesista.

11. **DISCUSIÓN (CAPÍTULO V):** Se comparan o contrastan también con las conclusiones o aseveraciones que hayan realizado otros investigadores con los resultados

que ha obtenido el tesista, o lo que puedan decir las normas contrastados con la realidad.

12. CONCLUSIONES: (No es capítulo, pero va en hoja aparte): Son proposiciones concretas, que confirman rechazan la hipótesis y los objetivos-formuladas cuando se formuló el proyecto de Tesis, así como verdades o falsedades que se han podido establecer durante la investigación.

13. SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES: (No es capítulo), pero va en hoja aparte). Tiene como sustento principal las conclusiones,

14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA: Contiene la relación de obras, revistas u otros documentos consultados, que deben figurar en el texto de la tesis, con la indicación del autor, (apellidos y nombres), título de obra en negrita), el lugar, la editorial, el año y el número de páginas.

15. ANEXOS: El primer anexo es el Plan de Tesis, los demás son los que el tesista considera que sirven de sustento a su trabajo. Cada anexo debe tener un título.

14. NOTA BIBLIOGRÁFICA: Se explicará en el Anexo 03.

17. ACTA DE APROBACIÓN: Se explicará en el Anexo 03.

PARTES OPCIONALES:

ANTEPROPÓSITO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

PRESENTACIÓN

Anexo “II”

Matriz de consistencia

Tabla N° 1: Matriz de consistencia del Grado de resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas bulk-fill empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019”

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPOTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	METODOLOGICO	POBLACION Y MUESTRA	TECNICA INSTRUMENTO
<p>PG. Existirán diferencias entre los grados de resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas bulk-fill, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019?</p>	<p>OG. Comparar los grados de resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas bulk-fill, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019</p>	<p>Existe diferencias significativas entre los grados de resistencia a la microtracción in vitro de tres resinas compuestas nanohíbridas bulk-fill, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE</p> <p>OPUS BULK FILL APS de FGM</p> <p>FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE</p>	<p>El nivel de investigación es explicativo</p> <p>El tipo es cuantitativo</p>	<p>Población: Por ser un trabajo de investigación del tipo experimental no se usó una población determinada según antecedentes.</p> <p>Muestra: Conformada por 15 piezas dentales de origen bovino, divididos en 3 subgrupos de 5 piezas por cada grupo (cada grupo es un tipo diferente de resina a estudiar). La muestra cumple con los criterios de inclusión.</p> $n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 + S^2}{d^2}$	<p>Técnica: observación</p> <p>Instrumento: Guía de observación</p>
<p>¿Cuál será el grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019?</p> <p>¿Cuál será el grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS de FGM empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019?</p> <p>¿Cuál será el grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019?</p> <p>¿Cuál de las tres resinas compuestas nanohíbridas bulk-fill tendrá mayor grado de resistencia a la microtracción in vitro, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019?</p>	<p>OE. Determinar el grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.</p> <p>Determinar el grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.</p> <p>Determinar el grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.</p> <p>Determinar cuál de las tres resinas compuestas nanohíbridas bulk-fill, tendrá mayor grado de resistencia a la microtracción in vitro, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.</p>	<p>Hi1. El grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida OPUS FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE difiere de las demás resinas compuestas, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.</p> <p>Hi2. El grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida OPUS BULK FILL APS difiere a las demás resinas compuestas, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.</p> <p>Hi3. El grado de resistencia a la microtracción in vitro de la resina compuesta nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE difiere a las demás resinas compuestas, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.</p> <p>H4. Uno de las tres resinas compuestas nanohíbridas bulk-fill tiene mayor grado de resistencia a la microtracción in vitro, empleando la técnica de monobloque en dientes bovinos realizado en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. Lima, 2019.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Resistencia a la microtracción</p>	<p>Diseño y Método de la Investigación</p> <p>Experimental, transversal y comparativo</p> $\begin{matrix} n_{1A} & X & 0_i \\ n_{2A} & X & 0_i \\ n_{3A} & X & 0_i \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} 0_{11} - 0_{12} - 0_{13} \\ 0_{12} - 0_{11} - 0_{13} \end{matrix} \right.$		

ANEXO “III” Guía de observación

GRUPO:			
ESPECIMEN	ÁREA (mm ²)	FUERZA MAX. (N)	ESFUERZO (MPa)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Fuente: Vega AF. Resistencia a la tracción de resinas compuestas expuestas a fotopolimerización con luz L.E.D a diferentes tiempos. Estudio comparativo in vitro

ANEXO IV CERTIFICADO E INFORME TÉCNICO DEL ENSAYO DE MICROTRACCIÓN.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF - 2019 - 035

Página 1 de 1
Fecha de emisión: 2019-08-28
Expediente: LMC-2019-0882

1. SOLICITANTE : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
Dirección : Cal. Media Cuadra De La Avenida Naciones Unidas Mz. A 35 Lote 18 A.H.
Arriba Perú - Canto Grande Lima - Lima - San Juan De Lurigancho.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MAQUINA DIGITAL DE ENSAYOS UNIVERSALES
Marca : LG
Modelo : CMT-5L
Serie : 7419
Identificación : No Indica
Rango de indicación : 5000,00 N
División mínima : 0,01 N
Tipo de Ensayo : Tracción
Tipo de indicación : Digital
Procedencia : Korea
Ubicación : No Indica
Fecha de Calibración : 2019-08-27

3. METODO DE CALIBRACIÓN:
- La calibración se realizó por medición directa y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad nacional. Se tomó como referencia la norma ISO 7500-1: 2004 Materiales Metálicos Verificación de máquinas de ensayos uniaxiales parte 1. Máquinas de ensayo tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:
LABORATORIOS MECALAB S.A.C.
Av. Lurigancho Nro. 1063, San Juan de Lurigancho - Lima.

5. CONDICIONES AMBIENTALES:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,3	20,4
Humedad Relativa (%HR)	59	57

6. PATRONES DE REFERENCIA:

Patrón	Valor / Clase	Marca	Certificado de Calibración
Termohigrómetro	0 °C a 50 °C	Traceable	LII-085-2019-DM-INACAL
Juego de pesas	1 g a 1 kg / M2	Ninguna	LMM-2018-091- INMELAB
Juego de pesas	5 kg, 10 kg y 20 kg / M2	Ninguna	LMM-2019-036- INMELAB

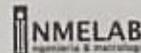
7. OBSERVACIONES:

- El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
- La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.



Gerente de Metrología

Firmado digitalmente por
JORGE JESUS PADILLA DUENAS
Fecha: 2019.09.05 14:13:24
+0500



7. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:

ERROR DE REFERENCIA INICIAL (E ₁)	ERROR
	0 µm

ERROR DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES		
VALOR PATRÓN	INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO	ERROR
50.000 mm	50.000 mm	0 µm
100.000 mm	100.010 mm	10 µm
150.000 mm	150.010 mm	10 µm
200.000 mm	200.000 mm	0 µm

ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E ₂)		
VALOR PATRÓN	INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO	ERROR
150.000 mm	150.000 mm	0 µm

ERROR DE REPETIBILIDAD (E ₃)		
VALOR PATRÓN	INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO	ERROR
150.000 mm	150.000 mm	0 µm

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES (S _{1,1})	
VALOR PATRÓN	ERROR
10.000 mm	0 µm

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD (S _{1,2})	
VALOR PATRÓN	ERROR
10.000 mm	0 µm

ERROR DE CONTACTO LINEAL (E ₄)		
VALOR PATRÓN	INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO	ERROR
10.000 mm	10.000 mm	0 µm

ERROR DE CONTACTO SUPERFICIE COMPLETA (E ₅)		
VALOR PATRÓN	INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO	ERROR
20.000 mm	20.050 mm	50 µm

[Handwritten Signature]


PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE LABORATORIOS MECALAB S.A.C.

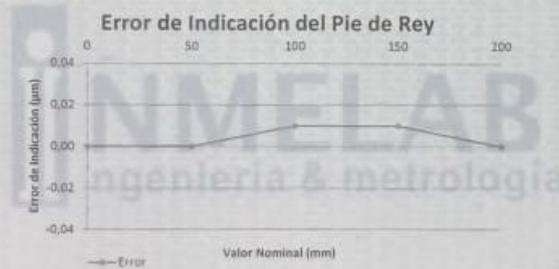
© Av. Lurigancho N° 1063 Urb. Horizonte de Zarate - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
 (51-1) 253-9166 / 934 857 935
 www.inmelab.pe / ventas@inmelab.pe

ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES (K1)		
VALOR PATRÓN	INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO	ERROR
29.999 mm	30.049 mm	50 µm

Incertidumbre de medición: $\pm 41,68 \sqrt{L^2 + 0,03^2 + L^2} \sqrt{10} \mu\text{m}$
L: Indicación del pie de rey expresado en milímetros (mm)
Para L = 200 mm, U = 42 µm

- Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de interiores a exteriores (S_{IC}).
Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de profundidad a exteriores (S_{PC}).
Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permisible de ± 20 µm hasta 200 mm, según manual del fabricante.

8. GRÁFICA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS:



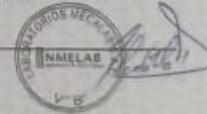
9. OBSERVACIONES:

- (*) Identificación asignada por LABORATORIOS MECALAB S.A.C., grabada en una etiqueta adherida al instrumento.
- La incertidumbre de la medición que se presenta está basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

10. CONCLUSIONES:

- De las mediciones realizadas se concluye que el instrumento se encuentra calibrado debido a que los valores medidos están dentro de los errores máximos permitibles.
- Se recomienda realizar la próxima calibración en un plazo no mayor a un año desde la emisión de la misma.

INMELAB DOCUMENTO



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE LABORATORIOS MECALAB S.A.C.

Av. Lurigancho N° 1063 Urb. Horizonte de Zarate - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
(51-1) 253-9166 / 934 857 935
www.inmelab.pe / ventas@inmelab.pe

1. SOLICITANTE : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
 Dirección : Cal. Media Cuadra De La Avenida Naciones Unidas Mz. A 35 Lote 18 A.H.
 Arriba Peru - Canto Grande Lima - Lima - San Juan De Lurigancho.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MAQUINA DIGITAL DE ENSAYOS UNIVERSALES
 Marca : LG
 Modelo : CMT-5L
 Serie : 7419
 Identificación : No Indica
 Rango de indicación : 5000,00 N
 División mínima : 0,01 N
 Tipo de Ensayo : Tracción
 Tipo de indicación : Digital
 Procedencia : Korea
 Ubicación : No Indica
 Fecha de Calibración : 2019-08-27

3. METODO DE CALIBRACIÓN:
 - La calibración se realizó por medición directa y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad nacional. Se tomó como referencia la norma ISO 7500-1: 2004 Materiales Metálicos. Verificación de máquinas de ensayos uniaxiales parte 1. Máquinas de ensayo tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:
 LABORATORIOS MECALAB S.A.C.
 Av. Lurigancho Nro. 1063, San Juan de Lurigancho - Lima.

5. CONDICIONES AMBIENTALES:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,3	20,4
Humedad Relativa (%HR)	59	57

6. PATRONES DE REFERENCIA:

Patrón	Valor / Clase	Marca	Certificado de Calibración
Termohigrómetro	0 °C a 50 °C	Traccable	LJI-085-2019 DM-INACAL
Juego de pesas	1 g a 1 kg / M2	Ninguna	LMM-2018-091 INMELAB
Juego de pesas	5 kg, 10 kg y 20 kg / M2	Ninguna	LMM-2019-036 INMELAB

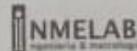
7. OBSERVACIONES:

- El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
- La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

Gerente de Metrología



Firmado digitalmente por
 JORGE JESUS PADILLA DUENAS
 Fecha: 2019.09.05 14:13:24
 -05'00



8. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:
MEDICIÓN DE TRACCIÓN

Indicación del Patrón (N)	Indicación del Equipo (N)	Corrección (N)	Incertidumbre (N)
500,00	502,91	-2,91	2,67
1 000,00	1003,63	-3,63	3,91
1 500,00	1506,48	-6,48	6,48
2 000,00	2011,33	-11,33	9,05
2 500,00	2511,33	-11,33	14,06
3 000,00	3018,53	-18,53	19,02
3 500,00	3522,78	-22,78	17,26
4 000,00	4025,22	-25,22	15,70
4 500,00	4535,42	-35,42	19,05
5 000,00	5038,83	-38,83	21,67

Indicación del Equipo (N)	Errores Relativos				Incertidumbre Expandida U (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa u (%)	
502,91	-0,58	0,42	---	---	0,53
1 003,63	-0,36	0,62	---	---	0,39
1 506,48	-0,43	0,33	---	---	0,43
2 011,33	-0,56	0,17	---	---	0,45
2 511,33	-0,45	0,36	---	---	0,56
3 018,53	-0,61	0,25	---	---	0,63
3 522,78	-0,65	0,43	---	---	0,49
4 025,22	-0,63	0,29	---	---	0,39
4 535,42	-0,78	0,33	---	---	0,42
5 038,83	-0,77	0,47	---	---	0,43

Retorno a cero f_2	0,00%
----------------------	-------

Error relativo máximo permitido según la clase de la escala de la máquina de ensayo (ISO 7500-1)

Clase de la escala de la máquina	Errores Relativos				
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa u (%)	Cero f_2 (%)
0,50	+ 0,5	0,50	+ 0,75	0,25	+ 0,05
1	+ 1,0	1,00	+ 1,5	0,50	+ 0,1
2	+ 2,0	2,00	+ 3,0	1,00	+ 0,2
3	+ 3,0	3,00	+ 4,5	1,50	+ 0,3

9. CONCLUSIONES:

- De las mediciones realizadas se concluye que el equipo se encuentra **calibrado** debido a que los valores medidos están dentro del rango normal de operación.
- Se recomienda realizar la próxima calibración en un plazo no mayor a un año desde la emisión de la misma.

FIN DEL DOCUMENTO



INFORME DE ENSAYO N°	IE-108-2019	EDICION N° 2	Página 1 de 5
ENSAYO DE TRACCIÓN EN MUESTRAS ADHERIDAS DE DIENTES CON RESINA			
1. TESIS	"GRADO DE RESISTENCIA A LA MICROTRACCIÓN IN VITRO DE TRES RESINAS COMPUESTAS NANOHIBRIDAS BULK-FILL EMPLEANDO LA TECNICA DE MONOBLOQUE EN DIENTES BOVINOS REALIZADO EN EL LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. LIMA,2019"		
2. DATOS DEL SOLITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	Gabriela Isabel Gutierrez Pacheco		
DNI	72138726		
NOMBRE Y APELLIDOS	Manuela Mónica Bernardo Cotrina		
DNI	73494354		
DIRECCIÓN	Jr. Crespo Y Castillo 340 Int. "C"		
CIUDAD	Huánuco		
3. EQUIPOS UTILIZADOS			
INSTRUMENTO	Maquina digital de ensayos universales CMT- 5L		
MARCA	LG		
APROXIMACIÓN	0.001 N		
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm		
MARCA	Mitutoyo		
APROXIMACIÓN	0.01mm		
4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	02	Noviembre	2018
LUGAR DE ENSAYO	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.		
CANTIDAD	3 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Muestras de Dientes adheridos con resina		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Filtek™ Bulk fill Posterior Restorative, de la Marca 3M™ Espe,	
	Grupo 2	Opus Bulk Fill Aps, de la Marca FGM,	
	Grupo 3	Filtek™ Z350 XT Universal Restorative, de la Marca 3M™ Espe,	
5. REPORTE DE RESULTADOS			
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	18	Noviembre	2019

INFORME DE ENSAYO N°		IE-108-2019	EDICION N° 2	Página 2 de 5
6. RESULTADOS GENERADOS				
Grupo 1		Fítek™ Bulk fill Posterior Restorative, de la Marca 3M™ Espe,		
Especimen	Área Promedio (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	
1	0.89	7.80	8.77	
2	1.02	6.88	6.72	
3	1.09	5.87	5.19	
4	0.93	6.97	7.48	
5	0.77	3.38	4.39	
6	0.78	5.11	6.54	
7	1.01	7.42	7.35	
8	1.35	6.98	5.19	
9	0.55	5.49	9.91	
10	1.19	8.53	7.16	
11	1.13	8.88	7.85	
12	1.20	9.35	7.80	
13	0.81	4.06	4.99	
14	1.03	6.28	6.10	
15	1.13	5.85	5.19	
16	1.17	5.15	4.41	
17	1.09	6.84	6.26	
18	1.03	6.97	6.75	
19	1.10	7.98	7.25	
20	1.13	7.98	7.06	

INFORME DE ENSAYO N°		IE-108-2019	EDICION N° 2	Página 3 de 5
RESULTADOS GENERADOS				
Grupo 2				
Opus Bulk Fill Aps. de la Marca FGM.				
Espécimen	Área Promedio (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	
1	1.22	8.47	6.94	
2	1.05	7.53	7.17	
3	1.08	10.90	10.09	
4	0.85	9.34	11.03	
5	0.96	9.90	10.31	
6	0.68	10.22	15.05	
7	0.98	10.86	11.06	
8	0.93	8.25	8.90	
9	1.16	13.14	11.29	
10	1.09	13.28	12.14	
11	1.10	13.18	11.96	
12	1.05	10.81	10.26	
13	0.89	8.85	9.91	
14	1.05	10.49	10.02	
15	1.28	11.98	9.34	
16	1.17	9.86	8.46	
17	1.11	12.84	11.58	
18	0.94	10.11	10.74	
19	1.13	9.15	8.12	
20	0.87	10.55	12.10	



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

INFORME DE ENSAYO N°		IE-108-2019	EDICION N° 2	Página 4 de 5
RESULTADOS GENERADOS		Fillek™ Z350 XT Universal Restorative, de la Marca 3M™ Espe		
Grupo 3				
Especimen	Area Promedio (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	
1	1.31	6.96	5.30	
2	0.80	6.93	8.66	
3	0.76	4.38	5.80	
4	1.19	7.0	6.54	
5	0.85	8.01	9.48	
6	1.06	9.25	8.76	
7	1.10	7.31	6.68	
8	1.33	10.4	7.82	
9	0.68	6.98	10.26	
10	1.14	8.35	7.30	
11	0.66	5.11	5.93	
12	0.84	6.45	7.72	
13	0.66	6.05	9.22	
14	0.75	7.05	9.44	
15	0.94	4.08	4.32	
16	0.82	7.08	8.64	
17	1.12	6.80	6.07	
18	1.10	7.05	6.40	
19	1.19	7.18	6.05	
20	1.13	6.05	7.14	

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
 Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. Los Jardines 2da Etapa San Juan de Lurigancho
 Telf.: +51(01) 4065 215 - 997 123 584 Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm
 E-mail.: Robet@htl.com



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

INFORME DE ENSAYO N°	IE-106-2019	EDICION N° 2	Página 5 de 5
	• Velocidad de ensayo 0.75 mm/min		
7. CONDICIONES AMBIENTALES			
	TEMPERATURA : 21°C	HUMEDAD RELATIVA : 67 %	
8. VALIDÉZ DE INFORME			
	VALIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME		
	 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE		
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN			
ING. MECANICO			
LABORATORIO HTL CERTIFICATE			

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
 Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. Los Jardines 2da Etapa San Juan de Lurigancho
 Telf.: +51(01) 4065 215 - 997 123 584 Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm
 E-mail.: Robet.etmec@gmail.com

ANEXO “V” REGISTRO FOTGRÁFICO DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

Figura N° 44, 45, 46, 47: Fotografías de las autoras del proyecto con implementos de bioseguridad. Extracción de los incisivos inferiores de bovino a los animales post mortem en el Camal Municipal Huánuco, mediante fórceps pico de milano y botadores rectos de punta activa ancha y mediana. A cada uno de los incisivos inferiores obtenidos se le removió el tejido orgánico con ayuda de curetas periodontales (HU FRIEDY 5/6 - 7/8)

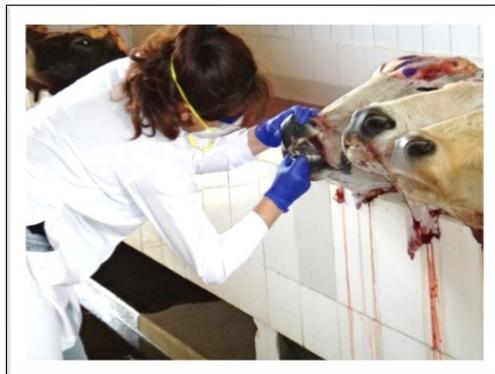


Figura N° 48, 49, 50, 51: Corte a nivel del cuello del diente, separando así la corona y descartando la raíz mediante un banco de motor con un disco de diamante de la marca INTI. Luego se retiró el remanente pulpar de la cámara pulpar con cureta para dentina mediana MAILLEFER. Se desinfectó los dientes con gluconato de clorhexidina al 4% por 24 horas



Figura N° 52. 53, 54, 55: Rellenamos con cera de utilidad la cámara pulpar y obturamos con Policarboxilato de zinc para sellar la entrada. Después almacenamos en agua destilada al 5% para después continuar el estudio en el laboratorio.

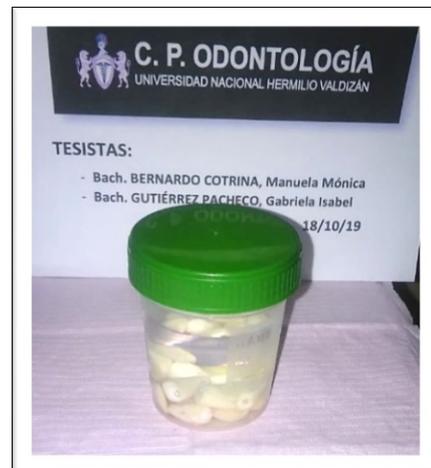
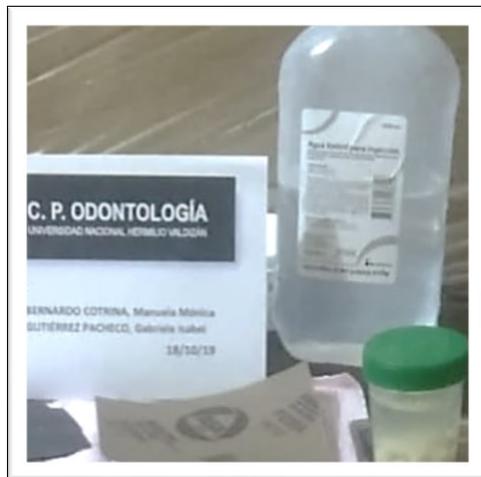
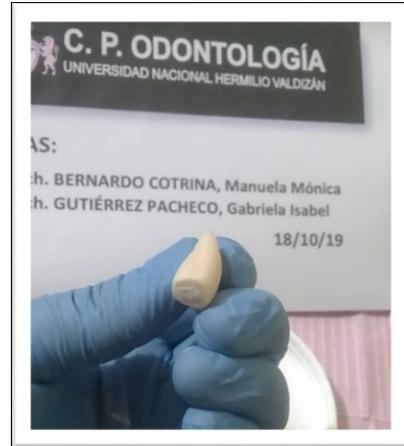


Figura N° 56, 57, 58: En el laboratorio High Technology Laboratory S.A.C, fotografías de las autoras. Primero se desgasto la cara vestibular de los dientes con una pulidora a motor haciendo uso de lijas de agua hasta exponer dentina superficial empezando por la gruesa a la más fina de las lijas n° (80,120,400,600,1000 y 1200)



Figura N° 59: Instrumental y materiales para la confección de las muestras.

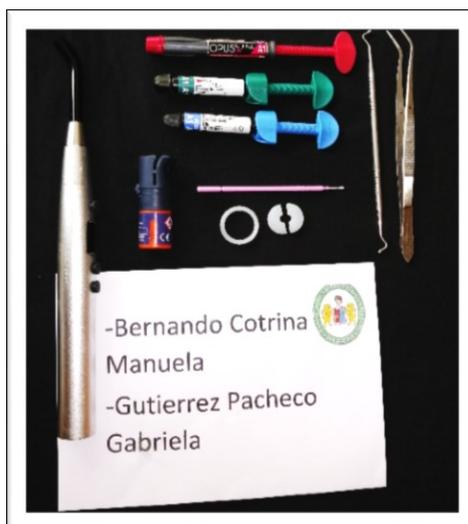


Figura N° 60, 61, 62: Resinas a utilizar Filtek bulk fill (3M espe), Opus Bulk Fill APS de fg (ultradent), Filtek™ z350 xt de 3M espe



Figura N° 63. Matriz de nylon de 4mm de diámetro y 4mm de altura.

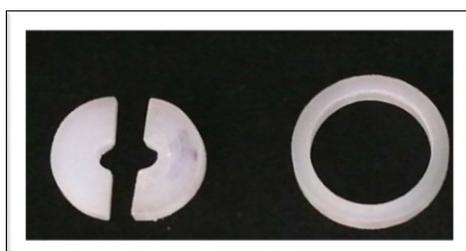


Figura N° 64, 65: Elaboración de las muestras de los tres tipos de resina compuestas bulk fill con la técnica monobloque. Se coloca el adhesivo (**Single Bond™ Universal - 3M**) en la cara vestibular con frotis de 10 seg, seguido se insufla aire con la llave triple por 5 seg.

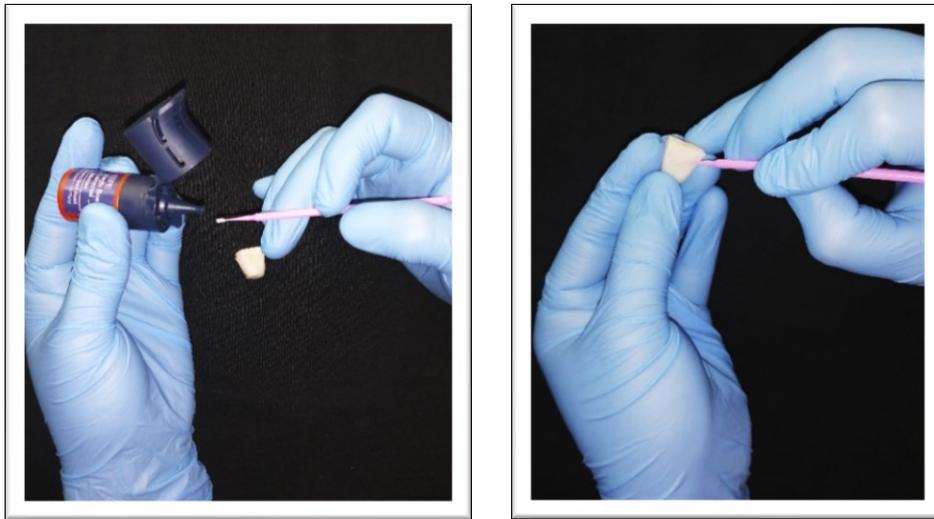


Figura N° 66. Se fotopolimeriza por 20 segundos con la técnica Full.

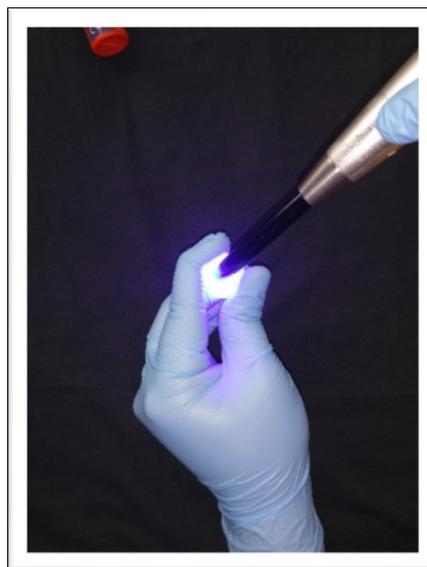


Figura N° 67, 68: Se coloca la matriz de nylon encima de la cara vestibular y se procede aplicar la resina.

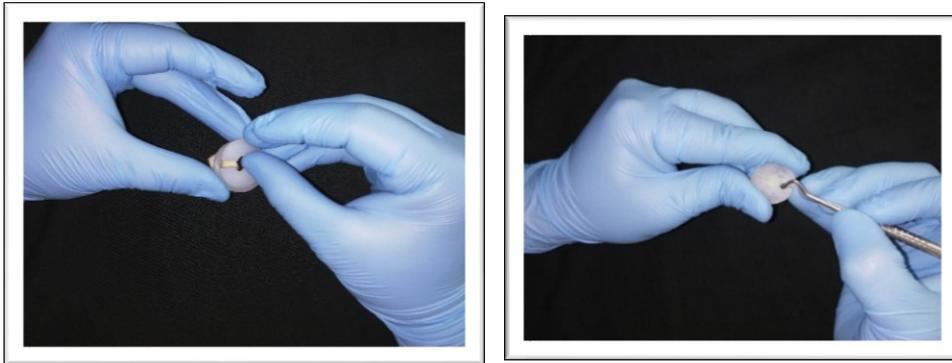


Figura N° 69, 70, 71: Aplicación de las tres resinas compuestas 4 mm de profundidad.

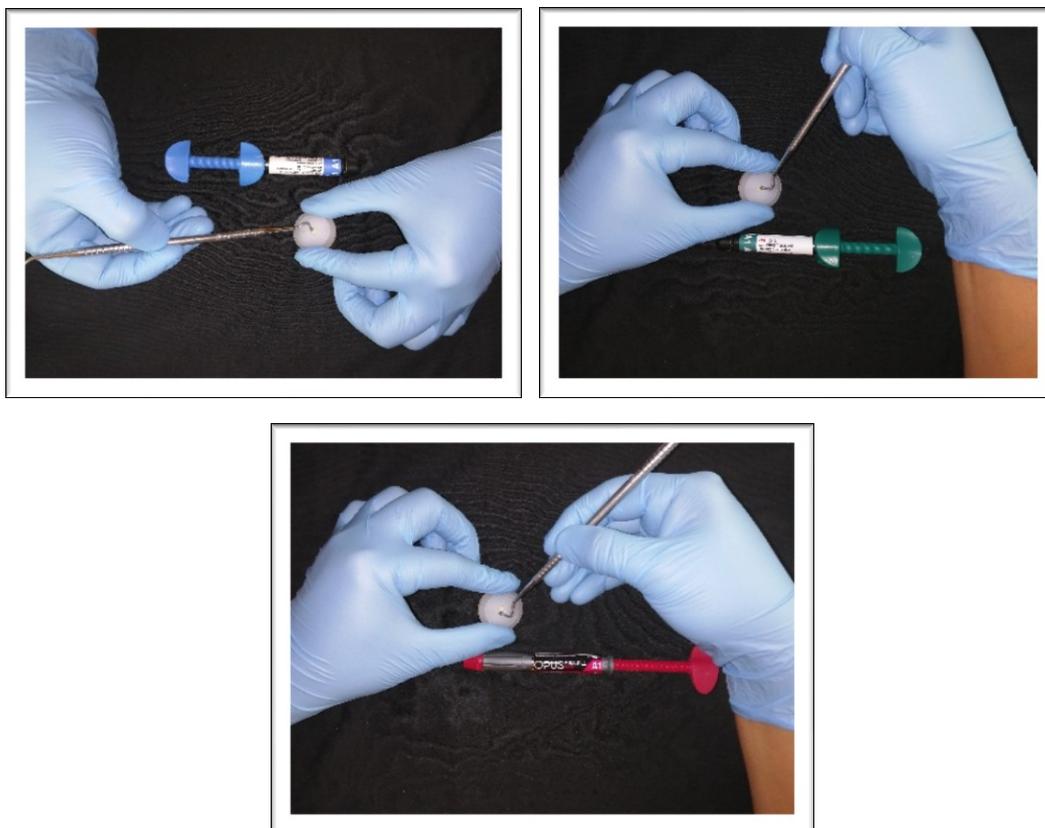


Figura N° 72: Se fotopolimeriza por 40 segundos

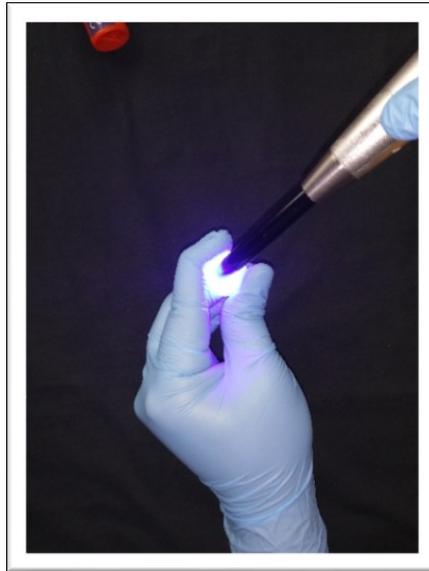


Figura N° 73, 74, 75 Se retira la matriz de nylon de la pieza dentaria.



Figura N° 76, 77, 78: Obtenemos la muestra de las tres resinas compuestas



Figura N° 79, 80, 81: Rotulamos las muestras A, B, C respectivamente.

A



B



C



Figura N° 82: Las muestras se pusieron en 3 frascos, listas para ir al laboratorio, y donde permanecieron sumergidas en agua destilada al 5%.



Figura N° 83: Laboratorio High Technology laboratory certificate S.A.C



Figura N° 84: Se trasladaron las muestras al laboratorio divididas en grupos A, B y C.



Figura N° 85: Utilizando una máquina de corte tipo ISOMET y haciendo uso de discos de diamante de la marca INTI se seccionaron los especímenes verticalmente en intervalos de **1mm x 1mm x 8mm**, en ambas direcciones “x” e “y” siguiendo el método propuesto por Sano H. El proceso creó unas barritas con área de aproximadamente 1 mm^2 obteniendo así un total de 60 muestras.



Figura N° 86: Una vez terminado las 60 muestras, se realizó un proceso de termociclado de 500 ciclos de 1 minuto en etapas de 20 segundos a 5°C , 10 segundos de a temperamento, 20 segundos a 55°C y 10 segundos de temperamento.



Figura N° 87, 88, 89: Los especímenes o muestras se pegaron a un aparato Bencor Multi-T con un adhesivo de cianocrilato.

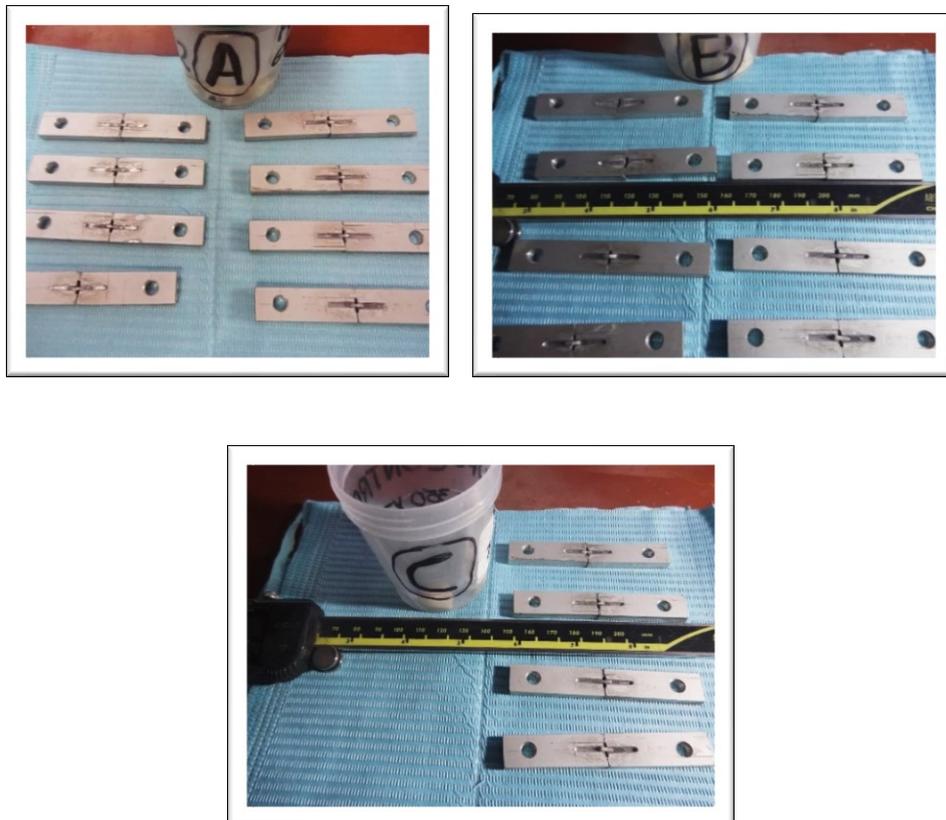


Figura N° 86: Se sometieron a una fuerza de microtracción en una máquina de Ensayos Universales, con una aceleración de 0,5 mm/min hasta el fallo. Una vez que se halló removido de las mordazas las barritas fracturadas, se obtuvieron los resultados de las barrillas de cada subgrupo.



Figura N° 87. Con el Ing. Robert encargado de realizar la prueba de microtracción.



NOTA BIBLIOGRAFICA

- Manuela Mónica Bernardo Cotrina identificado con DNI: 73494354, lugar de nacimiento Amarilis, fecha de nacimiento: 25 de diciembre del 1992, culmine los estudios secundarios en el colegio nacional emblemática: Nuestra Señora de las Mercedes, soy egresado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Medicina y Carrera Profesional de Odontología y obtuve mi grado de Bachiller: 20 de febrero del 2020.

- Gabriela Isabel Gutiérrez Pacheco identificado con DNI: 72138726, lugar de nacimiento Huánuco, fecha de nacimiento: 12 de mayo del 1994, culmine los estudios secundarios en el Centro educativo Privado: Honores de Huánuco, soy egresado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Medicina y Carrera Profesional de Odontología y obtuve mi grado de Bachiller: 20 de febrero del 2020.



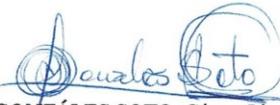
-Muy Bueno (17,18)
 -Bueno (14,15 y 16)

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO DENTISTA

En la ciudad Universitaria de Cayhuayna, a los 05 días, del mes MARZO del año dos mil veinte, siendo las 12 horas con 00 minutos, y de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNHEVAL, se reunieron en el auditorio de la EP de Odontología, los miembros del Jurado calificador de tesis, nombrados con la Resolución N° 045-2020-UNHEVAL-FM-D, de fecha 25.feb.2020, para proceder con la evaluación de la tesis titulada "GRADO DE RESISTENCIA A LA MICROTRACCIÓN IN VITRO DE TRES RESINAS COMPUESTAS NANOHIBRIDAS BULK-FILL EMPLEANDO LA TÉCNICA DE MONOBLOQUE EN DIENTES BOVINOS REALIZADO EN EL LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. LIMA, 2019", elaborado por las Bachilleres en Odontología, **GUTIÉRREZ PACHECO, Gabriela Isabel y BERNARDO COTRINA, Manuela Mónica**, para obtener el **TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO DENTISTA**, conformado el jurado por los siguientes docentes:

- | | |
|---------------------------------------|--------------------|
| ➤ Mg. GONZÁLES SOTO, César Lincoln | PRESIDENTE |
| ➤ CD. CACHAY CHÁVEZ, Rafael | SECRETARIO |
| ➤ Mg. CHÁVEZ LEANDRO, Miguel Nino | VOCAL |
| ➤ Mg. AZAÑEDO RAMÍREZ, Víctor Abraham | ACCESITARIO |

Finalmente el acto de sustentación de Tesis, el Presidente del Jurado Evaluador indica a los sustentantes y al público presente retirarse de la sala de sustentación por un espacio de cinco minutos para deliberar y emitir la calificación final, quedando las sustentantes A.P.M.B.A.P.O.S., con la nota de 18 equivalente a MUY BUENO, con lo cual se da por concluido el proceso de sustentación de Tesis a horas 13:00, en fe de lo cual firmamos.


 Mg. GONZÁLES SOTO, César Lincoln
PRESIDENTE


 CD. CACHAY CHÁVEZ, Rafael
SECRETARIO


 Mg. CHÁVEZ LEANDRO, Miguel Nino
VOCAL

Observaciones:

.....

-Excelente (19 y 20)
 -Muy Bueno (17,18)
 -Bueno (14,15 y 16)