

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA



**“RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESIÓN DE LAS RESINAS
COMPUESTAS CONVENCIONALES Y BULK FILL UTILIZADAS EN EL
PERÚ EVALUADAS IN VITRO”**

**TESIS PARA OPTAR POR TÍTULO DE:
CIRUJANO – DENTISTA**

**PRESENTADO POR:
Bach. ALONSO HUMBERTO CASTILLA CABELLO**

**LIMA – PERÚ
2020**

Dedico este trabajo de investigación:

A Dios, por brindarme un día más de vida, gozar de buena salud y estar junto a mis seres queridos y amigos.

A mi madre Luz María Cabello Guzmán y a mi padre Humberto Ovidio Castilla Ramírez, por brindarme la vida y soporte emocional.

A mi hermano Humberto Adolfo Albino Castilla Cabello, por brindarme sus consejos y apoyo incondicional.

A los doctores y toda la plana docente de la universidad Inca Garcilaso de la Vega que con sus conocimientos y experiencia contribuyeron a mi formación como profesional.

AGRADECIMIENTOS

Al término de mi investigación, agradezco a Dios por haberme guiado durante los años de mi etapa universitaria, por brindarme la fortaleza necesaria para pasar con éxito las distintas adversidades y otorgarme la oportunidad de haber conocido a personas que con su ayuda pudieron contribuir a la elaboración y culminación de esta investigación lo mejor posible.

A la Dra. Kathy Muñante, asesora de la presente investigación, quien, con su experiencia y conocimientos, hizo posible la culminación de esta investigación de manera exitosa.

A la Dra. Peggy Sotomayor, por su ayuda brindada durante el proceso de esta investigación y aceptar ser jueza evaluadora de la misma,

A la Dra. Cecilia Castañeda, por aceptar ser jueza evaluadora de la presente investigación y por su apoyo durante el tiempo que duró la presente investigación.

Al Dr. Rolando Gómez, por su disponibilidad para ser juez evaluador y ayuda brindada en el presente trabajo de investigación.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Distribución de frecuencias de las resinas compuestas convencionales y bulk fill.....	70
Tabla 2: Estadísticos descriptivos de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5 mm.....	71
Tabla 3: Estadísticos descriptivos de la resina compuesta convencional 3M Z-350Filteck XT de 2x5 mm.....	72
Tabla 4: Estadísticos descriptivos de la Resina Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm.....	73
Tabla 5: Estadísticos descriptivos de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm.....	74
Tabla 6: Estadísticos descriptivos de la resina compuesta convencional 3M Z-350Filteck XT de 4x5 mm.....	75
Tabla 7: Estadísticos descriptivos de la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm.....	76
Tabla 8: Análisis de la distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis de 2x5mm y 3M Z350 Filteck XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro..	80
Tabla 9: Análisis de la homogeneidad de las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis de 2x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT de 2x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.....	82

Tabla 10: Distribución de medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de resinas compuestas FGM Opallis de 2x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.....	82
Tabla 11: Análisis de la distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 2x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In- Vitro.....	85
Tabla 12: Análisis de la homogeneidad de las varianzas dela magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.....	86
Tabla 13: Distribución de medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filtek XT de 2x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.....	86
Tabla 14: Análisis de la distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.....	89
Tabla 15: Análisis de la homogeneidad de las varianzas dela magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.....	91
Tabla 16: Distribución de medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de resina la compuesta convencional FGM Opallis de 2x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.....	92

Tabla 17:	Análisis de la distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis de 4x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.....	94
Tabla 18:	Análisis de la homogeneidad de las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis de 4x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.....	96
Tabla 19:	Distribución de medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de resinas compuestas convencionales FGM Opallis de 4x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT 4x5 mm evaluadas In-Vitro.....	96
Tabla 20:	Análisis de la distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In- Vitro.....	99
Tabla 21:	Análisis de la homogeneidad de las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.....	100
Tabla 22:	Distribución de medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.....	101
Tabla 23:	Análisis de la distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM	

	Opallis de 4x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.....	103
Tabla 24:	Análisis de la homogeneidad de las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk evaluadas In-Vitro.....	104
Tabla 25:	Distribución de medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.....	105
Tabla 26:	Análisis de la distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5mm y 4x5mm evaluadas In –Vitro.....	105
Tabla 27:	Análisis de la homogeneidad de las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.....	110
Tabla 28:	Distribución de medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill evaluadas In-Vitro.....	110
Tabla 29:	Análisis de la aceptación de hipótesis general como respuesta inductiva a los resultados estadísticos de sus hipótesis específicas.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Sectores de la distribución de las frecuencias de las resinas compuestas convencionales y bulk fill.....	71
Figura 2: Histograma de la distribución de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5 mm.....	72
Figura 3: Histograma de la distribución de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 2x5 mm.....	73
Figura 4: Histograma de la distribución de la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm.....	74
Figura 5: Histograma de la distribución de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm.....	75
Figura 6: Histograma de la distribución de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm.....	76
Figura 7: Histograma de la distribución de la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm.....	77
Figura 8: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2x5 evaluadas In-Vitro..	80
Figura 9: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z350 Filteck XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.....	81
Figura 10: Dispersión de medias de la resistencia a la fuerza de compresión de resinas compuestas convencionales FGM Opallis de 2x5 mm y 3M Z350 Filteck XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.....	83

Figura 11: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z-350 Filtek XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.....	85
Figura 12: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.....	85
Figura 13: Dispersión de medias de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z350 Filtek XT de 2x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.....	86
Figura 14: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2x5 mm evaluada In-Vitro.	90
Figura 15: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluada In-Vitro.....	90
Figura 16: Dispersión de medias de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.....	92
Figura 17: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.....	94
Figura 18: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.....	95
Figura 19: Dispersión de medias de la resistencia a la fuerza de compresión de resinas compuestas convencionales FGM Opallis de 4x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.....	97

Figura 20: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z 350 Filteck XT de 4x5 evaluadas In-Vitro.....	99
Figura 21: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.....	99
Figura 22: Dispersión de medias de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z350 Filteck XT de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.....	101
Figura 23: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm de evaluadas In-Vitro.....	103
Figura 24: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 evaluadas In-Vitro.....	104
Figura 25: Dispersión de medias de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.....	105
Figura 26: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.....	108
Figura 27: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z 350 Filteck XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.....	108
Figura 28: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.....	108

Figura 29: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.....	109
Figura 30: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z 350 Filteck XT de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.....	109
Figura 31: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluados In-Vitro.....	109
Figura 32: Dispersión de medias de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5mm y 4x5mm evaluadas In-Vitro.....	111

RESUMEN

Introducción: El presente trabajo de investigación, de corte transversal y de ensayo preclínico In-Vitro, tuvo como principal objetivo determinar si el tipo de resina compuesta afecta significativamente la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.

Materiales y Métodos: Para ello se consideró 3 marcas de resina compuesta, 2 de tipo convencional y 1 tipo bulk fill, las cuales fueron: FGM Opallis, 3M Filtek Z-350 XT y Tetric N-Ceram Bulk Fill. Se realizaron un total de 36 muestras, divididas en 6 grupos diferentes de igual cantidad, 18 de las muestras tuvieron dimensiones de 2mm de altura y 5 mm de diámetro (2x5mm) y las 18 muestras restantes tuvieron dimensiones de 4mm de altura y 5 mm de diámetro (4x5mm). Las muestras fueron elaboradas en dos moldes de teflón, un molde para cada medida. Una vez terminada la preparación de las muestras de resina compuesta, se procedió a realizar la prueba de resistencia a la fuerza de compresión en una Máquina Universal de Ensayos Universales modelo CMT - 5L Mitutoyo de marca LG a una velocidad de 0.75mm/min y una célula de carga de 50 N/min.

Resultados: Como resultado principal, el estudio evidenció significancia estadística en la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill en comparación con las otras dos resinas, tanto para las muestras de 2x5mm como las de 4x5mm; y presentó un intervalo de confianza de 168.58; 190.14 MPa respectivamente con un nivel de confianza al 95% ($p>0.05$).

Conclusiones: Tras el análisis del presente estudio de investigación, la conclusión principal es que el tipo de resina compuesta afectó significativamente la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas.

Palabras clave: Resina Compuesta; Resina Bulk Fill; Resistencia; Fuerza de Compresión.

ABSTRACT

Introduction: The present research work, cross-sectional and in vitro preclinical testing, has as main objective to determine if the type of resin can affect the resistance to compression resistance of the specifically composed and bulk resins used in Peru evaluated In -Vitro.

Materials and Methods: For this, 3 brands of composite resin, 2 of conventional type and 1 type of bulk filling are considered, which were: FGM Opallis, 3M Filtek Z-350 XT and Tetric N-Ceram Bulk Fill. A total of 36 samples were obtained, divided into 6 different groups of equal amount, 18 of the samples had dimensions of 2 mm in height and 5 mm in diameter (2x5 mm) and the remaining 18 samples had dimensions of 4 mm in height and 5 mm in diameter (4x5mm). The samples were made in two Teflon molds, a mold for each measurement specified above. Once the preparation of the composite resin samples is finished, a procedure is performed to perform the compressive strength resistance test on a universal CMT-5L Mitutoyo Universal Testing machine of LG brand at a speed of 0.75 mm/min and a load cell of 50 N/min.

Results: As a main result, the study shows that the compressive strength resistance of the Tetric N-Ceram Bulk Fill composite resin is statistically different from the other two composite resins of the conventional type, both for the 2x5mm and for the samples 4x5mm, presenting a confidence interval of 168.58; 190.14 MPa respectively with a 95% confidence interval ($p > 0.05$).

Conclusions: Following the analysis of the present research study, the main conclusion is the type of composite resin that significantly affects the compressive strength of composite resins.

Keywords: Composite; Resin Bulk Fill; Resistance Compressive Strength.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	xxii
CAPÍTULO I.....	1
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 MARCO TEÓRICO.....	1
1.1.1 Caries Dental.....	1
1.1.1.1 Etiología.....	2
1.1.1.2 Otras Características.....	5
1.1.1.3 Diagnóstico.....	5
1.1.1.4 Clasificación.....	5
1.1.1.4.1 Clasificación de Black.....	6
1.1.1.4.2 Clasificación de Mount y Hume Según su Localización.....	6
1.1.1.4.3 Clasificación de Mount y Hume Según la Etapa de la Enfermedad..	6
1.1.1.4.4 Clasificación de Pitts.....	7
1.1.1.5 Métodos de Diagnóstico.....	7
1.1.1.5.1 Método de Inspección Visual.....	7
1.1.1.5.2 Método de Inspección Táctil.....	8

1.1.1.5.3 Método Radiográfico	9
1.1.1.6 Tratamiento	10
1.1.1.6.1 Tratamientos Preventivos	11
Selladores de Fosas y Fisuras	11
Enseñanza de Técnicas de Higiene Bucal	12
1.1.1.6.2 Tratamientos Restaurativos	12
Restauraciones Odontológicas con Resina	12
Tratamiento Endodóntico	13
1.1.2 Resinas	14
1.1.2.1 Tipo de Resinas	14
1.1.2.1.1 Resinas Acrílicas	14
1.1.2.1.2 Resinas Compuestas	15
Composición	16
Matriz Orgánica	16
Relleno Inorgánico	17
Agente de Conexión	17
Clasificación Según Lutz y Philips (1983)	20
Clasificación Según Willems (1992)	20
Clasificación Según Material de Relleno	20
Resinas con Macrorelleno	20
Resinas con Microrelleno	21
Resinas Modernas	23

Resinas con Nanorelleno	23
1.1.2.1.3 Resinas Bulk Fill	24
Tipos de Resinas Bulk Fill	25
Fluidas	25
Modelables	26
Clasificación de las Resinas Bulk Fill Según su Viscosidad	27
Resinas Bulk Fill de Baja Viscosidad	27
Resinas Bulk Fill Mediana Viscosidad	27
Componentes de las Resinas Bulk Fill	27
Ivocerin	28
Contracción en la Polimerización y Estrés Producido	29
Profundidad de Polimerización	31
Disminución del Tamaño de Partículas de Relleno	31
Incremento de la Translucidez del Composite	32
Tiempo de Trabajo	33
1.1.3 Lámparas de Fotocurado	34
1.1.3.1 Tipos de Lámparas de Fotocurado	34
1.1.3.1.1 Lámparas de Luz Halógena	34
1.1.3.1.3 Lámparas de Luz Láser	36
1.1.3.1.4 Lámparas de Luz Led	37
1.1.4 Física	38
1.1.4.1 Física Nuclear	38

1.1.4.2 Física Molecular	38
1.1.4.3 Física Cuántica	39
1.1.5 Fuerza	39
1.1.5.1 Cuerpo en Reposo	39
1.1.5.2 Cuerpo en Movimiento	40
1.1.5.3 Vector	40
1.1.5.4 Tipos de Fuerza	41
1.1.5.4.1 Fuerza de Compresión	41
1.1.5.4.2 Fuerza de Flexión	41
1.1.5.4.3 Fuerza de Tensión	41
1.1.5.4.4 Fuerza Masticatoria	42
1.1.6 Resistencia	43
1.1.6.1 Tipos de Resistencia	43
1.1.6.1.1 Resistencia a la Compresión	43
1.1.6.1.2 Resistencia a la Flexión	43
1.1.6.1.3 Resistencia a la Tensión	44
1.1.6.1.4 Resistencia al Cillamiento	44
1.2 INVESTIGACIONES	44
1.3 MARCO CONCEPTUAL	51
1.3.1 Caries Dental	51
1.3.2 Compresión	51
1.3.3 Endodoncia	51

1.3.4 Endoposte	51
1.3.5 Esmalte	52
1.3.6 Fotocurado	52
1.3.7 Fuerza	52
1.3.8 Ionómero de vidrio	52
1.3.9 Odontología	52
1.3.10 Polimerización	52
1.3.11 Resina Bulk	53
1.3.12 Resina Compuesta	53
CAPÍTULO II	54
EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES	54
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	54
2.1.1 Descripción de la Realidad Problemática	54
2.1.2 Definición del Problema	56
2.1.2.1 Problema Principal	56
2.1.2.2 Problemas Específicos	56
2.2 FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	57
2.2.1 Finalidad	57
2.2.2 Objetivo General y Específicos	58
2.2.2.1 Objetivo General	58
2.2.2.2 Objetivos Específicos	58
2.2.3 Delimitación del Estudio	59

2.2.4	Justificación e Importancia del Estudio.....	60
2.3	HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	60
2.3.1	Hipótesis Principal y Específicas.....	60
2.3.1.1	Hipótesis Principal	60
2.3.1.2	Hipótesis Específicas.....	60
2.3.2	Variables e Indicadores.....	62
	CAPÍTULO III.....	63
	MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTOS.....	63
3.1	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	63
3.1.1	Población.....	63
3.1.2	Muestra.....	63
3.2	DISEÑO UTILIZADO EN EL ESTUDIO.....	64
3.3	TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	65
3.3.1	Técnica de Recolección de Datos.....	65
3.3.2	Instrumento de Recolección de Datos.....	67
3.4	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	68
	CAPÍTULO IV.....	70
	PRESENTACION Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	70
4.1	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	70
4.2	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	77
4.2.1	Contrastación de Hipótesis Específicas.....	77
4.2.1.1	Contrastación de Hipótesis Específica 1	79

4.2.1.2 Contrastación de Hipótesis Específica 2	83
4.2.1.3 Contrastación de Hipótesis Específica 3	88
4.2.1.4 Contrastación de Hipótesis Específica 4	92
4.2.1.5 Contrastación de Hipótesis Específica 5	97
4.2.1.6 Contrastación de Hipótesis Específica 6	102
4.2.1.7 Contrastación de Hipótesis Específica 7	106
4.2.2 EVALUACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA HIPÓTESIS GENERAL	111
4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	113
CAPÍTULO V	117
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
5.1 CONCLUSIONES	117
5.1.1 Conclusión General	117
5.1.2 Conclusiones Específicas	117
5.2 RECOMENDACIONES	119
5.2.1 Recomendación General	119
5.2.2 Recomendaciones Específicas	119
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
ANEXOS	127
ANEXO 01. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	128
ANEXO 02. CARTA DE AUTORIZACIÓN	129
ANEXO 03. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	133
ANEXO 04. REGISTRO FOTOGRÁFICO	134

ANEXO 05. MEDIDAS DEL INVESTIGADOR.....	135
ANEXO 06. MATRIZ DE CONSISTENCIA INTERNA.....	136
ANEXO 07. CARTA A LOS JUECES.....	138
ANEXO 08. FICHA DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS.....	141

INTRODUCCIÓN

La odontología ha ido evolucionando en sus diferentes especialidades con el paso del tiempo, una de ellas es la odontología restauradora, actualmente denominada como odontología restauradora y estética dental, dentro de esta especialidad los cambios que se han dado han sido muy significativos y evidentes, todos con la principal intención de mejorar la calidad del tratamiento, agregado a ello, estos avances han hecho posible que el tiempo de trabajo se vea afectado de manera positiva, haciendo que tanto el odontólogo profesional como el paciente se encuentren en un ambiente más agradable durante el tratamiento.^(1,2)

Uno de los grandes cambios en la odontología restauradora ha sido el uso de los biomateriales de restauración, los cuales en sus inicios fueron de mucha utilidad, pero no lograban satisfacer todas las necesidades para el éxito del tratamiento ni cubrir las expectativas tanto del paciente como del profesional.^(1,2)

El primer material empleado como material de restauración fue la amalgama, la cual estaba formada principalmente por una aleación de cromo cobalto, este material brindaba una solución inmediata ante la necesidad de una restauración dentaria; sin embargo tenía una gran desventaja estética: su color, ya que la amalgama al ser una aleación de metales, la restauración final distaba mucho del color natural de los dientes; evidenciándose un evidente contraste entre el color plateado de la restauración y el color blanco –amarillo claro de los dientes.^(1,2)

Luego, en 1871 apareció el Cemento de Silicato que se empezó a utilizar como material de restauración principalmente por la similitud del color entre dicho material y los dientes; sin embargo, se dejó de usar debido a que sus falencias se hicieron evidentes; como por ejemplo, la pronta facilidad al desgaste que este material sufría, alto nivel de solubilidad, opacidad, tinción, entre otras.^(1,2)

Posteriormente a finales del año 1940 surgieron las Resinas Acrílicas, las cuales presentaba ciertas ventajas sobre el resto de materiales de restauración de su tiempo, como por ejemplo, su fácil manejo, la baja solubilidad que presentaba a los diferentes fluidos de la cavidad oral y costo accesible. Sin embargo, se dejó de usar por presentar una desventaja muy relevante: la filtración marginal, esta característica se debía este tipo de resinas presentaba baja resistencia a la contracción de polimerización. ^(1,2)

En el año 1962 fue posible la creación de un nuevo tipo de resinas, las Resinas Compuesta o también llamadas Composite; las cuales en contraste con sus predecesores, este tipo de resinas presentaba mayores ventajas en todos los sentidos, como por ejemplo, alto nivel de resistencia a la fuerza de contracción a la polimerización (75%) y baja solubilidad; y en cuanto a las propiedades físicas, manifestaba ventajas como alta resistencia a la tensión, a la fuerza de compresión y resistencia al desgaste; sin embargo, también presentó características no deseadas, como el bajo nivel de estabilidad en el color. ^(1,2)

Debido a ello, con el transcurso del tiempo, fue necesario mejorar la calidad de estos aspectos en las resinas compuestas, de manera que fueron cambiando hasta el grado de convertirse en el material de restauración por excelencia en el área profesional. ^(1,2)

Actualmente los composites siguen evolucionando y mejorando, lo que hace que exista una diversidad de este tipo de resinas con diferentes ventajas, características físicas y mecánicas. ^(1,2)

Es por ello que el presente trabajo de investigación buscó determinar cuantitativamente la resistencia a la fuerza de compresión de dos tipos de resinas compuestas, convencionales y bulk, con la finalidad de poder establecer cuál de estos tipos de resina compuesta se pueda emplear en la práctica profesional según sea el caso. ^(1,2)

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 MARCO TEÓRICO

1.1.1 Caries Dental

La caries dental es una enfermedad bucodental caracterizada por el reblandecimiento de los principales tejidos duros y blandos que componen la anatomía dentaria (esmalte, dentina, cemento y pulpa), debido a la presencia de múltiples microorganismos, los cuales afectan la estructura de los dientes dando origen a la formación de una cavidad en el interior del diente. ^(2,3)

Para el desarrollo de la caries dental, se debe dar un proceso en donde interactúan cuatro componentes principales, los cuales son: el hospedero (diente), microorganismo (teniendo mayor prevalencia la presencia del *Streptococcus Mutans*), sustrato (dieta o alimentación) y tiempo. La interacción de estos cuatro componentes hace posible la pérdida progresiva de la estructura dentaria repercutiendo en la presencia de caries. ^(2,3)

Por otro lado la caries es una enfermedad que afecta a la población mundial en un 98%, teniendo una presencia de 75% en países subdesarrollados o del tercer mundo, 15% en países en vías de desarrollo y 8% en países desarrollados. La presencia de esta enfermedad no solo se debe a aspectos sociodemográficos, si no también, a aspectos socioculturales y económicos; por lo que en los países en donde no existe o hay poca cultura de higiene oral se evidencia mayor presencia de caries. ^(2,3)

En cuanto al detenimiento del progreso de la caries es necesario realizar una serie de procesos que incluyen un adecuado diagnóstico para luego realizar el

tratamiento apropiado para cada caso, ya que no siempre las caries se abordan de la misma manera, todo ello se realiza con la finalidad de evitar la pérdida total de las estructuras dentarias afectadas o en el peor de los casos, la pérdida de una pieza dentaria. ^(2,3)

1.1.1.1 Etiología

El origen y desarrollo de la caries es un proceso caracterizado por la conjugación de diferentes aspectos o características, las cuales fueron descritas por primera vez por el doctor Paul Keyes (1960), quien establece que la aparición de una lesión cariosa se da por la interacción de tres entidades: huésped, dieta y microorganismo; a éstas tres entidades se les llegó a conocer como la triada de Keyes. ^(1,2)

Keyes basó su triada en el modelo epidemiológico de causalidad del Dr. Gordon (1953), quien estableció que toda enfermedad (resultado final) tiene una causa (acción) que como consecuencia produce un efecto (reacción); durante este proceso se llevan a cabo diferentes sucesos, los cuales interactúan entre sí para brindar las particularidades o características principales de dicha enfermedad (resultado final). Teniendo en cuenta ello, Keyes tomó este modelo de causalidad epidemiológico para determinar que la caries (enfermedad o resultado final), se da por la interacción del microorganismo y la dieta (causa o acción) en el hospedero (diente); quienes producirán posteriormente la destrucción parcial o total de la estructura dentaria (efecto o reacción). ^(1,2)

Existen diferentes tipos de modelos de causalidad epidemiológica, sin embargo el descrito por el Dr. Gordon (1953) es el que se acomoda más a la realidad del proceso degenerativo del diente causada por la caries. Newbrun (1978) agrega a la tríada de Keyes otro elemento más, el factor tiempo, estableciendo así una característica principal: mientras más tiempo se encuentre el microorganismo en el hospedero e interactúe a su vez con la dieta durante el mismo tiempo en las que estos se encuentren juntos, es más probable que se produzca la caries. ^(1, 2)

El principal microorganismo encargado de producir la caries y que se encarga de destruir las estructuras dentarias, es el *Streptococcus Mutans*; dicho microorganismo es una bacteria que se encuentra normalmente en la cavidad oral humana, forma parte del biofilm (película oral) o placa dental. En un medio oral adecuado (Ph neutro, ligeramente alcalino) esta y otras bacterias no generan ningún tipo de daño significativo en la cavidad oral; sin embargo, cuando la cavidad oral pasa de un Ph neutro a uno ácido, estos microorganismos pueden terminar generando diferentes tipos de lesiones, enfermedades o afectaciones a las estructuras duras y/o blandas propias de la región oral, ya sea dientes, huesos y/o mucosa de la cavidad bucal. ⁽¹⁻³⁾

Para que el Ph de la cavidad oral pase de un medio neutro (ligeramente alcalino) a uno ácido, se tienen que dar diferentes cambios químicos en su interior, generalmente relacionados con los componentes de la saliva; como por ejemplo, la activación de iones de cloruro (como la amilasa salival o ptialina), alteración de sustancia Buffer (componente de la saliva que le brinda equilibrio al Ph oral compuesto principalmente por Bicarbonato y Fosfato), alteración en la cantidad de los neutralizadores de Ph (Bicarbonato, Fosfato, entre otros; esto debido a que la sustancia Buffer se ha visto afectada) y finalmente la proliferación o replicación de microorganismos y la alteración de su comportamiento en el medio oral, lo que favorece la predisposición de distintas enfermedades orales, entre ellas, la caries. Existen otros cambios químicos más que se dan en el interior de la cavidad bucal, sin embargo, los mencionados anteriormente son solo algunos de los cambios necesarios para la producción de la caries dental. ⁽¹⁻³⁾

Al verse alterada la estabilidad del Ph oral y bajo las condiciones ya mencionadas, este se encuentra en el ambiente adecuado para que el principal microorganismo que produce la caries, el *Streptococcus Mutans*, afecte de manera progresiva las diferentes estructuras que conforman el diente. Primero, debido a que el esmalte (tejido duro y externo del diente), compuesto principalmente por los cristales de hidroxiapatita, se ve desmineralizado, esta bacteria, el *Streptococcus Mutans*, penetra a través del esmalte y empieza a

dañarlo, reblandeciendo aún más su estructura, y generando visiblemente una cavitación en su interior. Posteriormente cuando esta cavitación progresa, se aproxima al límite amelodentinaria (estructura que divide el esmalte de la dentina) y afecta la segunda capa del tejido dentario, la dentina; esto es posible debido a que en dicho límite se encuentran unas estructuras llamadas túbulos dentinarios, los cuales tienen como propósito el flujo de fluidos y transmitir los estímulos a la estructura más interna del diente, la pulpa; la caries viaja a través de estas estructuras (túbulos dentinarios) y progresa su avance cavitando aún más el diente. ⁽¹⁻³⁾

Finalmente cuando la caries, luego de haber penetrado en primer lugar el esmalte, atravesado la dentina y llega a la pulpa (estructura dentaria altamente innervada y vascularizada); la estructura dentaria se ha visto afectada de manera significativa, ya sea parcial o totalmente; por lo que, a este nivel, los daños son muy severos y en algunas ocasiones casi irreparables. ⁽¹⁻³⁾

Debido a ello, cabe señalar que, para que la caries llegue a un proceso crónico, no solo basta con el simple cambio de Ph del medio oral; si no también, a la ausencia o deficiencia de la higiene oral; por lo que es más importante aún, tomar medidas preventivas realistas para evitar la caries dental desde temprana edad y enseñar a la población de distintos grupos etarios la cultura de prevención. Por otro lado cabe destacar que tanto el modelo de Keyes (1960) como el factor tiempo agregado por el doctor Newbrun (1978) fue de gran utilidad para los profesionales de la salud oral; sin embargo, fue poco lo que se pudo hacer en cuanto a las necesidades del paciente, ya que en aquel entonces la salud oral no era prioridad en la población. Por ello, en la actualidad, es necesario concebir la caries dental como un proceso de diferentes factores, no sólo, intrínsecos, sino también, extrínsecos; como por ejemplo, aspectos sociodemográficos, socioculturales y socioeconómicos; de esta manera se tendrá una visión más amplia para brindar un mejor tratamiento a dicha enfermedad, y sobre todo, a tiempo. ⁽¹⁻³⁾

1.1.1.2 Otras Características

Para la producción de la caries, existen otros tipos de bacterias que también favorecen al desarrollo de la misma, que junto con el *Streptococcus Mutans*, ocasionan distintos daños del diente, tanto a nivel estructural como en su morfología interna y externa. Por ejemplo, en cuanto a la capa superficial y externa del diente (el esmalte), agregada a la capa bacteriana, se encuentra también, el *Lactobacillus Acidophilus*, que junto con el *Streptococcus Mutans*, se encargan de degradar el resto de alimentos adheridos a la superficie de los dientes, generando sustancias como el ácido láctico, propiónico, pirúvico, entre otros; los cuales se encargan de producir las lesiones cariosas en el esmalte. Por otro lado los microorganismos que a predomino se encuentran en la dentina y que también contribuyen a la producción de caries son las bacterias *Actinomyces Viscosus* y *Actinomyces Naeslundii*, las cuales se alimentan de la parte inorgánica y proteolítica del diente. ^(2,3)

1.1.1.3 Diagnóstico

A través del tiempo se han realizado diferentes métodos para determinar si una pieza dentaria presenta un proceso carioso, sin embargo, varios de estos métodos se han dejado de utilizar, otros se han modificado y algunos que han aparecido, se están empleando en la práctica clínica. ^(1,2)

Por otro lado para llegar al diagnóstico de caries dental, se tiene que dar una serie de procesos en los que el profesional de la salud oral tiene que llevar a cabo, como por ejemplo: la realización de una correcta historia clínica, la inspección visual, el manejo adecuado del instrumental de exploración, exámenes complementarios y otros aspectos importantes. Cuando todo esto se lleva a cabo de la mejor manera posible, se puede llegar a un correcto diagnóstico de caries dental. ^(1,2)

1.1.1.4 Clasificación

A través del tiempo la caries dental ha recibido diferentes tipos de clasificación, como por ejemplo, la del Dr. Greene Vardiman Black, quien es conocido como el

padre de la odontología moderna y quien a finales del ciclo XIX agrupó las lesiones cariosas en cinco clases, por otro lado la clasificación de Mout y Home proporcionó dos criterios para clasificar las lesiones cariosas, uno según su localización y el otro aspecto según la etapa de la enfermedad; y finalmente la clasificación que brindó el Dr. Pitts establece que existen cuatro tipos diferentes de caries según la afectación de los tejidos dentarios. ^(1,2)

1.1.1.4.1 Clasificación de Black

Clase I: En fosas y fisuras de premolares y molares, en superficie linguales de incisivos superiores, surcos vestibulares y en lingual de molares. ^(1,2)

Clase II: En superficies interproximales de molares y premolares del maxilar superior e inferior. ^(1,2)

Clase III: En superficies interproximales de dientes anteriores del maxilar superior e inferior, sin comprometer en borde incisal. ^(1,2)

Clase IV: En superficies interproximales con compromiso del borde incisal de dientes anteriores del maxilar superior e inferior. ^(1,2)

Clase V: En el tercio gingival de superficies vestibulares, palatinas o linguales de todos las piezas dentarias del maxilar superior e inferior. ^(1,2)

1.1.1.4.2 Clasificación de Mout y Hume Según su Localización

Clase I: Presencia de caries en fosas y fisuras. ^(1,2)

Clase II: Presencia de caries en áreas de contacto (superficies interproximales, oclusales y borde incisal). ^(1,2)

Clase III: Presencia de caries en zonas cervicales. ^(1,2)

1.1.1.4.3 Clasificación de Mout y Hume Según la Etapa de la Enfermedad

Grado 1: Lesión cariosa primaria (inicial) con posibilidad de tratamiento por parte del profesional. ^(1,2)

Grado 2: Lesión cariosa que va más allá de la remineralización. ^(1,2)

Grado 3: Cúspides cavitadas por lesiones cariosas o por probable fractura de cúspide por presencia de caries. ^(1,2)

Grado 4: Pérdida de cúspide o del borde incisal. ^(1,2)

1.1.1.4.4 Clasificación de Pitts

Clase I: Caries subclínica. ^(1,2)

Clase II: Caries de esmalte visible o no visible. ^(1,2)

Clase III: Caries de dentina visible o no visible. ^(1,2)

Clase IV: Caries con compromiso pulpar. ^(1,2)

1.1.1.5 Métodos de Diagnóstico

Actualmente existen distintos métodos de diagnóstico, con diferentes características y particularidades propias, sin embargo, todas tienen un fin común, que no es solo el poder determinar con certeza que pieza dentaria presenta caries, si no, que una vez determinado el diagnóstico, se pueda realizar un tratamiento adecuado y a tiempo, con la finalidad de restaurar las estructuras dentarias afectadas. ^(2,3)

Por otro lado para realizar cualquier método de diagnóstico es necesario que la cavidad oral se encuentre limpia y libre placa bacteriana adherida a los dientes o de los tejidos de inserción (tártaro o sarro), secar la superficie de los dientes y contar con buena iluminación. Algunos de los métodos actuales más conocidos y eficaces son: ^(2,3)

1.1.1.5.1 Método de Inspección Visual

Este método es el más antiguo y empleado por el profesional de la salud oral, le permite al odontólogo realizar una exploración detallada de la cavidad oral del paciente, sin embargo, presenta muchas limitaciones; como la falta de iluminación y de acceso al interior de la boca del paciente; por lo que se

recomienda realizar este tipo de diagnóstico con materiales de amplificación visual y equipos con adecuada iluminación, como por ejemplo: cámaras intraorales, espejo bucales con aumento, entre otros; con la finalidad de poder realizar un buen diagnóstico y determinar con exactitud que piezas dentarias presentan caries o lesiones cariosas. ^(2,4)

Algunas características de este método de diagnóstico es que la detección temprana de caries se torna un poco difícil en zonas de fosas y fisuras ya que la diferencia de color en esta zona es muy similar cuando pasan por un proceso inicial o temprano de desmineralización; a diferencia de cuando ésta ya tiene tiempo en boca y tornándose color blanco tiza o blanco lechoso. ^(2,4)

Finalmente también se puede evaluar otros aspectos presentes en las piezas dentarias, como por ejemplo: pigmentaciones, decoloración, forma y tamaño, apiñamiento dentario, maloclusiones y cualquier otra característica que contribuya a la sospecha o presencia de caries dental. ^(2,4)

1.1.1.5.2 Método de Inspección Táctil

Durante mucho tiempo el explorador ha sido utilizado como instrumento odontológico para la ayuda del diagnóstico de caries como método de inspección y hasta el día de hoy aún se sigue utilizando; la principal característica para detectar la presencia de caries con la ayuda el explorador, es que si al pasarlo sobre la superficie del diente éste presenta retenciones, se determina que el diente tenía una lesión cariosa; sin embargo, estudios realizados recientemente, han demostrado que realizar esta acción con el explorador no es del todo ventajoso. ^(2,4)

Algunas desventajas son que durante el proceso de desmineralización la caries solo daña la superficie del diente, por lo que la retención del explorador no se da o es casi imperceptible; por otro lado, una de las desventajas más significativas es que al pasar el explorador y realizar una ligera presión (para confirmar la

presencia o ausencia de caries) en lesiones cariosas no cavitadas, puede conllevar a consecuencias no deseables, como la fractura del diente o generar una cavidad en la zona afectada. ^(2,4)

Debido a ello se está considerando cada vez más, la necesidad de cambiar el uso del explorador por otro instrumento que no dañe más de lo debido la superficie de los diente ya afectados. ^(2,4)

1.1.1.5.3 Método Radiográfico

Este método, a diferencia de los otros dos mencionados anteriormente, sirve de ayuda para determinar con mayor seguridad, si un diente presenta caries o no, por lo que en realidad es un método de complemento con el fin de confirmar la sospecha en cuanto a si una pieza dentaria presenta una lesión cariosa. ^(2,4)

Tiene como principal función observar radiográficamente cuan profunda es la progresión de una caries en los tejidos dentarios (sobre todo en dentina y su proximidad a la pulpa), también se emplea para descartar caries interproximal con una técnica llamada radiografía de Bite Wing o también conocida como aleta de mordida. ^(2,4)

Finalmente, una vez obtenido el diagnóstico con la ayuda del método radiográfico, se podrá elegir de manera más certera el tratamiento odontológico específico para una pieza dentaria afectada con caries. ^(2,4)

1.1.1.5.4 Método de Transiluminación

El método de diagnóstico por transiluminación consiste en la proyección de la luz que emite un material externo a la cavidad intraoral (actualmente equipo de fibra óptica) a través del diente, cuando esta luz impacta sobre la superficie del tejido dentario se verá opaca si es que el diente presenta una lesión cariosa y se tornará luminosa si es que el diente no presenta caries. ⁽²⁻⁴⁾

A través del tiempo el profesional de la salud oral siempre ha utilizado este método como referencia sin saberlo, ya que también se tomaba en cuenta la luz natural o emitida por la unidad dental como referencia para determinar si alguna pieza dentaria presentaba una lesión cariosa o no. Por otro lado, cuando este método se empezó a utilizar de manera consciente, se hizo cada vez más común e imprescindible en la práctica clínica, ya que ofrece al odontólogo la capacidad de poder diagnosticar de manera más eficiente la presencia de caries en el tejido dentario. ^(2,4)

Actualmente el método de transiluminación se realiza con un instrumento específico de fibra óptica, el cual cuenta con una luz de alta densidad y sensible a los cuerpos sobre los que se proyecta; si este cuerpo, en este caso el tejido dentario, presenta una lesión cariosa, la zona afectada se tornara de un color más oscuro en comparación con el color de la luz emitida, el cual puede verse ligeramente opaco, en cambio la zona del tejido dentario que no se encuentre afectada por la caries, seguirá transmitiendo la misma tonalidad de la luz emitida por el equipo de fibra óptica. ^(2,4)

1.1.1.6 Tratamiento

Debido a que la caries dental es una enfermedad de origen multifactorial e infectocontagiosa, la forma de abordaje para tratar esta enfermedad debe ser vista de la misma manera, es decir, tomando en cuenta todos los factores que la ocasionan para que de esta forma se pueda realizar un mejor tratamiento por parte del profesional de la salud oral. ^(5,6)

A través del tiempo se han realizado diferentes tratamientos para la caries dental, sin embargo, han sido pocos los tratamientos que verdaderamente tuvieron éxito y que le devolvieron la estructura anatómica a la pieza dentaria afectada. ^(5,6)

Actualmente existen dos tipos de tratamientos diferentes para poder abordar de manera apropiada la caries dental, estos son: tratamientos preventivos y

tratamientos restaurativos; sin embargo, el presente trabajo de investigación se enfocó en las características de un material específico de restauración que comprenden los tratamientos restaurativos. ^(5,6)

1.1.1.6.1 Tratamientos Preventivos

Este tipo de tratamientos tiene como propósito prevenir la presencia de lesiones cariosas en los tejidos dentarios, sin embargo, también pueden ser aplicables cuando se detecta una lesión cariosa en sus primeros estadios y realizar algunos tratamientos específicos para poder erradicarla. ⁽⁶⁾

Limpieza y Pulido de las Superficies y Topicación con Flúor

La aplicación de flúor o agentes fluorados por parte del odontólogo, tiene el propósito de producir la remineralización y cristalización del tejido externo del diente (el esmalte), lo que genera un notable aumento en cuanto a la resistencia de las piezas dentarias; así como, la disminución de adherencia por parte de las bacterias, lo que contribuye principalmente a la mejoría de la salud de los tejidos blandos y duros de la cavidad oral (dientes, mucosas y encías). Finalmente se recomienda realizar este proceso cada seis meses. ⁽⁶⁻⁸⁾

Selladores de Fosas y Fisuras

Este tipo de tratamiento consiste en la aplicación de sellantes en la zona de los dientes que son más vulnerables a sufrir lesiones cariosas con la finalidad de poder prevenir las, como por ejemplo en fosas y fisuras, a esta primera técnica se le conoce como aplicación no invasiva de sellantes; sin embargo también se puede aplicar cuando el tejido dentario ha sido afectado por caries, luego de haber retirado por completo la lesión cariosa; a esta técnica se le conoce como sellante invasivo, ya que debido a que parte de la estructura dentaria que ha sido afectada es retirada. ⁽⁶⁻⁸⁾

Por otro lado, dado a que este tipo de tratamiento se aplica en fosas y fisuras, es aplicado generalmente en las superficies oclusales de las piezas posteriores,

premolares y molares, tanto del maxilar superior como el inferior y representa una reducción en cuanto a la incidencia de caries en un 60% aproximadamente. (6-8)

Enseñanza de Técnicas de Higiene Bucal

A través de la enseñanza de las diferentes técnicas de cepillado no solo se logra prevenir la caries dental, sino que cuando esta ya está en boca, aplicar la técnica de manera correcta contribuye a que se vea reducida la presencia de colonias bacterianas que se adhieren a las superficies del tejido dentario. (6-8)

1.1.1.6.2 Tratamientos Restaurativos

Este tipo de tratamientos se realiza, por lo general, cuando uno o más tejidos de la estructura ya han sido afectados y requiere de un tratamiento más invasivo que los mencionados anteriormente. Los tratamientos más comunes de este tipo son: (6-8)

Restauraciones Odontológicas con Resina

Este tipo de tratamiento es parte de los tratamientos restaurativos odontológicos más comunes y empleados en la práctica clínica y se lleva a cabo cuando parte del tejido dentario ha sido dañado por la presencia de caries, ya sea a nivel de esmalte o dentina, pero sin haber afectado al tejido pulpar ni encontrarse muy cerca de ella. Se caracteriza principalmente por restaurar el tejido dentario dañado con una resina compuesta, actualmente el material por excelencia para llevar a cabo este tratamiento. (8,9)

Por otra parte, las restauraciones odontológicas con resina también presentan algunos inconvenientes, como por ejemplo el hecho de que, en la gran mayoría de veces, se tiene que desgastar tejido sano antes de proceder a la reconstrucción del diente, ya que si bien es cierto que las lesiones cariosas solo han afectado parte del tejido dentario y no se han profundizado demasiado, también es cierto que muchas veces es necesario desgastar tejido no careado para poder realizar una buena restauración odontológica y asegurar el éxito del

tratamiento, esta acción es conocida en el área de operatoria dental, como desgaste compensatorio y es parte de los criterios a seguir para poder llevar a cabo una buena preparación cavitaria (previa a una restauración dentaria).^(8,9)

Tratamiento Endodóntico

Se habla de tratamiento endodóntico cuando los tejidos dentarios han sido afectados considerablemente, no solo a nivel de esmalte o dentina, si no también, a nivel del tejido pulpar o cuando la lesión cariosa se encuentra 2mm del límite dentina – pulpar.^(8,9)

Llegado a este punto, en donde la pieza dentaria ha sido afectada de manera significativa y no se puede dar un óptimo tratamiento con una simple restauración con una resina compuesta, se procede a realizar otro tipo de tratamiento restaurativo, el endodóntico. Este tratamiento se caracteriza principalmente por la excéresis total del tejido pulpar, a través de un proceso en donde el operador tiene como objetivo eliminar todo rezago de tejido careado, no solo de las dos primeras estructuras dentarias, sino también de la más interna: la pulpa, ya que también se ha visto afectada.⁽⁸⁻¹⁰⁾

Finalmente, una vez realizada esta acción, la finalidad no solo es retirar todo el tejido careado en las diferentes partes de los tejidos dentarios, sino que también, es devolver la anatomía, función y estética de la pieza tratada.^(9,10)

Exodoncia

La exodoncia es definida, en resumidos términos, como la extracción de una pieza dentaria, o también se puede entender cómo, aquel proceso en donde una pieza es retirada de su alveolo por motivos odontológicos.^(9,10)

Por otro lado la exodoncia es el tratamiento que se toma como última instancia, ya que el objetivo no es perder una pieza dentaria, sino más bien, mantenerla en

su alveolo lo más que se pueda sin que esta afecte a otras estructuras adyacentes. ^(9,10)

1.1.2 Resinas

Las resinas son un tipo de material de restauración sintético, el cual está conformado por diferentes elementos que se encargan de poder brindarle una característica particular, convertirse de un material resinoso maleable a duro y que tiene como propósito principal devolver la función, anatomía (tamaño y forma), color y estética dental al tejido dentario afectado por las lesiones cariosas. ⁽¹¹⁾

1.1.2.1 Tipos de Resinas

Cabe señalar que antes que se empezaran a utilizar las resinas como material de restauración existieron otros tipos de materiales, como por ejemplo las amalgamas, las cuales eran una aleación entre dos principales metales (cromo-cobalto); pero cada vez más, se han dejado de emplear debido a su falta de estética, ya que la aleación de estos metales originaba un producto color plomo brillante. Posterior a ello se empezó a utilizar el cemento de silicato, debido a que su color se asemejaba al color natural de los dientes; sin embargo se dejó de emplear ya que no presentaba buenas propiedades físicas. ^(11,12)

Para el año 1940 apareció un tipo de material de restauración dentaria diferente al resto de sus predecesores, las resinas, desde su aparición hasta la actualidad, éstas han ido evolucionando cada vez más y de manera favorable; han ido cambiando con el tiempo a tal punto que actualmente existe una gran variedad de tipos resinas. ^(11,12)

1.1.2.1.1 Resinas Acrílicas

Este tipo de resinas fue creado en la década de 1930, pero fueron utilizadas en la década del 40, también son conocidas como resinas de Polimetilmetacrilato o

resinas sin relleno. La aparición de esta resina se debió a que el material existente en su tiempo, el cemento de silicato, no cubría las expectativas tanto del operador como del paciente, ya que no se podía realizar un tratamiento de exitoso, pues con el tiempo se generaban microfiltraciones. ^(11,12)

Por otra parte este tipo de resinas están básicamente formada por dos tipos de materiales: un polímero y un monómero (aleación polvo - monómero), los cuales cuentan en su interior el principal componente que hace posible su transformación, el metacrilato de metilo; cuando esto ocurre, la mezcla origina un nuevo material el cual se da mediante una modificación en el interior de su estructura por medio de diferentes reacciones químicas, lo que a su vez, genera un cambio en el aspecto físico de este material, volviéndose un material plástico, resinoso, maleable y cristalino. Una vez obtenida la mezcla, esta era colocada en el interior del diente (cavidad previamente preparada) para luego, después de haber sido endurecida, sea pulida, lo que generaba un brillo y color similar al resto de la estructura dentaria. ^(11,12)

Sin embargo, a pesar del gran avance que se había podido lograr con la aparición de las resinas acrílicas, fueron más las desventajas las que prevalecieron en contraste con las pocas ventajas que este material brindó. Una de las razones por las que se dejó de usar fue que sus propiedades físicas no eran las más adecuadas, por ejemplo, tenía un bajo nivel de resistencia al desgaste, alto nivel de contracción y filtración marginal; todo ello hacia que esta resina tuviera deficiencias evidente en un mediano plazo luego de estar en boca, como la presencia de caries infiltrativa (ocasionada por la filtración marginal), desprendimiento del material de restauración de la preparación cavitaria del diente (debido a que no tenía un comportamiento resistente a la contracción a la polimerización), esta y otras desventajas hicieron que este material se deje de utilizar en la práctica clínica. ^(11,12)

1.1.2.1.2 Resinas Compuestas

Las resinas compuestas, conocidas como composites, fueron originadas por el

Dr. Bowen, quien a inicios de la década de 1960 creó, elaboró y desarrolló un nuevo tipo de material de restauración, un tipo de resina totalmente distinta a las resinas acrílicas. Este tipo de resina consistía básicamente y principalmente en la aleación de distintos componentes, pero sobre todo en una estructura llamada Bisfenol Glicidil Metacrilato – A (Bis - GMA), el cual era una modificación de la principal estructura de otro tipo de resinas llamada Dimetil Metacrilato. Esta nueva estructura modificada era su componente más importante, ya que le daba al material excelentes propiedades físicas, como, por ejemplo, un nivel elevado a la resistencia a la fuerza de compresión, mayor adhesión a la superficie dentaria, mayor resistencia al clivaje, al desgaste, entre otras. Todo ello hizo posible este nuevo tipo de resinas llegase a reemplazar a casi todos los materiales de restauración que se usaba en su época (las resinas acrílicas y el cemento de silicato).^(11,12)

Composición

Matriz Orgánica

La matriz orgánica o también conocida como matriz resinosa, está constituida por monómeros de diferentes características, es decir por partículas o moléculas simples (no compuestas) de bajo peso molecular, que a su vez, al unirse forman diversas estructuras de dos, tres o más unidades. Estos monómeros pueden ser de diferentes tipos (generalmente) diacrilatos alifáticos o aromáticos, siendo los monómeros más empleados en la realización de las resinas compuestas el monómero Bisfenil Glicidil Metacrilato (Bis – GMA) y el Uretano Dimetil Metacrilato (UDMA).^(12,13)

El Bis – GMA es el monómero por excelencia que mejor se acomoda a la gran cantidad de resinas compuestas existentes desde su creación hasta la actualidad, sin embargo este monómero tiene partículas muy pesadas y si se tratase de la misma manera como cualquier otro monómero de bajo peso molecular, no tendría el mismo resultado; por lo que para que funcione de manera adecuada, es necesario que pase por un proceso diferente en comparación con otros monómeros.^(12,13)

Este proceso se lleva a cabo con la ayuda de otro tipo de monómeros: los diluyentes. Al interactuar las partículas de este tipo de monómeros con las partículas del Bis – GMA, ocurre un proceso en el que se disminuye el peso molecular de las partículas a través del incremento de temperatura por medio de un equipo generador de calor; al llevarse a cabo este proceso, las partículas del monómero Bis – GMA se ven afectadas y bajan su peso molecular; uno de los monómeros diluyentes que más se emplean en la generación y producción de resinas compuestas es el Tietileno Glicol Metacrilato (TEGMA).^(12,13)

Relleno Inorgánico

Este componente de las resinas compuestas son partículas pesadas de gran tamaño que tienen como finalidad mejorar las características físicas de los composite; por ejemplo, al estar unido o junto (no mezclado) a la matriz orgánica, modifica el comportamiento de las resinas, ya que la capacidad de absorción que tienen las resinas disminuye, lo que favorece su manipulación durante el tiempo de trabajo y cuando está en boca no absorbe los líquidos propios de la cavidad oral. Por otro lado, también reduce el nivel de la capacidad de expansión y la contracción a la polimerización, lo cual le brinda a la resina mayor dureza y firmeza para el manejo del material y cuando ha sido polimerizada otorga mayor adhesión a la superficie dentaria.^(12,13)

Por otro lado, cuando las resinas compuestas son sometidas a fuerzas como la compresión, fuerza elástica, tracción, entre otras, estas puedan responder de manera favorable ya que sus propiedades físicas han sido potencializadas gracias a este componente, el relleno inorgánico.^(12,13)

Agente de Conexión

El agente de conexión, también conocido como cobertura de resina compuesta o agente de acoplamiento, es el componente que cumple la función de unir las moléculas del relleno inorgánico con las partículas de la matriz orgánica de los composite; con el propósito de poder elevar la estabilidad hidrolítica de las

resinas, lo que hace que se pueda prevenir el ingreso de líquidos o fluidos durante la fase de resina/carga; la explicación de este acontecimiento fue proporcionado por el Dr. Bowen, quien pudo evidenciar la existencia de una fuerte adhesión entre las facetas mencionadas anteriormente (resina/carga), logrando mejorar aún más las propiedades de los composite. ⁽¹²⁻¹⁴⁾

La unión que caracteriza este proceso, se produce al envolver las partículas del relleno con un componente especial para que se conecte con las moléculas o partículas de la matriz; para que este proceso se pueda dar, este componente de conexión tiene una característica particular, se comporta tanto como componente de matriz y de relleno. ^(13,14)

En un principio, cuando se empezó a utilizar un agente de conexión, a finales del 1962 por el Dr. Bowen, se utilizó una molécula bifuncional para cumplir su propósito con dos sectores de conexión distintos, en un extremo se encontraba conectores de silano y en el otro extremo conectores de metacrilato; sin embargo, hoy por hoy, gracias al avance de la ciencia y la tecnología, las resinas compuestas con las que actualmente se trabajan se realizan con un solo agente de conexión: el silano y particularmente el Y – Metacril – Oxipropil Trimetoxi – Silano (MPS). ⁽¹²⁻¹⁴⁾

Sistema Iniciador – Activador

Este sistema tiene la principal función de proporcionar a las resinas la solidez que necesita para brindarle la rigidez, firmeza y dureza que requiere con la finalidad de poder mejorar y superar todas las propiedades físicas que pueden ofrecer cualquier tipo de resinas. Este sistema hace referencia al proceso de fotocurado, específicamente a la polimerización. ⁽¹³⁾

Para que este sistema funcione adecuadamente tienen que llevarse a cabo una serie de sucesos, sin embargo, el más importante está relacionado con la acción que ejercen los radicales libres sobre las diferentes partículas que constituyen el

resto de componentes de las resinas, independientemente de cual se trate; por ejemplo, en cuanto a las resinas autocurables (actualmente en desuso), los radicales libres actuaban por estimulación química, el cual se llevaba a cabo mediante un proceso de oxidación, en donde el sistema de inicio era un partícula de peróxido inorgánico (iniciador) y el sistema de activación era una amina orgánica acelerada (activador), cuando estas partículas se unían al resto de moléculas del material de relleno inorgánico y de la matriz orgánica se producía una alteración en la estructura química de las partículas en donde al verse modificadas se producía luego de 40 a 60 segundos un cambio físico en el material de restauración, produciendo así el proceso de polimerización. ⁽¹³⁻¹⁵⁾

Por otro lado, en cuanto a la estimulación física del sistema iniciador-activador ésta se da mediante dos mecanismos, uno de ellos se da a altos niveles de temperatura. Este método se utiliza de manera indirecta, sobre todo, en tratamientos relacionados con las incrustaciones, carillas, coronas, etc.; el otro mecanismo de estimulación física tiene que ver con fuentes de luz, como por ejemplo, las lámparas de fotocurado. En este caso para hacer que el proceso sistema iniciador – activador se realice de manera adecuada, la longitud de onda que emana la fuente de luz debe ser de 420 nanómetros como mínimo, ya que de esta forma las partículas que corresponden a la parte iniciadora del sistema (iniciador/activador) se sensibilizan y las moléculas del activador (el cual contienen la amina orgánica acelerada) se fusionan con las partículas del sistema iniciador, para que finalmente la resina compuesta se endurezca y se produzca así el proceso de polimerización a través de las lámparas de fotocurado. ⁽¹³⁻¹⁵⁾

Clasificación de las Resinas Compuestas

Desde la aparición de las primeras resinas hasta la actualidad, éstas han ido evolucionando con el paso del tiempo y las resinas compuestas no han sido la excepción, es por ello que durante las últimas décadas han recibido diferentes tipos de clasificaciones. ⁽¹⁴⁾

Clasificación Según Lutz y Philips (1983)

A inicios de la década de 1980, en su laboratorio de estudio, los doctores F. Lutz y R.W. Philips, se dieron cuenta que los composite presentan características distintas con respecto, al tamaño de partículas o moléculas de relleno con las que están hechas, clasificando a las resinas compuestas de su tiempo en tres grandes grupos: macrorellenos, microrellenos e híbridas (de las cuales se describen en la clasificación según el material de relleno).^(15,16)

Clasificación Según Willems (1992)

A principios de la década del 90', el Dr. Willems y colaboradores, plantearon un nuevo tipo de clasificación para las resinas compuestas, la cual se basaba principalmente en las características de sus propiedades físicas, por lo que esta clasificación brindaba una mayor información al respecto, como por ejemplo mayor conocimiento en cuanto a la resistencia compresiva, elástica, al cillamiento y desgaste, entre otras. Sin embargo, al ser una clasificación muy teórica, se dejó de utilizar con el tiempo; siendo utilizada con mayor frecuencia y hasta la actualidad la clasificación de composites según las partículas de material de relleno inorgánico, tomando similar clasificación a la propuesta por Lutz y Philips (1983) con la particularidad de que en esta nueva clasificación se toma en cuenta dos tipos más de relleno.^(14,16)

Clasificación Según Material de Relleno

Clasificación basada en el tamaño de las partículas de las resinas compuestas dentro del material de relleno inorgánico, están son:

Resinas con Macrorelleno

Este tipo de resinas también son llamadas resinas convencionales o conocidas como resinas con macropartículas, su nombre se debe al tamaño de sus moléculas o partículas, pues son de tamaño considerable ya que miden entre 10 a 50 μm , fueron elaboradas en la década de 1970 y utilizadas durante tiempo prolongado; sin embargo, debido a la gran cantidad de desventajas que

presentaba se dejó de utilizar. Algunas de las desventajas más significativas fue que debido al tamaño de sus partículas presentaba una superficie con poco brillo al finalizar las restauraciones, lo que a su vez ocasionaba mayor predisposición a la retención de alimentos, formación excesiva de placa bacteriana (terminando en presencia de sarro) y presencia de pigmentaciones. ^(16, 17)

Desde la aparición de este tipo de resinas hasta que se dejó de usar, se emplearon tres tipos de relleno distintos, primero se empleó el cuarzo, ya que brindaba una buena estética y durabilidad a la restauración final, luego se empezó a usar los vidrios de estroncio como material de relleno y relativamente a la par, también se emplearon los vidrios de bario para este tipo de resinas. Ambos materiales reemplazaron al cuarzo debido a que proporcionaban mayor radiopacidad, sin embargo se dejaron de usar ya que no presentaban la misma estabilidad que el cuarzo. ^(16, 17)

Finalmente, si bien es cierto que las resinas con macropartículas presentaban varias desventajas, también es cierto que presentaban ventajas importantes, como, por ejemplo, mayor resistencia compresiva y baja capacidad de absorción de fluidos que su predecesora, las resinas acrílicas. ⁽¹⁷⁾

Resinas con Microrelleno

Después que se emplearon las resinas con macropartículas, aparecieron otro tipo de resina con material de relleno totalmente distinto y con características particulares; principalmente la diferencia del tamaño de partículas en comparación con su antecesora, estas fueron las resinas con microrelleno, también conocidas como resinas con micropartículas, el cual se elaboraba a base de Sílice Coloidal y que en contraste con las partículas de macrorelleno, éstas eran 10 veces menor en tamaño (1 a 5 μm), es por ello que proporcionaba tanto al paciente como al operador más ventajas que otro tipo de resinas existentes hasta en ese entonces, sobre todo en el sector anterior, como por ejemplo, mayor brillo, pulido y apariencia lisa en las restauraciones finales. ^(16, 17)

Sin embargo, luego de un tiempo, sus desventajas se hicieron muy notorias, sobre todo en caso del sector posterior; por ejemplo presentaba un alto nivel de absorción de líquidos y un elevado coeficiente de expansión térmica, esto debido principalmente al tamaño de las partículas de este tipo de resinas; por otro lado se comprobó la presencia de alteraciones poco favorables en cuanto a las propiedades mecánicas y físicas se refiere; una de las principales, la alteración en mayor grado de porcentaje en cuanto al módulo de elasticidad, también llamado módulo de Young. ^(16, 17)

Resinas Híbridas

Este tipo de resinas recibió su nombre debido a que en su composición se hallan partículas de micro y macrorelleno, las cuales se elaboraban mediante una aleación proporcional de estas partículas, al llevarse a cabo este proceso proporcionan al producto “propiedades únicas y superiores” en contraste con las resinas descritas anteriormente ya que solo presentaban una sola clase de material de relleno. ^(17,18)

Al ser este tipo de resina la combinación o aleación de dos tipos de resinas distintas, en su estructura se encontraban partículas de macrorelleno, las cuales presentan un tamaño entre 10 a 50 μm y partículas de microrelleno, las cuales varían entre 1 a 5 μm , lo que les da a las resinas híbridas las propiedades de ambos tipos de resinas mencionadas anteriormente. ^(17,18)

Entre las características más relevantes de este material de relleno, se destacaba la capacidad de poder realizar tratamientos restauradores ya sea en el sector anterior y posterior, también presentaba una gran diversidad de tonalidades y colores, pero sobre todo una excelente mimetización con el resto de la estructura dentaria; finalmente presenta una notable mejoría en cuanto a sus propiedades físicas, sobre todo, mayor resistencia al cillamiento, al desgaste y a la abrasión. ^(17,18)

Resinas Modernas

Este tipo de resinas recibió su nombre debido a que el tamaño de sus partículas presenta una característica singular y muy distinta al resto de todas sus antecesoras, su tamaño es 1000 veces menor al tamaño de las partículas con macrorelleno y 100 veces menor al tamaño de las partículas con microrelleno, teniendo un tamaño entre 0.01 μm y 0.05 μm . ^(17,18)

Su principal característica se basaba en las ventajas que proporcionaba a las propiedades físicas y mecánicas, por ejemplo, ofrece mayor resistencia a la compresión, al desgaste y al cillamiento (los aspectos importantes de todo material de restauración) y por otro lado ofrecía un bajo porcentaje de absorción acuosa (característica principal para el buen manejo del material durante la restauración, lo que brindaba parte del éxito de la misma). ⁽¹⁸⁾

Sin embargo, pese a las grandes ventajas que ofrecía este tipo de resinas, se dejó de usar cada vez más, debido a que presentaba dos desventajas estéticamente significativas en cuanto al acabado de la restauración, las cuales fueron: la poca facilidad para realizar el pulido final del material de restauración y la pronta pérdida de brillo superficial. ⁽¹⁸⁾

Resinas con Nanorelleno

Para dar origen a este nuevo tipo de resinas, fue necesario el uso de un área de la ingeniería aplicada a la creación de materiales resinosos, específicamente la nanotecnología; la cual se basa principalmente en la introducción del material de relleno de los composite, pero con un tamaño de partículas mucho menor al de las resinas con micropartículas e inclusive a las resinas modernas. Ese proceso se lleva a cabo mediante la colocación de las nanopartículas de manera unitaria o por grupos en la matriz resinosa u orgánica en intervalos de tiempo llamados nanoagregados o nanoclusters, lo cual le brinda a este tipo de composites características totalmente superiores y eficaces, incluyendo a todas las resinas

compuestas mencionadas anteriormente, pues brindan un tratamiento de restauración dentaria muy eficaz y superior. ^(18,19)

Por ejemplo, una de sus ventajas más sobresalientes, es que ofrece un mayor acabado tanto en el pulido como en la translucidez y brillo, la capacidad de absorción acuosa es casi nula y sobre todo, se puede emplear tanto en piezas dentarias del sector anterior y posterior; esta y otras ventajas hacen que esta resina se siga utilizando hasta la actualidad. ^(18,19)

1.1.2.1.3 Resinas Bulk Fill

Desde la aparición de los materiales dentales de restauración, estos han ido evolucionando de manera progresiva hasta la actualidad, y las resinas no han sido la excepción, cada una presenta pequeñas características diferentes entre sí lo que hace que exista productos similares, pero con características únicas; tal es el caso de las resinas compuestas, ya que a principios del ciclo XXI, se originó un nuevo tipo, las resinas bulk fill. ⁽²⁰⁾

Las resinas bulk fill son un tipo de resinas compuestas, conocidas también como composites de doble aumento, ya que cuentan con la singular característica de poder llevar a cabo restauraciones odontológicas con incrementos de 4 o 5mm, a la vez que logra mantener sus ventajas físicas sin alteración pues presenta un aumento de translucidez y un fotoiniciador totalmente diferente y evolucionado. ^(20,21)

Para que este nuevo tipo de resinas compuestas funcione de manera apropiada ha tenido que modificarse su mecanismo de acción alterando uno de los principales componentes de su matriz, que son las partículas de Dimetacrilato de Uretano (UDMA, por sus siglas en inglés), al llevarse a cabo este proceso de manera adecuada, le proporciona al material una apariencia y consistencia única, haciendo que el profesional pueda manejarlo de manera más rápida y eficiente. ^(20,21)

Desde su aparición, las resinas bulk fill, se identificaron por presentar una característica singular en cuanto a su forma de manejo y método de aplicación, la cual es totalmente diferente a todas las resinas existentes en su tiempo incluyendo a las actuales. Esta característica se basa en la capacidad que tiene esta resina de poder llevar a cabo obturaciones en incrementos de 4 – 5 mm en un solo aumento, con el mismo tiempo de fotocurado y a la misma distancia que otras resinas compuestas actuales, que, a diferencia de las resinas compuestas convencionales, solo se puede realizar esta acción con incrementos de 2mm por aumento. ^(20,21)

Esta característica le proporciona a las resinas bulk fill la ventaja de poder realizar restauraciones odontológicas en la brevedad del tiempo posible, ya que al ser una resina que brinda la posibilidad de realizar incrementos por encima del estándar de 2 mm, minimiza el tiempo de trabajo, lo cual hace que tenga una evidente ventaja por sobre el resto de otros tipos de composites, además de tener un óptimo resultado post-tratamiento ya que su principal componente, el agente activador-iniciador llamado Ivocerin, ha sido modificado y mejorado, lo que hace que sus propiedades físicas sean potencializadas en contraste con otras resinas compuestas. ^(20,21)

Actualmente también existen diferentes tipos de resinas bulk fill, las cuales tienen semejanza entre sí, pero con pequeñas diferencias notorias entre ellas mismas, las cuales se basan principalmente espesor y coloración final que presentan al culminar el tratamiento de restauración odontológica. ^(20,21)

Tipos de Resinas Bulk Fill

Fluidas

Las resinas bulk fill fluidas son un tipo de biomaterial compuesto por diferentes partículas, sin embargo, en el interior de su composición se ha disminuido la cantidad de partículas de carga inorgánica, con el propósito de que presente baja

viscosidad, disminuyendo su volumen entre un cuarenta y cuatro a cuarenta y cinco por ciento. ⁽²²⁾

Por otro lado, en cuanto a la cantidad de elementos resinosos, presenta mayor porcentaje de partículas de matriz de resina, lo que permite que durante el tiempo que dura la polimerización del material se dé una contracción considerable del volumen de la resina y al mismo tiempo disminuya la contracción a la tensión. ⁽²²⁾

Debido a que el material presenta un estado semilíquido, usualmente se emplea en medidas de 0.5 - 1 mm, con el propósito de simular un tipo de base para poder sellar las paredes de la estructura dentaria (dentina) de la preparación cavitaria, para que posteriormente se proceda a realizar la culminación de la restauración odontológica. ⁽²²⁾

Con respecto al estrés de contracción y la contracción volumétrica de las resinas compuestas se encuentra determinada, según Hooke, por el módulo de Young, también conocido como módulo de elasticidad; sin embargo, en este tipo de resinas fluidas de bulk fill, no sucede necesariamente lo mismo, ya que al presentar un bajo módulo de elasticidad, el estrés de contracción y la contracción volumétrica disminuye significativamente; es por ello que se pueden adaptar de manera más fácil y exitosa a las paredes de la cavidad de la preparación dentaria, favoreciendo de esta manera, una buena adaptación marginal para las restauraciones odontológicas. ^(22,23)

Modelables

Las resinas bulk fill modelables están constituidas por partículas de resinas compuestas nanohíbridas de baja densidad, las cuales son utilizadas de manera directa en las obturaciones de las piezas dentarias. Estas resinas, a diferencia de los composites convencionales son las que se pueden utilizar con un espesor de incremento de 4 -5 mm por aumento (a este espesor también se le conoce como bloques de resina); llegado a este punto, en donde el material se ha

incorporado de manera adecuada en la preparación de la cavidad de la estructura dentaria y adherida perfectamente a esta, no es necesario realizar el modelado del material, ni menos agregar una capa de resina para realizar el acabo final de la restauración odontológica. ^(22,23)

Clasificación de las Resinas Bulk Fill Según su Viscosidad

Resinas Bulk Fill de Baja Viscosidad

Se usa únicamente como base, para cubrir el piso de la preparación cavitaria de la estructura dentaria. ^(22,23)

Resinas Bulk Fill Mediana Viscosidad

Se pueden emplear de dos maneras distintas, como base (propósito mencionado anteriormente) y como material de obturación directa. ^(22,23)

Resinas Bulk Fill de Normal Viscosidad

Se utiliza exclusivamente con la finalidad de poder realizar restauraciones directas en las preparaciones cavilarias de las piezas dentarias. ^(22,23)

Componentes de las Resinas Bulk Fill

En cuanto a la composición de las resinas bulk fill, comparadas con los componentes de otros tipos de resinas compuestas, son muy parecidas de manera general, ya que la manera como están conformadas su estructuras son bien parecidas entre sí; sin embargo una modificación en la estructura de uno de sus principales componentes hace posible que los estándares y parámetros en cuanto al método de aplicación sea totalmente diferente al resto de composites, este componente en la que su estructura se ha visto modificada es el fotoiniciador. ⁽²³⁾

Concerniente al fotoiniciador de los composites convencionales, se constituye mediante tres estructuras o componentes que interactúan entre sí para brindar al material un comportamiento adecuado para su manejo y proceso, estos tres elementos son la canforquinona, el ácido de fosfina acilo (la Lucerina es el más común) y los monómeros, siendo la canforquinona y el ácido de fosfina acilo las estructuras que inician, o se encargan, de atraer la fuente de luz hacia el material de restauración. La conjugación e interacción adecuada de estos tres elementos hace posible que el material pueda pasar de un estado viscoso-pastoso maleable a uno rígido, terminación final que necesita las resinas para endurecer. ^(23,24)

Para que este proceso se pueda llevar a cabo se necesita, como se mencionó anteriormente, una fuente de luz, esta debe ser constante, homogénea, a una distancia de 2mm y durante un tiempo específico, el cual dura 20 segundos. Todos estos factores se deben de tomar en cuenta para poder llevar una restauración odontológica exitosa, sin embargo en las resinas compuestas convencionales, este proceso tiene que ser repetido las veces que sea necesaria para terminar la restauración ya que el material de resina solo puede agregarse con 2mm de altura por capa; sin embargo en cuanto a las resinas bulk fill esto puede realizarse de manera más rápida en bloques de 4mm debido a que en el interior del componente de fotoiniciador de estas resinas se ha colocado un sistema de atracción de luz llamado Ivocerin. ^(23,24)

Ivocerin

Parte más importante de las resinas bulk fill, es el fotoiniciador, pero sobre todo una estructura llamada Ivocerin; esta estructura se constituye por partículas de muy ínfimo tamaño (micropartículas) de germanio lo que hace posible que la capacidad de absorber la energía de luz (emitida por una fuente que la produce) se potencialice, por lo que la intensidad de la absorción de luz sea elevada y reaccione de manera más rápida que el fotoiniciador de otras resinas compuestas convencionales. ⁽²⁵⁾

Esto es posible debido a que el Ivocerin elaborado a base con partículas de germanio, es llevado bajo un proceso de purificación para poder potencializar todas sus propiedades y ventajas, como por ejemplo su poder para atraer el espectro de luz, ya que en cuanto a las canforquinonas su capacidad de atracción es de 470nm, el de la Lucerina solo alcanza los 400nm, mientras que la capacidad de absorción de las pequeñas partículas de Germanio introducidas en las resinas bulk fill alcanza los 700nm, esto hace posible que el proceso de polimerización dure igual o menor tiempo que el resto de resinas compuestas. Todo ello posibilita la acción de poder realizar el tratamiento restaurativo aplicando el material en incrementos de 4mm por aumento, acto que se conoce como obturación en bloque o masiva. Finalmente, en cuanto al éxito de este tipo de resinas no solo se debe a su característica particular del fotoiniciador, si no también, a otros 4 aspectos, los cuales son: ^(25,26)

Contracción en la Polimerización y Estrés Producido

Durante décadas los esfuerzos por tratar de reducir el nivel de contracción en el proceso de polimerización y a la vez optimizar el material de restauración han sido muchos, por otra parte, concerniente al estrés de contracción, han sido varios los estudios que tuvieron como propósito poder disminuirlo, ya que dicho factor es un aspecto importante en la afectación de la frágil capa de adhesivo entre el material restaurador y el tejido dentario, lo que podría conllevar al tratamiento de restauración dentaria a un pronto fracaso. ⁽²⁷⁾

Por otro lado, es sabido que, durante todo el tiempo que dure el acto de polimerización, todas las resinas compuestas sufren una alteración en el proceso de contracción, por lo que la gran cantidad de dificultades al finalizar el tratamiento restaurativo se encuentran vinculadas de manera estrecha con este proceso, siendo las complicaciones más comunes: la sensibilidad post-operatoria (a la presión), alteración (irritación) pulpar y la neoformación de grietas o fisuras, siendo éstas últimas, las causantes de caries adyacentes o también llamadas caries secundaria. ⁽²⁷⁾

Por otra parte, debido a que el propósito de los diferentes estudios realizados a través del tiempo ha sido disminuir el nivel de contracción, esto no es ajeno en las resinas compuestas; ya que a mediados del año 2007 una resina llamada Filteck Silorane mencionaba tener la capacidad de un porcentaje de contracción menor al resto de resinas compuestas de su tiempo, con un porcentaje menor de 1%; sin embargo, dado a que se hicieron evidentes las múltiples desventajas y distintos inconvenientes que presentaba dicho material, se dejó de utilizar en la práctica clínica. Algunas de estas notorias y principales desventajas fueron la forma de aplicación del material, la necesidad de utilizar un sistema de adhesión especial (adhesivo autograbante) y sobre todo la ausencia de compatibilidad con composites elaborados a base de metacrilato. ^(27,28)

Sin embargo, pese a lo mencionado anteriormente, se comprobó la existencia de la posibilidad de disminuir el estrés de contracción, siempre y cuando se puedan modificar algunos parámetros ya establecidos durante el tiempo que dure la polimerización, además de incorporar en el centro de la resina un estabilizador de contracción que tenga peso molecular elevado, lo que conllevó a producir menor tensión en la matriz que rodea el material de restauración. ⁽²⁸⁾

Debido a ello, después de un tiempo se logró evidenciar que al interactuar de manera adecuada los mitigadores que regulan el estrés de contracción con las facultades que brindan las resinas nanohíbridas, se pudo obtener el material apropiado para llegar a realizar restauraciones con pequeños bloques de 4mm, teniendo el mismo rendimiento tanto en piezas dentarias correspondientes al sector posterior como anterior. Tomando en cuenta todas estas condiciones, la resina compuesta que logró abarcar con todos estos aspectos, son las resinas bulk fill; las cuales son un tipo de composite trabajadas con nanotecnología a base de partículas nanohíbridas cuyo propósito es llevar a cabo restauraciones odontológicas directas, tanto en el sector anterior como posterior. Esto es debido principalmente a dos motivos, primero, a que los moduladores que amortiguan el estrés de contracción lo reducen de manera significativa durante el tiempo que se lleve a cabo el proceso de polimerización y segundo, a que su rango de

absorción de la luz comprende entre 40nm a 300nm, lo que representa el 60% del volumen de partículas de nanómetros (nm) del material de relleno. ⁽²⁸⁾

Profundidad de Polimerización

Durante muchos años las restauraciones dentarias se efectuaban en incrementos de 2mm de grosor, sin embargo, cuando las restauraciones eran de mediana profundidad o profundas, realizar esta labor consumía mayor tiempo y material; por otra parte también existió la presencia de otros factores desfavorables, como por ejemplo, el hecho de que la preparación cavitaria se contaminaba con agentes o sustancias del entorno de la cavidad oral, ya que al realizar varios incrementos de 2mm existía un periodo de tiempo en donde el proceso de restauración se veía expuesta, también existía la probabilidad que se creen burbujas de aire entre capa y capa del material de restauración; sin embargo, debido a la creación de las resinas bulk fill todo ello se modificó. ⁽²⁹⁾

Este nuevo tipo de composites se caracterizaba por la capacidad de poder realizar restauraciones con espesores de 4mm del material de restauración (otras fuentes de información sostienen que se pueden realizar en incrementos de hasta 5mm). Esto se puede hacer debido a que las resinas bulk fill comprenden dos características totalmente distintas al resto de los composites, una de ellas es que el estrés de contracción fue reducido de manera importante y segundo es que la profundidad de polimerización fue potencialmente elevado. Estas modificaciones han hecho posible que las resinas bulk fill puedan desempeñarse de mejor manera durante el tratamiento de una restauración profunda o medianamente profunda. ⁽²⁹⁾

Por otro lado, existen otras tres maneras de poder elevar la profundidad de polimerización de un composite, estas son:

Disminución del Tamaño de Partículas de Relleno

Al llevarse a cabo una reducción en el tamaño y proporción de la cantidad de partículas de relleno, estas se van dispersando en el material orgánico de la

resina (matriz) y se hacen más pequeñas, por lo que, al ser contactadas por una fuente de luz, esta logrará penetrar en las partículas del material de relleno y de esta manera poder sensibilizarlas en su totalidad, haciendo que la polimerización se pueda realizar de manera adecuada. (29,30)

Incremento de la Translucidez del Composite

Una manera en la que se aumentó la translucidez de un composite, en este caso específico de las resinas bulk fill, fue disminuyendo su opacidad, lo cual ocasionó en la polimerización una consecuencia inmediata, esta consecuencia se basó en que la mayor cantidad de fotones que proceden de la fuente de luz, atravesaron con mayor facilidad las nanopartículas de estas resinas, las cuales posibilitaron la activación de las moléculas del iniciador. (29,30)

Este principio de incremento de translucidez también lo ofrecen distintos composites, pues cada resina tiene diferente porcentaje de translucidez; sin embargo, no es recomendable utilizar en la práctica clínica materiales de restauración que tengan un porcentaje de translucidez menor a 20%, ya que se evidencia una notoria diferencia entre el color natural de los dientes y el color final que tenga el material de restauración, evidenciándose una falta de armonía estética. (29,30)

Optimización del Espectro de Absorción y la Reacción a la Luz

La relación que existe entre el espectro de absorción y la reacción a la luz de las resinas bulk fill, se debe principalmente en la estrecha relación que se da entre las moléculas iniciadoras ubicadas dentro del material de relleno y la presencia de fotones que reacciona a la luz emanada por una fuente que la proyecta. Estos aspectos hacen referencia al proceso que se dan en todas las resinas compuestas para que se lleve a cabo el efecto de polimerización, en donde las resinas cambian su estado físico de semisólido a sólido. Este proceso funciona cuando las partículas de fotones proyectadas en la luz contactan con las moléculas del sistema iniciador-activador ubicado en el interior del material de

relleno inorgánico, cuando esto sucede la superficie de las moléculas iniciadores que se encuentran en un ambiente semisólido cambia su aspecto a un ambiente rígido y el resultado final es el endurecimiento de la resina compuesta. Esto quiere decir que mientras mayor sea la cantidad de moléculas iniciadoras en el material de restauración mayor será la cantidad de fotones que estas atraigan hacia sí mismos y puedan ser sensibilizados de manera eficiente. ⁽²⁹⁻³¹⁾

En cuanto a las resinas compuestas convencionales, éstas manejan un estándar o promedio con respecto a la cantidad de moléculas iniciadoras que contiene, sin embargo en cuanto a las resinas bulk fill, éstas presentan una cantidad muy superior de moléculas iniciadores del sistema iniciador-activador, lo que hace posible que cuando la fuente de luz se proyecte hacia la restauración y los fotones de luz alcancen la superficie del material, mayor cantidad de moléculas iniciadores serán sensibilizadas; lo que no sucede con los composite convencionales, ya que al no tener la cantidad suficiente de moléculas iniciadoras para realizar restauraciones con un incremento mayor al promedio, se utiliza la cantidad de 2mm por aumento. ⁽²⁹⁻³¹⁾

Esta nueva forma de optimizar la profundidad de polimerización ayuda realizar las restauraciones dentarias de manera más rápida, eficiente y sin malgastar el material restaurador cubriendo de manera exitosa las expectativas tanto del profesional de la salud oral como las del paciente. ⁽³¹⁾

Tiempo de Trabajo

Al ser las resinas bulk fill un tipo de composite que se puede emplear en bloques de 4mm, brindan al operador un tiempo de trabajo mucho menor comparado con otras resinas compuestas, pues se puede realizar una obturación con un solo incremento y obteniendo los mismos o incluso mejores resultados. Esto se debe a las moléculas del fotoiniciador con las cuales están hechas, pues el dibenzoito de germanio, es un tipo de molécula iniciadora que proporciona un filtro de luz especial, evitando la polimerización prematura debido a otras fuentes de luz que no sean las adecuadas y finalmente el mitigador al estrés de contracción que

presenta este tipo de resinas previene que el material de restaurador no sufra tanta alteración en su forma y/o tamaño, todo ello hace que sea posible que se puede realizar una restauración con un tiempo de trabajo máximo de tres minutos en promedio. ⁽³²⁾

1.1.3 Lámparas de Fotocurado

El tipo y manejo de las lámparas de fotocurado, también conocidas como lámparas de polimerización, es de suma importancia para poder realizar un buen tratamiento de restauración odontológica, ya que de ello depende, en gran parte, que se lleve a cabo de manera segura el proceso de polimerización, pues si no se realiza de manera correcta o no es el equipo apropiado, el resultado final se verá afectado; es por ello que a través del tiempo han existido diferentes tipos de lámparas de fotocurado. ⁽³²⁾

1.1.3.1 Tipos de Lámparas de Fotocurado

La primera fuente de luz que se utilizó como método para poder llevar a cabo el cambio físico de los materiales de restauración de estado pastoso a sólido fue la luz ultravioleta, se empleó en la década del año 1970 y se llamó fotoactivación, sin embargo, en la década de 1980 aparecieron los primeros equipos odontológicos para poder realizar el proceso de fotocurado o polimerización de manera apropiada. ⁽³²⁾

1.1.3.1.1 Lámparas de Luz Halógena

Este tipo de lámpara apareció a principios de la década de 1980, su funcionamiento se basaba principalmente en la producción de luz blanca la cual debía ser filtrada, lo que quiere decir que en el interior del equipo existía tres dispositivos encargados de “purificar” la luz que era producida en el interior de la lámpara, estos dispositivos eran el reflector, el productor de luz y el filtro; por otro lado, este tipo de lámparas también se caracterizaba por presentar 100 nm en su rango de luz, lo cual hacía posible que se dé inicio el proceso de polimerización pero de manera relativamente lenta. ^(32,33)

Sin embargo, fue su mecanismo de funcionamiento lo que hizo que este tipo de lámparas se dejara de usar, ya que el hecho de necesitar varios implementos o dispositivos para poder funcionar de manera adecuada hacía que se gaste mayor energía en forma de luz de lo necesario, por otra parte el uso constante de esta lámpara también conllevó al deterioro de las partes con las que estaba hecha (dispositivos mencionados anteriormente).^(32,33)

1.1.3.1.2 Lámparas de Luz Plasma

Las lámparas de luz halógena reconocidas internacionalmente como XALP (Xenon Arc Lamps Pac) se empezaron a utilizar a inicios de la década del año 1990, su funcionamiento consistía principalmente en la acción de dos mecanismos, un potente generador de energía térmico - eléctrica y una cámara de gas en donde se producían las partículas de Xenón mediante un proceso de aceleración térmica activado por el generador de electricidad; al ser activados, estos dos mecanismos, se generaba una interfaz de radiación permanente que oscilaba entre los 2400mW/cm² con una cantidad de 460-480nm, por lo que, de hecho, era mucho más eficiente que las lámparas de luz halógena, tanto en la rapidez de la activación de sensibilización de las moléculas iniciadoras para realizar el proceso de polimerización como en el tiempo de polimerización, ya que a partir de este tipo de lámparas el tiempo de fotocurado duraba 20 segundos, pues presentaba mayor cantidad de nanómetros y mayor cantidad de fotones para sensibilizar las partículas del sistema iniciador-activador de los composites.⁽³²⁻³⁴⁾

Sin embargo, pese a todas las ventajas que presentaba, tanto en eficacia, rapidez en la sensibilización de partículas y menor tiempo de fotocurado, también presentó desventajas mayores a los beneficios que brindaba; y no por la lámpara en sí, sino más bien, por la manera en como estaban hechos los materiales de restauración en aquel entonces, ya que en aquel tiempo los composites que se empleaban en la práctica clínica presentaba una mínima cantidad de partículas iniciadoras y al hacer contacto los fotones con la superficie de estos eran sensibilizados prematuramente, por lo que el estrés de contracción era mayor y

se daba antes de tiempo, lo que originaba microfiltraciones a nivel marginal y entre las paredes del tejido dentario y el material de restauración, por lo que el paciente sentía sensibilidad post-tratamiento y con el tiempo el tejido dentario volvía a ser afectado, lo que provocaba otro tipo de dificultades o complicaciones odontológicas de no volver a ser tratado de manera inmediata. ⁽³²⁻³⁴⁾

1.1.3.1.3 Lámparas de Luz Láser

Creadas por el Dr. Carles W. Hull en el año 1986 pero utilizadas a mediados de la década de 1990 (debido a que fueron introducidas en ese tiempo al mercado), este tipo de lámparas emanaba una fuente de luz de color blanco azulado, rojo o violáceo, su mecanismo de acción se llevaba a cabo mediante un proceso llamado “tecnología agónica”. ⁽³³⁾

En el tiempo en que este tipo de lámparas se empezó a utilizar, las moléculas iniciadoras de algunos composites fueron modificadas, tanto en cantidad como en el tipo que se usaba; por ejemplo, se aumentó la cantidad de partículas y moléculas del sistema iniciador-activador de las resinas compuestas y algunas resinas cambiaron su agente de conexión. ⁽³³⁾

El funcionamiento de este tipo de lámparas iniciaba al ser activado un dispositivo de calefacción el cual elevaba a altas temperaturas una cámara o espacio en el interior del equipo con partículas de argón, al llegar éstas partículas a una temperatura de 100 – 150° C, se producía una luz láser con un rango de longitud de onda entre 450 – 514 nm, lo que provocaba que las partículas iniciadoras sean sensibilizadas de manera más rápida y efectiva. Por otro lado, debido a que la gran mayoría de resinas cambiaron el tipo de moléculas iniciadoras, ya no se producían las microfiltraciones de las resinas compuestas ni las complicaciones que ello implicaba al finalizar el tratamiento; sin embargo debido a algunos motivos poco favorables cada vez se utilizan menos, algunos de estos motivos fueron: principalmente el costo y el hecho de que su mecanismo de acción necesite de dispositivos poco comunes. Aquello hizo de este tipo de lámparas un equipo poco accesible, por otro lado también presentaba una desventaja

significativa, debían emplearse con solo algunas resinas específicas, por lo que las resinas con las cuales se puede trabajar este instrumento, también son de un costo ligeramente elevado. ^(33,34)

1.1.3.1.4 Lámparas de Luz Led

Las lámparas LED, fueron utilizadas a nivel internacional a principios del siglo XXI, sin embargo, hay registros que mencionan que se empezaron a usar en el año 1995 en parte de Europa y Norteamérica. Su nombre se debe a sus ciclas en inglés LED que significan Light Emitting Diode, que traducido al español significa Diodo Emisor de Luz. Este tipo de lámparas está compuesta básicamente por dos estructuras llamadas conductores o semiconductores: una estructura o dispositivo emisora de calor y otra receptora, a la estructura emisora se le denomina “n” y a la receptora “p”; cuando la estructura “n” genera calor la estructura “p” recepciona el calor emitido por la estructura “n”, cuando esto se produce, el calor recepcionado por la estructura “p” calienta a altas temperaturas un espacio ubicado dentro de un dispositivo en el interior del equipo que soporta altas temperaturas térmicas, dentro de dicho espacio se hallan partículas de diodo, las cuales al ser estimuladas por una temperatura mayor a 120°C, emanan una fuente de luz de color azul característico mediante una lente reflectora de luz ubicada en la parte saliente de lámpara de fotocurado. ^(33,34)

Cuando esta luz emana al exterior, presenta un rango de radiación de 360nm a 520nm, teniendo un pico promedio de 450 – 490nm en casi todas las lámparas LED. Llegado a este punto los fotones de diodo emitidos por la lámpara sensibilizan las partículas del sistema iniciador – activador (ubicado en la matriz de relleno de las resinas compuestas), lo que hace que el efecto de contracción a la polimerización sea de menor grado y haciendo que el proceso de polimerización sea más eficiente y seguro para culminar de manera exitosa el tratamiento de restauración odontológica. ⁽³⁴⁾

Actualmente existen diferentes tipos de lámparas LED, la gran mayoría con características similares, pero otras con características particulares; sin

embargo, el principio de mecanismo de acción sigue siendo el mismo; mas lo que normalmente varía es el rango de radiación y la cantidad de fotones. Finalmente debido a que los instrumentos y dispositivos con los cuales están elaborados este tipo de lámparas no son caros y se adaptan a todo tipo de resina, es actualmente el tipo de lámpara de fotocurado más usado en la práctica clínica.⁽³⁴⁾

1.1.4 Física

La física es la ciencia que se encarga de estudiar las características, propiedades y menesteres de la materia y la energía, con el propósito de establecer leyes y/o teorías que expliquen los sucesos con respecto a los fenómenos naturales, ya sea en movimiento o en reposo, pero excluyendo a los procesos que modifican la composición química o alteran la estructura molecular de los cuerpos.⁽³⁵⁾

La ciencia de la física, a su vez presenta diferentes ramas, algunas de ellas son:

1.1.4.1 Física Nuclear

Rama de la física que tiene como propósito estudiar y analizar el comportamiento interno de los cuerpos, ya sean fijos o móviles. Dicha rama abarca el estudio de cada una de las estructuras de las que está compuesta el átomo, como, por ejemplo, el anión, el catión, el protón, etc.⁽³⁵⁾

1.1.4.2 Física Molecular

Rama de la física que tiene como finalidad el estudio de las partículas o moléculas de los átomos y los enlaces químicos que se dan entre ellos, también se encarga de estudiar la manera en cómo interactúa un cuerpo o más con otro, sea que se encuentre en dinámica (movimiento) o estática (reposo), además de ellos, también estudia la dinámica atómica y los cambios químicos que estos producen.⁽³⁵⁾

1.1.4.3 Física Cuántica

Esta rama de la física también es llamada como mecánica cuántica, tiene como objetivo el estudio y análisis de manera más plena y profunda los eventos que se llevan a cabo a nivel atómico, subatómico (partículas o moléculas) de los cuerpos u objetos. ⁽³⁵⁾

Esta rama de la física también se caracteriza principalmente por usar escalas astronómicas para poder llegar a teoría o leyes con respecto a un suceso o acontecimiento que afecte a los cuerpos, utiliza como principal medida de medición el cuanto, el cual es la cantidad mínima de medición que puede generar una entidad física. ⁽³⁵⁾

1.1.5 Fuerza

La fuerza es una magnitud vectorial medible, la cual puede tener un origen intrínseco o extrínseco al cuerpo que lo afecta, es decir puede provenir del mismo cuerpo u objeto o de factores externos. La medida de esta fuerza va a depender en gran parte del lugar donde se origina y de factores externos a esta, como, por ejemplo, la velocidad con la cual es impulsada, tiempo de duración, entre otros aspectos. ⁽³⁵⁾

Existen diversas maneras de poder proyectar una fuerza hacia un cuerpo u objeto, pero dos son las formas más comunes de hacerlo, una de ellas es cuando el cuerpo u objeto, al cual se le aplica una fuerza, se encuentra en reposo y la otra manera es cuando el cuerpo encuentra en movimiento; a la primera forma también se le conoce como cuerpo en estática y a la segunda manera cuerpo en dinámica. ⁽³⁶⁾

1.1.5.1 Cuerpo en Reposo

Se habla de un cuerpo en reposo o en estática cuando este no se encuentra en movimiento ya sea antes o durante la fuerza que lo esté sometiendo, cuando

esta fuerza supera el límite de resistencia que opone cuerpo el reposo, este termina por moverse alterarse, ya sea en forma tamaño o ubicación. ⁽³⁶⁾

1.1.5.2 Cuerpo en Movimiento

Un cuerpo en movimiento es definido cuando recorre cierta que se pueda medir de manera constante y/o progresiva o simplemente cuando no se encuentra en un mismo sitio durante más de un segundo como mínimo, a este fenómeno también se le conoce como cuerpo en dinámica o dinamismo. ⁽³⁶⁾

Al estar en movimiento o dinámica un cuerpo u objeto, este presenta otras características agregadas que no tiene un cuerpo en reposo, como por ejemplo, la velocidad del cuerpo con la que se mueve, el tiempo que se ha estado moviendo, la trayectoria, etc. Una vez determinados estos factores, se puede estudiar cómo afecta una fuerza de compresión en un cuerpo que se encuentra en dinamismo físico, ya que, por lo general, el efecto principal de las fuerzas compresivas es deformar, rajar, romper, dividir o triturar el cuerpo, material u objeto que se está estudiando. ⁽³⁶⁾

1.1.5.3 Vector

Etimológicamente la palabra vector proviene de una voz griega que significa “que conduce”, por lo que transmite la idea de que tiene o está en movimiento, así que se puede decir también, que tiene una velocidad, la cual puede ser constante o no, una proyección, dirección, peso y por su puesto fuerza. ⁽³⁷⁾

Por lo tanto, se puede definir como una entidad que ejerce cierta presión o fuerza sobre otros cuerpos y que su vez al entrar en contacto con estos provocará una especie de alteración en su forma, tamaño, constitución química, física, etc. Esta fuerza puede afectar a cuerpos u objetos en reposo o en movimiento. ⁽³⁷⁾

Por otra parte, existen diferentes tipos de fuerza, las cuales son necesarias para que se den otros fenómenos relacionados con el efecto que éstos producen en

los cuerpos u objetos en los que fueron aplicados dichos tipos de fuerza, algunas de estas relacionadas con la odontología son la fuerza de compresión o fuerza compresiva, resistencia flexural, tensión y fuerza masticatoria. ⁽³⁷⁾

1.1.5.4 Tipos de Fuerza

Existe una gran variedad de fuerzas que ejercen acción en diferentes cuerpos u objetos que tienen relación con la odontología, algunas de estas fuerzas son:

1.1.5.4.1 Fuerza de Compresión

La fuerza de compresión, también llamada, fuerza compresiva o compresora es una propiedad de la física que ejerce cierto poder de presión en los cuerpos u objetos, ya sea en movimiento o en reposo, dicha fuerza tiene como propósito alterar o generar algún tipo de cambio en la forma y/o tamaño del cuerpo en donde es ejecutado, sin alterar su estructura química. ⁽³⁸⁾

Esta propiedad es de mucho interés en el ámbito de la odontología, ya que cada pieza dentaria tiene una medida de fuerza compresiva, los cuales nos sirven para masticar o triturar los alientos, dicha facultad que presentan las piezas dentarias está estrechamente relacionada con la fuerza masticatoria. ⁽³⁸⁾

1.1.5.4.2 Fuerza de Flexión

La fuerza de flexión también conocida como fuerza flexural, es identificada por deformar un cuerpo u objeto en el mismo sentido en que se aplica la fuerza, pero sin ser quebrado ni rajado, puede tener como propósito extender o alargar la parte estructural del cuerpo y al igual que la fuerza de compresión no cambia la estructura química del cuerpo. ⁽³⁸⁾

1.1.5.4.3 Fuerza de Tensión

Se conoce como fuerza de tensión o tensidad, a la fuerza opuesta que ofrece un cuerpo al ser sometido por otras fuerzas, dicho sometimiento genera una

reacción contraria como respuesta del cuerpo al cual se le está ejecutando la fuerza de tensión. Esta fuerza puede ser medida y no necesariamente es constante. ⁽³⁸⁾

1.1.5.4.4 Fuerza Masticatoria

La fuerza masticatoria, también llamada fuerza de masticación o fuerza masticatoria máxima funcional (FMMF), es definida como la mayor energía generada por la máxima oclusión entre las piezas dentarias del maxilar superior e inferior. Para que se lleve a cabo este acto, ocurre diferentes procesos estrechamente relacionados con la odontología, a saber, con el sistema estomatognático, el cual es un sistema complejo compuesto por cuatro principales subsistemas: el periodontal, esquelético, dentario y neuromuscular; lo que quiere decir que diferentes estructuras de la región cráneo-máxilo-facial están envueltas en la realización de este acto (la masticación). ⁽³⁹⁾

Por otra parte, en cuanto a la medida de la mayor fuerza registrada en máxima oclusión con respecto a los grupos dentarios, han sido diferentes los resultados registrados, pero varios estudios realizados concuerdan que la fuerza masticatoria en zona de caninos tiene un promedio de 469 N, en cuanto a la zona de premolares el promedio es de 583 N y con respecto a la zona de molares el promedio es de 723 N, siendo esta última, la zona en donde se produce mayor fuerza de masticación en máxima oclusión y por lo tanto mayor fuerza compresiva. ⁽³⁹⁾

El estudio de este tipo de fuerzas es sumamente importante en la odontología, ya que de ello depende la elección de una buena resina que pueda soportar las cargas masticatorias para poder aguantar la fuerzas implicadas en la masticación de cada grupo de piezas dentarias, por ejemplo en cuanto a la odontología restauradora es de vital importancia determinar qué material será utilizado en la reconstrucción de la corona de una pieza dentaria ya sea parcial o total. Conocer estos datos hará posible que se pueda hacer la elección correcta

de un buen material de restauración que resista la presión ejercida por las fuerzas masticatorias generadas, principalmente. ^(39,40)

Por otro lado, así como existe el estudio de una fuerza sobre un cuerpo y los tipos de fuerza, también existe el estudio de la fuerza que opone el cuerpo u objeto de estudio; dicha fuerza opuesta se llama resistencia y por ende también existen diferentes tipos de resistencia. ^(38,40)

1.1.6 Resistencia

En física la resistencia es definida como la fuerza opuesta que ejerce un cuerpo u objeto en sentido contrario a la fuerza que está siendo sometida. ⁽³⁸⁾

1.1.6.1 Tipos de Resistencia

1.1.6.1.1 Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión es la máxima capacidad o esfuerzo que puede soportar un cuerpo u objeto al estar sometido a una fuerza que lo comprime, conocida mayormente como fuerza de compresión. Esta resistencia se caracteriza por ser una fuerza opuesta a la fuerza que lo comprime o aplasta. ⁽³⁸⁾

En odontología se toma en cuenta la resistencia de compresión para determinar cuánto puede resistir un biomaterial a la fuerza de masticación que representaría a la fuerza de compresión. ⁽⁴⁰⁾

1.1.6.1.2 Resistencia a la Flexión

La resistencia a la flexión, también conocida como resistencia flexural o módulo de ruptura es una propiedad presente en todos los cuerpos físicos, al igual que otros tipos de resistencia; sin embargo, esta se caracteriza por la capacidad que tiene el cuerpo u objeto de poder deformarse todo lo que pueda hasta antes del punto álgido de ruptura, rajadura o fragmentación. ⁽⁴¹⁾

Por lo general esta prueba se realiza en cuerpos u objetos resistentes a la compresión, ya que el propósito principal no es determinar cuánto resiste una fuerza compresiva, sino más bien, establecer cuanto puede un cuerpo u objeto resistir una fuerza que deforma su estructura física pero sin ser rota, dividida o fragmentada. ⁽⁴¹⁾

1.1.6.1.3 Resistencia a la Tensión

La resistencia a la tensión, también conocida como tensión mecánica, es la máxima fuerza que puede resistir un cuerpo al ser sometido a presión sobre un área específica de su superficie. Se puede entender también, que la tensión mecánica es la diferencia entre la fuerza que existe en un cuerpo al no estar sometido bajo ninguna fuerza y la fuerza máxima que puede soportar al estar bajo tensión máxima. ⁽⁴²⁾

1.1.6.1.4 Resistencia al Cillamiento

La resistencia al cillamiento también es llamada resistencia a la tracción, es comprendida como la propiedad que tiene un cuerpo de poner resistencia opuesta al sentido en que una fuerza intenta moverlo o desplazarlo sobre una superficie. Al darse este proceso se genera una fuerza contraria a la dirección de la fuerza externa que lo está moviendo o intenta moverlo. ⁽⁴²⁾

1.2 INVESTIGACIONES

Atalay C. y Cols. (2016) – Turquía; Elaboraron un estudio experimental In- Vitro con la finalidad de determinar la resistencia a la fractura de dientes tratados endodónticamente y restaurados con diferentes tipos de resinas compuestas. Fueron seleccionados 72 dientes (piezas premolares del maxilar superior) y divididas aleatoriamente en 6 grupos de 12 muestras por grupo. El primer grupo de dientes no fue alterado ni en forma ni tamaño, por lo que fue el grupo control del estudio In-Vitro. Luego a todas las piezas dentarias de los 5 grupos restantes se les procedió a realizar las preparaciones cavitarias Clase II en sentido ocluso-mesio-distal; una vez finalizada las cavidades, al segundo grupo de piezas

dentarias no se le realizó ninguna modificación. En cuanto a las muestras del Grupo III, estas fueron restauradas con la resina Filteck Bulk Fill (3M ESPE), en cuanto al Grupo IV, las muestras fueron restauradas con la resinas bulk fill fluida Sure Fill SDR Flow + Ceram.X Mono (Dentsply), en cuanto a las muestras del Grupo V, fueron restauradas con la resina GC-everX posterior + G-aenial posterior (GC Corp.) y en cuanto a las resinas del Grupo VI, fueron restauradas con la resina N-Ceram (Ivoclar/Vivadent). Cada material restaurador fue utilizado con su respectivo sistema adhesivo. Todos los dientes fueron almacenados en agua destilada por 24 horas a 37° C y termocicladas (5-55°C, 1000X). Las muestras fueron sometidas a una fuerza de compresión constante (0,5mm/min.) hasta producir su fractura. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza unidireccional mediante la prueba post hoc de Tukey con un nivel de significancia al 95%. Una vez obtenidos los datos se pudo observar que los dientes premolares del Grupo I (grupo control) mostraron mayor resistencia a la fractura que el resto de dientes de los otros grupos de muestra, hallándose diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$), por otra parte, en cuanto a la resistencia a la fractura no se pudo establecer significancia estadística entre los grupos III, IV, V y VI, hallándose los valores más bajos en el Grupo II. Finalmente del estudio se concluyó que los dientes restaurados con resinas compuestas bulk fill tanto fluidas como pesadas, no tienen mayor diferencia en comparación con los dientes tratados endodónticamente pero restauradas resinas compuestas convencionales. ⁽⁴³⁾

Alkudhairy F. (2017) – Arabia Sudita; Realizó un estudio con el propósito de determinar los efectos de dos intensidades de luz de distintos equipos de fotocurado con respecto a las propiedades mecánicas (microdureza de Vickers, resistencia a la compresión y resistencia a la tracción) de materiales compuestos a base de resina bulk fill. Se tomaron en cuentas las siguientes resinas bulk fill: Tetric N-Ceram, SonicFill™, Smart Dentin Replacement (SDR™) Posterior Flowable Material y Filtek™ Posterior Restorative. Se realizaron un total de 288 muestras (72 muestras cilíndricas por grupo), las cuales fueron sometidas a tres pruebas: microdureza de Vickers, resistencia a la compresión y a la tracción diametral; con dos tipos de intensidades de fotocurado distintas, una intensidad

alta de 1200 mW / cm² y una baja de 650 mW /cm². Todas las pruebas se realizaron con un nivel de significancia de $p < 0.05$. Del estudio realizado se pudo observar que la microdureza más alta fue para SonicFill™ (58.3 dureza Vickers) con una luz de fotocurado de alta intensidad. Por otra parte, pese a tener los valores mínimos de microdureza, se observó una diferencia significativa entre la técnica de fotocurado con luz de alta intensidad y la de baja intensidad para la resina Smart Dentin Replacement (SDR™), siendo la que presentó diferencia estadísticamente significativa la técnica de luz de fotocurado de alta intensidad con 1200 mW / cm² ($P < 0.05$). En la muestra total, la resina compuesta bulk fill SonicFill obtuvo la media más alta para la resistencia a la fuerza de compresión con un valor de 262.6 MPa, seguido de la resina Smart Dentin Replacement (SDR™) con 253.2 MPa, ambos composites fotocurados con luz de alta intensidad y en cuanto a la resina que mostró menor resistencia a la fuerza de compresión fotocurado con luz de baja intensidad fue la resina Tetric N-Ceram con un valor de 214.3 MPa. Finalmente, del estudio se pudo concluir que una mayor intensidad de luz en el proceso de fotocurado tiene influencia positiva en la resistencia a la fuerza de compresión, la tracción y la microdureza Vickers de las resinas compuestas de tipo bulk fill empleadas en el presente estudio de investigación. ⁽⁴⁴⁾

Falcón G, Acurio P. (2017) – Perú; Realizaron un estudio In – Vitro de corte transversal, con el propósito de poder determinar la resistencia a la fuerza de compresión de 4 resinas compuestas, 2 de tipo convencional y 2 de tipo bulk. Las resinas compuestas convencionales fueron 3M Z – 250 Fikteck XT y Te – Econom Plus y en cuanto a las resinas compuestas tipo bulk fueron SonicFill y Tetric N – Ceram Bulk Fill. Se realizaron un total de 136 muestras cilíndricas divididas en 8 grupos, cada tipo de resina tenía dos grupos de medidas distintas, las cuales fueron grupos de 4x2mm y de 4x4mm por cada tipo de resina. Las muestras fueron elaboradas en dos matrices metálicas de acero inoxidable prefabricadas con dos medidas distintas, una matriz de 4mm de diámetro x 2 mm de alto y la otra con medidas de 4mm de diámetro x 4mm de alto. Las resinas compuestas convencionales fueron puestas en las dos matrices metálicas utilizando la técnica incremental (2mm por aumento o incremento) y fotocuradas

con una lámpara LEDition (Ivoclar Vivadent, Alemana) durante 20 segundos, mientras que todas las muestras de resinas tipo bulk fueron colocadas en un solo incremento, tanto para los grupos de matriz metálica de 4x2mm y para las de 4x4mm, fueron fotocuradas con una lámpara tipo LED modelo Epilar Free Light (3M ESPE, USA) durante 10 segundos (según indicación del fabricante), luego una vez obtenidas las muestras en su totalidad, estas fueron llevadas una por una al test de compresión, el cual se realizó en una máquina universal de ensayos mecánicos de marca Instron modelo 3382 – USA, colocando las muestras de resinas sobre la superficie de la base del instrumento de medición de la resistencia a la fuerza de compresión del equipo de ensayos mecánicos mencionado anteriormente, el cual tenía una velocidad constante de 1mm/min hasta acercarse al extremo de la otra superficie que presionaba la muestra de resina compuesta. Dicho equipo tenía un sensor conectado a una computadora para registrar cuánta fuerza podía resistir cada modelo de resina hasta el preciso instante en que este se rajaba, fracturaba o fragmentaba. Del estudio realizado se obtuvo como resultados que, en cuanto a las resinas compuestas convencionales, la que mostró mayor resistencia a la fuerza de compresión fue la resina 3M Z – 250 Filteck XT y en cuanto a la resina tipo bulk, la que presentó mayor resistencia a la fuerza de compresión fue la resina Tetric N – Ceram Bulk Fill. Finalmente, la resina que mostró mayor resistencia entre todas las resinas compuestas convencionales y de tipo bulk fue la resina Tetric N – Ceram Bulk Fill, hallando una diferencia estadísticamente significativa con $p < 0.001$ para las muestras de resinas de 4x2mm y en cuanto a las muestras de 4x4mm se halló una diferencia estadísticamente significativa con un $p < 0.004$.⁽⁴⁵⁾

Hedgve V, Vilas A. (2017) – India; Realizaron un estudio experimental de corte transversal In – Vitro con la finalidad de determinar y comparar la resistencia a la fuerza de compresión (fractura) entre una resina compuesta convencional y dos resinas compuestas bulk fill en 75 piezas dentarias (premolares) sin caries extraídas recientemente por motivos ortodónticos, tanto del maxilar superior como del inferior. La resina compuesta convencional que emplearon fue Filtek Z-350 XT Universal Restorative (3M ESPE), las resinas compuestas bulk fill con las que trabajaron fueron Beautifil-Bulk Fill Restorative (SHOFU) y la resina Filtek

Bulk Fill Posterior Restorative (3M ESPE). Las muestras fueron seleccionadas de una población finita de dientes premolares de ambos maxilares, los cuales al ser extraídos recientemente por indicación ortodóntica fueron examinados con un estereomicroscopio con un aumento de 10 X para detectar grietas en cualquiera de sus superficies, en caso de que existiese esta característica, la pieza dentaria era excluida del estudio. Realizar el procedimiento anterior dio lugar a 75 ejemplares. Para simular el periodonto, las superficies radiculares fueron sumergidas en cera derretida a una profundidad de 2 mm por debajo del límite amelocementario para producir una fina capa. Por otro lado, fueron verticalmente integradas en cilindros de polivinilos con acrílico de autocurado (para simular el hueso alveolar). Más tarde se sustituyó el espaciador de cera con silicona de adición de cuerpo de luz (para simular el ligamento periodontal). Posterior a ello se procedió a separar las muestras en 5 grupos iguales, cada grupo constaba de 15 muestras; al primer grupo (grupo control) no se le realizó ninguna modificación estructural en su anatomía, luego a las 60 muestras restantes se le realizaron cavidades Clase I en sentido M – O – D, haciendo que el segundo grupo esté constituido por 15 muestras con cavidades Clase I pero sin ninguna restauración, el tercer grupo constaba de 15 especímenes restaurados con la resina compuesta convencional Filtek Z-350 XT Universal Restorative (3M ESPE), el cuarto grupo se conformó con 15 muestras restauradas con la resina compuesta Beautifil-Bulk Fill Restorative (SHOFU) y el quinto grupo se constituyó con 15 especímenes restaurados con la resina compuesta Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (3M ESPE). Finalmente todas las 75 muestras fueron sometidas a una carga axial para determinar su resistencia a la fuerza de compresión mediante una Máquina Universal de Ensayos de marca Instron, de las cuales una vez obtenidos los resultados se evidenció que las muestras del grupo control (primer grupo) presentaron mayor resistencia a la fuerza de compresión (fractura) con un $p > 0.05$, lo que demostró que existe diferencia estadísticamente significativa y en cuanto a las muestras que fueron restauradas con los diferentes tipos de resinas compuestas, se evidenció que no existe significancia estadística entre ellas, presentando un $p > 0.05$; sin embargo las resinas compuestas que soportaron más la fuerza de compresión fueron las resinas Beautifil-Bulk Fill Restorative (SHOFU) y Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (3M ESPE).⁽⁴⁶⁾

Kaya M, Bakkal M, Durmus A, Durmus Z. (2018) – Turquía; Realizaron un trabajo de investigación que tuvo como objetivos determinar y comparar la resistencia a la flexión, a la compresión, el módulo de elasticidad, la microdureza superficial y el grado de polimerización de una resina bulk fill-Giomer sometido a tres diferentes unidades de fotocurado, las cuales fueron: Poliwave de tercera Generación (Valo), Monowave (DemiUltra) y una lámpara de luz LED de segunda generación (Optima 10: Opt). Para llevar a cabo el estudio se formaron dos grupos de muestras de resina-giomer bulk fill (tres muestras para cada grupo), haciendo un total de 18 muestras de resina. Se confeccionaron en 2 moldes de teflón en formas de anillo con un diámetro de 5mm y espesores de 2 y 4 mm, ambas con la técnica monoincremental. Para el proceso de polimerización se realizaron diferentes técnicas de fotocurado según el fabricante del equipo de cada lámpara de luz. En cuanto a las resinas que fueron polimerizadas con la lámpara Poliwave (Valo) se empleó una intensidad de luz de 3200 mW/cm² con un rango de 395-480nm durante 3 segundos, en cuanto a la lámpara Optima 10 LED, tenía intensidad de luz de 1200 mW/cm² con un rango de 420-480nm durante 20 segundos Y concerniente a la lámpara Monowave (Demi Ultra) presentaba una intensidad de 1100-1330 mW/cm² con un rango de 450-470 nm durante 10 segundos. Una vez terminadas las muestras se procedió a realizar las pruebas respectivas para cada tipo de prueba, teniendo como resultados que el grado de polimerización con la unidad Monowave (DemiUltra) fue de 58.2%, para Optima 10 fue de 47.6 y para Poliwave (Valo) fue de 39.7 % para las resinas con espesor de 2mm. En cuanto a las muestras de resina de 4mm de espesor los valores del grado de polimerización fueron de 50.4% para Monowave (DemiUltra), para Optima 10 fue de 44.6 y para Poliwave (Valo) fue de 38.2%. En cuanto a la microdureza superficial los resultados evidenciaron que las muestras de resina de 2 y 4mm de espesor fotocuradas con Poliwave (Valo) mostraron mayor microdureza superficial en comparación con las otras unidades de fotocurado. Por otra parte, concerniente a las muestras de resina fotocuradas con la lámpara Monowave (DemiUltra) mostraron mayor resistencia flexural y de compresión que las fotocuradas con Poliwave (Valo), hallándose diferencia significativa y en cuanto al módulo de elasticidad los valores fueron muy similares entre sí para establecer significancia. Del estudio se pudo concluir que tanto el

equipo de fotocurado como el protocolo a seguir afectan significativamente las propiedades mecánicas de las resinas compuestas de tipo bulk fill-giomer. ⁽⁴⁷⁾

Besegato y Cols. (2019) – Brasil; Realizaron un estudio de tipo experimental de corte transversal In – Vitro con el objetivo de investigar el efecto de dos protocolos de fotocurado sobre el comportamiento de las propiedades mecánicas en tres resinas bulk fill. Las resinas evaluadas fueron las siguientes: Opus Bulk Fill, Tetric N – Ceram Bulk Fill de alta viscosidad y Filteck Bulk Fill Flow de baja viscosidad, las cuales fueron sometidas a dos diferentes técnicas o protocolos de fotocurado con el mismo equipo, una lámpara de luz LED modelo VALO Cordless de amplio espectro con una longitud de onda de entre 395 a 480 nm. La primera técnica se llevó a cabo mediante el Stándar Protocol (Sp) con una radiación de 1000 mW/cm² durante 20 segundos y la segunda técnica se realizó mediante el Xtra Power mode protocol (Xp) con una radiación de 3200 mW/cm² durante el lapso de seis segundos, pero con la particularidad de realizar dos radiaciones de 3 segundos con un espacio de tiempo de 2 segundos entre cada radiación. El tamaño de las muestras fue de 4mm de diámetro por 4mm de alto y se elaboró en cilindros prefabricados con la técnica monoincremental. Para evaluar la influencia sobre el comportamiento mecánico, se estudió la contracción de la polimerización mediante microtomografía de rayos X (n = 3), en cuanto a la dureza de Vickers se comprobó que era mayor en las superficies superior e inferior de las muestras y en cuanto a la absorción de la radiación de las técnicas de fotocurado, se logró demostrar que tanto las superficies inferiores y superiores de las muestras fueron polimerizadas. Los datos se analizaron mediante una prueba ANOVA de dos vías para datos paramétricos y una prueba de Kruskal Wallis, seguida de una prueba posterior de Wilcoxon o Mann-Whitney U, para datos no paramétricos. Una vez obtenidos los resultados se comprobó que existe mayor contracción del material de restauración utilizando el protocolo de fotocurado Xtra Power Mode Protocol (Xp); por otro lado la resina compuesta Filteck Bulk Fill Flow mostró mayor contracción de polimerización, tanto para el protocolo de fotocurado Stándar Protocol (Sp) como para Power Mode Protocol (Xp) y finalmente se demostró que todas las muestras de resinas compuestas bulk fill evaluadas en el estudio, mostraron menor dureza en la

superficie inferior; con todo ello se evidenció que existe diferencia estadísticamente significativa en la relación que existe entre el protocolo de fotocurado y efecto que este genera en el comportamiento de las propiedades mecánicas en las resinas compuestas bulk fill mencionadas anteriormente con un $p < 0.05$.⁽⁴⁸⁾

1.3 MARCO CONCEPTUAL

1.3.1 Caries Dental

Es la enfermedad crónica más frecuente del ser humano, caracterizada por reacciones químicas y microbiológicas que llevan a la destrucción total del diente. La evolución de la caries es progresiva, afectando primero al esmalte, después a la dentina, a la pulpa o "nervio" y finalmente al conducto de la raíz y tejidos blandos. La caries es un proceso indoloro hasta que llega a afectar a la pulpa "nervio". El tratamiento dependerá del estadio. Caries inicial se realizan obturaciones (amalgama o resina). Caries profunda, afecta a la pulpa se trata con endodoncia. Caries masiva y destructiva se realiza la extracción.⁽⁴⁹⁾

1.3.2 Compresión

Presión a que está sometido un cuerpo por la acción de fuerzas opuestas que tienden a disminuir su volumen.⁽⁵⁰⁾

1.3.3 Endodoncia

Especialidad dentaria que se preocupa del mantenimiento de la pulpa dental en un estado de salud y del tratamiento de la cavidad de la pulpa (cámara y canal de la pulpa).⁽⁵¹⁾

1.3.4 Endoposte

Es una proyección que es ajustada y cementada dentro de la raíz dental y una vez que ha sido tratada endodónticamente, sirve para dar resistencia y soporte a la restauración.⁽⁵²⁾

1.3.5 Esmalte

Capa más externa y dura de los dientes, protege a la dentina de la corona del diente. Es la sustancia más dura del organismo y está compuesta casi en su totalidad por sales de calcio, proteína y agua. ⁽⁵³⁾

1.3.6 Fotocurado

Hace referencia al proceso de polimerización en donde un material de restauración es endurecido a través de la exposición de una fuente de luz. ⁽⁵⁴⁾

1.3.7 Fuerza Compresiva

Compresión máxima que puede soportar un cuerpo, objeto o material sin alterar su estructura física. ⁽⁵⁵⁾

1.3.8 Ionómero de vidrio

Un tipo de cemento utilizado como fondo de protección en empastes o como un producto para pegar restauraciones. Se utiliza como material de relleno en ciertas situaciones. ⁽⁵⁶⁾

1.3.9 Odontología

Profesión que estudia el sistema Estomatognático, es decir el sistema dentario, periodontal, esquelético y neuromuscular, encontrándose estrechamente ligado al estudio de la ATM, sus afectaciones, estructuras asociadas y al diagnóstico y tratamiento de sus enfermedades incluida la restauración de tejido defectuoso y faltante. ⁽⁵⁷⁾

1.3.10 Polimerización

Reacción química en donde los grupos de monómeros se convierten en polímeros, se encuentra estrechamente relacionado con el proceso de fotocurado. ⁽⁵⁸⁾

1.3.11 Resina Bulk

Tipo de resina compuesta, relativamente moderna, que cuenta con la particularidad de realizar incrementos de 4 mm de espesor; acto que también se le conoce como macroaumento o aumentos en bloque. ⁽⁵⁹⁾

1.3.12 Resina Compuesta

Material de relleno dental del color del diente. Compuesto de cuarzo o de partículas de sílice suspendidas en una matriz de resina. Se utiliza para obturaciones y restauraciones directas o indirectas. ⁽⁶⁰⁾

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1.1 Descripción de la Realidad Problemática

En la actualidad el material de restauración ideal para el manejo de las restauraciones de piezas dentarias afectadas por caries es la resina, y debido a ello, desde su aparición se han creado diferentes tipos de resinas, siendo actualmente utilizadas en la práctica clínica las resinas compuestas o composite, lo que ha generado que exista una gran variedad de este tipo de resinas, las cuales ofrecen diferentes ventajas al profesional de la salud oral, haciendo que este se encuentre ante la necesidad de saber qué resina compuesta es la mejor opción para realizar un tratamiento restaurativo en piezas dentarias afectadas con lesiones cariosas. ⁽⁶¹⁾

A nivel mundial las resinas compuestas han sido consideradas el material de restauración por excelencia en piezas dentarias afectadas por lesiones cariosas. Por ejemplo, existen más de 50 marcas comerciales de resina compuesta, las cuales ofrecen distintas ventajas y presentan características diferentes unas de otras, haciendo que la elección de alguna resina compuesta resulte dificultoso al momento realizar la restauración odontológica y tras la aparición de las resinas bulk esta elección se complicó aún más. ^(61,62)

En los últimos 30 años la odontología ha ido evolucionando en el continente americano, específicamente, en Sudamérica. Por ejemplo, en países como Argentina, Paraguay y Ecuador, los materiales odontológicos han cambiado con el tiempo. Sin embargo, países como Brasil, Colombia y Chile han hecho que la odontología restauradora se encuentre mayor desarrollada tanto en la cantidad de los materiales como en las diferentes técnicas de aplicación. Es por ello que con el propósito de determinar qué resina presenta mejores propiedades físicas;

como por ejemplo, resistencia compresiva, resistencia a la tensión, resistencia flexural, resistencia al cillamiento, entre otras, se han realizado diferentes estudios comparativos in vitro. ⁽⁶³⁻⁶⁵⁾

En cuanto a las investigaciones llevadas a cabo en el Perú existe una gran variedad de estudios comparando resinas compuestas entre sí. Por ejemplo, en la literatura se puede encontrar diversos estudios que comparan las propiedades físicas que presentan las resinas compuestas relacionadas con otras variables, como por ejemplo el tiempo de fotocurado, distancia de fotocurado, técnica de pulido, etc.; pero son pocos los trabajos de investigación que comparan resinas compuestas convencionales con bulk fill. ⁽⁶⁶⁾

Por otro lado desde la aparición de las resinas bulk fill hasta la actualidad, un estudio realizado en el Perú llevado a cabo en el año 2017, comparó la resistencia compresiva de dos resinas compuestas convencionales y dos de tipo bulk de comercialización local. Por otra parte, en el año 2018 se realizó un estudio comparativo in vitro entre resinas compuestas convencionales y bulk fill para determinar el grado de microfiltración en cavidades clase I en molares humanos. Estos y otros estudios demuestran que, si bien es cierto se han llevado a cabo estudios de este tipo de resinas, son pocos los estudios que se han realizado en el Perú. ^(45,67)

Debido a ello es muy importante realizar estudios de investigación en donde se pueda comparar las propiedades físicas y mecánicas de las resinas compuestas (convencionales), pero sobre todo de las resinas bulk fill. De ahí la importancia de este estudio, ya que si no se hicieran trabajos de investigación con respecto a este tipo de resinas (relativamente nuevas), el profesional de la salud oral tendría poca información para poder saber cuáles serían sus ventajas y desventajas, pero, sobre todo, no se encontraría en la suficiente capacidad de poder determinar en qué casos específicos podría utilizar este tipo de resinas en la práctica clínica. ⁽⁶⁸⁾

Es por ello que realizar este estudio de investigación contribuirá de diferentes maneras; por ejemplo Se beneficiarán todos los profesionales de salud oral, ya que al quedar registrado en la literatura servirá como fuente de información para tomarlo en cuenta cuando se desee realizar un estudio similar. Por otro lado cuando el odontólogo sepa qué resina compuesta es más resistente a la fuerza de compresión, podrá seleccionar qué resina es mejor utilizar en la práctica clínica según sea el caso. Finalmente, este estudio beneficiará al paciente, ya que se podrá realizar un tratamiento de restauración odontológica exitoso. ⁽⁶⁸⁾

2.1.2 Definición del Problema

2.1.2.1 Problema Principal

¿Cuál es la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill evaluadas In – Vitro?

Debido a la complejidad de las variables de medición, esta se subdividió en hipótesis específicas.

2.1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de compresión entre las resinas compuestas convencionales FGM Opallis y 3M Z350 Filteck XT de 2mm de diámetro y 5mm de altura (2x5 mm) evaluadas In-Vitro?
- ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z – 350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2 mm de altura y 5 mm de diámetro (2x5 mm) evaluadas In – Vitro?
- ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill y la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2 mm de altura y 5 mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In – Vitro?

- ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis y 3M Z – 350 Filteck XT de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro?
- ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z – 350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro?
- ¿Cuál es la resistencia a la a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fil de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro?
- ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5mm y 4x5mm evaluadas In-Vitro?

2.2 FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1 Finalidad

La presente investigación tuvo por finalidad determinar la resistencia a la fuerza de compresión entre resinas compuestas y bulk fill de comercialización local, debido a que los tipos de resinas presentan diferentes propiedades, tanto físicas como mecánicas, como por ejemplo, la resistencia a la tensión, al cillamiento, a la flexión, entre otras propiedades.

Es en este contexto que el presente trabajo, no solo estableció qué tipo de las resinas mencionadas anteriormente presentó mayor resistencia compresiva, sino que también, ayudó al profesional de la salud oral saber qué tipo de resina emplear en la práctica clínica.

Finalmente para la ejecución de este estudio, las muestras fueron elaboradas en las instalaciones de la Facultad de Estomatología de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega y luego fueron sometidas al estudio de fuerza de compresión en un equipo de medición en las instalaciones del laboratorio de física especializado en ensayos mecánicos de biomateriales High Technology Laboratory.

2.2.2 Objetivo General y Específicos

2.2.2.1 Objetivo General

Determinar la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill evaluadas In – Vitro

2.2.2.2 Objetivos Específicos

- Establecer la resistencia a la fuerza de compresión entre las resinas compuestas convencionales FGM Opallis y 3M Z350 Filteck XT de 2mm de diámetro y 5mm de altura (2x5 mm) evaluadas In-Vitro.
- Cuantificar la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z – 350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2 mm de altura y 5 mm de diámetro (2x5 mm) evaluadas in – vitro.
- Evidenciar la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill y la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2 mm de altura y 5 mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In-Vitro.
- Demostrar la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis y 3M Z – 350 Filteck XT de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro.

- Medir la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z – 350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro.
- Determinar la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fil de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro.
- Comprobar la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5mm y 4x5mm evaluadas In-Vitro.”

2.2.3 Delimitación del Estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el semestre académico 2019-II, periodo comprendido entre los meses de Agosto a Noviembre del año en mención, constituyéndose así los límites temporales del estudio.

La obtención y evaluación de los datos se llevó en el laboratorio de física especializado en ensayos mecánicos de biomateriales “High Technology Laboratory”.

El estudio se llevó a cabo bajo modelo experimental mediante la medición de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill, los cuales se sometieron a los procesos planificados por el investigador, lo que permitió identificar qué tipo de resina compuesta es más resistente a la fuerza de compresión.

2.2.4 Justificación e Importancia del Estudio

Desde su aparición, unos de los principales objetivos de la odontología restauradora fue los problemas a nivel de los tejidos dentarios, ya sea originados por caries, traumatismos u otra etiología, devolviendo así la función, anatomía y estética de las piezas dentarias, teniendo como principal material de restauración las resinas compuestas; sin embargo debido al gran avance de la tecnología en el campo de los biomateriales dentales, se empezó a usar las resinas compuestas bulk fill, las cuales presentan como principal característica la restauración en bloque, pues se pueden realizar restauraciones en incrementos de 4mm, de ahí que su nombre sea resinas bulk fill, lo cual permite ahorrar principalmente material de trabajo y tiempo. Es por ello que en esta investigación se buscó determinar si el tipo de resina de resina compuesta utilizadas en el Perú afectó significativamente la resistencia a la fuerza de compresión.

De tal manera que, al saber los resultados mediante una maquina universal de ensayos mecánicos, contribuyó a que se beneficien tanto el profesional de la salud oral como el paciente, puesto que se pudo determinar la resina que mostró mayor resistencia compresiva.

2.3 HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.3.1 Hipótesis Principal y Específicas

2.3.1.1 Hipótesis Principal

La resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill evaluadas In – Vitro son diferentes.

2.3.1.2 Hipótesis Específicas

- La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z-350

Filteck XT de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In-Vitro.

- La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z - 350 Filteck XT de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In – Vitro.
- La resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es mayor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In – Vitro.
- La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z-350 Filteck XT de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro.
- La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z - 350 Filteck XT de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro.
- La resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es mayor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM

Opallis de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro.

- La resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT son menores que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) y 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro.

2.3.2 Variables e Indicadores

En la presente investigación participaron las siguientes variables con sus respectivos indicadores:

A. Variables de Estudio:

➤ **Variable Independiente:**

Tipo de Resina Compuesta

- **Indicadores:**

Resina Compuesta Convencional

Resina Compuesta Bulk Fill

➤ **Variable Dependiente:**

Resistencia a la Fuerza de Compresión

- **Indicadores:**

MPa/ N

La evaluación de las variables se llevó a cabo mediante la definición operacional de las variables, en la cual se establece la descomposición de las variables en sus dimensiones, indicadores y escalas de medición. (Ver Anexo 01)

CAPÍTULO III

MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTOS

3.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.1.1 Población

La población del estudio estuvo constituida por las 40 marcas de resina compuesta disponibles en el Perú, que a su vez tenían una gran variedad de resinas compuestas y bulk fill por cada marca de resina.

Por lo que la cantidad fue definida principalmente, según las necesidades del investigador y la revisión de la literatura.

3.1.2 Muestra

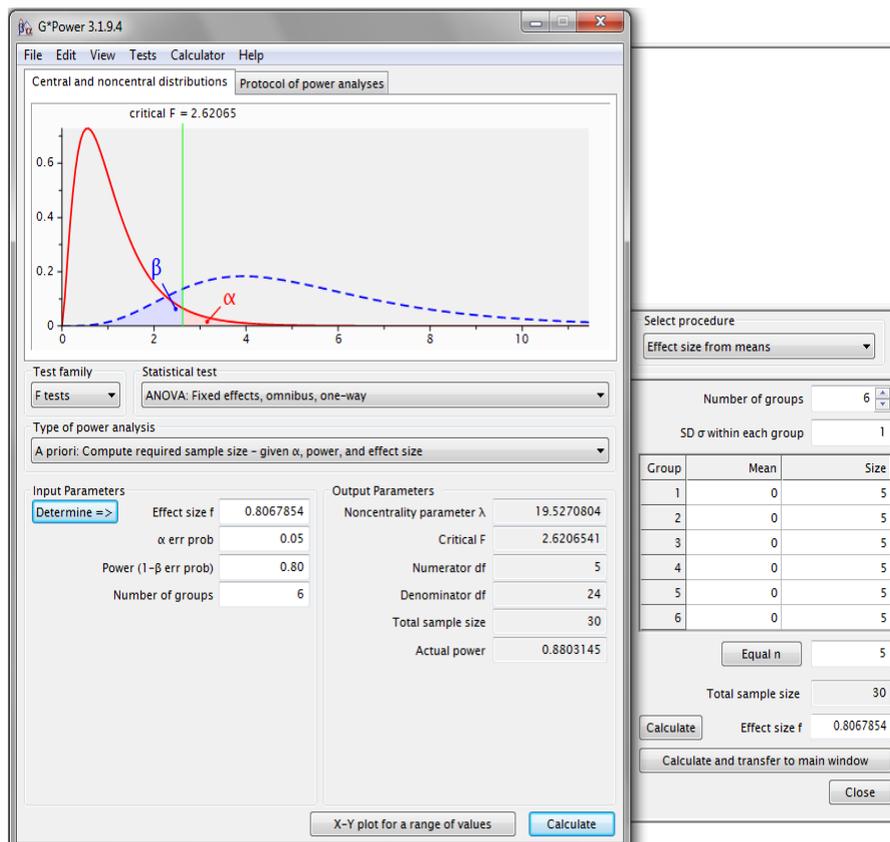
La investigación planificada se llevó a cabo en una muestra representativa a la población del estudio, cuya cantidad fue de 36 especímenes o cuerpos muestrales divididas en 6 grupos diferentes de igual cantidad, las resinas compuestas que se seleccionaron fueron FGM Opallis y 3M Z-350 Filteck XT y la resina bulk fue Tetric N-Ceram Bulk Fill.

La cantidad de muestras fue determinada con la ayuda de la literatura existente y del software estadístico G*Power, en la versión 3.1.9.4; tomando como datos los resultados previamente obtenidos en la evaluación piloto del estudio, considerándose los siguientes parámetros:

- Nivel de Significancia: 0.05
- Potencia de la Prueba (1- β): 0.80
- Número de Grupos a Comparar: 6
- Desviación Estándar Común (DEc):12.49240569*

$$DEC = \sqrt{\frac{(DE_1^2 * n_1 - 1) + (DE_2^2 * n_2 - 1) + (DE_3^2 * n_3 - 1) + (DE_4^2 * n_4 - 1) + (DE_5^2 * n_5 - 1) + (DE_6^2 * n_6 - 1)}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 - k}}$$

Los resultados que se obtuvieron se muestran a continuación.



Cómo se puede apreciar el software especializado determinó que se trabaje con un tamaño muestral mínimo de 30 discos de resina compuesta, divididos equitativamente y de manera aleatorizada en 6 grupos de 5 unidades cada uno.

3.2 DISEÑO UTILIZADO EN EL ESTUDIO

La investigación planificada se realizó bajo enfoque cuantitativo, de secuencia temporal tipo transversal, experimental y de temporalidad prospectiva, con un alcance correlacional. El diseño que siguió el estudio fue de experimento puro con prueba post – test y con dos grupos de comparación, el cual se expresó de la siguiente manera.

RG ₁	X	O ₁
RG ₂	X	O ₂
RG ₃	X	O ₃
RG ₄	X	O ₄
RG ₅	X	O ₅
RG ₆	X	O ₆

R = Aleatorización.

G = Grupo Evaluado.

X = Inducción Experimental.

O = Observación.

3.3 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 Técnica de Recolección de Datos

La recolección de los datos del presente estudio se llevó a cabo por medio de la técnica de observación estructurada no participante individual de laboratorio; por lo cual el investigador realizó la evaluación clínica de las unidades de análisis que conformaron la muestra del estudio; dichos datos obtenidos se registraron en el instrumento de investigación, elaborado para los fines específicos de la misma. Fue conformada por ítems abiertos y cerrados acorde a los indicadores de las variables operacionalizadas. La ficha mencionada fue aplicada únicamente por el investigador, todas las mediciones fueron llevadas a cabo bajo las mismas circunstancias (físicas, emocionales y procedimentales). El instrumento que se empleó requirió de validación por juicio de expertos previa a su aplicación final.

La recolección de los datos se llevó a cabo de manera secuencial según la disposición de los indicadores, ello se realizó mediante la evaluación de cada unidad muestral de forma individual. Para lograr los objetivos planificados se llevó a cabo los siguientes pasos de manera secuencial: seleccionar tres marcas de resina compuesta por su técnica de incremento, dos de tipo convencional y una de tipo bulk, las cuales fueron: Opallis (FGM, Joinville, Brasil) de técnica monoincremental, Z-350 Filteck XT (3M, Minesota, USA) de técnica monoincremental y Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar, Liechtenstein, Alemania) con técnica de relleno único o en bloque. El total de las muestras se constituyó de 18 especímenes de 2mm de alto por 2mm de diámetro (2x5mm) y 18 especímenes de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm), haciendo un total de 36 unidades muestrales de resina compuesta y bulk fill, las cuales fueron divididas en seis grupos diferentes de cantidades iguales.

Por otro lado, para llevar a cabo las muestras de resina, se confeccionaron dos moldes de teflón con dimensiones de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) y de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm). La cantidad de las muestras de resina se dividió de la siguiente manera: Grupo A con seis muestras de resina FGM Opallis con dimensiones de 2x5mm, Grupo B conformada por seis muestras de resina FGM Opallis con dimensiones de 4x5mm, Grupo C de seis muestras de resina 3M Z-350 Filteck XT con dimensiones de 2x5mm, Grupo D constituida por seis muestras de resina 3M Z-350 Filteck XT con dimensiones de 4x5mm, Grupo E compuesta por seis muestras de resina Tetric N-Ceram Bulk Fill con dimensiones de 2x5mm y Grupo F con seis muestras de resina Tetric N-Ceram Bulk Fill con dimensiones de 4x5mm.

La fabricación de las muestras de resina compuesta de tipo convencional se realizaron bajo técnica monoincremental de 2mm por aumento; mientras que para la fabricación de las muestras de resina compuesta de tipo bulk, se utilizó la técnica en bloque, es decir, 4mm por aumento; llevando el material de resina compuesta hacia su respectivo molde de teflón con una espátula para resina y proceder a realizar el proceso de fotocurado. Dicho proceso se llevó a cabo con

una lámpara de fotocurado de luz LED, de 1200mw/cm² y con una longitud de onda de 420-485nm. La cual se procedió a fotocurar a una distancia de 2mm con respecto al molde de resina durante 20 segundos.

Posterior a ello, al culminar el proceso de polimerización de las resinas compuestas, se procedió a realizar el retiro de las mimas del molde, de manera cuidadosa. Finalmente, las muestras de resina fueron llevadas al Laboratorio Especializado en Ensayos Mecánicos de Materiales “High Technology Laboratory”, ubicado en el Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote-48 Mz. – M Urb. Los Jardines Segunda Etapa SJL, en donde fueron sometidas a la prueba de resistencia a la fuerza de compresión en una Máquina Digital de Ensayos Universales CCMT – 5L LG, a una velocidad de 0.75mm/min y una célula de carga de 50 N/min, en donde se obtuvieron los datos y se registraron en las fichas de observación AD-HOC y luego se fueron procesados la PC, por lo que se emitió la certificación del trabajo por el ingeniero a cargo del laboratorio mencionado anteriormente. Finalmente se procedió a realizar la comparación de medias y se determinó las conclusiones y recomendaciones del estudio.

3.3.2 Instrumento de Recolección de Datos

El instrumento que se empleó en el presente estudio de investigación para recolección de los datos, fue una ficha Ad-Hoc de observación; por lo que requirió de validación por juicio de tres expertos antes de su ejecución; la cual se estableció con el propósito de viabilidad, confiabilidad, sensibilidad al cambio y validez.

La viabilidad del instrumento se estableció tomando en cuenta la sencillez del mismo, ya que estuvo constituida de una sola cara y de no fue necesario procedimientos complicados. La recolección de datos no requirió de grandes esfuerzos por parte del investigador. El instrumento fue sensible a los cambios ya que la obtención de los resultados fue diferente entre el análisis de una unidad muestral y otra.

Para determinar la confiabilidad del instrumento se realizó una prueba piloto que llevó a cabo el investigador. En cuanto a la consistencia interna de la confiabilidad del instrumento, fue evaluada mediante el análisis estadístico de R de Kuder Richardson para variables dicotómicas y Alfa de Cronbach para variables politómicas, por lo que se llevó a cabo una sola aplicación del instrumento.

La validez total del instrumento de recolección de datos se dio por que fue elaborado de manera ordenada y sistemática y contó con una acertada comprensión gramatical del mismo; en cuanto a la validez de contenido del instrumento, fue establecida mediante una evaluación por juicio de 3 expertos, a quienes, a través de una carta, se les invitó a realizar la valoración del mismo (Ver Anexo 03), con el objetivo de que puedan calificar las características que presenta el instrumento mediante una ficha de validación por expertos (Ver Anexo 04), motivo por el cual se les hizo entrega de la matriz de consistencia interna del estudio (Ver Anexo 05). Con la obtención del puntaje de la evaluación de cada uno de los jueces, se integró a la matriz de validación por jueces (Ver Anexo 06), lo que permitió conseguir la validez del contenido global. Por otro lado, la validación del contenido de cada reactivo se llevó a cabo a través de la prueba estadística V de Aiken (Ver Anexo 07).

3.4 PROCESAMIENTO DE DATOS

Posterior a la recolección de datos, se procedió a organizar las fichas de recolección y a enumerarlas, pues fueron ingresadas a la base de datos en Microsoft Excel en su versión de acceso, bajo las modificaciones que planteó el investigador.

El procesado de los datos se llevó a cabo en una laptop de marca HP, modelo Pavilion G6 – 1304ES de 15.6” AMD A6 de 4 GB de memoria RAM con sistema operativo Windows 8. La información recolectada se analizó con el paquete estadístico SPSS (Statistical Pack age for the Social Science) en su versión N°

21; en la cual se llevó a cabo la aplicación de estadística descriptiva para establecer la distribución de los datos recolectados a través de medidas de tendencia central, dispersión, forma y posición.

Para la comprobación de las hipótesis bivariadas con una variable cualitativa y una variable cuantitativa, los supuestos bivariados fueron comprobados, y las hipótesis que contenían una variable cualitativa y otra cuantitativa fueron trabajadas con la aplicación de la prueba de ANOVA para muestras independientes o la prueba H de kruskal Wallis, previa identificación de la distribución normal de los datos aplicando la prueba Shapiro Wilk.

Finalmente, tanto los resultados de las pruebas estadísticas descriptivas como inferenciales, fueron expresadas mediante tablas y gráficos. Y los resultados muestrales fueron inferidos a la población mediante estimación con respecto a un intervalo de 95% de confianza.

CAPÍTULO IV

PRESENTACION Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

La rehabilitación oral tiene como objetivo rehabilitar las piezas dentarias afectadas con diferentes métodos, y uno de ellos es la restauración odontológica con resinas compuestas. Sin embargo, debido a la gran variedad de resinas compuestas que existe actualmente y tras la aparición de las resinas bulk, se decidió someter a un test de resistencia compresiva a dos resinas compuestas convencionales y una tipo bulk fill.

Para ello se formaron 6 grupos diferentes con 6 unidades muestrales cada uno, haciendo un total de 36 muestras de resina compuesta convencional y bulk; de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 01. Distribución de frecuencias de las resinas compuestas convencionales y bulk fill.

MARCA COMERCIAL	N	%	IC 95%
FGM Opallis (2x5mm)	6	16.7	60.4573 ; 98.6694
3M Z - 350 Filteck XT (2x5mm)	6	16.7	102.022 ; 114.0014
Tetric N - Ceram Bulk Fill (2x5mm)	6	16.7	118.8105 ; 218.3662
FGM Opallis (4x5mm)	6	16.7	46.4284 ; 77.9182
3M Z - 350 Filteck XT (4x5mm)	6	16.7	90.2388 ; 125.5979
Tetric N - Ceram Bulk Fill (4x5mm)	6	16.7	158.3091 ; 221.9842
TOTAL	36	100	

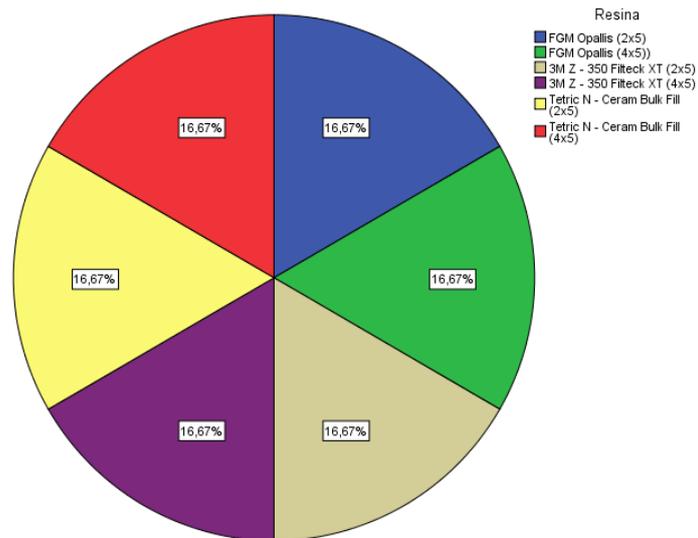


Figura01. Sectores de la distribución de las frecuencias de las resinas compuestas convencionales y bulk fill.

Tal como se evidenció en la tabla y figura previamente mostrada, el porcentaje de las resinas compuestas convencionales y bulk fue el mismo en los seis casos, representando el 16.7% de las muestras (n=36).

TABLA 02. Estadísticos descriptivos de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5mm.

ESTADÍSTICO	VALOR
Media	79.5633
IC 95% Media	60.4573; 98.6694
Mediana	79.49
Varianza	331,460
Desviación Estándar	18.20605
Mínimo	55.37
Máximo	99.17
Rango Simple	43.8
Rango Intercuartil	34.22
Coefficiente de Asimetría	-0,160
Coefficiente de Curtosis	-2,163
Q1	63.6575
Q2	79.49
Q3	97.8725

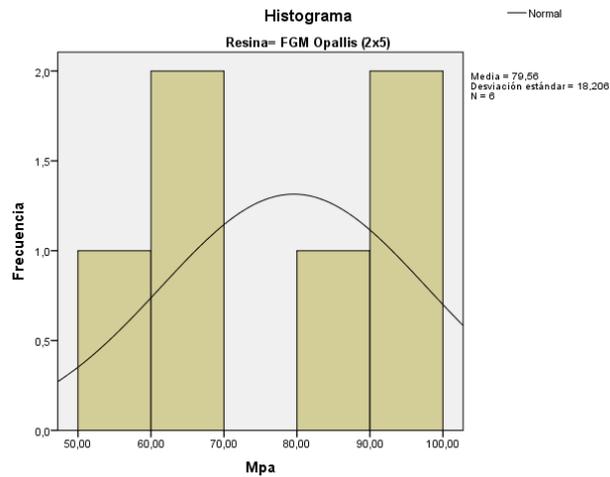


Figura 02. Histograma de la distribución de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5mm.

La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5mm fue de una media de 79.5633MPa \pm 18.20605, con un valor mínimo de 55.37 MPa y un valor máximo de 99.17 MPa.

TABLA 03. Estadísticos descriptivos de la resina compuesta convencional 3M Z - 350 Filteck XT de 2x5mm.

ESTADÍSTICO	VALOR
Media	108.0117
IC 95% Media	102.022; 114.0014
Mediana	109.21
Varianza	32,576
Desviación Estándar	5.70754
Mínimo	99.74
Máximo	115.63
Rango Simple	15.89
Rango Intercuartil	9.61
Coefficiente de Asimetría	-0,294
Coefficiente de Curtosis	-0,562
Q1	102.47
Q2	109.21
Q3	112.0825

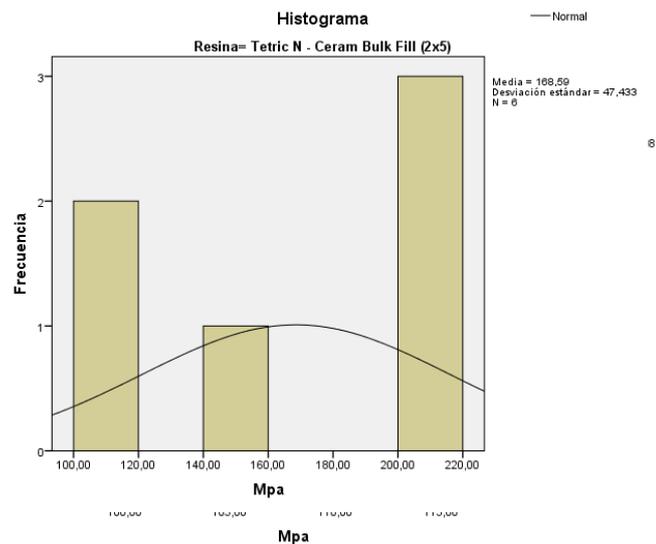


Figura 03. Histograma de la distribución de la resina compuesta convencional 3M Z - 350 Filteck XT de 2x5mm.

La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z - 350 Filteck XT de 2x5mm fue de una media de 108.0117 MPa \pm 5.70754, con un valor mínimo de 99.74 MPa y un valor máximo de 115.63 MPa.

TABLA 04. Estadísticos descriptivos de la resina bulk Tetric N - Ceram Bulk Fill de 2x5mm.

ESTADÍSTICO	VALOR
Media	168.5883
IC 95% Media	118.8105; 218.3662
Mediana	176.285
Varianza	2,249,889
Desviación Estándar	47.433
Mínimo	116.55
Máximo	219.14
Rango Simple	102.59
Rango Intercuartil	92.81
Coficiente de Asimetría	-,153
Coficiente de Curtosis	-2,758
Q1	116.7825
Q2	176.2850
Q3	209.5925

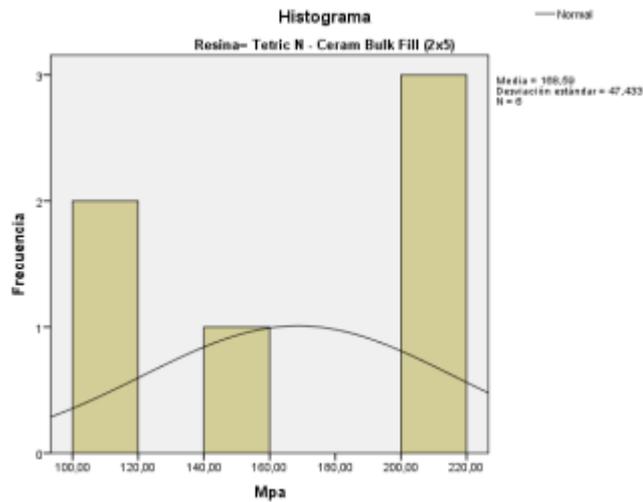


Figura 04. Histograma de la distribución de la resina Bulk Tetric N - Ceram Bulk Fill de 2x5mm.

La resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk Tetric N - Ceram Bulk Fill de 2x5mm fue de una media de 168.5883 MPa \pm 47.433, con un valor mínimo de 116.55 MPa y un valor máximo de 219.14 MPa.

TABLA 05. Estadísticos descriptivos de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5mm.

ESTADÍSTICO	VALOR
Media	62.1733
IC 95% Media	46.4284; 77.9182
Mediana	69.05
Varianza	225,096
Desviación Estándar	15.00321
Mínimo	36.51
Máximo	75.35
Rango Simple	38.84
Rango Intercuartil	24.5
Coficiente de Asimetría	-1,267
Coficiente de Curtosis	0,502
Q1	47.8875
Q2	69.05
Q3	72.3875

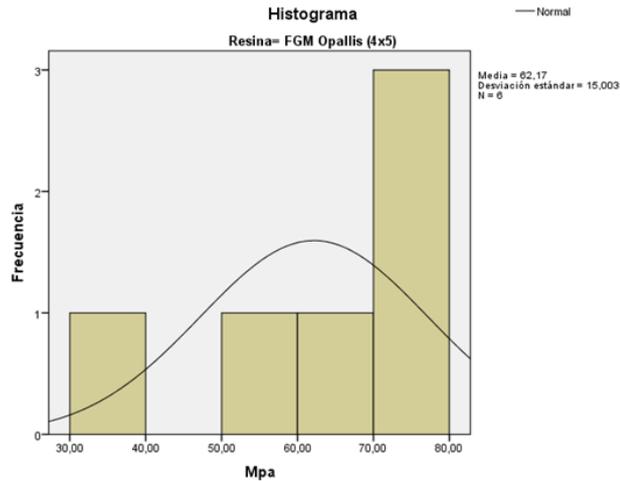


Figura 05. Histograma de la distribución de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5mm.

La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5mm fue de una media de 62.1733 MPa \pm 15.00321, con un valor mínimo de 36.51 MPa y un valor máximo de 75.35 MPa.

TABLA 06. Estadísticos descriptivos de la resina compuesta convencional 3M Z - 350 Filteck XT de 4x5mm.

ESTADÍSTICO	VALOR
Media	107.9183
IC 95% Media	90.2388; 125.5979
Mediana	109.56
Varianza	283,813
Desviación Estándar	16.84674
Mínimo	81.79
Máximo	130.6
Rango Simple	48.81
Rango Intercuartil	27.67
Coficiente de Asimetría	-0,382
Coficiente de Curtosis	0,297
Q1	93.7150
Q2	109.5600
Q3	121.3825

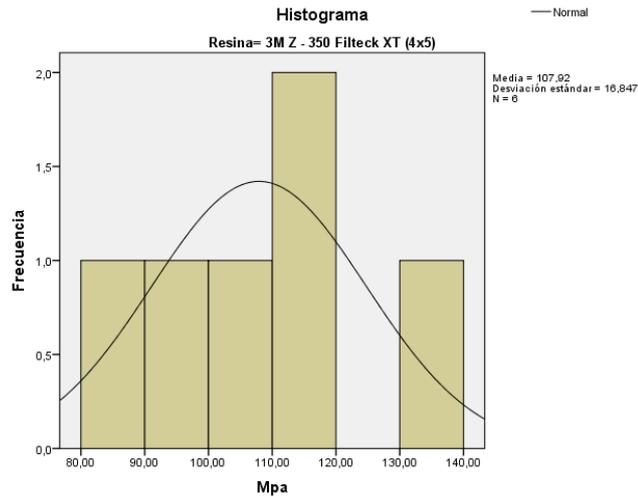


Figura 06. Histograma de la distribución de la resina compuesta convencional 3M Z - 350 Filteck XT de 4x5mm.

La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z - 350 Filteck XT de 4x5mm fue de una media de 107.9183 MPa \pm 16.84674, con un valor mínimo de 81.79 MPa y un valor máximo de 130.6 MPa.

TABLA 07. Estadísticos Descriptivos de la Resina Bulk Tetric N - Ceram Bulk Fill de 4x5mm.

ESTADÍSTICO	VALOR
Media	190.1467
IC 95% Media	158.3091; 221.9842
Mediana	188.07
Varianza	920,383
Desviación Estándar	30.33781
Mínimo	147.27
Máximo	233.44
Rango Simple	86.17
Rango intercuartil	47.05
Coficiente de Asimetría	,040
Coficiente de Curtosis	-,364
Q1	168.0750
Q2	188.0700
Q3	215.1250

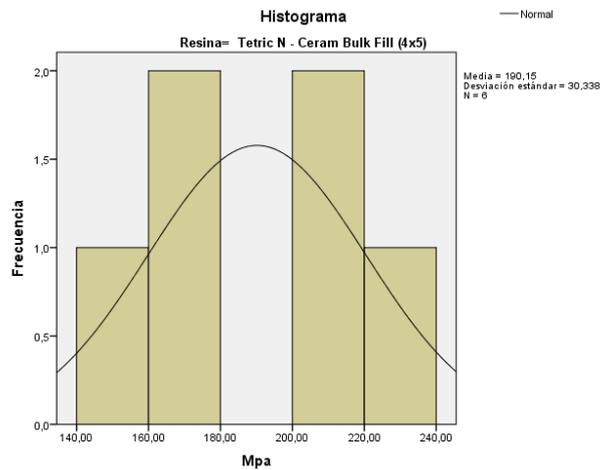


Figura 07. Histograma de la distribución de la resina Bulk Tetric N - Ceram Bulk Fill de 4x5mm.

La resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk Tetric N - Ceram Bulk Fill de 4x5mm fue de una media de 190.1467 MPa \pm 30.33781, con un valor mínimo de 147.27 MPa y un valor máximo de 233.44 MPa.

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

En este apartado se realizó la docimasia de hipótesis planteadas para la ejecución de la presente investigación, considerando que la hipótesis principal corresponde a:

“La resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill evaluadas In – Vitro son diferentes.”

Debido a la complejidad de las variables de medición, esta se subdividió en hipótesis específicas.

4.2.1 Contrastación de Hipótesis Específicas

1. La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z-350 Filteck XT de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In-Vitro.

2. La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z -350 Filteck XT de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In – Vitro.

3. La resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es mayor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In – Vitro.

4. La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z-350 Filteck XT de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro.

5. La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z -350 Filteck XT de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro.

6. La resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es mayor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro.

7. La resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT son menores que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) y 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro.

4.2.1.1 Contrastación de Hipótesis Específica 1

“La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z-350 Filteck XT de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In-Vitro.”

I. Formulación de Hipótesis Estadística:

H0: Las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis de 2x5 mm y 3M Z350 Filtek XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro son iguales.

H1: Las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis de 2x5 mm y 3M Z350 Filtek XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro son diferentes.

II. Establecer el Nivel de Significancia

Para la siguiente investigación se decidió trabajar con un nivel de significancia del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III. Determinación del Estadígrafo a Emplear

Al tratarse de una variable cualitativa y otra cuantitativa se planteó seguir la vía de los análisis bivariados, así también se identificó que la variable de agrupación determina 3 categorías, con lo que se estableció la necesidad de utilizar estadígrafos para más de dos muestras independientes. A fin de poder identificar el estadígrafo idóneo para el análisis, se cumplió con los siguientes supuestos:

A) Determinación de la Distribución Normal de los Datos

Para esto se ejecutó la prueba Shapiro-Wilk, pues se trató de un tamaño muestral de 36 unidades, por lo que se trabajó bajo las siguientes hipótesis de prueba:

H0: La distribución de las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis de 2x5 mm y 3M Z350 Filteck XT de 2x5mm evaluadas In-Vitro siguen una distribución normal.

H1: La distribución de las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis de 2x5 mm y 3M Z350 Filteck XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro siguen una distribución no normal.

TABLA 08: Análisis de la distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis de 2x5mm y 3M Z350 Filteck XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.

MARCA EVALUADA	VALOR	GRADOS DE LIBERTAD	P-VALOR†
FGM Opallis (2x5 mm)	0.900	6	0.372*
3M Z350XT (2x5 mm)	0.970	6	0.892*

†Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

*Diferencia Estadísticamente Significativa con Nivel de Confianza al 95%($P>0.05$)

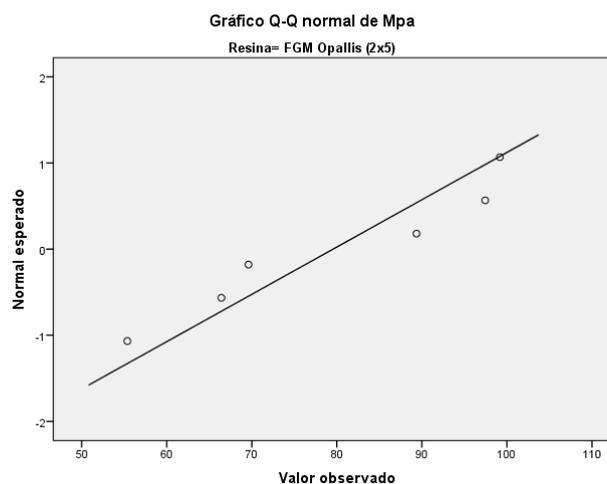


Figura 08: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2x5 evaluadas In-Vitro.

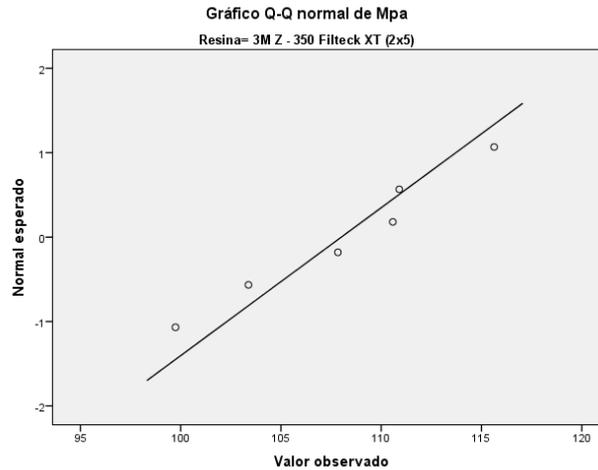


Figura 09: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z350 Filteck XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.

Se halló un P-Valor mayor a 0.05, por lo que se aceptó la hipótesis nula y se estableció la distribución normal de los datos, lo que sustentó la certeza del uso de una prueba paramétrica.

B) Determinación de la Homogeneidad de las Varianzas

Para esto se ejecutó la prueba de Levene, donde se comparó las varianzas de cada categoría de variable independiente. Por lo que se trabajó bajo las siguientes hipótesis de prueba:

H0: Las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis de 2x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT de 2x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In Vitro son homogéneas.

H1: Las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis de 2x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT de 2x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In Vitro son heterogéneas.

TABLA 9: Análisis de la homogeneidad de las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis de 2x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT de 2x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.

VARIABLE	VALOR	P-VALOR†
TIPO DE RESINA COMPUESTA	2	0.002*

†Prueba de Homocedasticidad de Levene de las Varianzas.

*No Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. (P>0.05)

Al encontrarse un P-Valor mayor a 0.05, se aceptó la hipótesis nula, por lo que se estableció la homogeneidad de las varianzas para cada categoría de resina evaluada.

IV. Estimación del P-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba T de Student para muestras independientes con varianzas diferentes y se puso a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 10: Distribución de medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de resinas compuestas FGM Opallis de 2x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.

RESINA COMPUESTA CONVENCIONAL	n	RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESION			P-VALOR†
		Media ±DE	Rango	IC 95%	
FGM Opallis (2x5mm)	6	79.5633±18.20	43.80,78.02	60.45,98.66	<0.005*
3M Z350 Filteck XT (2x5mm)	6	108.117 ±5.70	15.89,25.5	102.02,114.00	

†Prueba T de Student para muestras independientes con varianzas iguales.

*Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. (P>0.05)

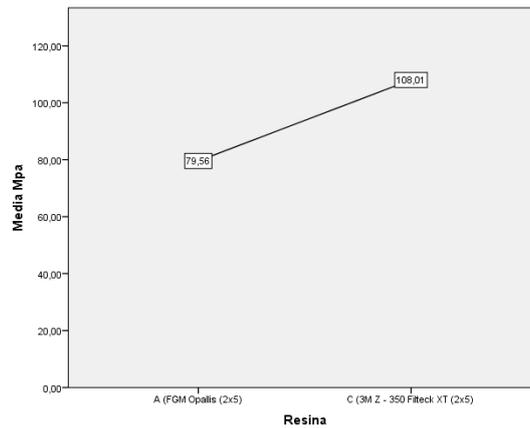


Figura 10: Dispersión de medias de la resistencia a la fuerza de compresión de resinas compuestas convencionales FGM Opallis de 2x5 mm y 3M Z350 Filteck XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.

V.- Toma de Decisión

Al encontrarse un P-Valor menor se rechazó la hipótesis nula, por lo que se estableció la dependencia entre las variables; es decir, que la resistencia a la fuerza de compresión se relacionó con el tipo de resina compuesta.

4.2.1.2 Contrastación de Hipótesis Específica 2

“La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z -350 Filteck XT de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In – Vitro.”

I. Formulación de Hipótesis Estadística:

H0: Las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuesta convencional 3M Z-350 Filtek XT de 2x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro son iguales.

H1: Las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuesta convencional 3M Z-350 Filtek XT de 2x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro son diferentes.

II. Establecer el Nivel de Significancia

Para la siguiente investigación se decidió trabajar con un nivel de significancia del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III. Determinación del Estadígrafo a Emplear

Al tratarse de una variable cualitativa y otra cuantitativa se planteó seguir la vía de los análisis bivariados, así también se identificó que la variable de agrupación determinó 3 categorías, con lo que se estableció la necesidad de utilizar estadígrafos para más de dos muestras independientes. A fin de poder identificar el estadígrafo idóneo para el análisis, se cumplió con los siguientes supuestos:

A) Determinación de la Distribución Normal de los Datos

Para esto se ejecutó la prueba Shapiro-Wilk, pues se trató de un tamaño muestral de 36 unidades, por lo que se trabajó bajo las siguientes hipótesis de prueba:

H0: La distribución de las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 2x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm siguen una distribución normal.

H1: La distribución de las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 2x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro siguen una distribución no normal.

TABLA 11: Análisis de la distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 2x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.

MARCA EVALUADA	VALOR	GRADOS DE LIBERTAD	P-VALOR†
3M Z350XT (2x5 mm)	0.970	6	0.892*
Bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill (2x5 mm)	0.825	6	0.097*

†Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

*Diferencia Estadísticamente Significativa con Nivel de Confianza al 95%($P>0.05$)

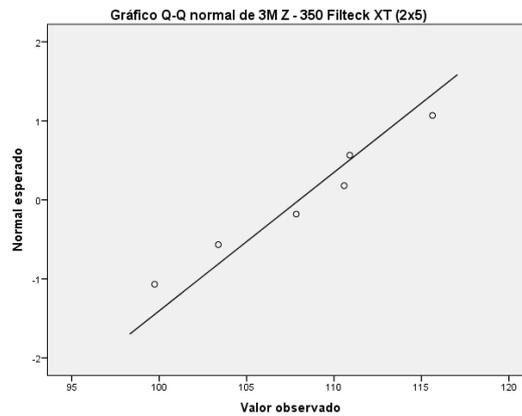


Figura 11: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z-350 Filtek XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.

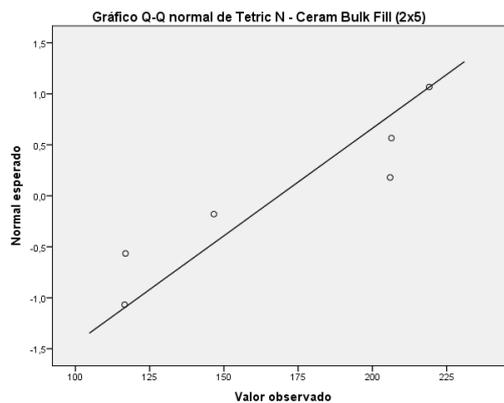


Figura 12: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.

Se halló un P-Valor mayor a 0.05, por lo que se aceptó la hipótesis nula y se estableció la distribución normal de los datos, lo que sustentó la certeza del uso de una prueba paramétrica.

B) Determinación de la Homogeneidad de las Varianzas

Para esto se ejecutó la prueba de Levene, donde se comparó las varianzas de cada categoría de variable independiente. Por lo que se trabajó bajo las siguientes hipótesis de prueba:

H0: Las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filtek XT de 2x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In Vitro son homogéneas.

H1: Las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filtek XT de 2x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In Vitro son heterogéneas.

TABLA 12: Análisis de la homogeneidad de las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.

VARIABLE	VALOR	P-VALOR†
TIPO DE RESINA COMPUESTA	2	0.011*

†Prueba de Homocedasticidad de Levene de las Varianzas.

*No Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. (P>0.05)

Al encontrarse un P-Valor mayor a 0.05, se aceptó la hipótesis nula, por lo que se estableció la homogeneidad de las varianzas para cada categoría de resina evaluada.

IV. Estimación del P-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba T de Student para muestras independientes con varianzas diferentes y se puso a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 13: Distribución de medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filtek XT de 2x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.

RESINA COMPUESTA CONVENCIONAL Y BULK	n	RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESION			P-VALOR†
		Media ±DE	Rango	IC 95%	
3M Z 350 Filtek XT (2x5mm)	6	108 ±5.707	15.89,25.5	102.02,114.00	<0.001*
Bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill (2x5mm)	6	168.58±47.43	102.59,195.4	118.81,218.36	

†Prueba T de Student para muestras independientes con varianzas iguales.

*Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. (P>0.05)

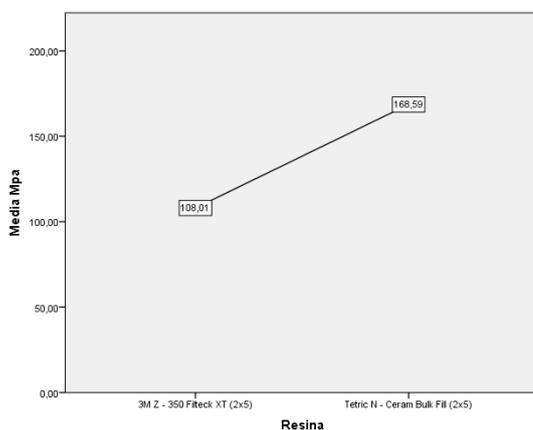


Figura 13: Dispersión de medias de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z350 Filtek XT de 2x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.

V.- Toma de Decisión

Al encontrarse un P-Valor menor se rechazó la hipótesis nula, por lo que se estableció la dependencia entre las variables; es decir, que la resistencia a la fuerza de compresión se relacionó con el tipo de resina compuesta.

4.2.1.3 Contrastación de Hipótesis Específica 3

“La resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es mayor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In – Vitro.”

I. Formulación de Hipótesis Estadística:

H0: Las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro son iguales.

H1: Las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro son diferentes.

II. Establecer el Nivel de Significancia

Para la siguiente investigación se decidió trabajar con un nivel de significancia del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III. Determinación del Estadígrafo a Emplear

Al tratarse de una variable cualitativa y otra cuantitativa se planteó seguir la vía de los análisis bivariados, así también se identificó que la variable de agrupación determinó 3 categorías, con lo que se estableció la necesidad de utilizar

estadígrafos para más de dos muestras independientes. A fin de poder identificar el estadígrafo idóneo para el análisis, se cumplió con los siguientes supuestos:

A) Determinación de la Distribución Normal de los Datos

Para esto se ejecutó la prueba Shapiro-Wilk, pues se trató de un tamaño muestral de 36 unidades muestrales, trabajándose bajo las siguientes hipótesis de prueba:

H0: La distribución de las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fil de 2x5 mm evaluadas In-Vitro siguen una distribución normal.

H1: La distribución de las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fil de 2x5 mm evaluadas In-Vitro siguen una distribución no normal.

TABLA 14: Análisis de la distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.

MARCA EVALUADA	VALOR	GRADOS DE LIBERTAD	P-VALOR†
FGM Opallis (2x5)	0.900	6	0.372*
Bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill (2x5)	0.825	6	0.097*

†Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

*Diferencia Estadísticamente Significativa con Nivel de Confianza al 95%(P>0.05)

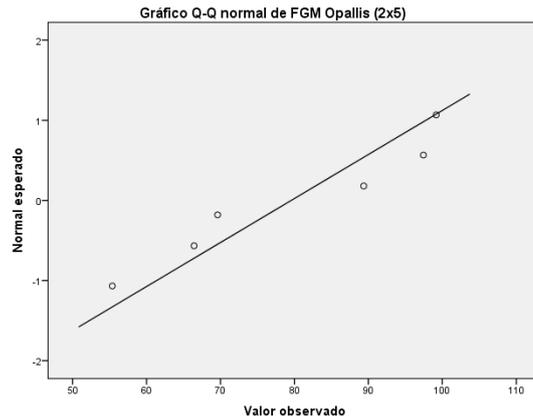


Figura 14: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2x5 mm evaluada In-Vitro

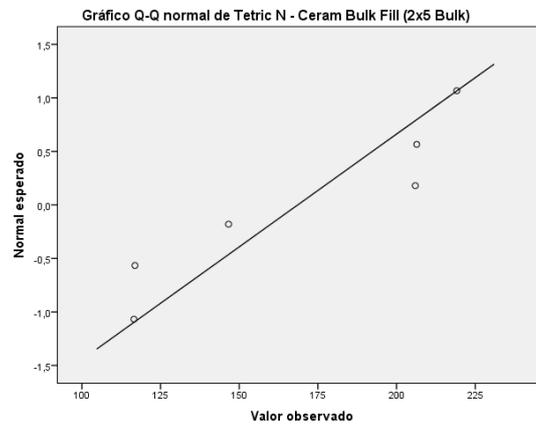


Figura 15: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluada In-Vitro

Se halló un P-Valor mayor a 0.05, por lo que se aceptó la hipótesis nula y se estableció la distribución normal de los datos, lo que sustentó la certeza del uso de una prueba paramétrica.

B) Determinación de la Homogeneidad de las Varianzas

Para esto se ejecutó la prueba de Levene, donde se comparó las varianzas de cada categoría de variable independiente. Por lo que se trabajó bajo las siguientes hipótesis de prueba:

H0: Las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In Vitro son homogéneas.

H1: Las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In Vitro son heterogéneas.

TABLA 15: Análisis de la homogeneidad de las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.

VARIABLE	VALOR	P-VALOR†
TIPO DE RESINA COMPUESTA	2	0.001*

†Prueba de Homocedasticidad de Levene de las Varianzas.

*No Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. ($P > 0.05$)

Al encontrarse un P-Valor mayor a 0.05, se aceptó la hipótesis nula, por lo que se estableció la homogeneidad de las varianzas para cada categoría de resina evaluada.

IV. Estimación del P-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba T de Student para muestras independientes con varianzas diferentes y se puso a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 16: Distribución de medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de resina la compuesta convencional FGM Opallis de 2x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.

RESINA COMPUESTA CONVENCIONAL Y BULK	n	RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESION			P-VALOR†
		Media ±DE	Rango	IC 95%	
FGM Opallis (2x5mm)	6	79.5633±18.20	43.80,78.02	60.45,98.66	<0.001*
Bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill (2x5mm)	6	168.58±47.43	102.59,195.4	118.81,218.36	

†Prueba T de Student para muestras independientes con varianzas iguales.

*Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. (P>0.05)

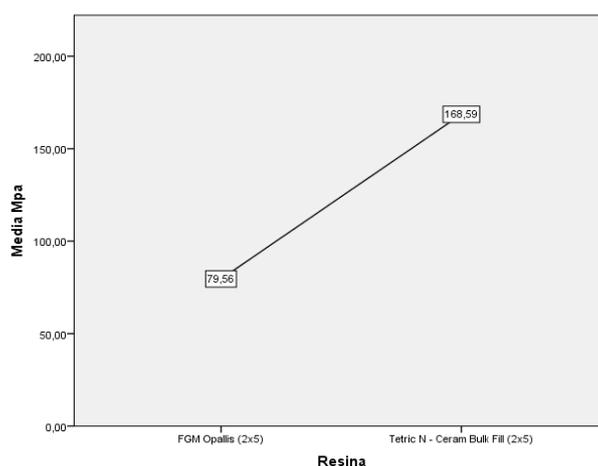


Figura 16: Dispersión de medias de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.

V.- Toma de Decisión

Al encontrarse un P-Valor menor se rechazó la hipótesis nula, por lo que se estableció la dependencia entre las variables; es decir, que la resistencia a la fuerza de compresión se relacionó con el tipo de resina compuesta.

4.2.1.4 Contrastación de Hipótesis Específica 4

“La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z-350 Filteck XT de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro.”

I. Formulación de Hipótesis Estadística:

H0: Las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis de 4x5 mm y 3M Z350 Filteck XT de 4x5 mm utilizados en el Perú evaluadas In-Vitro son iguales.

H1: Las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis de 4x5 mm y 3M Z350 Filteck XT de 4x5 mm utilizados en el Perú evaluadas In-Vitro son diferentes.

II. Establecer el Nivel de Significancia

Para la siguiente investigación se decidió trabajar con un nivel de significancia del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III. Determinación del Estadígrafo a Emplear

Al tratarse de una variable cualitativa y otra cuantitativa se planteó seguir la vía de los análisis bivariados, así también se identificó que la variable de agrupación determinó 3 categorías, con lo que se estableció la necesidad de utilizar estadígrafos para más de dos muestras independientes. A fin de poder identificar el estadígrafo idóneo para el análisis, se cumplió con los siguientes supuestos:

A) Determinación de la Distribución Normal de los Datos

Para esto se ejecutó la prueba Shapiro-Wilk, pues se trató de un tamaño

muestral de 36 unidades, por lo que se trabajó bajo las siguientes hipótesis de prueba:

H0: La distribución de las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis de 4x5 mm y 3M Z350 Filteck XT de 4x5mm siguen una distribución normal.

H1: La distribución de las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis de 4x5 mm y 3M Z350 Filteck XT de 4x5 mm siguen una distribución no normal.

TABLA 17: Análisis de la distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis de 4x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.

MARCA EVALUADA	VALOR	GRADOS DE LIBERTAD	P-VALOR †
FGM Opallis (4x5mm)	0.840	6	0.129*
3M Z350 Filteck XT (4x5mm)	0.987	5	0.980*

†Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

*Diferencia Estadísticamente Significativa con Nivel de Confianza al 95%($P > 0.05$)

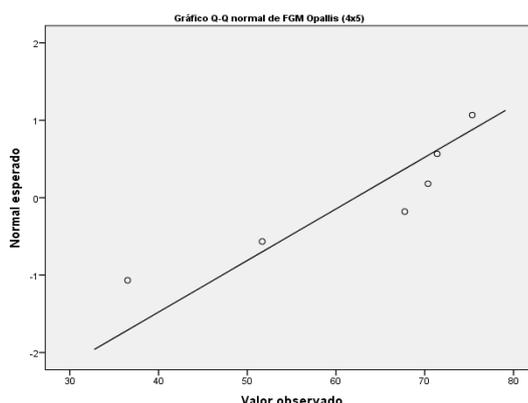


Figura 17: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.

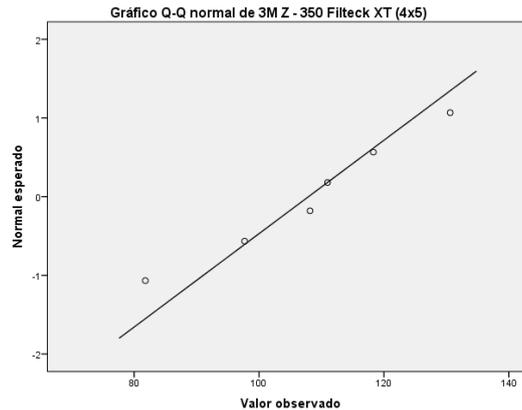


Figura 18: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.

Se halló un P-Valor mayor a 0.05, por lo que se aceptó la hipótesis nula y se estableció la distribución normal de los datos, lo que sustentó la certeza del uso de una prueba paramétrica.

B) Determinación de la Homogeneidad de las Varianzas

Para esto se ejecutó la prueba de Levene, donde se comparó las varianzas de cada categoría de variable independiente. Por lo que se trabajó bajo las siguientes hipótesis de prueba:

H0: Las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis de 4x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro son homogéneas.

H1: Las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis de 4x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In Vitro son heterogéneas.

TABLA 18: Análisis de la homogeneidad de las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis de 4x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.

VARIABLE	VALOR	P-VALOR†
TIPO DE RESINA COMPUESTA	2	0.990*

†Prueba de Homocedasticidad de Levene de las Varianzas.

*No Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. (P>0.05)

Al encontrarse un P-Valor mayor a 0.05, se aceptó la hipótesis nula, por lo que se estableció la homogeneidad de las varianzas para cada categoría de resina evaluada.

IV. Estimación del P-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba T de Student para muestras independientes con varianzas diferentes y se puso a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 19: Distribución de medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de resinas compuestas convencionales FGM Opallis de 4x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT 4x5 mm evaluadas In-Vitro.

RESINA COMPUESTA CONVENCIONAL Y BULK	n	RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESION			P-VALOR†
		Media ±DE	Rango	IC 95%	
FGM Opallis (4x5mm)	6	62.17±15.00	38.84,63.34	46.42, 77.91	<0.005*
3M Z350 Filteck XT (4x5mm)	6	107.91±16.84	48.81, 7648	90.23,125.59	

†Prueba T de Student para muestras independientes con varianzas iguales.

*Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. (P>0.05)

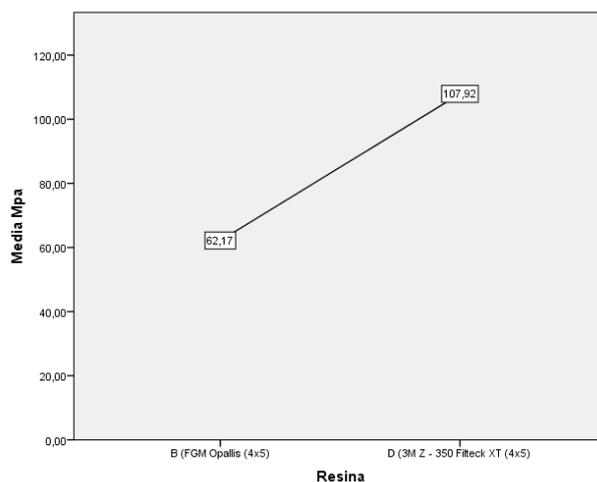


Figura 19: Dispersión de medias de la resistencia a la fuerza de compresión de resinas compuestas convencionales FGM Opallis de 4x5 mm y 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.

V.- Toma de Decisión

Al encontrarse un P-Valor menor se rechazó la hipótesis nula, por lo que se estableció la dependencia entre las variables; es decir, que la resistencia a la fuerza de compresión se relacionó con el tipo de resina compuesta.

4.2.1.5 Contratación de Hipótesis Específica 5

“La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z -350 Filteck XT de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro.”

I. Formulación de Hipótesis Estadística:

H0: Las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro son iguales.

H1: Las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro son diferentes.

II. Establecer el Nivel de Significancia

Para la siguiente investigación se decidió trabajar con un nivel de significancia del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III. Determinación del Estadígrafo a Emplear

Al tratarse de una variable cualitativa y otra cuantitativa se planteó seguir la vía de los análisis bivariados, así también se identificó que la variable de agrupación determinó 3 categorías, con lo que se estableció la necesidad de utilizar estadígrafos para más de dos muestras independientes. A fin de poder identificar el estadígrafo idóneo para el análisis, se cumplió con los siguientes supuestos:

A) Determinación de la Distribución Normal de los Datos

Para esto se ejecutó la prueba Shapiro-Wilk, pues se trató de un tamaño muestral de 36 unidades, por lo que se trabajó bajo las siguientes hipótesis de prueba:

H0: La distribución de las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro siguen una distribución normal.

H1: La distribución de las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm y la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro siguen una distribución no normal.

TABLA 20: Análisis de la distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuesta 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In- Vitro.

MARCA EVALUADA	VALOR	GRADOS DE LIBERTAD	P-VALOR†
3M Z 350 Filteck XT (4x5mm)	0.987	6	0.980*
Bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill (4x5mm)	0.978	6	0.943*

†Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

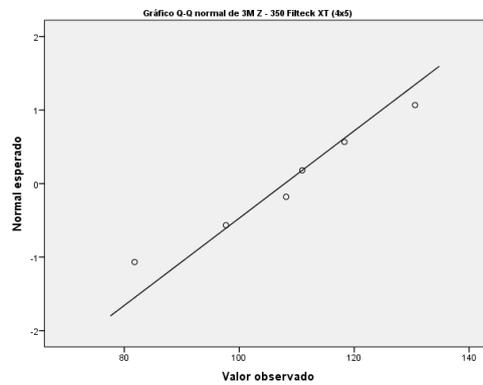


Figura 20: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z 350 Filteck XT de 4x5 evaluadas In-Vitro.

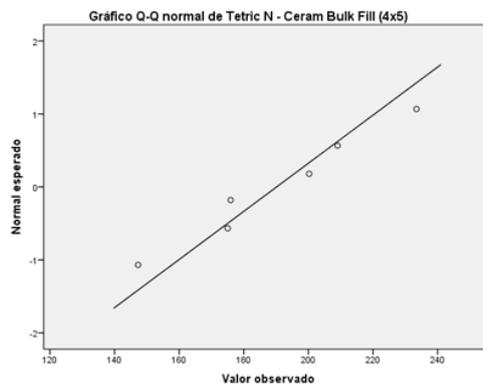


Figura 21: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.

Se halló un P-Valor mayor a 0.05, por lo que se aceptó la hipótesis nula y se estableció la distribución normal de los datos, lo que sustentó la certeza del uso de una prueba paramétrica.

B) Determinación de la Homogeneidad de las Varianzas

Para esto se ejecutó la prueba de Levene, donde se comparó las varianzas de cada categoría de variable independiente. Por lo que se trabajó bajo las siguientes hipótesis de prueba:

H0: Las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In Vitro son homogéneas.

H1: Las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm utilizadas en el Perú evaluadas In Vitro son heterogéneas.

TABLA 21: Análisis de la homogeneidad de las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.

VARIABLE	VALOR	P-VALOR†
RESINA COMPUESTA CONVENCIONAL Y BULK	2	0.139*

†Prueba de Homocedasticidad de Levene de las Varianzas.

*No Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. (P>0.05)

Al encontrarse un P-Valor menor a 0.05, se rechazó la hipótesis nula, por lo que se estableció la heterogeneidad de las varianzas para cada categoría de resina evaluada.

IV. Estimación del P-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba T de Student para muestras independientes con varianzas diferentes y se puso a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 22: Distribución de medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.

RESINA COMPUESTA CONVENCIONAL Y BULK	n	RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESION			P-VALOR†
		Media ±DE	Rango	IC 95%	
3M Z 350 Filteck XT (4x5mm)	6	107.91 ±16.84	48.81,76.48	90.23,125.59	<0.001*
Bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill (4x5mm)	6	190.14±30.33	86.17,133.22	158.30,221.98	

†Prueba T de Student para muestras independientes con varianzas iguales.

*Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. (P>0.05).

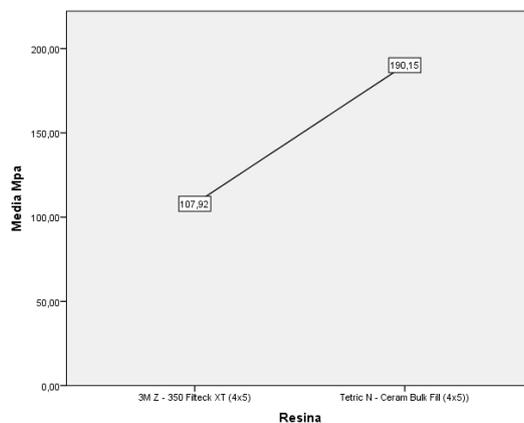


Figura 22: Dispersión de medias de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z350 Filteck XT de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.

V.- Toma de Decisión

Al encontrarse un P-Valor menor podemos se rechazó la hipótesis nula, por lo

que se estableció la dependencia entre las variables; es decir, que la resistencia a la fuerza de compresión se relacionó con el tipo de resina compuesta.

4.2.1.6 Contratación de Hipótesis Específica 6

“La resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es mayor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro.”

I. Formulación de Hipótesis Estadística:

H0: Las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro son iguales.

H1: Las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro son diferentes.

II. Establecer el Nivel de Significancia

Para la siguiente investigación se decidió trabajar con un nivel de significancia del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III. Determinación del Estadígrafo a Emplear

Al tratarse de una variable cualitativa y otra cuantitativa se planteó seguir la vía de los análisis bivariados, así también se identificó que la variable de agrupación determinó 3 categorías, con lo que se estableció la necesidad de utilizar estadígrafos para más de dos muestras independientes. A fin de poder identificar el estadígrafo idóneo para el análisis, se cumplió con los siguientes supuestos:

A) Determinación de la Distribución Normal de los Datos

Para esto se ejecutó la prueba Shapiro-Wilk, pues se trató de un tamaño muestral de 36 unidades, por lo que se trabajó bajo las siguientes hipótesis de prueba:

H0: La distribución de las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fil de 4x5 mm siguen una distribución normal.

H1: La distribución de las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fil de 4x5 mm siguen una distribución no normal.

TABLA 23: Análisis de la distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.

MARCA EVALUADA	VALOR	GRADOS DE LIBERTAD	P-VALOR†
FGM Opallis (4x5)	0.840	6	0.129*
Bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill (4x5)	0.978	6	0.943*

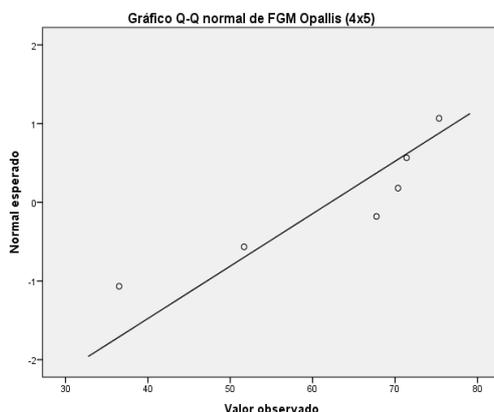


Figura 23: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm de evaluadas In-Vitro.

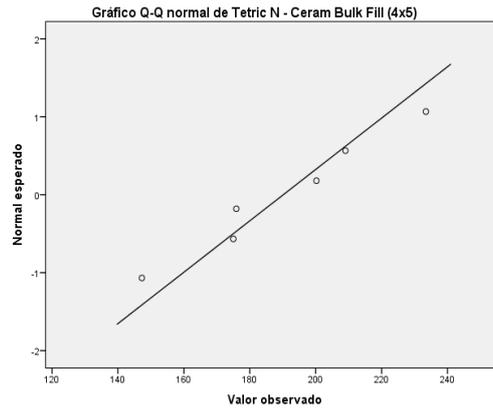


Figura 24: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 evaluadas In-Vitro.

Se halló un P-Valor mayor a 0.05, por lo que se aceptó la hipótesis nula y se estableció la distribución normal de los datos, lo que sustentó la certeza del uso de una prueba paramétrica.

B) Determinación de la Homogeneidad de las Varianzas

Para esto se ejecutó la prueba de Levene, donde se comparó las varianzas de cada categoría de variable independiente. Por lo que se trabajó bajo las siguientes hipótesis de prueba:

H0: Las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm Perú evaluadas In Vitro son homogéneas.

H1: Las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In Vitro son heterogéneas.

TABLA 24: Análisis de la homogeneidad de las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill evaluadas In-Vitro.

VARIABLE	VALOR	P-VALOR †
TIPO DE RESINA COMPUESTA	2	0.106*

†Prueba de Homocedasticidad de Levene de las Varianzas.

*No Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. (P>0.05)

Al encontrarse un P-Valor menor a 0.05, se rechazó la hipótesis nula, por lo que se estableció la heterogeneidad de las varianzas para cada categoría de resina evaluada.

IV. Estimación del P-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba T de Student para muestras independientes con varianzas diferentes y se puso a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 25: Distribución de medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.

RESINA COMPUESTA CONVENCIONAL Y BULK	n	RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESION			P-VALOR†
		Media ±DE	Rango	IC 95%	
FGM Opallis (4x5mm)	6	62.17±15.00	38.84,63.34	46.42, 77.91	<0.005*
Bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill (4x5mm)	6	190.14±30.33	86.17,133.22	158.30,221.98	

†Prueba T de Student para muestras independientes con varianzas iguales.

*Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. (P>0.05)

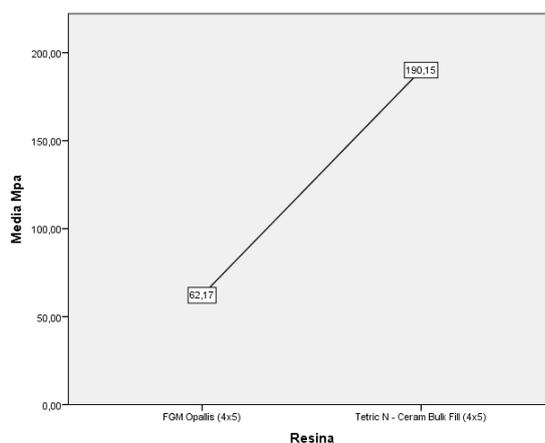


Figura 25: Dispersión de medias de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4x5 mm y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.

V.- Toma de Decisión

Al encontrarse un P-Valor menor se rechazó la hipótesis nula, por lo que se estableció la dependencia entre las variables; es decir, que la resistencia a la fuerza de compresión se relacionó con el tipo de resina compuesta.

4.2.1.7 Contrastación de Hipótesis Específica 7

”La resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT son menores que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) y 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro.”

I. Formulación de Hipótesis Estadística

H0: Las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5mm y 4x5mm evaluadas In-Vitro son iguales.

H1: Las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT y la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5mm y 4x5mm evaluadas In-Vitro son diferentes.

II. Establecer el Nivel de Significancia

Para la siguiente investigación se decidió trabajar con un nivel de significancia del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III. Determinación del Estadígrafo a Emplear

Al tratarse de una variable cualitativa y otra cuantitativa se planteó seguir la vía de los análisis bivariados, así también se identificó que la variable de agrupación determinó 3 categorías, con lo que se estableció la necesidad de utilizar

estadígrafos para más de dos muestras independientes. A fin de poder identificar el estadígrafo idóneo para el análisis, se cumplió con los siguientes supuestos:

A) Determinación de la Distribución Normal de los Datos

Para esto se ejecutó la prueba Shapiro-Wilk, pues se trató de un tamaño muestral de 36 unidades, por lo que se trabajó bajo las siguientes hipótesis de prueba:

H0: La distribución de las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5mm y 4x5mm evaluadas In-Vitro sigue una distribución normal.

H1: La distribución de las medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5mm y 4x5mm evaluadas In-Vitro sigue una distribución no normal.

TABLA 26: Análisis de la distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5mm y 4x5mm evaluadas In –Vitro.

MARCA EVALUADA	VALOR	GRADOS DE LIBERTAD	P-VALOR†
FGM Opallis(2x5mm)	0.900	6	0.372*
3M Z 350 Filteck XT (2x5mm)	0.970	6	0.892*
Tetric N-Ceram Bulk Fill (2x5mm)	0.978	6	0.943*
FGM Opallis (4x5mm)	0.840	6	0.129*
3M Z 350 Filteck XT (4x5mm)	0.987	6	0.980*
Bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill (4x5mm)	0.978	6	0.943*

†Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

* Diferencia Estadísticamente Significativa con Nivel de Confianza al 95%(P>0.05)

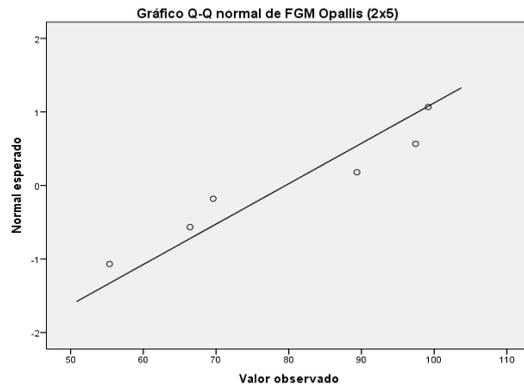


Figura 26: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.

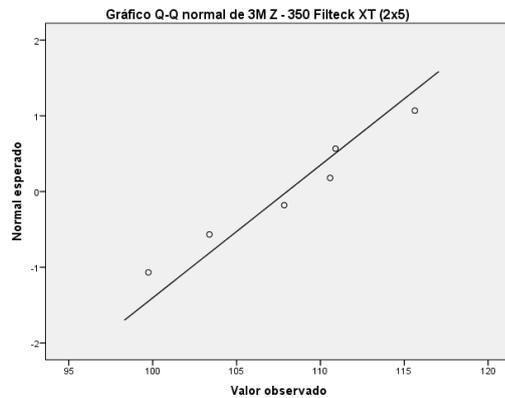


Figura 27: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z 350 Filteck XT de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.

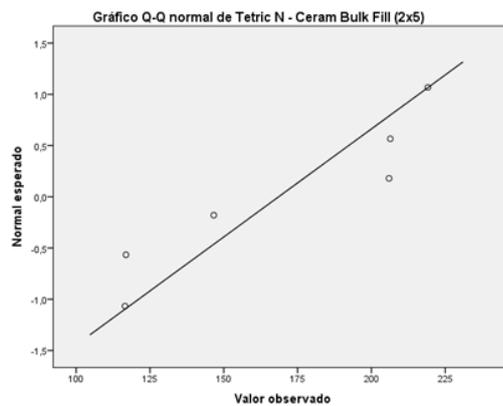


Figura 28: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm evaluadas In-Vitro.

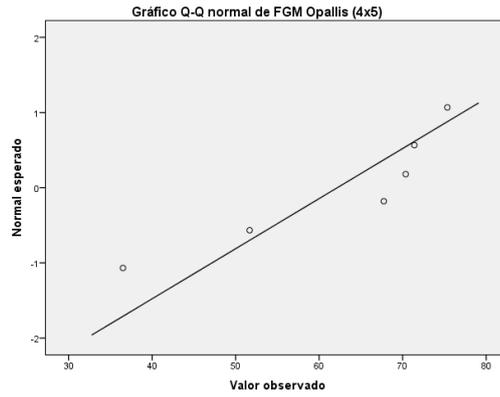


Figura 29: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 4x5 mm evaluadas In-Vitro

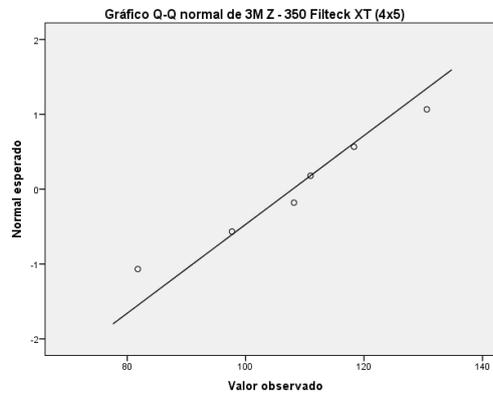


Figura 30: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z 350 Filteck XT de 4x5 mm evaluadas In-Vitro.

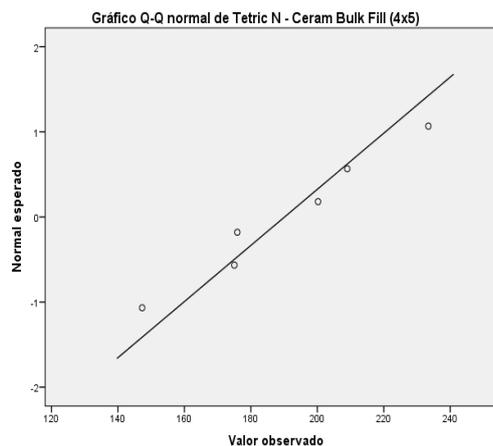


Figura 31: Distribución de la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4x5 mm evaluados In-Vitro.

TABLA 27: Análisis de la homogeneidad de las varianzas de la magnitud de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.

VARIABLE	VALOR	P-VALOR†
TIPO DE RESINA COMPUESTA	6	0.000*

†Prueba de Homocedasticidad de Levene de las Varianzas.

*No Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. (P>0.05)

Al encontrarse un P-Valor mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula, por lo que se estableció la homogeneidad de las varianzas para cada categoría de resina evaluada.

IV. Estimación del P-Valor

Se lleva a cabo la ejecución de la prueba ANOVA de un factor para muestras independientes con varianzas diferentes, a fin de poner a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 28: Distribución de medidas de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill evaluadas In-Vitro.

RESINAS COMPUESTAS CONVENCIONALES Y BULK	n	RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESION			P-VALOR†
		Media ±DE	Rango	IC 95%	
FGM Opallis(2x5mm)	6	79.5633±18.20	43.80,78.02	60.45,98.66	
3M Z350 Filteck XT (2x5mm)	6	108.117 ±5.70	15.89,25.5	102.02,114.00	
Tetric N-Ceram Bulk Fill (2x5mm)	6	168.58±47.43	102.59,195.4	118.81,218.36	<0.001*
FGM Opallis(4x5mm)	6	62.17±15.00	38.84,63.34	46.42, 77.91	
3M Z350 Filteck XT (4x5mm)	6	107.91±16.84	48.81, 76.48	90.23,125.59	
Tetric N-Ceram Bulk Fill (4x5mm)	6	190.14±30.33	86.17,133.22	158.30,221.98	

†Prueba Análisis de Varianza (ANOVA) de un Factor.

*Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. (P>0.05)

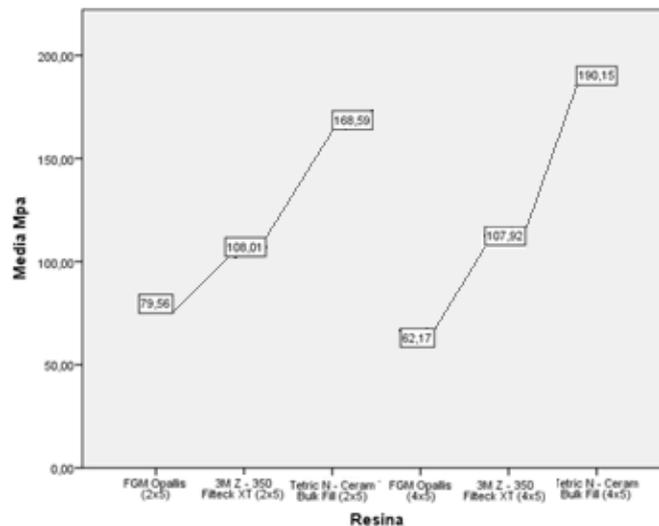


Figura 32: Dispersión de Medias de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5mm y 4x5mm evaluadas In-Vitro.

V.- Toma de Decisión

Al encontrarse un P-Valor menor se rechazó la hipótesis nula, por lo que se estableció la dependencia entre las variables; es decir, que la resistencia a la fuerza de compresión se relacionó con el tipo de resina compuesta.

4.2.2 EVALUACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA HIPÓTESIS GENERAL

De la misma manera que las hipótesis específicas, la hipótesis general: “La resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill evaluadas In – Vitro son diferentes”, solo se podría considerar verdadera por inducción, al establecerse la veracidad de las hipótesis específicas que la conforman, así podemos agrupar las hipótesis específicas y sus resultados en la siguiente tabla:

TABLA 29. Análisis de la Aceptación de Hipótesis General como Respuesta Inductiva a los Resultados Estadísticos de sus Hipótesis Específicas.

HIPÓTESIS GENERAL	RESULTADO INDUCTIVO
“La resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill evaluadas In – Vitro son diferentes.”	SE ACEPTA
HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	RESULTADO ESTADÍSTICO
“La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z-350 Filteck XT de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In-Vitro.”	SE ACEPTA
“La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z -350 Filteck XT de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In – Vitro.”	SE ACEPTA
“La resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es mayor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In – Vitro.”	SE ACEPTA
“La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z-350 Filteck XT de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro.”	SE ACEPTA
“La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z -350 Filteck XT de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro.”	SE ACEPTA

<p>“La resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es mayor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro.”</p>	<p>SE ACEPTA</p>
<p>“La resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT son menores que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) y 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro.”</p>	<p>SE ACEPTA</p>

4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la presente investigación se planteó como objetivo principal determinar la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill utilizadas en el Perú evaluadas in – vitro de las marcas FGM, 3M y Bulk. Se trabajó con un total de 36 muestras y en base a los resultados que se obtuvieron a través de las pruebas estadísticas, se determinó la existencia de la resistencia a la fuerza de compresión entre las resinas compuestas convencionales FGM Opallis, 3M Z - 350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill evaluadas in – vitro, el cual tuvo un p-valor igual a 0.000 ($p < 0.05$).

Al determinarse la existencia de diferencia entre la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis y 3M Z – 350 Filteck XT, se estableció que la resistencia a la fuerza de compresión de estas dos marcas de resina de 2 mm de altura por 5 mm de diámetro (2x5 mm) presentaron un p-valor igual a 0.011 ($p < 0.05$); y en cuanto a las muestras de resina de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro (4x5 mm) se determinó que la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis y 3M Z – 350 Filteck XT presentaron un p-valor igual a 0.001 ($p < 0.05$).

Al apreciarse la diferencia en la resistencia a la fuerza de compresión entre la resina compuesta de tipo convencional 3M Z – 350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2 mm de altura y 5 mm de diámetro se observó un p-valor igual a 0.026 ($p < 0.05$); y en cuanto a la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z – 350 Filteck XT de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro se observó un p-valor igual a 0.000 ($p < 0.05$).

Al haberse establecido la diferencia en la resistencia a la fuerza de compresión entre la resina compuesta de tipo convencional FGM Opallis de 2 mm de altura y de 5 mm de diámetro y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2 mm de altura y 5 mm de diámetro, se observó un p-valor igual a 0.004 ($p < 0.05$); y en cuanto a la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4 mm de altura y de 5 mm de diámetro y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro se determinó un p-valor igual a 0.000 ($p < 0.05$).

En la investigación realizada por Falcón G y Acurio P (2017), en donde se llevó a cabo un estudio In – Vitro de corte transversal, a fin de determinar la resistencia a la fuerza de compresión de 4 resinas compuestas, 2 de tipo convencional (Fikteck Z – 250 XT y Te – Econom Plus) y 2 de tipo bulk fill (SonicFill y Tetric N – Ceram Bulk Fill), en donde cada tipo de resina tuvo dos grupos de medidas distintas, las cuales fueron grupos de 4x2mm y de 4x4mm por cada tipo de resina; en los resultados se encontró diferencia estadísticamente significativa con $p < 0.001$ para las muestras de resinas de 4x2mm y respecto a las muestras de 4x4mm se determinó diferencia estadísticamente significativa con un $p < 0.004$; dichos valores coinciden con los obtenidos en la presente investigación donde la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill presentó mayor diferencia significativa en la Resistencia a la fuerza de compresión en comparación de las resinas convencionales que se emplearon.⁽⁴⁵⁾

Por otro lado, en el estudio realizado por Hegde V y Vilas A (2017), de corte transversal experimental In – Vitro, cuya finalidad fue determinar y comparar la

resistencia a la fuerza de compresión entre una resina compuesta convencional y dos resinas compuestas bulk fill. La resina compuesta convencional con la que se trabajó fue Filtek Z-350 XT Universal Restorative (3M ESPE), las resinas compuestas bulk fill que se trabajaron fueron Beautifil-Bulk Fill Restorative (SHOFU) y la resina Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (3M ESPE). Posterior a ello se procedió a separar las muestras en 5 grupos iguales, cada grupo con 15 muestras de piezas dentarias premolares; el primer grupo (grupo control) no se le realizó ningún tipo de modificación anatómica, el segundo grupo estaba constituido por 15 muestras con cavidades Clase I (M-O-D) pero sin ninguna restauración, el tercer grupo se compuso de 15 muestras restauradas en sentido mesio-ocluso-distal con la resina compuesta Filtek Z-350 XT Universal Restorative (3M ESPE), el cuarto grupo se constituyó de 15 muestras restauradas con la resina compuesta en sentido mesio-ocluso-distal Beautifil-Bulk Fill Restorative (SHOFU) y el quinto grupo se conformó de 15 muestras restauradas en sentido mesio-ocluso-distal con la resina compuesta Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (3M ESPE). Luego, una vez obtenidas todas las muestras se procedió a realizar la fuerza de compresión mediante una maquina universal de ensayos, en donde se obtuvo como resultados que el grupo control mostró mayor resistencia a la fuerza de compresión (fractura) con un $p < 0.05$. Lo que demuestra que existió diferencia estadísticamente significativa. En cuanto a las muestras que fueron restauradas con los diferentes tipos de resinas compuestas, se evidenció que no existe significancia estadística entre ellas, presentando un $p > 0.05$; sin embargo las resinas compuestas que soportaron más la fuerza de compresión fueron las resinas Beautifil-Bulk Fill Restorative (SHOFU) y Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (3M ESPE). Esto se debió probablemente a que las resinas que se compararon, a excepción del grupo control, contaban con la característica en común de ser todas resinas bulk, por lo que no se halló diferencia estadísticamente significativa entre ellas. ⁽⁴⁶⁾

Finalmente, en el estudio realizado por Besegato J y cols (2019) en donde se compararon el efecto de dos protocolos de fotocurado Xtra Power Mode y Protocol (Xp) y Stándar Protocol (Sp) con el mismo equipo sobre el comportamiento de las características físicas de tres resinas bulk fill, las cuales

fueron Opus Bulk Fill, Tetric N – Ceram Bulk Fill de alta viscosidad y Filteck Bulk Fill Flow de baja viscosidad. El tamaño de las muestras fue de 4mm de diámetro por 4mm de alto y se elaboró en cilindros prefabricados con técnica monoincremental. Para evaluar la influencia sobre el comportamiento mecánico, se estudió la contracción de la polimerización mediante microtomografía de rayos X ($n = 3$), en cuanto a la dureza de Vickers, se comprobó que era mayor en las superficies superior e inferior de las muestras y en cuanto a la absorción de la radiación de las técnicas de fotocurado, se logró demostrar que tanto las superficies inferiores y superiores de las muestras fueron polimerizadas. Una vez obtenidos los resultados se demostró que existe mayor contracción del material de restauración utilizando el protocolo de fotocurado Xtra Power Mode Protocol (Xp); por otro lado la resina compuesta Filteck Bulk Fill Flow mostró mayor contracción de polimerización, tanto para el protocolo de fotocurado Stándar Protocol (Sp) como para el Power Mode Protocol (Xp). Finalmente se demostró que todas las muestras de resinas compuestas bulk fill evaluadas en el estudio, mostraron menor dureza en la superficie inferior; con todo ello se evidenció que existe diferencia estadísticamente significativa en la relación que existe entre el protocolo de fotocurado y efecto que este genera en el comportamiento de las propiedades mecánicas en las resinas compuestas bulk fill mencionadas anteriormente con un $p < 0.05$.⁽⁴⁸⁾

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Tras el análisis de la evidencia demostrada en el presente estudio de investigación, se concluyó lo siguiente:

5.1.1 Conclusión General

La resina compuesta Tetric N-Ceram Bulk Fill mostró mayor resistencia a la fuerza de compresión que las resinas compuestas convencionales FGM Opallis y 3M Z-350 Filteck XT, tanto para los moldes de 2x5mm como para los moldes de 4x5mm, teniendo un IC 95% 118.81;218.36 y 158.30:221.98 para las medidas de 2x5mm y 4x5mm respectivamente y un $p < 0.001$.

5.1.2 Conclusiones Específicas

- La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 2 mm de altura y de 5 mm (2x5mm) es mayor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2 mm de altura y de 5 mm (2x5mm) con un IC 95% de 102.02; 114.00 y de 60.45; 98.66 respectivamente y un $p < 0.005$.
- La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2 mm de altura y de 5 mm (2x5mm) es mayor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z-350 Filteck XT de 2 mm de altura y de 5 mm (2x5mm) con un IC 95% de 118.81; 218.36 y de 102.02; 114.00 respectivamente y un $p < 0.001$.

- La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2 mm de altura y de 5 mm (2x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fil de 2 mm de altura y de 5 mm (2x5mm) con un IC 95% de 60.45; 98.66 y de 118.81; 218.36 y de 102.02; 114.00 respectivamente y un $p < 0.001$.
- La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4 mm de altura y de 5 mm (4x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z-350 Filteck XT de 4 mm de altura y de 5 mm (4x5mm) con un IC 95% de 46.42:77.91 y de 90.23:125.59 respectivamente y un $p < 0.005$.
- La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z – 350 Filteck XT de 4 mm de altura y de 5 mm (4x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4 mm de altura y de 5 mm (4x5mm) con un IC 95% de 90.23:125.59 y de 158.30:221.98 respectivamente y un $p < 0.001$.
- La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta bulk Tetric N-Ceram Bulk Fil de 4 mm de altura y de 5 mm (4x5mm) es mayor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis de 4 mm de altura y de 5 mm (4x5mm) con un IC 95% de 158.30:221.98 y de 46.42:77.91 respectivamente y un $p < 0.005$.
- Finalmente podemos concluir que la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5 mm y de 4x5 mm mostró mayor resistencia a la fuerza de compresión en comparación con las resinas compuestas convencionales FGM Opallis y 3M Z-350Fiteck XT de 2x5 mm y de 4x5 mm, teniendo un IC 95% 118.81;

218.36 y 158.30:221.98 para las medidas de 2x5mm y 4x5mm respectivamente y un $p < 0.001$.

5.2 RECOMENDACIONES

Del estudio realizado se puede realizar las siguientes recomendaciones:

5.2.1 Recomendación General

En base a los resultados obtenidos se recomienda llevar a cabo estudios sobre la resistencia a la fuerza de compresión en resinas de diversas marcas que presenten diversas propiedades intrínsecas y de diferentes medidas de profundidad (altura), con el propósito de determinar su comportamiento y relación en base a las dimensiones de las muestras analizadas.

5.2.2 Recomendaciones Específicas

- Se recomienda realizar estudios que no sólo comparen resistencia a la fuerza de compresión entre resinas compuestas convencionales y/o bulk, sino también, diversas propiedades como flexión, microdureza, tensión diametral, entre otras.
- En base a los resultados obtenidos respecto a la propiedad de resistencia a la fuerza de compresión se recomienda emplear las resinas tipo Bulk, debido a que presenta mejores propiedades mecánicas, para restauraciones en el sector posterior, ya que en base a su propiedad es de mayor utilidad en esta zona.
- Se recomienda el uso de una lámpara de fotocurado que presente una longitud de onda de amplio espectro que pueda penetrar el material hasta la parte más profunda de la restauración y se dé, también, el proceso de polimerización de manera adecuada en dicha zona.

- Las jeringas de resina compuesta no deben estar expuestas a fuentes de calor o luz durante mucho tiempo (de manera innecesaria), sino que más bien, deben estar conservadas a una temperatura de entre 18-22°C para no alterar su estructura física.
- Una vez preparada la preparación de las muestras, éstas deben ser sometidas a la prueba de resistencia a la fuerza de compresión o de lo contrario, deben ser debidamente conservadas de manera cuidadosa para que no sufran alteración alguna.
- También se recomienda que una vez terminada la preparación de las muestras de resina, estas deben ser pulidas de manera cuidadosa y delicada, con el propósito de homogenizar las dimensiones de las muestras; evitando así que durante la prueba de resistencia compresiva se produzca errores de medición (falsos positivos de rajadura o ruptura de la muestra de resina).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bayne C. Inicios de la evolución de los materiales compuestos. JADA. 2013; 144(8) 880-884
2. Davidson CL. Avances en cementos de ionómero de vidrio. J Minim Interv Dent. 2009; (2)1: 171-82.
3. Carrillo Sánchez C. En la búsqueda del material restaurador inteligente. Rev. ADM. 2010; 67(3): 14-20.
4. Hesse D, Bonifácio C, Guglielmi C, Franca C, Mendes F, Raggio D. Low-cost glass ionomer cement as ART sealant in permanent molars: a randomized clinical trial. Braz Oral Res. 2015; 29 (1):1-9
5. Miñana IV. Aplicación de flúor y prevención de la caries en la infancia. . Rev Odon. 2002;(463):463-94.
6. Barbería E, Cárdenas D, Suárez M, Fluoruros MM. Fluoruros tópicos: Revisión sobre su toxicidad. 2005; 15(1):86-92.
7. Leonard DL, Charlton DG, Roberts HW, Cohen ME. Polymerization efficiency of LED curing lights. J Esthet Restor Dent. 2002; 14(5):286-95.
8. Millar BJ, Nicholson JW. Effect of curing with a plasma light on the properties of polymerizable dental restorative materials. J Oral Rehabil. 2001; 28 (6): 549-52.
9. Rodríguez G, Douglas R, Pereira S. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontológica Venezolana. 2008; 46(3)381-392.
10. Leinfelder K. Composite Resins. Dent Clin North Amer. (1985); 29: 359-372.
11. Bowen, R.L., Menis, D.L., Setz, L.E. and Jennings, K.A.: Theory of polymer composites. In: Vanherle, G. and Smith, D. C.: International Symposium on Posterior Composite resin dental restorative materials. p. 95-106. 3M Co. St. Paul Minnesota, USA. 1985.
12. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. Dent. Mater. (2007); 23(1): 51-9.

13. Menezes A.M., Muench A., Masuda M.S., Grande R.H.M.: Dureza knoop de resinas compostas em função de 3 anos de armazenagem e da profundidade. *Rev. Odont. de Passo Fundo* 2000; 5(1): 33-35.
14. Nacional U, San MDE. Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas. 2013; Cedillo Valencia JDJ. Ionómero de Vidrio de alta densidad como base en la técnica restauradora de Sandwich. *Adm.* 2011; 68(1):39–47.
15. Ilie N, Fleming GJ. In vitro comparison of polymerisation kinetics and the micro-mechanical properties of low and high viscosity giomers and RBC materials. *J Dent.* 2015; 43(7):814-22.
16. Ruiz JM, Ceballos L, Fuentes MY, Osario R, Toledano M, García-Godoy F. Propiedades mecánicas de resinas compuestas modificadas o no con poliácidos. *Av. Odontoestomatol.* 2003; 19(6): 291-297.
17. Málaga J. Comportamiento In Vitro de la dureza en dos resinas compuestas, expuestas en peróxido de carbamida al 10% con carbopol. *KIRU.* 2006; 3(2): 38-47.
18. Nogueira m, Rabelo JC, Ribeiro M, Dias A, Candido S. Efecto del envejecimiento artificial acelerado sobre la resistencia a compresión de resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana.* 2008.
19. Baldión PA, Vaca DA, Álvarez CA, Agaton D. Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta. 2010; 1(3).
20. Ojeda F, Puente F, Goldaracena M, Montero V. Estudio in vitro de resistencia a la fractura de dientes tratados con endodoncia y restaurados con dos sistemas de postes. 2011; 68 (5):290-97.
21. Hernández A. Comparación de la resistencia compresiva entre diferentes tipos de ionómeros de vidrio. *ODOVTOC.* 2012; 14: 55-58.
22. Kiran KV et – al. Evaluación in vitro de la resistencia a la compresión de resinas microhíbridos y nanocompuestas. *OHDM.* 2014; 13 (4): 1171-73.
23. Mirosław O, Tarczydło T, Cha-Bas R. Evaluación de la integridad marginal de cuatro resinas Bulk fill: estudio in vitro. *Scien World.* 2015; 15: 1-8.
24. Mahn, E. Las restauraciones en bloque, un cambio de paradigma. *Dent Trib Hisp & Lat Amer.* 2014; 11 (7): 8-10.

25. Naranjo M, Ortiz P, Díaz M, Gómez M, Patiño MC. Resistencia a la fractura de dientes intactos y restaurados con resina mediante técnica incremental. *Rev CES Odont.* 2007; 20 (2): 30-8.
26. Abuelenain, DA., Abou, EA., Al-Dharrab, A. Propiedades superficiales y mecánicas de diferentes resinas compuestas. *Austin J. Dent.* 2015; 2 (2): 1-5.
27. Hegde N, Attavar S, Hegde N, Priya G. Evaluación de la resistencia a la compresión de resinas compuestas Bulk fill: estudio in vitro. *Med Scie.* 2015; 19 (76), 16-9.
28. Jayanthi N, Vinod V. Evaluación comparativa de la resistencia a la compresión y flexión de resinas compuestas convencionales con partículas nanohíbridas: estudio in vitro. *Ind Prosth Socie.* 2013; 13 (3): 281–289.
29. Pradeep K, Ginjupalli K, Kuttappa M, Kudva A, Butula R. Comparación in vitro de la resistencia a la compresión de resinas compuestas Bulk fill y resinas compuestas nanohíbridas. *Odontología Mundial.* 2016; 7 (3): 119-122.
30. Sonwane SR, Hambire UV. Comparación de la resistencia a la flexión y compresión de resinas compuestas nanohíbridas. *Inter J. Engin Trends and Applications (IJETA).* 2015 2 (2): 47-52.
31. Nicoluzzi A, Riberiro M, Dos Reis A. Influencia del envejecimiento acelerado en la resistencia a la compresión de resinas compuestas. *Ley Odont Venez.* 2008; 46 (4): 1-5.
32. Hambire U, Tripathi V, Mapari A. Mejoría en la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión de las resinas compuestas. *ARPJ Eng Appl Scie.* 2012; 7 (8): 1-4.
33. Sepideh B, Saman S. Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la compresión de diferentes tipos de resinas compuestas en diferentes periodos de tiempo. *Iran J Pharm Scie.* 2008 4 (1): 69-74.
34. Campos EA., Ardu S, Lefever D, Jassé F, Bortolotto T, Krejci I. Adaptación Marginal en restauraciones de cavidades Clase II con resina compuesta Bulk fill. *Journal of Dentistry.* 2014; 42(5), 575-581.
35. Gil L, Acosta S, Jiménez L, Brache A, Grau P. Evaluación de la microfiltración marginal en técnicas de restauración de clase II con resina compuesta. *Revista Nacional Odontología.* 2013; 9 (17): 53-60.

35. Fabr  C, Sánchez M, González V, Wellesley-Bourke J, Veliz L, García E, Rodríguez T. Análisis de pérdida de estabilidad no lineal de elementos estructurales sometidos a compresión. *Ingeniería Mecánica*. 2007: 45 – 50.
36. Fabr  C et – al. Análisis de pérdida de estabilidad no lineal de elementos estructurales sometidos a compresión. *Ingeniería Mecánica*. 2007; 45–50.
37. Robledo F, Menchaca M, Morones R. Los vectores en la física. *Ingenierías*. 2007; 10 (36): 47 – 55.
38. Wilson J. *Física con aplicaciones*. McGraw-Hill. 1991.
39. Feodosiev V, “Resistencia de Materiales”, Editorial MIR, Moscú, 1985.
40. García J., “Introducción a los análisis no lineales estructurales”. ISPJAE. 2006.
41. Díaz S, González L. Reflexiones sobre los conceptos velocidad y rapidez de una partícula en física. *Rev. Mex. Fís*. 2010; 56 (2): 181-9.
42. R. Serway y J. Jewett, *Física para ciencias e ingeniería* (International Thomson, México, 2005) Vol. 1.
43. Atalay C, Yazici AR, Horuztepe A, Nagas E, Ertan A, Ozgunaltay G. Resistencia a la fractura de dientes tratados endodonticamente y restaurados con resinas Bulk Fill, Bulk Fill fluida reforzado con fibra y resinas convencionales. *Operative Dentistry*. 2016; 41 (5): 131-140.
44. Alkhudairy F. Efecto de la intensidad de fotocurado en las propiedades mecánicas de diferentes resinas compuestas de tipo bulk fill. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*. 2017; 9: 1 – 6.
45. Falcón G, Acurio P. Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. *Odontología Vital*. 2017; 27(2): 69 – 77.
46. Hegde V, Vilas A. Fracture resistance of posterior teeth restored with high-viscosity bulk-fill resin composites in comparison to the incremental placement technique 2017; 20(5): 360 – 364.
47. Kaya M, Bakkal M, Durmus A, Durmus Z. Structural and mechanical properties of a giomer-based bulk fill restorative in different curing conditions 2018; 26 (1): 1-10.
48. Besegato JF et – al. Effect of light-curing protocols on the mechanical behavior of bulk-fill resin composites. 2019; 90:381 – 387.

49. [Descriptores en Ciencias de la Salud [Internet]. DeCS. [cited 2019 Agosto 17]
50. Descriptores en Ciencias de la salud [Internet]. DeCS. [cited 2019 Agosto 17].
51. Descriptores en Ciencias de la Salud [Internet]. DeCS. [cited 2019 Agosto 17].
52. Descriptores en Ciencias de la Salud [Internet]. DeCS. [cited 2019 Agosto 17].
53. Descriptores en Ciencias de la salud [Internet]. DeCS. [cited 2019 Agosto 17].
54. Descriptores en Ciencias de la Salud [Internet]. DeCS. [cited 2019 Septiembre 14].
55. Descriptores en Ciencias de la Salud [Internet]. DeCS. [cited 2019 Septiembre 14].
56. Descriptores en Ciencias de la Salud [Internet]. DeCS. [cited 2019 Septiembre 14].
57. Descriptores en Ciencias de la Salud [Internet]. DeCS. [cited 2019 Septiembre 14].
58. Descriptores en Ciencias de la Salud [Internet]. DeCS. [cited 2019 Octubre 03].
59. Descriptores en Ciencias de la Salud [Internet]. DeCS. [cited 2019 Octubre 03].
60. Descriptores en Ciencias de la Salud [Internet]. DeCS. [cited 2019 Octubre 03].
61. Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clinical Oral Investigations*. 2014; 18(8): 1991-2000.
62. Kim R., Son S, Hwang J, Lee I, Seo D. Comparison of photopolymerization temperature increases in internal and external positions of composite and tooth cavities in real time: Incremental fillings of microhybrid composite vs. bulk filling of bulk fill composite. *Journal of Dentistry*, 2015; 43(9): 1093-1098.
63. Anusavice, K. *Ciencia de los Materiales Dentales*. McGraw-Hill Interamericana. 1998: 283-311

64. Bayne, S. Beginnings of the composite resin revolution. *The Journal of the American Dental Association (JADA)*. 2013; 144 (8): 880-884
65. Sarmiento M., Trujillo C, Dubier M, Mejía K. Opacidad y translucidez de diferentes resinas compuestas de acuerdo a su tamaño de partícula y su aplicación clínica. *Acta Odontológica Colombiana*. 2012; 2(1), 101-117.
66. Nocchi, E. *Odontología restauradora. Salud y estética*. Segunda edición. Buenos Aires- Argentina. 2008. Editorial Médica Panamericana.
67. Boza Y. Estudio de la profundidad de polimerización de resinas bulk fill a diferentes distancias de fotoactivación. Peru. 2015
68. Tiba A, Zeller G, Estrich C, Hong A. A laboratory evaluation of bulk-fill versus traditional multi-increment-fill resin-based composites. *The Journal of the American Dental Association (JADA)*. 2013; 144 (10): 1182.

ANEXOS

ANEXO 01. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	TIPO DE ESCALA
P R I N C I P A L E S	VARIABLE INDEPENDIENTE Tipo de Resina Compuesta	Biomateriales	Resina Convencional Resina Bulk Fill	1: FGM Opallis 2: 3M Filtek Z-350 XT 3: Tetric N-Ceram Bulk Fill	Nominal
	VARIABLE DEPENDIENTE Resistencia a la fuerza de compresión	Física	Fuerza necesaria para producir la fractura en MPa/ N	0 1 2 3 . . .	De Razón

ANEXO 02. CARTA DE AUTORIZACIÓN



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega

Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas

Facultad de Estomatología

"Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad"

Pueblo Libre, 14 de Noviembre de 2019

CARTA N° 942-2019-DFE

Señor(a)

ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN

INGENIERO MECANICO

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC

Tengo a bien dirigirme a usted, para saludarla cordialmente y a la vez presentar al Sr. **ALONSO HUMBERTO CASTILLA CABELLO** quien ha culminado estudios en el ciclo académico 2018-1 y solicita se brinde la facilidad para recolectar datos que ayudara a la ejecución de su proyecto de tesis titulado "Resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro" en la Institución que usted dignamente dirige, salvo mejor parecer.

Es propicia la oportunidad para reiterarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Cordialmente.




Dr. Luis Cervantes Ganoza

Decano (e)

Facultad de Estomatología

LOGmt
ID:1151297
CV:977027

INFORME DE ENSAYO N°		IE-103-2019		EDICIÓN N° 2		Página 1 de 3	
ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN RESINAS ODONTOLÓGICAS							
1. TESIS		"RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS CONVENCIONALES Y BULK UTILIZADAS EN EL PERÚ EVALUADAS IN - VITRO. "					
2. DATOS DEL SOLICITANTE							
NOMBRE Y APELLIDOS		Alonso Humberto Castilla Cabello					
DNI		74156125					
DIRECCIÓN		Villa Santa Isabel Mz. A Lte. 9					
CIUDAD		Santiago de Surco					
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		15		Noviembre		2019	
LUGAR DE ENSAYO		Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.					
CANTIDAD		6 Grupos					
DESCRIPCIÓN		Muestras Cilíndricas de Resina					
IDENTIFICACIÓN		Grupo 1		Sub-grupo 1.1-A		FGM Opallis 2 x 5 mm	
				Sub-grupo 1.2-B		FGM Opallis 4 x 5 mm	
		Grupo 2		Sub-grupo 2.1-C		3M Z - 350 Filteck XT 2 x 5 mm	
				Sub-grupo 2.2-D		3M Z - 350 Filteck XT 4 x 5 mm	
		Grupo 3		Sub-grupo 3.1-E		Tetric N - Ceram Bulk Fil 2 x 5 mm	
				Sub-grupo 3.2-F		Tetric N - Ceram Bulk Fil 4 x 5 mm	
5. REPORTE DE RESULTADOS							
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME		16		Noviembre		2019	



INFORME DE ENSAYO N°		IE-103-2019	EDICION N° 2	Página 2 de 3
6. RESULTADOS GENERADOS				
Grupo 1		Sub – Grupo 1.1 - A - FGM Opallis 2 x 5 mm		
Especimen	Diámetro (mm)	Area (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo de Compresión (Mpa)
1	5.03	19.87	1100.34	55.37
2	5.00	19.64	1304.07	66.42
3	4.97	19.40	1350.49	69.61
4	5.00	19.64	1754.72	89.37
5	5.02	19.79	1928.60	97.44
6	4.98	19.56	1950.55	99.17
Grupo 1		Sub – Grupo 1.2 - B - FGM Opallis 4 x 5 mm		
Especimen	Diámetro (mm)	Area (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo de Compresión (Mpa)
1	5.00	19.64	716.87	36.51
2	5.00	19.64	1014.78	51.68
3	5.00	19.64	1330.10	67.74
4	5.00	19.64	1381.48	70.36
5	5.00	19.64	1401.88	71.40
6	4.97	19.40	1461.85	75.35
Grupo 2		Sub – Grupo 2.1 - C - 3M Z 350 Filteck XT 2 x 5 mm		
Especimen	Diámetro (mm)	Area (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo de Compresión (Mpa)
1	5.01	19.71	1954.89	99.74
2	5.03	19.87	2054.35	103.38
3	4.98	19.48	2100.60	107.84
4	5.00	19.64	2171.18	110.58
5	5.02	19.79	2195.00	110.90
6	5.00	19.64	2270.31	115.63
Grupo 2		Sub – Grupo 2.2 - D - 3M Z 350 Filteck XT 4 x 5 mm		
Especimen	Diámetro (mm)	Area (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo de Compresión (Mpa)
1	5.00	19.04	1606.03	81.79
2	5.01	19.71	1925.88	97.69
3	4.99	19.56	2115.23	108.19
4	5.02	19.79	2196.24	110.96
5	4.98	19.48	2304.48	118.31
6	5.00	19.64	2564.41	130.60

INFORME DE ENSAYO N°		IE-103-2019	EDICION N° 2	Página 3 de 3
Grupo 3		Sub - Grupo 3.1 - E - Tetric N - Ceram Bulk Fill 2 x 5 mm		
Especimen	Diámetro (mm)	Area (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo de Compresión (Mpa)
1	5.01	19.71	2303.73	116.55
2	5.03	19.87	2315.91	116.86
3	5.01	19.71	2890.30	146.61
4	4.98	19.48	4011.73	205.96
5	5.02	19.79	4085.25	208.41
6	5.01	19.71	4320.13	219.14
Grupo 3		Sub - Grupo 3.2 - F - Tetric N - Ceram Bulk Fill 4 x 5 mm		
Especimen	Diámetro (mm)	Area (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo de Compresión (Mpa)
1	5.00	19.64	2891.67	147.27
2	4.98	19.48	3426.52	175.01
3	5.01	19.71	3450.17	175.02
4	4.99	19.56	3915.70	200.22
5	4.99	19.56	4087.64	209.02
6	4.98	19.48	4547.09	233.44
• Velocidad de ensayo 0.75 mm/min				
7. CONDICIONES AMBIENTALES		TEMPERATURA : 21 °C HUMEDAD RELATIVA : 68 %		
8. VALIDEZ DE INFORME		VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME		
 ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN INGENIERO MECANICO Reg. CIP N° 183114		 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE		
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN				
ING. MECANICO				
LABORATORIO HTL CERTIFICATE				



ANEXO 03. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

N°:

FICHA DE OBSERVACIÓN AD-HOC DE RECOLECCIÓN DE DATOS

*“ RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESIÓN DE LAS RESINAS
COMPUESTAS CONVENCIONALES Y BULK FILL UTILIZADAS EN EL PERÚ
EVALUADAS IN VITRO ”*

INSTRUCCIONES

Antes de iniciar con la observación, procure encontrarse en un estado de equilibrio emocional y somático.
Si se siente cansado, estresado o enfermo, suspenda la observación.
Procure realizar todas las mediciones bajo las mismas condiciones de comodidad.
En el caso de no tener certeza sobre la medición de alguna unidad de análisis, descarte su evaluación.
Registre los datos sin borrones ni enmendaduras.
Los espacios en los que no pueda registrar información, táchelos con una línea.

A) DATOS GENERALES.-

- **Número de muestra:**
- **Medida de muestra:**
 - 2 x 5 mm
 - 4 x 5 mm

B) DATOS ESPECÍFICOS.-

- **Marca de resina compuesta:**
 - 3M Z-350 Filteck XT
 - FGM Opallis
 - Tetric N-Ceram Bulk Fill
- **Fuerza necesaria para producir la fractura en:**
 - MPa:**
 - N:**

ANEXO 04. REGISTRO FOTOGRÁFICO

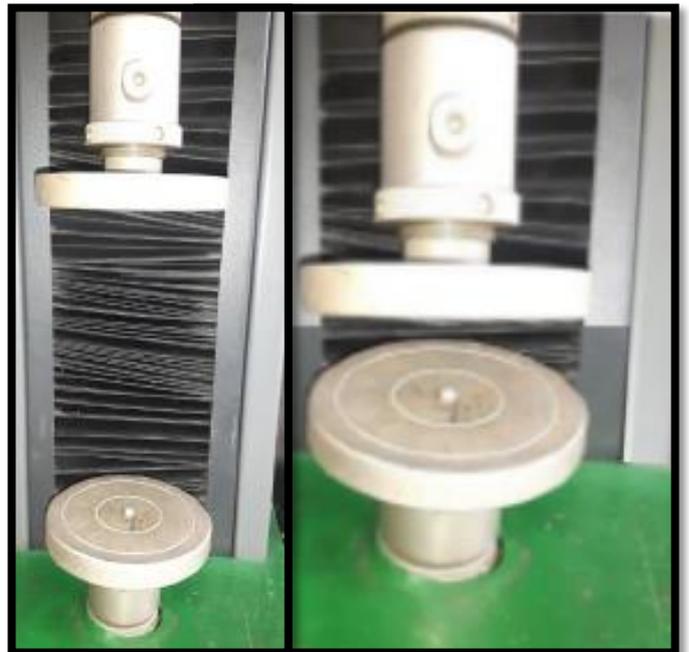
JERINGAS DE RESINA COMPUESTA CONVENCIONAL Y BULK

FGM Opallis 3M Filtek Z-350 XT Tetric N-Ceram Bulk Fill



MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS UNIVERSALES CMT – 5L

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESIÓN



ANEXO 05. MEDIDAS DEL INVESTIGADOR

N° MUESTRA	RESINA COMPUESTA	N	MPa	
1	CONVENCIONAL	FGM Opallis (2x5 mm)	1100.34	55.37
2			1304.07	66.42
3			1350.49	69.61
4			1754.72	89.37
5			1928.60	97.44
6			1950.55	99.17
7		3M Filtek Z - 350 XT (2x5 mm)	1954.99	99.74
8			2054.35	103.38
9			2100.60	107.84
10			2171.18	110.58
11			2195.00	110.90
12			2270.31	115.63
13	BULK	Tetric N - Ceram Bulk Fill (2x5 mm)	2303.73	116.55
14			2315.91	116.86
15			2890.30	146.61
16			4011.73	205.96
17			4085.25	206.41
18			4320.13	219.14
19	CONVENCIONAL	FGM Opallis (4x5 mm)	716.87	36.51
20			1014.78	51.68
21			1330.10	67.74
22			1381.48	70.36
23			1401.88	71.40
24			1461.85	75.35
25		3M Filtek Z - 350 XT (4x5 mm)	1606.03	81.79
26			1925.88	97.69
27			2115.23	108.16
28			2196.24	110.96
29			2304.48	118.31
30			2564.41	130.60
31	BULK	Tetric N - Ceram Bulk Fill (4x5 mm)	2891.67	147.27
32			3426.52	175.01
33			3450.17	175.92
34			3915.70	200.22
35			4087.64	209.02
36			4547.09	233.44



**ANEXO 06. MATRIZ DE CONSISTENCIA INTERNA
UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
Bach. CASTILLA CABELLO, Alonso Humberto**

TÍTULO	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	CLASIFICACIÓN DE VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACION, MUESTRA Y MUESTREO	INSTRUMENTO
"Resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill utilizadas en el Perú evaluadas In- Vitro."	<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill evaluadas In – Vitro?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill evaluadas In – Vitro</p>	<p>Hipótesis Principal:</p> <p>La resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales y bulk fill evaluadas In – Vitro son diferentes.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>a) Tipo de Resina Compuesta</p>	<p>➢ Biomateriales</p> <ul style="list-style-type: none"> Resinas Convencional Resina Bulk 	<p>PROPÓSITO: Aplicado</p> <p>ENFOQUE: Cuantitativo</p> <p>SECUENCIA TEMPORAL: Transversal</p> <p>TEMPORALIDAD: Prospectivo</p> <p>ASIGNACIÓN DE FACTORES: Experimental</p> <p>FINALIDAD: Analítico</p> <p>DISEÑO ESPECÍFICO: Ensayo Pre-Clínico In Vitro</p> <p>NIVEL: Aplicado</p>	<p>POBLACIÓN</p> <p>Infinita, todos los posibles bloques que se puedan hacer de resina compuesta convencional y bulk utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.</p> <p>MUESTRA:</p> <p>Se formaron 6 grupos de resina, 4 de resina compuesta y 2 de tipo bulk, cada uno con seis unidades muestrales, 3 grupos de resina con medidas de 2x5mm y 3 grupos con medidas de 4x5mm de resina compuesta convencional y bulk utilizadas en el Perú evaluadas In-Vitro.</p> <p>MUESTREO:</p> <p>No Probabilístico. Consecutivo.</p>	<p>La técnica a ser empleada en esta investigación será la observación estructurada, no participante, individual, de laboratorio; el instrumento a ser empleado será una Ficha de Observación Ad-hoc, elaborada por el investigador y debidamente validado, para los fines específicos del estudio.</p>
	<p>Problemas Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de compresión entre las resinas compuestas convencionales FGM Opallis y 3M Z350 Filteck XT de 2mm de diámetro y 5mm de altura (2x5 mm) evaluadas In-Vitro? ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z – 350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2 mm de altura y 5 mm de diámetro (2x5 mm) evaluadas In – Vitro? ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill y la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2 mm de altura y 5 mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In – Vitro? 	<p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Establecer la resistencia a la fuerza de compresión entre las resinas compuestas convencionales FGM Opallis y 3M Z350 Filteck XT de 2mm de diámetro y 5mm de altura (2x5 mm) evaluadas In-Vitro. Cuantificar la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z – 350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2 mm de altura y 5 mm de diámetro (2x5 mm) evaluadas in – vitro. Evidenciar la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill y la resina compuesta convencional FGM Opallis de 2mm de altura y 5 mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In-Vitro. 	<p>Hipótesis Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z-350 Filteck XT de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In-Vitro . La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z -350 Filteck XT de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In – Vitro. La resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) es mayor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) evaluadas In – Vitro. 	<p>Variable Dependiente:</p> <p>b) Resistencia a la fuerza de compresión</p>	<p>➢ Física</p> <ul style="list-style-type: none"> Fuerza necesaria para producir la fractura en MPa. 			

<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis y 3M Z – 350 Filteck XT de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro? • ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z – 350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro? • ¿Cuál es la resistencia a la a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fil de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro? • ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5mm y 4x5mm evaluadas In-Vitro? 	<ul style="list-style-type: none"> • Desmostar la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis y 3M Z – 350 Filteck XT de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro. • Medir la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional 3M Z – 350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro. • Determinar la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta convencional FGM Opallis y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fil de 4 mm de altura y 5 mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro. • Comprobar la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas convencionales FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT y la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2x5mm y 4x5mm evaluadas In-Vitro." 	<ul style="list-style-type: none"> • La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z-350 Filteck XT de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro. • La resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta 3M Z -350 Filteck XT de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es menor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro. • La resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) es mayor que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina compuesta FGM Opallis de 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In – Vitro. • La resistencia a la fuerza de compresión de las resinas compuestas FGM Opallis, 3M Z-350 Filteck XT son menores que la resistencia a la fuerza de compresión de la resina bulk fill Tetric N-Ceram Bulk Fill de 2mm de alto por 5mm de diámetro (2x5mm) y 4mm de alto por 5mm de diámetro (4x5mm) evaluadas In-Vitro. 						
--	---	--	--	--	--	--	--	--



ANEXO 07. CARTA A LOS JUECES

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

Lima, 13 de noviembre de 2019

Dra. Peggy Sotomayor Woolcott
Docente de la Facultad de Estomatología.
Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
PRESENTE.-

Me dirijo a usted en esta oportunidad, a fin de saludarlo muy cordialmente y a la vez solicitarle su valiosa colaboración como *Juez Validador* del instrumento ad-hoc elaborado para la recolección de los datos del proyecto de investigación: "RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS CONVENCIONALES Y BULK FILL UTILIZADAS EN EL PERÚ EVALUADAS IN VITRO", el cual viene siendo elaborado dentro de las actividades académicas de la Asignatura de Investigación Clínica.

Para el adecuado desarrollo de la revisión del instrumento, se le hace entrega adjunto a la presente de:

- Una copia del instrumento a validar.
- Una matriz de consistencia del estudio.
- Una ficha de validación.

Con dicho material, se le pide evaluar la efectividad, pertinencia, suficiencia, viabilidad, secuencialidad y repetitividad para la aplicación del instrumento de recolección de datos, acorde a los aspectos metodológicos planificados en el proyecto de investigación. Recorro a usted, por cuanto conocemos de su importante trayectoria académica y profesional, así como por su amor por nuestra carrera y hacia quienes nos formamos en esta casa superior de estudios. Sin más por añadir, quedo a la espera de su respuesta y de sus valiosas observaciones las cuales serán acogidas con la mayor gratitud.

Atentamente.



Bach. Castilla Cabello, Alonso Humberto
Código: 74156125



Mg. Peggy Sotomayor W
000 1400



ANEXO 07. CARTA A LOS JUECES

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

Lima, 13 de noviembre de 2019

Dr. Rolando Gómez Villena
Docente de la Facultad de Estomatología.
Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

PRESENTE.-

Me dirijo a usted en esta oportunidad, a fin de saludarlo muy cordialmente y a la vez solicitarle su valiosa colaboración como *Juez Validador* del instrumento ad-hoc elaborado para la recolección de los datos del proyecto de investigación: "RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS CONVENCIONALES Y BULK FILL UTILIZADAS EN EL PERÚ EVALUADAS IN VITRO", el cual viene siendo elaborado dentro de las actividades académicas de la Asignatura de Investigación Clínica.

Para el adecuado desarrollo de la revisión del instrumento, se le hace entrega adjunto a la presente de:

- Una copia del instrumento a validar.
- Una matriz de consistencia del estudio.
- Una ficha de validación.

Con dicho material, se le pide evaluar la efectividad, pertinencia, suficiencia, viabilidad, secuencialidad y repetitividad para la aplicación del instrumento de recolección de datos, acorde a los aspectos metodológicos planificados en el proyecto de investigación. Recurro a usted, por cuanto conocemos de su importante trayectoria académica y profesional, así como por su amor por nuestra carrera y hacia quienes nos formamos en esta casa superior de estudios. Sin más por añadir, quedo a la espera de su respuesta y de sus valiosas observaciones las cuales serán acogidas con la mayor gratitud.

Atentamente,

Bach. Castilla Cabello, Alonso Humberto
Código: 74156125

Wg. Dr. Edg. Rolando Gómez Villena
Especialista en Diagnóstico
Estomatológico
Código: 74156125



ANEXO 07. CARTA A LOS JUECES
UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

Lima, 13 de noviembre de 2019

Dra. Cecilia Castañeda Espinoza
Docente de la Facultad de Estomatología.
Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
PRESENTE.-

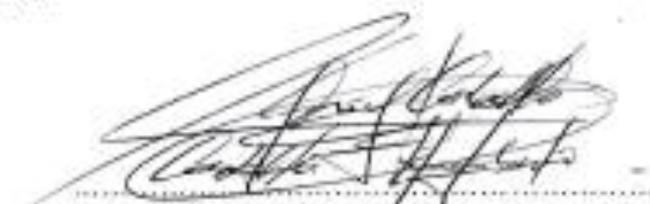
Me dirijo a usted en esta oportunidad, a fin de saludarlo muy cordialmente y a la vez solicitarle su valiosa colaboración como **Juez Validador** del instrumento ad-hoc elaborado para la recolección de los datos del proyecto de investigación: "RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS CONVENCIONALES Y BULK FILL UTILIZADAS EN EL PERÚ EVALUADAS IN VITRO", el cual viene siendo elaborado dentro de las actividades académicas de la Asignatura de Investigación Clínica.

Para el adecuado desarrollo de la revisión del instrumento, se le hace entrega adjunto a la presente de:

- Una copia del instrumento a validar.
- Una matriz de consistencia del estudio.
- Una ficha de validación.

Con dicho material, se le pide evaluar la efectividad, pertinencia, suficiencia, viabilidad, secuencialidad y repetitividad para la aplicación del instrumento de recolección de datos, acorde a los aspectos metodológicos planificados en el proyecto de investigación. Recorro a usted, por cuanto conocemos de su importante trayectoria académica y profesional, así como por su amor por nuestra carrera y hacia quienes nos formamos en esta casa superior de estudios. Sin más por añadir, quedo a la espera de su respuesta y de sus valiosas observaciones las cuales serán acogidas con la mayor gratitud.

Atentamente.



Bach. Castilla Cabello, Alonso Humberto
Código: 741581250



CLÍNICA ESTOMATOLÓGICA
U.I.G.V.
Cecilia Castañeda Espinoza
C.N.P. 13374

ANEXO 08. FICHA DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

HOJA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO
FICHA DE OBSERVACIÓN AD-HOC DE RECOLECCION DE DATOS

**"RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESIÓN DE LAS RESINAS
COMPUESTAS CONVENCIONALES Y BULK FILL UTILIZADAS EN EL PERÚ
EVALUADAS IN-VITRO."**

El Jurado para validar el Instrumento por Juicio de Expertos, después de su revisión correspondiente, el veredicto es el siguiente:

Aprobado

Observado

Si fuera OBSERVADO, mencione el motivo:

- 1.-
- 2.-
- 3.-
- 4.-

Fecha : 13 Noviembre 19.....

Validado por : Mg. Co. Dolomayor Uchicel Pizarro

Grado Académico : Magister en Estomatología

Especialidad : Exp. en Periodonc. Metaboliz.

Firma :

Sello :

ANEXO 08. FICHA DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

HOJA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO
FICHA DE OBSERVACIÓN AD-HOC DE RECOLECCION DE DATOS

**"RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESIÓN DE LAS RESINAS
COMPUESTAS CONVENCIONALES Y BULK FILL UTILIZADAS EN EL PERÚ
EVALUADAS IN-VITRO."**

El Jurado para validar el Instrumento por Juicio de Expertos, después de su revisión correspondiente, el veredicto es el siguiente:

Aprobado

Observado

Si fuera OBSERVADO, mencione el motivo:

1.-.....

2.-.....

3.-.....

4.-.....

Fecha : 13/11/19

Validado por : Dr. Rolando Jimay

Grado Académico : Magister

Especialidad : Rehab. Oral e Implantología

Firma : 

Sello



ANEXO 08. FICHA DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

HOJA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO
FICHA DE OBSERVACIÓN AD-HOC DE RECOLECCION DE DATOS

**"RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESIÓN DE LAS RESINAS
COMPUESTAS CONVENCIONALES Y BULK FILL UTILIZADAS EN EL PERÚ
EVALUADAS IN-VITRO."**

El Jurado para validar el Instrumento por Juicio de Expertos, después de su
revisión correspondiente, el veredicto es el siguiente:

Aprobado

Observado

Si fuera OBSERVADO, mencione el motivo:

- 1.-
- 2.-
- 3.-
- 4.-

Fecha : 13-11-2019

Validado por : Dra. Cecilia Bastarache E.

Grado Académico : Magister

Especialidad : Cariología y endodoncia

Firma : [Firma manuscrita]

Sello

