



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**“ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN DE RESINAS DENTALES SOMETIDOS
A ÁCIDO CÍTRICO Y ÁCIDO LÁCTICO”**

Trabajo de Titulación para optar al título de Odontóloga

Autora:

Sharon Maite García Acosta

Tutor:

Dr. Manuel Alejandro León Velastegui

Co-tutor:

Dr. Julio César Chacón Torres

Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Sharon Maite García Acosta, con cédula de ciudadanía 0603954272, autor(a) del trabajo de investigación titulado: “Análisis de la composición de resinas dentales sometidos a ácido cítrico y ácido láctico”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 25 de octubre de 2023.



Sharon Maite García Acosta

C.I: 0603954272

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación “Análisis de la composición de resinas dentales sometidos a ácido cítrico y ácido láctico”, presentado por Sharon Maite García Acosta, con cédula de identidad número 0603954272, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 25 de octubre de 2023.

Dra. Sandra Marcela Quisigüña Guevara
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. David Gerardo Carrillo Vaca
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Manuel Alejandro León Velastegui
TUTOR



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Análisis de la composición de resinas dentales sometidos a ácido cítrico y ácido láctico”, presentado por Sharon Maite García Acosta, con cédula de identidad número 0603954272, bajo la tutoría de Dr. Manuel Alejandro León Velastegui; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 25 de octubre de 2023.

Presidente del Tribunal de Grado

Dra. Olga Alejandra Fuenmayor Vinueza



Miembro del Tribunal de Grado

Dra. Sandra Marcela Quisigüña Guevara



Miembro del Tribunal de Grado

Dr. David Gerardo Carrillo Vaca





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO CID
Ext. 1133

Riobamba 07 de noviembre del 2023
Oficio N°162-2023-2S-URKUND-CID-2023

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado
DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por el **Dr. Manuel Alejandro León Velastegul**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N°1006-D-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					SI	No
1	1006-D-FCS-03-10-2023	Análisis de la composición de resinas dentales sometidos a ácido cítrico y ácido láctico	García Acosta Sharon Maite	1	x	

Atentamente,



FRANCISCO JAVIER
USTÁRIZ FAJARDO

PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
Delegado Programa URKUND
FCS / UNACH
C/c Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS

DEDICATORIA

Con profundo amor y venerable reconocimiento dedico este trabajo de investigación de tesis, en primera instancia a Dios Nuestro Padre Celestial porque ha estado conmigo en cada uno de mis pasos, cuidándome, guiándome, bendiciéndome y dándome la fuerza necesaria para seguir adelante.

A mis queridos padres Mayra Acosta y Ramiro García, quienes con su apoyo y esfuerzo incondicional han dedicado su vida y paciencia en pos de mi bienestar y progreso personal para poder ser una persona de bien, a mis hermanos Joselyn y Jahir los cuales han sido mi compañía y soporte a lo largo de los años brindándome cariño y motivación. A mi novio Steven con el cual siempre he contado con su apoyo y amor incondicional.

AGRADECIMIENTO

Me complace a través de este trabajo investigativo exteriorizar mi sincero agradecimiento a Nuestro Padre Celestial por darme la oportunidad de disfrutar las cosas maravillosas que puso en mi vida.

Gracias a todas las personas que se han cruzado en mi camino, a las que me han acompañado en parte del viaje, a las que pasean a mi lado y especialmente a las personas que me dieron la oportunidad de dar el primer paso de vida, mi padre y mi madre; de la misma manera a mi hermana, hermano y novio.

Mi gratitud a la Universidad Nacional de Chimborazo, por abrirme las puertas y nutrirme a través de sus docentes con conocimientos necesarios para enfrentar los nuevos retos de mi vida profesional.

De igual manera a mi tutor Dr. Manuel Alejandro León Velastegui y co-tutor Dr. Julio Cesar Chacón Torres quienes con su apoyo y experiencia han sido la guía durante el proceso que ha llevado al realizar esta tesis, me han brindado su tiempo necesario para que este trabajo investigativo llegue a su culminación.

Finalmente, esta meta no sería completa sin el gran aporte de conocimientos y experiencia de mis compañeros, que en este largo tiempo se convirtieron en amigos valiosos, gracias por su apoyo.

Maite García

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO.....	
DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO.....	
CAPÍTULO I.....	15
1. INTRODUCCIÓN	15
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
3. JUSTIFICACIÓN.....	18
4. OBJETIVOS.....	19
4.1 OBJETIVO GENERAL	19
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
CAPÍTULO II	20
5. MARCO TEÓRICO	20
5.1 COMPOSITOS DENTALES	20
5.1.1 Definición	20
5.1.2 Composición	20
5.1.3 Clasificación según su tamaño de partículas de relleno.....	23
5.1.4 Compositos utilizados en el estudio.....	24
5.1.4.1 Composito Filtek Z350 XT-3M ESPE.....	24
5.1.4.2 Composito Tetric N-Ceram-Ivoclar Vivadent.....	25
5.1.4.3 Composito Filtek One Bulk Fill-3M ESPE.....	27
5.1.4.4 Composito Tetric N-Ceram Bulk Fill-Ivoclar Vivadent	28

5.2 ÁCIDOS	29
5.2.1 Definición	29
5.2.2 Clasificación	29
5.2.2.1 Ácido cítrico	29
5.2.2.2 Ácido láctico	29
5.2.3 El ácido y la odontología	30
5.3 NANOTECNOLOGÍA	30
5.3.1 Espectroscopía Fotelectrónica de Rayos X.....	31
CAPÍTULO III	32
6. METODOLOGÍA	32
6.1 Tipo de investigación.....	32
6.2 Diseño de la investigación.....	32
6.3 Población de estudio y tamaño de muestra.....	32
6.4 Criterios de selección.....	34
6.5 Entorno	34
6.6 Técnicas de recolección de Datos.....	34
6.7 Método de análisis y procesamiento de datos	35
CAPÍTULO IV	43
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
7.1 Resultados.....	43
Análisis intra grupo.....	63
7.2 Discusión	70
CAPÍTULO V	73
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
Conclusiones.....	73

Recomendaciones	74
9. BIBLIOGRAFÍA.....	75
10. ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de la Población de estudio.....	33
Tabla 2. Elementos químicos encontrados en los compositos dentales.	43
Tabla 3. Concentración Química de los grupos de muestra con y sin sistema de pulido.....	44
Tabla 4. Concentración Química de los grupos de muestra según el tipo de resina con y sin sistema de pulido.....	46
Tabla 5. Análisis ANOVA por componentes en composito Bulk Fill sin sistema de pulido.	63
Tabla 6. Análisis ANOVA por componentes en composito Bulk Fill con sistema de pulido.	64
Tabla 7. Análisis ANOVA por componentes en composito Nano-Híbrido sin sistema de pulido.	66
Tabla 8. Análisis ANOVA por componentes en composito Nano-Híbrido con sistema de pulido.	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química del monómero de dimetacrilato dental de uso común Bis-GMA. ...	20
Figura 2. Estructuras químicas del Bis-EMA, UDMA, TEGDMA, AFM, DDDMA.	21
Figura 3. Proceso de fotoexcitación de electrones y detección.	31
Figura 4. Corte de la matriz de acrílico.	35
Figura 5. Matriz de acrílico con agujeros de 5mm de diámetro y 2 mm de espesor.	35
Figura 6. Matriz de acrílico finalizada.	36
Figura 7. Compositos dentales de estudio.	36
Figura 8. Etiquetación y aislamiento de la matriz con glicerina.	37
Figura 9. Colocación de los compositos dentales en la matriz de acrílico.	37
Figura 10. Fotopolimerización.	38
Figura 11. Muestras retiradas de la matriz.	38
Figura 12. Muestras de composito dental pintadas y enumeradas.	39
Figura 13. Pulido de las muestras: (A) Discos Sof-Lex (B) Puntas de silicona.	39
Figura 14. Muestras inmersas en suero fisiológico.	40
Figura 15. Exposición de muestras de composito a las soluciones ácidas.	40
Figura 16. Muestras: (A) Lavadas con agua destilada (B) Secadas con gases estériles.	41
Figura 17. Equipo XPS	42
Figura 18. Colocación de las muestras en la platina.	42
Figura 19. Análisis de las muestras de composito en el XPS.	42
Figura 20. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (C) %.	49
Figura 21. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (N) %.	50
Figura 22. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (O) %.	51
Figura 23. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (Si) %.	52
Figura 24. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (Ca) %.	53
Figura 25. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (Zr) %.	54
Figura 26. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (Ba) %.	55
Figura 27. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (Yb) %.	56
Figura 28. Resumen de los datos estadísticamente significativos.	69

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la composición química de las resinas dentales expuestas al ácido cítrico y ácido láctico.

Se llevó a cabo un estudio experimental *in vitro* en el que se evaluaron cuatro compositos agrupados en dos grupos, Grupo 1 (Nano-Híbridas): A (Filtek Z350-3M ESPE), B (Tetric N-Ceram-Ivoclar Vivadent), Grupo 2 (Bulk Fill): C (Filtek One Bulk Fill-3M ESPE) y D (Tetric N-Ceram Bulk Fill-Ivoclar Vivadent), un total de 48 muestras; distribuidas en 6 muestras pulidas (A1, B1, C1, D1) y 6 muestras no pulidas (A2, B2, C2, D2) sometidas a los ácidos y el grupo control (Co). El análisis se realizó mediante la Espectroscopía Fotoelectrónica de rayos X (XPS) y los datos obtenidos fueron procesados y analizados mediante el software "SPSS v27".

El efecto de los ácidos demostró diferencias estadísticamente significativas en los compositos sin pulido del Grupo 1, en Carbono ($p=0.000$), Nitrógeno ($p=0.003$), Oxígeno ($p=0.000$), Silicio ($p=0.000$) e Iterbio ($p=0.000$) y Carbono ($p=0.002$), Oxígeno ($p=0.000$), Silicio ($p=0.002$) e Iterbio ($p=0.002$) del Grupo 2. También, se observó que existe diferencias significativas, en los compositos pulidos del Grupo 1, en Carbono ($p=0.008$), Nitrógeno ($p=0.032$), Oxígeno ($p=0.003$), Silicio ($p=0.034$) y Carbono ($p=0.045$), Oxígeno ($p=0.005$) del Grupo 2.

Los elementos químicos fueron afectados, especialmente al ácido láctico y sin pulido, debido a sus valores de nivel de significancia ($p<0,05$), demostrando que existe una mayor variante estadísticamente significativa en Carbono (C), Nitrógeno (N), Oxígeno (O), Silicio (Si) e Iterbio (Yb), aparentemente pertenecientes a la matriz orgánica e inorgánica.

Palabras claves: Compositos dentales, composición química, ácido cítrico, ácido láctico.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the chemical composition of dental resins exposed to citric and lactic acid.

An in vitro experimental study was carried out in which four composites grouped into two groups were evaluated: Group 1 (Nano-Hybrids): A (Filtek Z350-3M ESPE), B (Tetric N-Ceram-Ivoclar Vivadent), Group 2 (Bulk Fill): C (Filtek One Bulk Fill-3M ESPE) and D (Tetric N-Ceram Bulk Fill-Ivoclar Vivadent), a total of 48 samples; distributed in 6 polished pieces (A1, B1, C1, D1) and six unpolished samples (A2, B2, C2, D2) subjected to the acids and the control group (Co). The analysis was performed by X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS), and the data obtained were processed and analyzed using "SPSS v27" software.

The effect of acids showed statistically significant differences in the unpolished composites of Group 1, in Carbon ($p=0.000$), Nitrogen ($p=0.003$), Oxygen ($p=0.000$), Silicon ($p=0.000$) and Iterbium ($p=0.000$) and Carbon ($p=0.002$), Oxygen ($p=0.000$), Silicon ($p=0.002$) and Iterbium ($p=0.002$) of Group 2. Also, it was observed that significant differences exist in the polished composites of Group 1 in Carbon ($p=0.008$), Nitrogen ($p=0.032$), Oxygen ($p=0.003$), Silicon ($p=0.034$), and Carbon ($p=0.045$), Oxygen ($p=0.005$) of Group 2.

Chemical elements were affected, especially lactic acid and unpolished, due to their significance level values ($p<0.05$), showing that there is a statistically significant higher variance in Carbon (C), Nitrogen (N), Oxygen (O), Silicon (Si) and Iterbium (Yb), apparently belonging to the organic and inorganic matrix.

Keywords: Dental Composites, chemical composition, citric acid, lactic acid.



Firmado electrónicamente por:
SOFIA FERNANDA
FREIRE
CARRILLO

Reviewed by:

Mgs. Sofía Freire
Carrillo **ENGLISH**
PROFESSOR C.C.
0604257881

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los compositos dentales son materiales de restauración directa utilizados en odontología. Estos están constituidos por una matriz orgánica, relleno inorgánico y otros componentes. Con el tiempo, los compositos dentales han ido evolucionando en sus características de color, translucidez, opacidad y resistencia, logrando asemejarse a los dientes naturales. El uso de estos biomateriales es para restaurar estructuras dentales dañadas debido a enfermedades como las caries, hipoplasias, entre otras, o lesiones como fisuras y fracturas ^(1,2). Todos los elementos microscópicos que lo conforman se combinan para formar un material macroscópico mediante el uso de la nanotecnología que mejora sus propiedades al utilizarse en dientes naturales.

La nanotecnología ha contribuido en la evolución de los biomateriales utilizados para la restauración de dientes naturales. Esta es una ciencia enfocada en el estudio, diseño y fabricación de materiales de varios tipos a nivel de escala nanométrica, es decir, una tecnología a nanoescala. Una nanoescala (nm) abarca desde 1 hasta 100 nanómetros, lo que equivale a la mil millonésima parte de un metro. En otras palabras, 1 nm es aproximadamente 10.000 veces más pequeño que el diámetro de un cabello humano. Esta nanotecnología crea materias, dispositivos o sistemas con características, propiedades y funciones únicas, como es el caso de los materiales de restauración utilizados en odontología ^(3,4).

La nano-odontología señala el camino hacia la evolución y desarrollo de la odontología del siglo XXI a través de la aplicación de la nanotecnología. En este contexto, las nanopartículas que forman parte del relleno inorgánico y matriz orgánica de los compositos dentales se encuentran a nanoescala. El uso de esta nano-odontología en los compositos dentales permite mejorar la dureza, biocompatibilidad, resistencia, estética, reducir la contracción de polimerización, es decir, mejorar las propiedades mecánicas y ópticas ⁽⁵⁻⁷⁾. Estas nanopartículas que forman parte de los biomateriales dentales pueden verse afectadas por la exposición a ácidos.

El aumento en el consumo de alimentos y bebidas ácidas tiene un gran impacto en el campo odontológico. Estas generan lesiones tanto en los dientes naturales y en los materiales de restauración, como los compositos dentales, que deben sobrevivir en este medio bucal. Por lo tanto, se considera que los ácidos cuanto mayor sea la acidez de la sustancia, mayor será el daño que pueda causar ⁽⁸⁾. Esto ha generado gran interés en el sector investigativo, representando un desafío para el sistema de salud, especialmente en odontológica.

La presente investigación científica se basa en un estudio experimental *in vitro* y de corte transversal. Se desarrollará con el objetivo de dar a conocer la composición química de los compositos dentales y evaluar si la exposición a ácido cítrico y ácido láctico produce alteraciones en los elementos químicos de los compositos dentales pulidos y no pulidos. Además, se analizará si estos cambios afectan a la composición de los compositos mediante el Espectrómetro Fotoelectrónico de rayos X (XPS).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, en el 2007, el consumo de jugos de frutas, refrescos gaseosos y deportivos alcanzó un promedio de 83 litros por persona al año, lo que equivale a un total aproximado de 552 000 millones de litros. Sin embargo, tras realizar nuevos estudios, se observó que en el año 2012 hubo un incremento en el consumo de estas bebidas, llegando a 95 litros por persona. Por otro lado, en el año 2000, Estados Unidos se registró un notable aumento del 500% con respecto a los datos anteriores. En Venezuela, según una encuesta familiar realizada en el 2005, los refrescos industrializados se perfilaban como la opción preferida para el desayuno, el almuerzo y la merienda ⁽⁹⁾. Esto implica que la ingesta de bebidas industrializadas ha experimentado un aumento desmedido en la población mundial, convirtiéndose en importante factor de riesgo para la salud bucal. De esta manera, se demuestra que no se prioriza la salud, ya que no se ha registrado una disminución en su consumo ⁽¹⁰⁾.

A nivel latinoamericano, Chile figura entre los tres países con mayor consumo de refrescos, después de México y Estados Unidos. En Ecuador, la ingesta de bebidas industrializadas ha ido en aumento, causando daño dental en un 53,14% de la población. Dentro de este porcentaje, los niños menores de 6 años muestran una prevalencia superior al 50%; y esta tendencia se mantiene en niños de 12 años ⁽¹¹⁾. En los últimos años, especialmente en países desarrollados, se ha observado un aumento en el consumo de bebidas ácidas, lo que ha llevado a un incremento en secuelas tanto en las piezas dentales como en los materiales de restauración. Cuanto mayor sea la acidez de las bebidas, mayor daño provocan ^(8,12,13). Por esta razón, teniendo en cuenta todos los problemas dentales asociados al consumo de bebidas y alimentos ácidos, este tema ya no debe ser ignorado, ya que es de suma importancia tanto para la salud en general como para la prevención de consecuencias más desfavorables ⁽¹⁴⁾.

Por lo tanto, basándose en investigaciones previas, el presente proyecto investigativo *in vitro* analizará la composición química de las resinas dentales, tanto pulidas como no pulidas, de diferentes marcas comerciales, antes y después de ser sometidas a soluciones ácidas como el cítrico y láctico mediante el XPS, lo que permitirá identificar los cambios producidos en los componentes de los compositos.

3. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación surge de la necesidad de proporcionar información eficaz y verídica sobre la composición química de los compositos dentales sometidas a soluciones ácidas, como el cítrico y el ácido láctico, antes y después de entrar en contacto con dichas soluciones mediante el uso del XPS. Esto permitirá identificar las alteraciones que se producen en los elementos constitutivos de las resinas. De esta manera, el profesional odontólogo podrá tomar decisiones basándose en evidencias. Por tal motivo, se requiere un conocimiento exhaustivo para comprender lo que causa estos problemas y cuál es el procedimiento más efectivo para resolverlos, además de proporcionar información precisa de materiales y tratamientos que mejoren la salud bucal de los pacientes. Asimismo, permitirá abordar futuras preguntas, investigaciones o problemáticas que puedan surgir en el campo de la odontológica, cumpliendo así con las expectativas tanto de los profesionales de salud como de los pacientes.

La población beneficiada directamente por la realización de este estudio incluye a docentes y estudiantes de la carrera de odontología de la Universidad Nacional de Chimborazo, específicamente aquellos que realizan prácticas y atienden a pacientes, así como a profesionales odontólogos que, a través de la difusión de esta investigación, obtendrán un conocimiento más profundo sobre los compositos dentales.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la composición química de las resinas dentales expuestas a ácido cítrico y ácido láctico.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la composición química de los compositos dentales mediante el XPS, con y sin sistema de pulido.
- Interpretar las alteraciones que se producen en los elementos químicos constitutivos de los compositos antes y después de la exposición a ácido cítrico y ácido láctico.
- Diferenciar los componentes químicos que se pierden dentro de la formación de los grupos de compositos dentales con y sin pulido, tras ser sometidos a ácido cítrico y ácido láctico.
- Determinar estadísticamente las variaciones de los elementos químicos producidos en los compositos dentales.

CAPÍTULO II

5. MARCO TEÓRICO

5.1 COMPOSITOS DENTALES

5.1.1 Definición

Es un material sintético utilizado en odontología, constituido por varios elementos que han ido evolucionando, brindando compositos más fuertes y con mejores características de color, opacidad y translucidez, permitiendo asemejarse en lo posible a los dientes naturales ⁽¹⁾. Consiste en una matriz polimérica reforzada, relleno inorgánico, agente de unión, sistema acelerador-iniciador, pigmentos e inhibidores de la polimerización; además, su desempeño dependerá de la adecuada polimerización que tenga el componente resinoso. ^(15,16).

5.1.2 Composición

- **Matriz orgánica.** Constituida por monómeros dimetacrilatos aromáticos o alifáticos que se utilizan ampliamente en los compositos dentales ⁽¹⁵⁾. El monómero más utilizado es el Bis-GMA (Bisfenol A Glicidil Metacrilato) (**Fig. 1**), el cual se caracteriza por tener un mayor peso molecular, lo que reduce su contracción durante el proceso de polimerización. Además, presenta baja volatilidad y difusión en los tejidos. Por tal razón., el Bis-GMA, debido a esta característica limitante puede aumentar la pegajosidad y viscosidad, lo que compromete su manipulación ⁽¹⁷⁾.

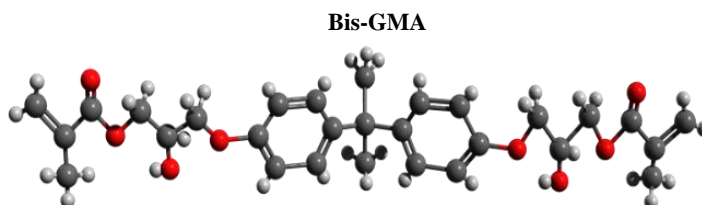


Figura 1. Estructura química del monómero de dimetacrilato dental de uso común Bis-GMA.

Sin embargo, para superar estas limitaciones, el monómero Bis-GMA se combina con otros monómeros de menor peso molecular, como el Bis-EMA (Bisfenol A Diglicidil Metacrilato Etoxilado), UDMA (Dimetacrilato de Uretano), TEGDMA (Dimetacrilato de Trietilenglicol), AFM (Monómero de Adición-Fragmentación), AUDMA (Dimetacrilato de Uretano Aromático), DDDMA (Dodecametilenglicol) y otros (**Fig. 2**). Estos monómeros, gracias a su menor peso molecular, contribuyen a regular la viscosidad del compuesto (baja viscosidad) (15,18,19).

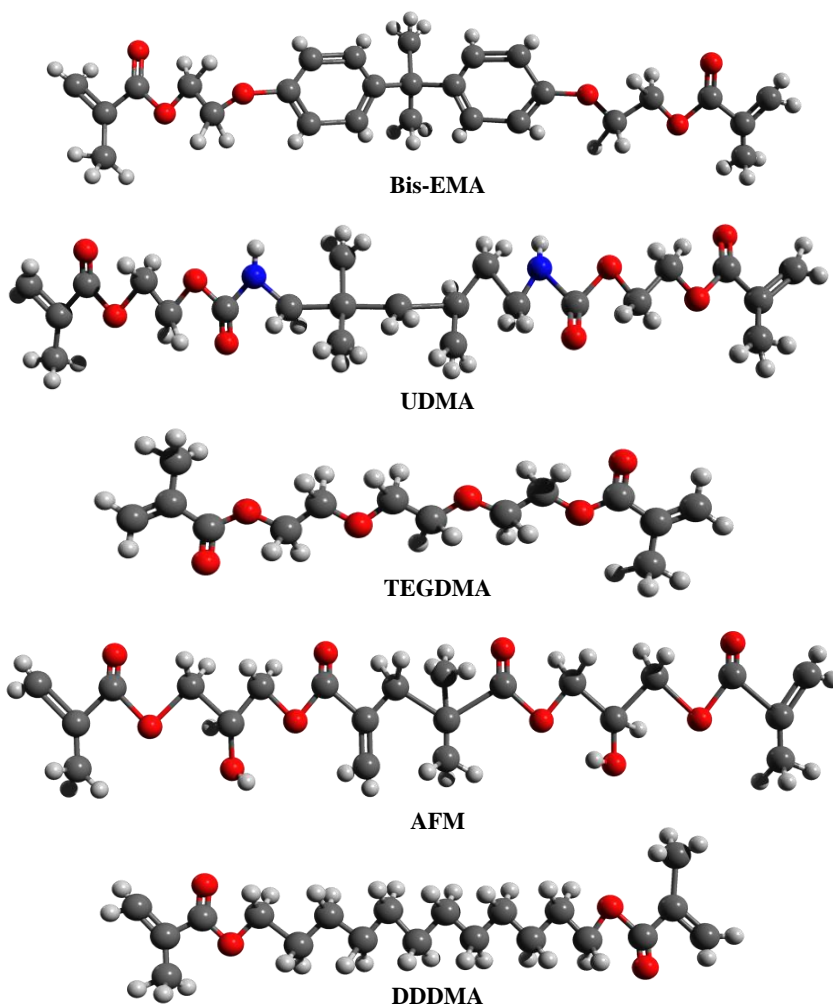


Figura 2. Estructuras químicas del Bis-EMA, UDMA, TEGDMA, AFM, DDDMA.

- **Relleno inorgánico.** Constituido por partículas de sílice coloidal, cuarzo, vidrio de sílice contenido de bario, zirconio y estroncio. Estas partículas se obtienen en varios tamaños aproximadamente alrededor de 0,05 μm , mediante diferentes procesos como trituración, pulverización, molido, pirolíticos (quemado) o precipitación (1,17,18).

El relleno inorgánico proporciona estabilidad dimensional a la matriz orgánica o resinosa. Es importante destacar que a medida que se incremente la cantidad de relleno inorgánico a la matriz, la contracción durante la polimerización disminuye, lo que resulta en una menor filtración marginal y una mejora en las propiedades de la resina. Además, la adición del relleno a la matriz contribuye a reducir el coeficiente de expansión térmica y la sorción acuosa, lo que a su vez aumenta la compresión, la resistencia a la tracción, la resistencia a la abrasión y el módulo de elasticidad ^(1,17).

- **Agente de unión o acoplamiento.** Formado por silano, que presenta una molécula bifuncional (en un extremo el grupo silano: Si-OH y en el otro el grupo metacrilato C=C), que es el responsable de la unión entre las partículas inorgánicas y la matriz orgánica. La ausencia de este agente hace imposible la unión, ya que son moléculas de naturaleza química diferente ^(17,18).

El silano mejora tanto las propiedades mecánicas como físicas del composito dental, ya que transfiere las tensiones que se producen en la matriz orgánica, que se deforma fácilmente, a la fase más rígida, que es el relleno inorgánico. Además, los agentes de unión evitan la introducción de agua en la interfase entre la matriz y las partículas de relleno, lo que resulta en una mayor estabilidad hidrolítica ^(1,17).

- **Sistema acelerador-iniciador.** Involucra a los componentes en la reacción del proceso de polimerización. Es decir, para que se produzca el proceso de polimerización de los monómeros de los compositos dentales, se requiere la intervención de un estímulo externo y la participación de radicales libres ^(17,18).

La polimerización de los compositos fotopolimerizables se logra mediante la energía de luz visible que activa el iniciador (canforoquinonas, diquetonas o lucerinas). Por lo tanto, es importante que la longitud de onda entre el composito dental y la fuente de luz esté entre 420 y 500 nm en el espectro de luz visible. Por otro lado, el estímulo externo que actúa en la polimerización de las resinas autopolimerizables proviene de la mezcla de 2 pastas. La primera es un activador químico llamado amina terciaria aromática “dihidroxietil-p-toluidina” y la segunda es el iniciador conocido como peróxido de benzoílo ^(1,17,18).

- **Pigmentos.** Ayudan a obtener un color parecido o similar al de los dientes. Esto se debe a los óxidos metálicos, siendo los más usados el óxido de aluminio o el dióxido de titanio. La intensidad del color depende de la cantidad de este componente utilizado. Es decir, el esmalte, al ser un tejido translúcido, requiere una menor cantidad de óxidos para su pigmentación, mientras la dentina, al ser un tejido opaco, necesita una mayor cantidad de óxidos ^(1,17).

- **Inhibidores de la polimerización.** Permiten aumentar el tiempo de trabajo, la durabilidad del color y la prolongación de la vida de almacenamiento. Esto se logra gracias a la benzoquinona y éter mono-metílico de hidroquinona ^(1,17).

5.1.3 Clasificación según su tamaño de partículas de relleno

- **Macropartículas, macrorelleno o convencionales:** presentan partículas de cuarzo y vidrio de gran tamaño que oscilan entre 10 a 50 μm . Sin embargo, debido a sus deficientes características clínicas, como la mayor susceptibilidad a la pigmentación, la baja capacidad de brillo superficial, la mayor rugosidad en la superficie y la generación de grandes desgastes en el diente antagonista, hoy en día este material no se utiliza. ^(1,2,17).

- **Micropartículas o microrrelleno:** son compositos de fotocurado que contienen partículas inorgánicas de sílice coloidal, con un tamaño de partícula que varía de 40 a 50 nm. Gracias a su tamaño, estos compositos dentales son estéticos, ya que proporcionan un buen pulido, un brillo superficial adecuado y son apropiadas para restaurar dientes en el sector anterior. No se recomiendan para su uso en piezas posteriores, como los molares, debido a sus propiedades físicas y mecánicas inferiores ^(1,2,17).

- **Híbridas:** son una mezcla de partículas de macrorelleno y microrrelleno con un tamaño promedio de 10 a 50 μm (partículas de relleno fino de vidrio más partículas de relleno microfino de sílice coloidal). Estas mezclas brindan propiedades mecánicas mejoradas, un pulido más efectivo, una menor contracción durante la polimerización, una mayor resistencia a la fractura, una excelente estabilidad de color, una baja absorción de agua y un coeficiente de expansión térmica similar al del tejido dentario. Sin embargo, muestran una pérdida de brillo. Además,

pueden ser utilizadas tanto en piezas dentarias anteriores como posteriores, así como en la reparación de porcelanas. ^(1,2,17).

- **Microhíbridas:** contienen partículas de relleno fino de vidrio de 0,6 a 1 μm y partículas de sílice coloidal de 0,04 μm de tamaño. Esto permite una alta resistencia al desgaste, un buen pulido y una mayor variedad de tonos de color para esmalte y dentina. Sin embargo, presentan baja rigidez y una mayor contracción a la polimerización. Se utiliza en piezas dentarias anteriores y posteriores ⁽¹⁾.

- **Nanorelleno o nanopartículas:** presentan partículas inorgánicas de vidrio de sílice con contenido de zirconio de muy pequeño tamaño ($< 10 \text{ nm}$, equivalente a 0,01 μm). El relleno se dispone de manera individual o agrupados en nanoclusters de aproximadamente 75 nm de tamaño. Esto proporciona propiedades de una mejor estética por el pulido, retención de brillo, alta translucidez y resistencia al desgaste, similares a los compositos híbridos. Se utilizan tanto en el sector anterior como posterior ^(1,2).

- **Nanohíbridas:** contienen partículas de vidrio con un tamaño entre 0,6 a 1 μm , además de nanopartículas esféricas de zirconio y trifluoruro de iterbio de 5 a 100 nm. Esto proporciona una excelente consistencia, estética, alta resistencia y pulido, estabilidad de color y alta translucidez, lo que las hace ideales para su uso en la actualidad. Se emplean en el sector anterior y posterior, en restauraciones directas e indirectas, así como en carillas inlays – onlays ⁽¹⁾.

5.1.4 Compositos utilizados en el estudio

5.1.4.1 Composito Filtek Z350 XT-3M ESPE

- Descripción del producto

Composito nanohíbrido que se activa mediante luz visible, con una presentación en jeringa disponible en varios tonos para esmalte, dentina, translúcidos y cuerpo; además, son radiopacos. Presenta propiedades físicas, como alta retención del pulido (durabilidad del brillo en el

material), gracias al tamaño de sus partículas (100% nanométricas), alta resistencia a la fractura y desgaste, resistencia a la compresión, a la tensión y a la flexión (rigidez del material), fácil manipulación y fluorescencia más natural, lo que permite una excelente estética ⁽²⁰⁻²²⁾.

- Composición

La matriz orgánica de la resina está compuesta por monómeros Bis-GMA, TEGDMA, UDMA y Bis-EMA. Además, este material es una combinación de un relleno inorgánico con partículas de sílice no agregadas/no aglomeradas con un tamaño de 20 nm, relleno de zirconio de 4 a 11 nm no agregado/no aglomerado y también un relleno clúster agrupado de sílice/zirconio compuesto con partículas de 20 nm de sílice y de 4 a 11 nm de zirconio. La carga de relleno inorgánico para tonos translúcidos es aproximadamente un 72,5% en peso (55,6% en volumen), y para los demás tonos es de aproximadamente un 78,5% en peso (63,3% en volumen) ^(20,22).

- Indicaciones

Se utiliza en restauraciones directas en sectores anteriores, posteriores y oclusales, restauraciones indirectas como carillas, inlays y onlays. También se utiliza para ferulización y en reconstrucciones de muñones. Además, se puede emplear con la técnica incremental ^(20,21).

- Instrucciones de uso

Los tiempos de Polimerización de opacidades de esmalte, cuerpo y translúcidos se aplica capas de 1.5 a 2.0 mm durante 20 seg y las de opacidad de dentina con el mismo tamaño de capas de 1.5 a 2.0 mm, pero durante 30 seg ⁽²¹⁾.

5.1.4.2 Composito Tetric N-Ceram-Ivoclar Vivadent

- Descripción del producto

Es un composito nanohíbrido que se activa por luz visible (fotopolimerizable) y es radiopaco. Su presentación es en jeringa con diversos tonos para dentina, esmalte, esmalte altamente translúcido y color bleach altamente translúcido. Cuenta con propiedades: que incluyen la reducción del riesgo de producción de burbujas de aire y un efecto camaleónico (integración natural con la estructura dental) debido a su bajo valor de translucidez del 11-12,5 %. Ofrece una excelente manipulación, lo que ahorra tiempo y proporciona resultados estéticos ^(23,24).

- Composición

Constituido por dimetacrilatos Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Bis-EMA (19 a 20 % de peso). Contiene rellenos de vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, dióxido de silicio (80 a 81% en peso). En total, los rellenos inorgánicos presentan aproximadamente el 55 a 57% de volumen. Además, debido al tamaño de sus partículas (nanopartículas), se basa en la tecnología de relleno nano-optimizada, responsable de su característica principal, el efecto camaleón. Esto permite que los materiales sean utilizados como "compositos universales" y se apliquen directamente ^(24,25).

- Indicaciones

Indicada para restauraciones directas tanto en los sectores anteriores como posteriores, carillas directas, restauraciones clase I y V, restauraciones de dientes temporales, ferulización por movilidad dentaria, reparaciones de carillas de cerámica y composito ⁽²⁴⁾.

- Instrucciones de uso

El tiempo de polimerización de este tipo de resinas ya sea en los colores de esmalte, esmalte altamente translúcido y color bleach se aplica en capas de 2 mm y en el tono dentina se aplica en capas de tamaño de 1.5 mm; todas durante 10 seg con una potencia mayor o igual a 1,000 mW/cm² o en 20 seg a una potencia mayor o igual de 500mW/cm ⁽²⁴⁾.

5.1.4.3 Composito Filtek One Bulk Fill-3M ESPE

- Descripción del producto

Es un composito nano-híbrido que se activa mediante luz visible y proporciona propiedades de mayor durabilidad, bajo desgaste, excelente resistencia, estética, facilidad de manejo y pulido. Presenta varios tonos de color (A1, A2, A3, B1 y C2) y alta radiopacidad en sus tonos ^(26,27).

- Composición

Contiene AFM, UDMA, AUDMA, y DDDMA, que actúan juntos para reducir o aliviar el estrés de la polimerización (26,28). También incluye relleno de sílice (no aglomerado/no agregado de 20 nm), relleno de zirconia (no aglomerado/no agregado de 4 a 11 nm) y un relleno de clúster o agrupado de zirconia/sílice (zirconia de 4 a 11 nm y sílice de 20 nm), además un relleno de trifloruro de iterbio. El relleno inorgánico representa aproximadamente el 76.5% de peso (58.5% por volumen) ^(26,27).

- Indicaciones

Indicado en restauraciones anteriores y posteriores directas incluyendo caras oclusales, reconstrucción de muñones, como base o liner bajo restauraciones directas, ferulización, restauraciones indirectas (inlays, onlays y carillas), restauraciones de dientes temporales, sellante de fosas y fisuras en premolares y molares, reparación de daños en restauraciones de esmalte, porcelana y temporales ^(26,29).

- Instrucciones de uso

Para restauraciones directas de clase II y reconstrucción de muñones una profundidad de 5mm durante 10 seg. por superficie con una intensidad de 1000 mW/cm² o mayor y 20 seg. para lámparas de 550-1000 mW/cm² por caras. De 4mm de profundidad por 40 seg. (550-1000 mW/cm²) para todas las indicaciones excepto las anteriores mencionadas y 20 seg. (≥ 1000

mW/cm²). Para restauraciones clase I en piezas anteriores o poco profundas de ≤ 3 mm de profundidad por 20 seg (550-1000 mW/cm²) y 10 seg (≥ 1000 mW/cm²).^(26,29)

5.1.4.4 Composito Tetric N-Ceram Bulk Fill-Ivoclar Vivadent

- Descripción del producto

Composito dental nanohíbrida radiopaca fotopolimerizable, disponible en tres colores: IVA, IVB e IVW. Brinda bajo estrés de contracción durante la polimerización, excelentes resultados estéticos. El potenciador de fotopolimerización es el Ivocerín, quien asegura la polimerización total de la obturación^(30,31).

- Composición

Está constituida por dimetracrilatos (Bis-GMA, UDMA y Bis-EMA) que representa el 19-21% de peso. Además, contienen rellenos inorgánicos de vidrio de bario, aluminio y cristales de silicato, prepolímero, trifluoruro de iterbio y oxido mixto que representa un total de 75-77% en peso (volumen 53-55%)^(29,30).

- Indicaciones

Se utiliza en restauraciones directas clase I y II en el sector posterior, dientes temporales, restauraciones anteriores de clase V, reconstructor de muñones y sellador de fisuras profundas en región posterior^(29,30).

- Instrucciones de uso

Se coloca en capas de hasta 4 mm de profundidad durante 10 seg. (≥ 1.000 mW/cm²) y 20 seg. (≥ 500 mW/cm²)^(30,31).

5.2 ÁCIDOS

5.2.1 Definición

Los ácidos orgánicos o carboxílicos son compuestos naturales que se encuentran en su forma original o derivados como amidas, ésteres y anhídridos, se producen a partir del proceso de catabolismo de aminoácidos. Los ácidos orgánicos se encuentran en varios tipos de alimentos y bebidas, lo que beneficia la función de los antioxidantes para controlar los radicales libres ^(32,33).

5.2.2 Clasificación

Los ácidos se clasifican primordialmente en ácidos cítrico, acético, láctico, clorhídrico, oxálico, tartárico, succínico, málico, fórmico, propiónico, butírico, caprílico ⁽³³⁾.

5.2.2.1 Ácido cítrico

Es un ácido carboxílico natural que se utiliza ampliamente en áreas como la alimentación, productos farmacológicos, cosméticos, entre otros. Además, por ser un ácido orgánico natural, se encuentra en casi todos los tejidos animales y vegetales, manifestándose como un ácido de frutas: en el limón, lima, toronja, mandarina, naranja, ciruela, piña, guisantes, durazno, así como en los músculos, huesos y sangre de animales ⁽³²⁾.

5.2.2.2 Ácido láctico

El ácido láctico es el ácido hidroxicarboxílico natural más sencillo, con un átomo de carbono asimétrico. El ácido láctico (LA) es identificado y considerado seguro, por la Administración de Alimentos y Medicamentos. Se encuentra en yogures, leches, vinos, cervezas, salsas, entre otros productos. El ácido láctico (C₃H₆O₃) se produce principalmente en un 90 % mediante la fermentación utilizando bacterias y hongos seleccionados, ya que este proceso puede generar isómeros de ácido láctico de forma individual ^(34,35).

5.2.3 El ácido y la odontología

El aumento en el consumo de bebidas y alimentos ácidos tiene un gran impacto en el área odontológica, provocando desgaste ya sea a nivel dentario o en los materiales dentales, como los compositos dentales, ionómeros, entre otros. Por esta razón, se considera que, a mayor acidez en el líquido, mayor daño se produce ⁽⁸⁾. Además, el tiempo de contacto que existe entre el diente o material dental y el elemento atacante (alimentos o bebidas ácidas), así como los valores de pH de los alimentos y del flujo de saliva, influyen en el daño a las estructuras ⁽³⁶⁾.

El ácido cítrico se encuentra en los alimentos ácidos como las bebidas (jugo de frutas, té, refrescos, bebidas energizantes y deportivas), frutas (naranjas, limones, mandarinas, toronja, lima, piña, uvas, guayaba, maracuyá, ciruelas), verduras (pepinillos, tomatillos, tomate, col blanca) y otros productos como los dulces ácidos. El ácido láctico está presente en todos los tipos de leche, yogurt, entre otros alimentos ^(32,36,37).

5.3 NANOTECNOLOGÍA

La nanotecnología es una rama de la ciencia que está encaminada en el estudio, diseño y fabricación de materiales de varios tipos a nivel de escala nanométrica (una escala que cubre de 1 a 100 nanómetros). A través de la nanotecnología se pueden crear materias, dispositivos o sistemas con características, propiedades y funciones únicas; con constituyentes a nanoescala que brindan dichas propiedades. La nanoescala (nm) se define como una mil millonésima parte de un metro, en otras palabras, 1 nm es 10.000 veces más pequeño que el diámetro de un cabello del ser humano ^(3,4).

La composición química de los compositos son una parte importante para el desarrollo de mejores y nuevos materiales dentales en calidad y rendimiento. Para ello, se puede aplicar diferentes técnicas o equipos que ayuden a dar un resultado como la Espectroscopía Fotoelectrónica de Rayos X (XPS), Espectroscopía Raman, Espectroscopía Infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), otras. ^(3,38)

5.3.1 Espectroscopía Fotoelectrónica de Rayos X

La Espectroscopía Fotoelectrónica de Rayos X (XPS) analiza la composición química exacta de superficies tanto cuantitativas como cualitativas, la unión exacta de los elementos y además el estado químico de los mismos en la superficie de un material, mediante la irradiación de un haz primario de rayos X blandos monoenergéticos con un sólido (muestra) y el análisis de la energía de los electrones detectados. Esto lleva a la excitación y posterior la expulsión de electrones de baja energía que son el resultado de la fotoionización de los átomos, moléculas o iones que se encuentra en la muestra^(3,38,39). El proceso de fotoexcitación de electrones y detección se lleva a cabo en tres pasos descritos en la siguiente figura. (**Fig. 3**)

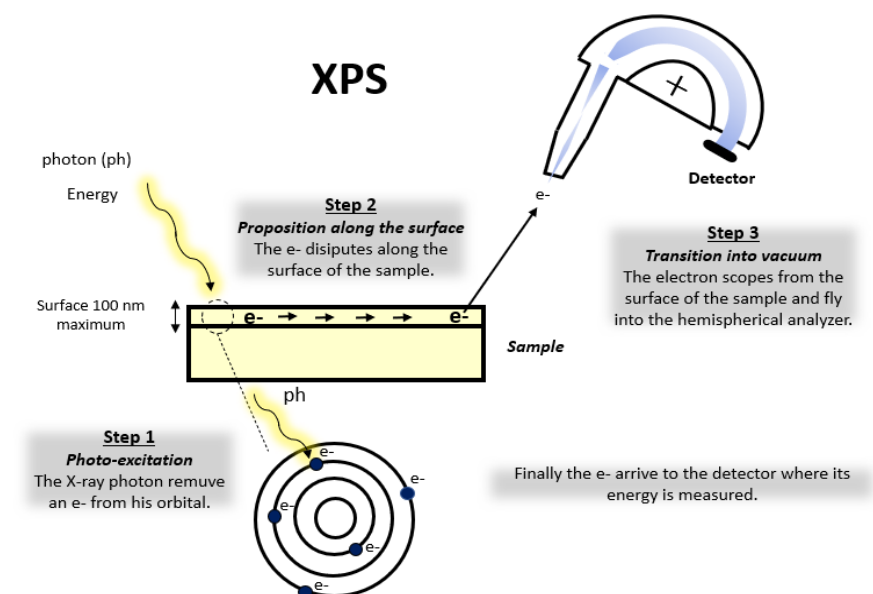


Figura 3. Proceso de fotoexcitación de electrones y detección.

CAPÍTULO III

6. METODOLOGÍA

6.1 Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo experimental, prospectivo, analítico y de corte transversal.

6.2 Diseño de la investigación

Experimental *in vitro*.

6.3 Población de estudio y tamaño de muestra

La población de estudio del presente proyecto de investigación se realizó por un muestreo no probabilístico.

La investigación estuvo constituida por un total de 48 muestras elaboradas con cuatro compositos dentales, Grupo 1 (Nano-Híbridas): A (Filtek Z350-3M ESPE), B (Tetric N-Ceram-Ivoclar Vivadent), Grupo 2 (Bulk Fill): C (Filtek One Bulk Fill-3M ESPE) y D (Tetric N-Ceram Bulk Fill-Ivoclar Vivadent), distribuidas en 12 muestras de cada tipo de composito subdivididas en 6 muestras pulidas (A1, B1, C1, D1) y 6 muestras no pulidas (A2, B2, C2, D2), siendo las dos primeras muestras de cada sistema de pulido (1, 2, 7, 8) del Grupo control (Co), las cuatro siguientes (3, 4, 9, 10) del grupo Ácido Cítrico (Ci) y las cuatro últimas (5, 6, 11, 12) del grupo Ácido Láctico (La). Estas muestras se fabricaron en forma de disco con un espesor de 2mm y un diámetro de 5mm de diámetro ⁽⁴⁰⁾. Posteriormente, fueron expuestas a una solución de ácido cítrico al 10% ^(41,42) y láctico al 88% ^(43,44), durante 24 horas. Se evaluó mediante el equipo XPS (ULVAC-PHI.INC) si existe o no alguna alteración en la composición química al ser sometidas a los diferentes ácidos.

Las 48 muestras fueron agrupadas de la siguiente manera:

Tabla 1. Distribución de la Población de estudio

GRUPO 1 (Nano Híbrida)	A (Filtek Z350) 3M ESPE	1 (Con sistema de pulido)	Co (Grupo Control)	1-2
			Ci (Grupo Cítrico)	3-4
			La (Grupo Láctico)	5-6
		2 (Sin sistema de pulido)	Co (Grupo Control)	7-8
			Ci (Grupo Cítrico)	9-10
			La (Grupo Láctico)	11-12
	B (Tetric N-Ceram) Ivoclar Vivadent	1 (Con sistema de pulido)	Co (Grupo Control)	1-2
			Ci (Grupo Cítrico)	3-4
			La (Grupo Láctico)	5-6
		2 (Sin sistema de pulido)	Co (Grupo Control)	7-8
			Ci (Grupo Cítrico)	9-10
			La (Grupo Láctico)	11-12
GRUPO 2 (Bulk Fill)	C (Filtek One Bulk Fill) 3M ESPE	1 (Con sistema de pulido)	Co (Grupo Control)	1-2
			Ci (Grupo Cítrico)	3-4
			La (Grupo Láctico)	5-6
		2 (Sin sistema de pulido)	Co (Grupo Control)	7-8
			Ci (Grupo Cítrico)	9-10
			La (Grupo Láctico)	11-12
	D (Tetric N-Ceram Bulk Fill) Ivoclar Vivadent	1 (Con sistema de pulido)	Co (Grupo Control)	1-2
			Ci (Grupo Cítrico)	3-4
			La (Grupo Láctico)	5-6
		2 (Sin sistema de pulido)	Co (Grupo Control)	7-8
			Ci (Grupo Cítrico)	9-10
			La (Grupo Láctico)	11-12

6.4 Criterios de selección

- Muestras de compositos dentales que formaran parte del estudio deben cumplir con las medidas establecidas de 2 mm de espesor y 5 mm de diámetro.
- Las muestras seleccionadas deberán ser pulidas después de 24 horas de su fotopolimerización.
- Las muestras de compositos dentales pulidas no deberán presentar irregularidades ni burbujas.
- Muestras elaboradas con composito dental seleccionadas para el estudio: Filtek Z350 (3M ESPE); Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent); Filtek One Bulk Fill (3M ESPE) y Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).
- Muestras de compositos expuestas al ácido cítrico y ácido láctico.

6.5 Entorno

Las muestras se elaboraron en el Laboratorio de Biomateriales de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) (**Anexo 1**), y la observación de las muestras de compositos dentales, en el XPS en la “Universidad Yachay Tech”, Escuela de Ciencias Físicas y Nanotecnología, Laboratorio de análisis de muestras y espectrometría. CONVENIO: “Carta de intención o compromiso de cooperación para el desarrollo de investigación entre la Universidad Nacional de Chimborazo y la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay”. (**Anexo 2**)

6.6 Técnicas de recolección de Datos

La técnica de recolección de datos obtenidos del XPS, fue mediante observación, utilizando como instrumento hoja de cálculo de Microsoft Excel, la cual identifica a que muestra pertenece y nos da la concentración atómica por elemento químico reconocido en los compositos, determinando una medida de porcentaje; además, se encuentra dividido en diferentes hojas de cálculo por Grupo control, Ácido cítrico y Ácido láctico. (**Anexo 3**)

6.7 Método de análisis y procesamiento de datos

Elaboración de la matriz deacrílico:

Las muestras se obtuvieron a partir de una matriz deacrílico con forma rectangular de 13 cm de largo por 8,5 cm de ancho, la cual fue adquirida en “Trofeos y Grabaciones Valencia” en la ciudad de Ambato. (Fig. 4)

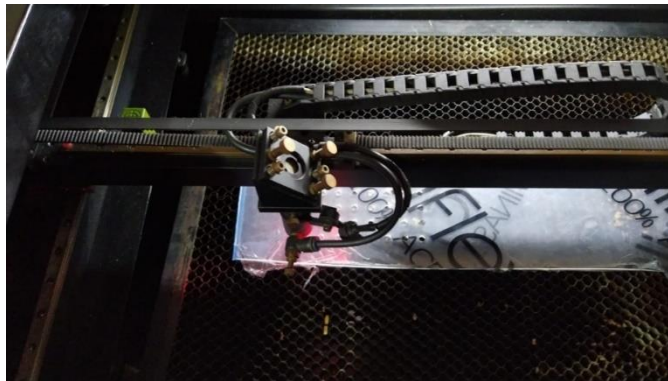


Figura 4. Corte de la matriz deacrílico.

Posteriormente, se realizó la perforación con una fresa especializada para obtener agujeros de igual tamaño, de 2 mm de espesor y 5 mm de diámetro. (Fig. 5, 6)

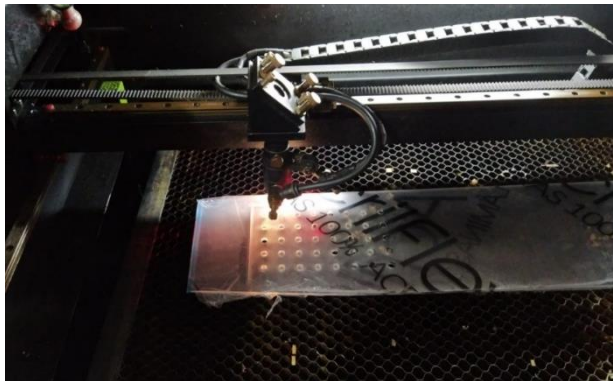


Figura 5. Matriz deacrílico con agujeros de 5mm de diámetro y 2 mm de espesor.



Figura 6. Matriz de acrílico finalizada.

Elaboración de los discos de composite dental:

La obtención de las muestras de composite dental, se utilizó dos marcas diferentes, ambas con características similares, como ser fotopolimerizables, nano-híbridas, radiopacas, de fácil manipulación. Estos composites fueron los siguientes: Filtek Z350, Filtek One Bulk Fill de la casa comercial 3M ESPE y Tetric N-Ceram, Tetric N-Ceram Bulk Fill de Ivoclar Vivadent. Los discos de composite se confeccionaron siguiendo las instrucciones proporcionadas por cada casa comercial, tanto 3M ESPE como Ivoclar Vivadent. (**Fig. 7**)



Figura 7. Compositos dentales de estudio.

Antes de colocar el composito dental en los agujeros de la matriz de acrílico, se etiquetó y aisló cada agujero con glicerina para facilitar la extracción de los discos y evitar la posible fractura del material. (**Fig. 8**)

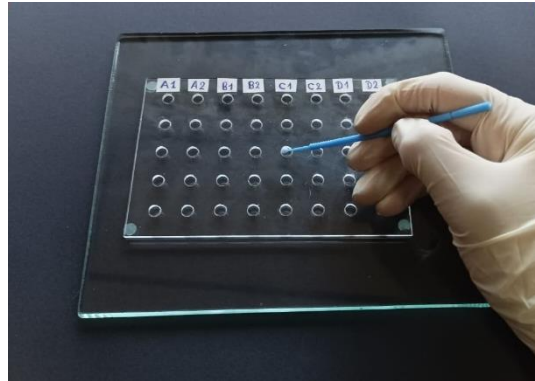


Figura 8. Etiquetación y aislamiento de la matriz con glicerina.

Para la aplicación del composito dental, la matriz de acrílico se colocó sobre una loseta de vidrio para proporcionar un mejor soporte al aplicar el material. Este proceso se realizó con ayuda de un gutaperchero. (**Fig. 9**)



Figura 9. Colocación de los compositos dentales en la matriz de acrílico.

Se procedió a fotopolimerizar las muestras de composito utilizando la lámpara LED “Bluephase N” durante 20 segundos, manteniendo la lámpara lo más cerca posible de cada cuerpo. (**Fig. 10**)

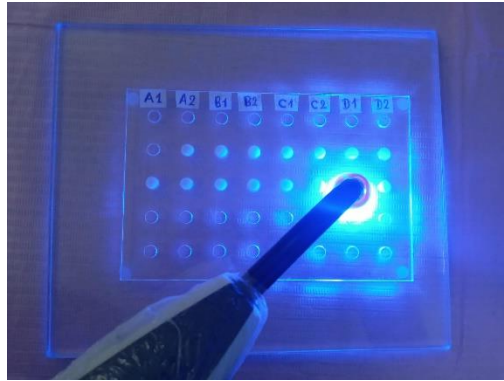


Figura 10. Fotopolimerización.

Para retirar las muestras de composito, se aplicó una ligera presión con el gutaperchero en la cara que no se analizará, aprovechando el aislamiento previo de cada agujero de la matriz. **(Fig. 11)**



Figura 11. Muestras retiradas de la matriz.

Se pintaron las superficies de las muestras de un solo lado con esmalte de uñas de diferentes colores (celestes para el composito Filtek Z350-3M ESPE, rosado para el composito Tetric N-Ceram-Ivoclar Vivadent, café para el composito Filtek One Bulk Fill-3M ESPE y anaranjado para el composito Tetric N-Ceram Bulk Fill-Ivoclar Vivadent) para diferenciarlos. Luego, se enumeró las muestras para llevar un registro de la evolución individual de cada una. **(Fig. 12)**



Figura 12. Muestras de composito dental pintadas y enumeradas.

Tras esperar 24 horas para asegurar una adecuada fotopolimerización, se procedió al pulido de las superficies de las muestras utilizando discos Sof-Lex y puntas de silicona, según las indicaciones de la casa comercial y empleando un micromotor de baja velocidad. **(Fig. 13)**

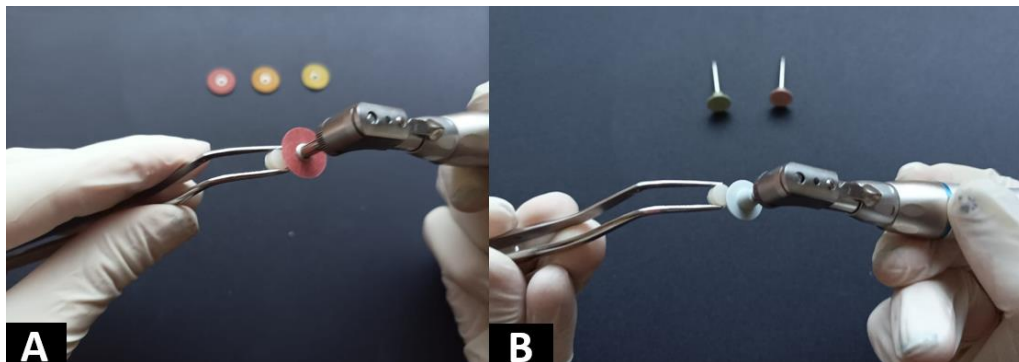


Figura 13. Pulido de las muestras: **(A)** Discos Sof-Lex **(B)** Puntas de silicona.

Después, se colocaron las muestras en recipientes con suero fisiológico durante 12 horas para mantener un ambiente húmedo similar al de la cavidad bucal y evitar la deshidratación. **(Fig. 14)**



Figura 14. Muestras inmersas en suero fisiológico.

Obtención de los ácidos cítrico y láctico

Las soluciones se obtuvieron a partir de los compuestos ácidos (aditivos) que encontramos en los productos de la dieta diaria. Se colocaron las sustancias ácidas utilizando una jeringa y se vertieron los líquidos en recipientes de vidrio previamente etiquetados para cada grupo de composito dental. Se colocaron 4 muestras de estudio de cada tipo de composito, las cuales permanecieron sumergidas durante 24 horas en los líquidos ácidos seleccionados. (**Fig. 15**)



Figura 15. Exposición de muestras de composito a las soluciones ácidas.

Una vez completado el tiempo de inmersión de las muestras en los respectivos ácidos, se retiraron de los recipientes de vidrio, se lavaron con agua destilada a chorro por 30 segundos y se secaron con gasas estériles. (Fig. 16)

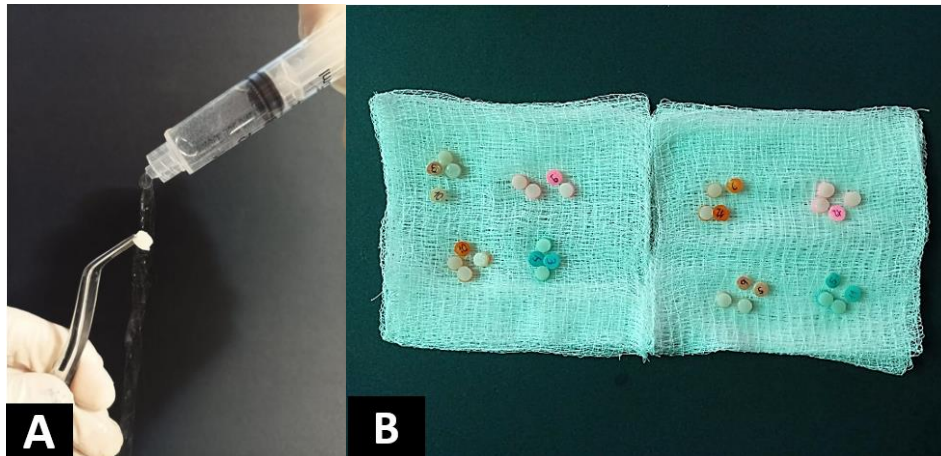


Figura 16. Muestras: (A) Lavadas con agua destilada (B) Secadas con gasas estériles.

Análisis de las muestras

Posteriormente de los tratamientos con las soluciones ácidas, se realizó el análisis de las 48 muestras de composito dental mediante el XPS, marca (ULVAC-PHI, INC), modelo (VersaProbe III w/AES), con una potencia eléctrica de 24.6W, angulación del analizador de fuente (45.0°), fuente de rayos X (Al 1486.6 eV monocromática) y un diámetro de haz de rayos X (100.0 μm) permitiendo analizar la composición química existentes en las muestras. Se colocó las muestras en la platina del equipo sobre una cinta de carbono para posteriormente recolectar los datos. Los datos obtenidos fueron procesados y analizados mediante el software “SPSS v27”, adquiriendo resultados estadísticos. (Fig. 17, 18, 19)



Figura 17. Equipo XPS



Figura 18. Colocación de las muestras en la platina.



Figura 19. Análisis de las muestras de compuesto en el XPS.

CAPÍTULO IV

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Resultados

Tabla 2. Elementos químicos encontrados en los compositos dentales.

Compositos	Tipo de Composito	Elementos Químicos
Grupo A (Filtek Z350)	Nano-Híbrida	Carbono (C)
Grupo B (Tetric N-Ceram)		Nitrógeno (N)
Grupo C (Filtek One Bulk Fill)	Bulk Fill	Oxígeno (O)
Grupo D (Tetric N-Ceram Bulk Fill)		Silicio (Si)
		Calcio (Ca)
		Zirconio (Zr)
		Bario (Ba)
		Iterbio (Yb)

Fuente: Análisis de Espectroscopía Fotoelectrónica de Rayos X

Análisis:

Los resultados mostraron la presencia de 8 elementos químicos: C (carbono), N (nitrógeno), O (oxígeno), Si (silicio), Ca (calcio), Zr (zirconio), Ba (bario) e Yb (iterbio) en los cuatro compositos dentales: Filtek Z350, Tetric N-Ceram, Filtek One Bulk Fill y Tetric N-Ceram Bulk Fill agrupados en dos tipos de resinas Nano Híbrida y Bulk Fill utilizados en el estudio, a excepción del Ba que no se encontró en el grupo Bulk Fill.

Tabla 3. Concentración Química de los grupos de muestra con y sin sistema de pulido.

Grupo		Estadísticos Sin sistema de pulido					Estadísticos Con sistema de pulido				
		Media	Mínimo	Máximo	Mediana	Desviación estándar	Media	Mínimo	Máximo	Mediana	Desviación estándar
Control	C (%)	69.35	67.97	70.65	69.3	0.95	67.21	58.24	73.09	69.23	5.85
	N (%)	1.97	0.75	2.84	1.96	0.69	2.33	1.63	2.84	2.34	0.45
	O (%)	21.4	19.83	23.65	21.32	1.17	23.75	20.09	27.02	23.42	2.64
	Si (%)	4.74	2.7	5.98	4.91	1.24	4.62	2.86	7.77	3.95	1.85
	Ca (%)	0.25	0	0.71	0.13	0.31	0.49	0.25	0.91	0.44	0.23
	Zr (%)	1.26	0	3.05	1.08	1.08	0.1	0	0.4	0	0.16
	Ba (%)	0.09	0	0.27	0.09	0.09	0.04	0	0.28	0	0.1
	Yb (%)	0.2	0	0.46	0.16	0.14	1.14	0	2.6	1.05	1.12
Ácido cítrico	C (%)	77.2	75.06	80.68	76.53	2.36	64.02	51.02	73.48	67.57	9
	N (%)	1.94	0.46	4.06	1.63	1.32	1.92	1.11	2.99	1.91	0.64
	O (%)	17.59	15.23	19.33	17.85	1.37	22.98	17.35	32.01	20.6	5.35
	Si (%)	2.5	0.87	3.69	3.01	1.16	8	4.05	12.77	8.21	3.11
	Ca (%)	0.2	0	0.77	0.05	0.28	0.32	0	0.73	0.36	0.29
	Zr (%)	0.33	0	1.71	0	0.6	0.22	0	0.87	0	0.34
	Ba (%)	0.08	0	0.39	0.01	0.14	0	0	0	0	0
	Yb (%)	0.11	0	0.48	0.08	0.16	1.95	0	3.71	2.09	1.46
Ácido Láctico	C (%)	37.72	21.17	68.54	36.57	13.97	46.83	33.79	57.76	46.97	9.4
	N (%)	0.73	0.15	1.67	0.65	0.55	1.14	0.18	1.9	1.13	0.62
	O (%)	43.49	33.12	50.22	44.09	5.03	38.35	31.12	45.65	38.12	6.14
	Si (%)	12.57	5.86	16.8	12.77	3.64	9.34	5.68	12.6	9.42	2.75
	Ca (%)	0.58	0	1.6	0.35	0.66	0.65	0	1.68	0.49	0.71
	Zr (%)	0	0	0	0	0	0.26	0	2.07	0	0.73
	Ba (%)	0.08	0	0.32	0	0.12	0.04	0	0.24	0	0.09
	Yb (%)	4.9	1.89	8	4.52	2.2	3.09	1.76	4.36	2.97	0.96

Fuente: Análisis de Espectroscopía Fotoelectrónica de Rayos X

Análisis:

Los resultados mostraron que, en el Grupo de Control, el elemento con mayor prevalencia es el C tanto en los compositos pulidos (media 67.21%) como en los no pulidos (media 69.35%). Lo anterior está acorde con la estequiometría química de las moléculas base de los compositos presentados en la sección 5.1.2. Notablemente, en los compositos dentales pulidos la desviación estándar aumenta considerablemente, indicando una mayor variabilidad en su composición. Otros elementos químicos como O e Yb también muestran un aumento en su composición en presencia con el sistema de pulido. En el Grupo de Ácido Cítrico, el elemento C sigue siendo el más prevalente en ambos sistemas, a pesar de que la media se disminuye significativamente en los compositos pulidos de 77.2% a 64.02%. El Si aumenta con el pulido considerablemente de una media de 2.5% a 8%, mientras que el O también muestra un incremento en su media. Finalmente, en el Grupo de Ácido Láctico presenta un cambio diferente, donde en el elemento C muestra la disminución de una media de 37.72% en los compositos dentales sin pulido a 46.83% en los pulidos. A su vez, el O de los compositos pulidos se reduce. El Yb es considerablemente más alto en este grupo comparado con los otros grupos, aunque existe una leve disminución en los que presentan sistema de pulido.

Tabla 4. Concentración Química de los grupos de muestra según el tipo de resina con y sin sistema de pulido.

Tipo de resina	Grupos	Componentes químicos	Sin sistema de pulido		Con sistema de pulido	
			Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Bulk Fill	Control	C (%)	69.36	1.01	65.47	7.57
		N (%)	2	1	2.28	0.53
		O (%)	20.54	0.59	24.16	2.7
		Si (%)	5.33	0.52	5.56	2.18
		Ca (%)	0.14	0.16	0.44	0.31
		Zr (%)	0.77	0.63	0.1	0.2
		Ba (%)	0.09	0.13	0	0.01
		Yb (%)	0.26	0.16	1.33	1.44
	Ácido cítrico	C (%)	77.17	2.5	64.57	9.32
		N (%)	2.29	1.92	1.68	0.49
		O (%)	16.95	1.32	22.48	6.57
		Si (%)	2.87	0.93	7.91	2.6
		Ca (%)	0.3	0.36	0.06	0.11
		Zr (%)	0.23	0.27	0.35	0.43
		Ba (%)	0.07	0.08	0	0
		Yb (%)	0.13	0.23	2.02	1.18
	Ácido Láctico	C (%)	44.05	16.4	49.17	8.98
		N (%)	0.87	0.58	1.31	0.51
		O (%)	41.34	5.93	37.46	5.61
		Si (%)	10.66	3.67	8.62	2.72
		Ca (%)	0.58	0.76	0.51	0.8
		Zr (%)	0	0	0	0
		Ba (%)	0.08	0.1	0.08	0.11
		Yb (%)	4.75	2.55	2.86	0.82

Tipo de resina	Grupos	Componentes químicos	Sin sistema de pulido		Con sistema de pulido	
			Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Nano híbrida	Control	C (%)	69.33	1.04	68.96	3.82
		N (%)	1.93	0.34	2.38	0.42
		O (%)	22.26	0.95	23.33	2.93
		Si (%)	4.16	1.55	3.67	0.92
		Ca (%)	0.35	0.41	0.54	0.14
		Zr (%)	1.74	1.32	0.09	0.14
		Ba (%)	0.1	0.03	0.08	0.14
		Yb (%)	0.14	0.09	0.96	0.86
	Ácido cítrico	C (%)	77.23	2.6	63.47	10.06
		N (%)	1.59	0.27	2.17	0.76
		O (%)	18.23	1.23	23.48	4.79
		Si (%)	2.14	1.38	8.08	3.98
		Ca (%)	0.1	0.16	0.58	0.11
		Zr (%)	0.43	0.86	0.1	0.2
		Ba (%)	0	0.2	0	0
		Yb (%)	0.09	0.05	1.88	1.9
	Ácido Láctico	C (%)	31.39	8.91	44.49	10.53
		N (%)	0.59	0.56	0.98	0.76
		O (%)	45.64	3.4	39.24	7.38
		Si (%)	14.49	2.79	10.06	2.98
		Ca (%)	0.58	0.67	0.79	0.68
		Zr (%)	0	0	0.52	1.04
		Ba (%)	0.08	0.16	0	0
		Yb (%)	5.04	2.17	3.31	1.17

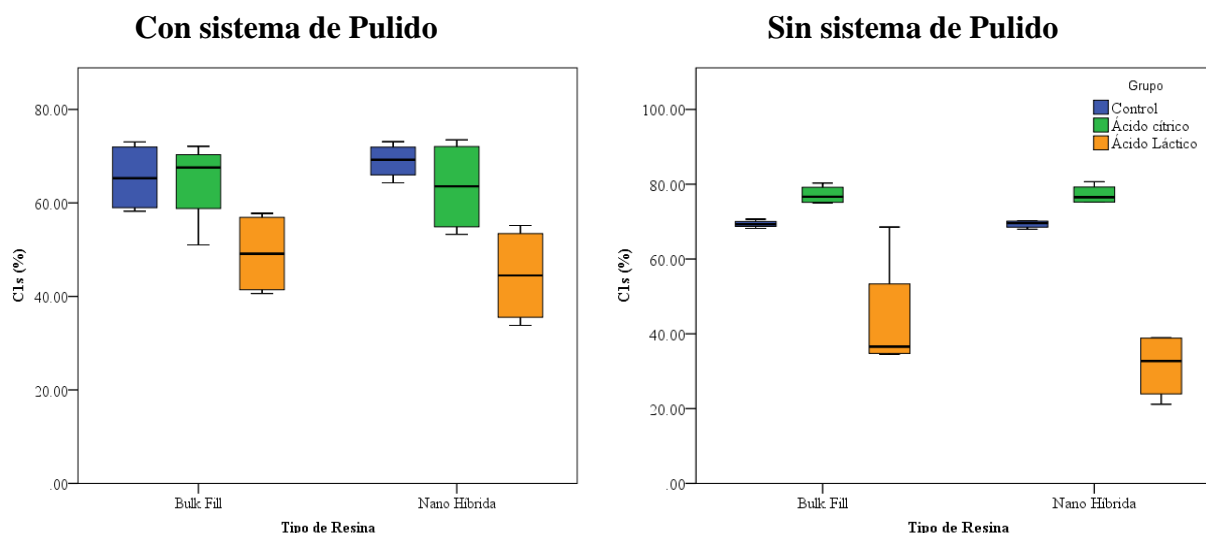
Fuente: Análisis de Espectroscopía Fotoelectrónica de Rayos X

Análisis:

En la Tabla 3, nos presenta que en el tipo de resina Bulk Fill del Grupo Control, la presencia de los componentes químicos aumenta con el sistema de pulido en la mayoría de los casos, excepto C, Si y Zr, que disminuyen. La mayoría de los componentes con sistema de pulido tienen mayor variabilidad debido a su desviación estándar. Las resinas Bulk Fill del Grupo de Ácido Cítrico, el C, N y Ca disminuyen con el pulido, mientras que el resto de los elementos químicos aumentan. Lo anterior puede ser resultado de una menor exposición de la superficie interna de las muestras de composito al momento de que los compuestos orgánicos se polimerizan de forma más homogénea en la primera capa superficial expuesta a los fotones del espectrómetro. De igual manera que el grupo control, la desviación estándar en la composición química aumenta con el pulido para la mayoría de los componentes. En el Grupo Láctico los compositos pulidos, el C y N aumentan y disminuyen el O y Si, y otros elementos mantienen su porcentaje respectivamente estable independiente de su estado de pulido.

El tipo de resina Nano Híbrida del Grupo de Control es similar a la resina Bulk Fill, ya que la presencia de los componentes aumenta con el sistema de pulido, a excepción del C, Si, Zr y Ba que disminuyen. Así mismo la variabilidad aumenta con el sistema de pulido en la mayoría de los componentes. En las resinas Nano Híbridas del grupo Ácido al igual que el grupo control, la mayoría de los elementos químicos aumentan con el pulido, con la excepción del C y Zr que disminuyen. El Grupo Láctico de las resinas Nano Híbridas al igual que el Grupo Láctico de las resinas Bulk Fill, aumenta la presencia de los componentes con el pulido (C, N, Ca, Zr) y disminuye (O, Si, Yb).

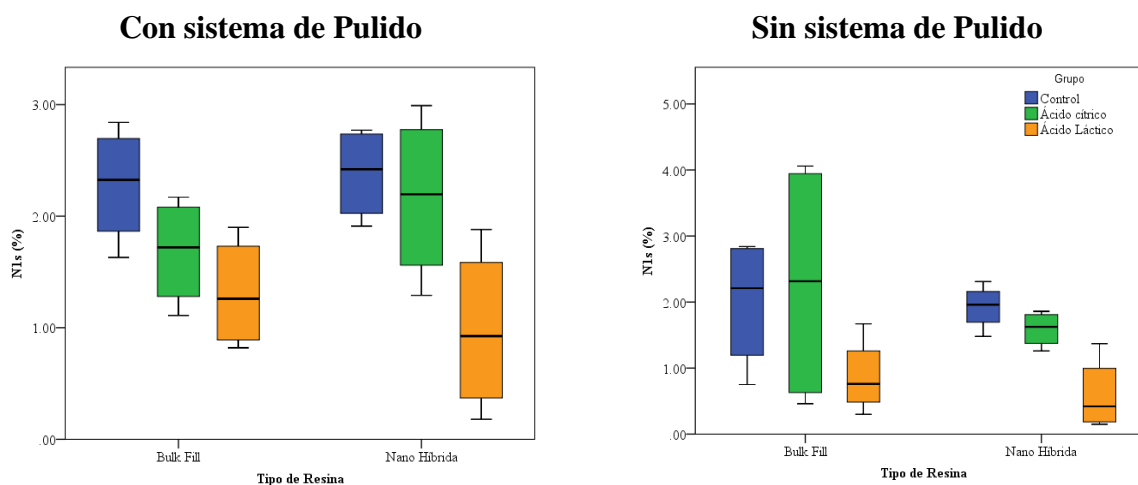
Figura 20. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (C) %.



Análisis:

La figura 19 presenta una comparación entre diversos grupos según el tipo de composito y la presencia o ausencia de sistema de pulido. En el grupo de control, se observa que el composito Bulk Fill con sistema de pulido tienen una gran variabilidad el carbono (C), oscilando entre menos del 60% y más del 70%. En contraste, en el grupo de control sin sistema de pulido, la variabilidad es mínima, manteniendo inalterado su porcentaje de C. Este patrón se repite en el composito Nano Híbrida del grupo de control, tanto con sistema de pulido como sin él, en relación con la variación de C. Asimismo, se nota que tanto el composito Bulk Fill como la Nano Híbrida, cuando se exponen al ácido cítrico con sistema de pulido, muestran una variabilidad de C que disminuye desde menos del 50%, llegando a superar el 70%. Sin embargo, en el caso del sistema sin pulido, el porcentaje de C se mantiene por encima del 70% e incluso alcanza más del 80%. Esto sugiere una pérdida de este elemento durante el proceso de pulido, especialmente evidente en el material Bulk Fill inducido con ácido cítrico. Similarmente, se observa una disminución en el composito Nano Híbrida. Es interesante destacar que en el composito Bulk Fill expuesta al ácido láctico, se registra un decremento en el porcentaje de C con el sistema de pulido. No obstante, en el caso sin pulido, aunque los valores varían, no se aprecia un cambio sustancial, sino más bien una disminución en la media. Esta misma tendencia se observa en el composito Nano Híbrida, cuyos valores con y sin pulido son menores.

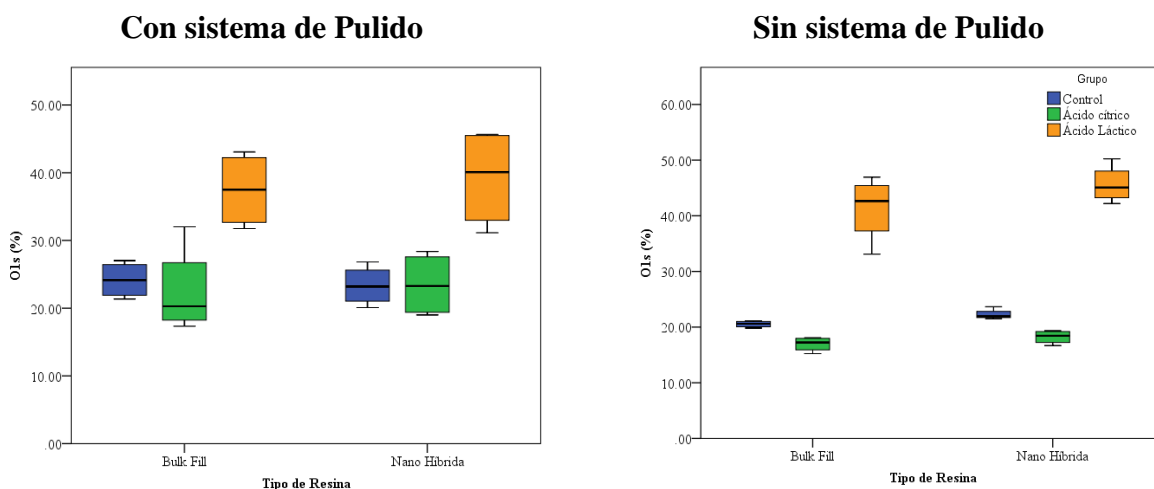
Figura 21. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (N) %.



Análisis:

La Figura 20 presenta la variabilidad del componente nitrógeno (N) en los compositos Bulk Fill y Nano Híbrida, tanto con sistema de pulido como sin él, en el grupo de control. En el grupo de control, cuando se aplica el sistema de pulido, tanto en el composito Bulk Fill como en la Nano Híbrida, se mantiene una consistencia en la variabilidad de N alrededor del 2%. En ausencia de sistema de pulido, el composito Bulk Fill muestra una variabilidad del 1 al 2%, mientras que la variabilidad en el composito Nano Híbrida disminuye. Se observa una variante interesante en el composito Bulk Fill con respecto al ácido cítrico. Con sistema de pulido, la variabilidad de N abarca desde 1% hasta más de 2%, lo que representa una disminución en el porcentaje de N y una mayor variabilidad en comparación con los compositos sin sistema de pulido. No obstante, la media se mantiene casi constante en relación con el grupo control. En los compositos Nano Híbridas, el sistema de pulido ocasiona una variabilidad de N que va desde menos de 2% (disminución en el porcentaje de N) hasta más de 3%. En ausencia de pulido, también se observa una disminución en el porcentaje de N. Finalmente, en el composito Bulk Fill expuesta al ácido láctico, el sistema con pulido muestra un ligero decremento en el porcentaje de N, mientras que, en el sistema sin pulido, disminuye la variabilidad, pero la media se reduce en menos del 1%. Esta misma tendencia se evidencia en el composito Nano Híbrida, cuyos los valores con y sin pulido también disminuyen. De manera general, en ambos casos se presenta una disminución en la concentración de N lo cual indica que el grupo funcional nitrogenado de las moléculas reaccionan en la presencia del ácido láctico y cítrico derivando en una biodegradación de las moléculas constituyentes del composito.

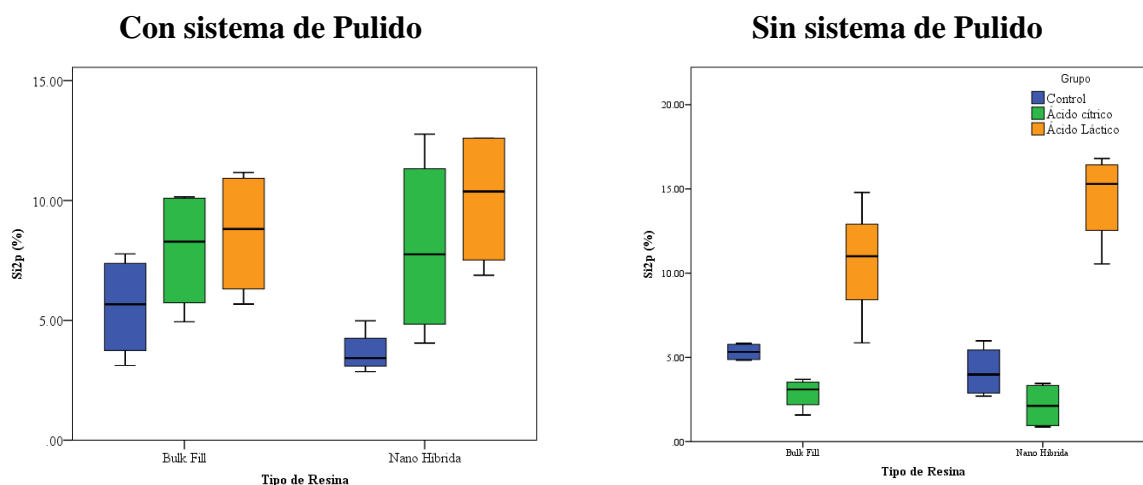
Figura 22. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (O) %.



Análisis:

La Figura 21 ilustra en el grupo de control, el composito Bulk Fill con sistema de pulido mantiene una consistencia en la variabilidad de O, que se sitúa por encima del 20% y por debajo del 30%. En contraste, en el grupo de control sin sistema de pulido, la variabilidad es prácticamente nula, conservando inalterado su porcentaje de O. Una dinámica similar se observa en el composito Nano Híbrida del grupo de control, tanto con sistema de pulido como sin él, en relación con la variación de O. Un aspecto interesante se revela en ambos composites respecto al ácido cítrico. En el composito Bulk Fill con sistema de pulido, la variabilidad de O varía desde menos del 20% (disminución en el porcentaje de O) hasta superar el 30%. En el caso del composito Nano Híbrida, la variabilidad aumenta ligeramente, pero la media se mantiene constante. En contraste, en ambos composites sin sistema de pulido, el porcentaje de O disminuye, aunque la variabilidad es mínima. Por último, al exponer los composites Bulk Fill y Nano Híbrida al ácido láctico, se registra un aumento significativo tanto con sistema de pulido como sin él. Esta tendencia es más pronunciada cuando no se aplica el sistema de pulido. Las observaciones antes mencionadas son derivadas de un proceso de biodegradación del composito en presencia de los ácidos, los cuales provocan una disociación de las moléculas originales derivando en submoléculas con mayor cantidad de grupos oxigenados. Este efecto genera una disminución en las cadenas poliméricas y por ende una disminución en la estabilidad del composito, lo cual podría generar una fractura en el material dental a largo plazo.

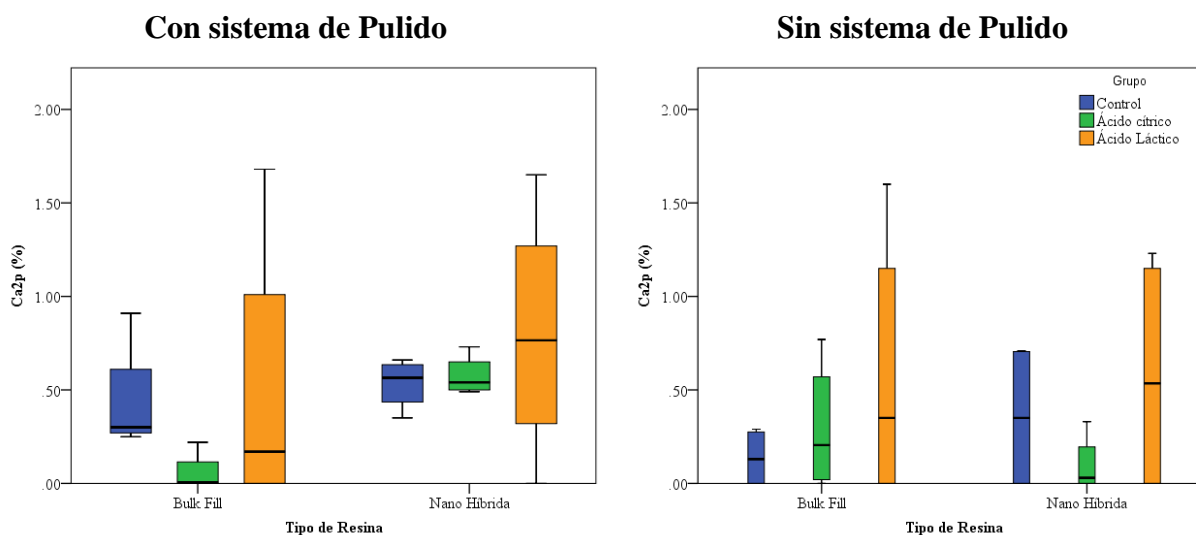
Figura 23. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (Si) %.



Análisis:

La Figura 22 ilustra la variabilidad del componente silicio (Si) en los compositos Bulk Fill y Nano Híbrida, considerando la presencia o ausencia de sistema de pulido en el grupo de control. En el grupo de control, el composito Bulk Fill con sistema de pulido mantiene una consistencia en la variabilidad de Si, que oscila por debajo del 5% y por encima del 7%. En cambio, en el grupo de control sin sistema de pulido, la variabilidad es prácticamente inexistente. De manera similar, el composito Nano Híbrida del grupo de control exhibe una variación en Si del orden del 5%, tanto con sistema de pulido como sin él. Los compositos Bulk Fill y Nano Híbrida, cuando se someten al ácido cítrico con sistema de pulido, muestran una mayor variabilidad en comparación con los grupos de control respectivos. Además, sus medias aumentan, reflejando un incremento en el porcentaje de Si. En contraste, en el caso del sistema sin pulido en ambos tipos de composito, el porcentaje de Si disminuye. Resulta interesante notar que en los compositos Bulk Fill y Nano Híbrida, al exponerlas al ácido láctico sin sistema de pulido, se observa una variación significativa en Si, acompañada de un aumento en su media y, por ende, en el porcentaje de Si. En cambio, en los compositos pulidas de ambos tipos, también hay un aumento, aunque este no es tan marcado como en las muestras sin sistema de pulido. El aumento en la concentración de Si está acorde a los cambios observados en el C, O y N dado que el Si es un elemento más estable y quien le brinda la resistencia al desgaste al composito; por lo cual mayor presencia de Si nos indica que el resto de elementos en las moléculas fueron degradados o reducidos dejando Si activo que reacciona subsecuentemente para potencialmente óxido de silicio o cristales de Si.

Figura 24. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (Ca) %.

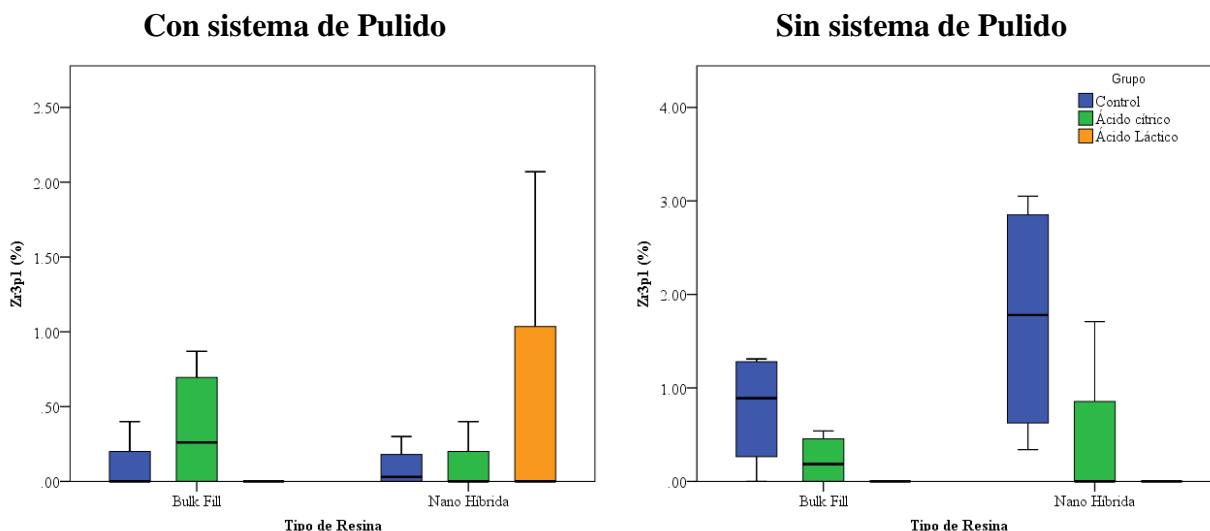


Análisis:

La Figura 23 exhibe que tanto el composito Bulk Fill como la Nano Híbrida, cuando se aplica el sistema de pulido en el grupo de control, mantienen una consistencia en la variabilidad del calcio (Ca) por debajo del 1%, con el composito Bulk Fill mostrando una mayor variación. Esta misma tendencia se observa en el caso del sistema sin pulido, donde la variabilidad se sitúa por debajo del 1% e incluso llega a 0%. Al aplicar pulido al composito Bulk Fill en presencia del ácido cítrico, se produce una disminución en la variabilidad del Ca y, por ende, su porcentaje de Ca disminuye hasta alcanzar 0%. Sin embargo, en ausencia de sistema de pulido, la variabilidad aumenta. En el caso de los composites Nano Híbridas pulidas, tanto con cómo sin ácido cítrico, se observa una leve disminución en la variabilidad, llegando también al 0% en el último caso.

Finalmente, se repite la misma dinámica en ambos tipos de composito, y en el composito sin sistema de pulido, al exponerlas al ácido láctico. La variabilidad alcanza 0%, pero aumenta el valor medio del Ca. El calcio como elemento esencial para la biocompatibilidad en los composites, también es uno de los elementos que se disocian y degradan en presencia de los ácidos. La ausencia final del Ca en la superficie del composito indica una alta descomposición derivado en una molécula menos semejante al diente donde fue implantado. Lo anterior refleja la biodegradabilidad del composito y exalta la importancia de un pulido fino que evite la degradación de este elemento.

Figura 25. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (Zr) %.

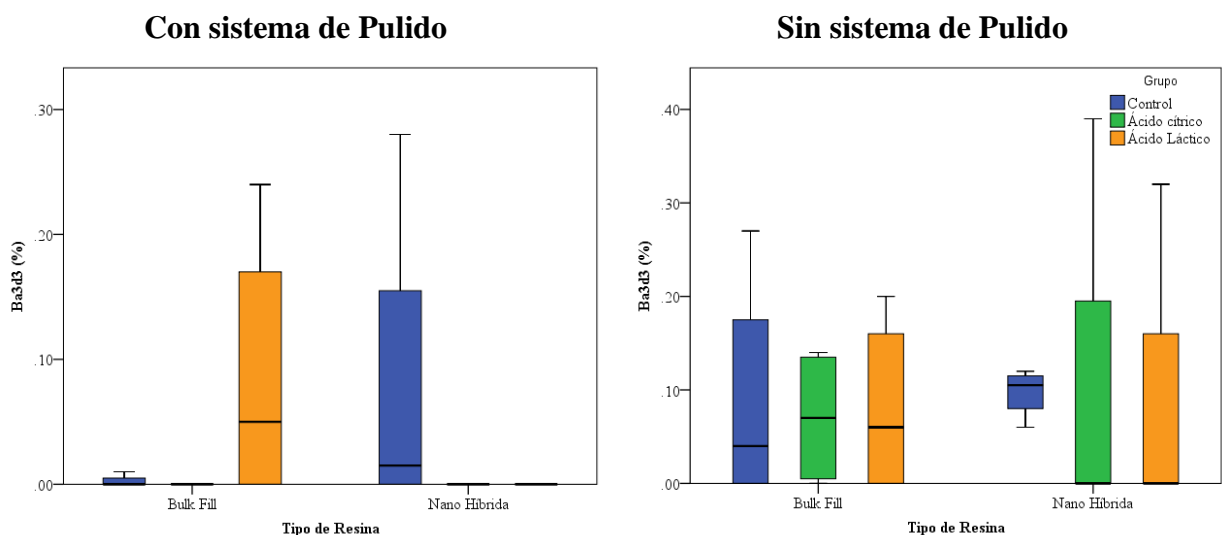


Análisis:

En la Figura 24, se aprecia que tanto el composito Bulk Fill como la Nano Híbrida, cuando se emplea el sistema de pulido en el grupo de control, mantienen una consistencia en la variabilidad del zirconio (Zr) que se encuentra por debajo del 0,5%, llegando incluso a 0%. De manera similar, el composito Bulk Fill presenta una variabilidad menor al 2% y llega a 0%. No obstante, en el caso del grupo de control sin sistema de pulido del composito Nano Híbrida, la variabilidad de Zr aumenta desde aproximadamente 0,5% hasta superar el 3%. En el grupo del ácido cítrico, tanto en el composito Bulk Fill como en la Nano Híbrida, con y sin sistema de pulido, la variabilidad del Zr se mantiene en 0%. No obstante, se observa un aumento en la media del composito Bulk Fill pulida en comparación con el grupo de control, diferencia que no se observa en las demás muestras, ya que sus medias muestran una disminución.

Resulta interesante destacar que tanto en el composito Bulk Fill como en la Nano Híbrida, no se presenta una variación significativa en el componente Zr en relación con el ácido láctico. En ambos casos, la variabilidad es prácticamente nula, a excepción del composito Nano Híbrida con pulir, donde la variabilidad aumenta; sin embargo, su mediana en cuanto al componente Zr se mantiene casi en 0%. Al igual que el Si, el elemento Zr brinda la estabilidad y resistencia al composito. Por ende, el no observar una variabilidad alta de dicho elemento nos indica que una capa de Zr se queda formada en la superficie del composito, lo cual es benéfico en el proceso de exposición de ácidos.

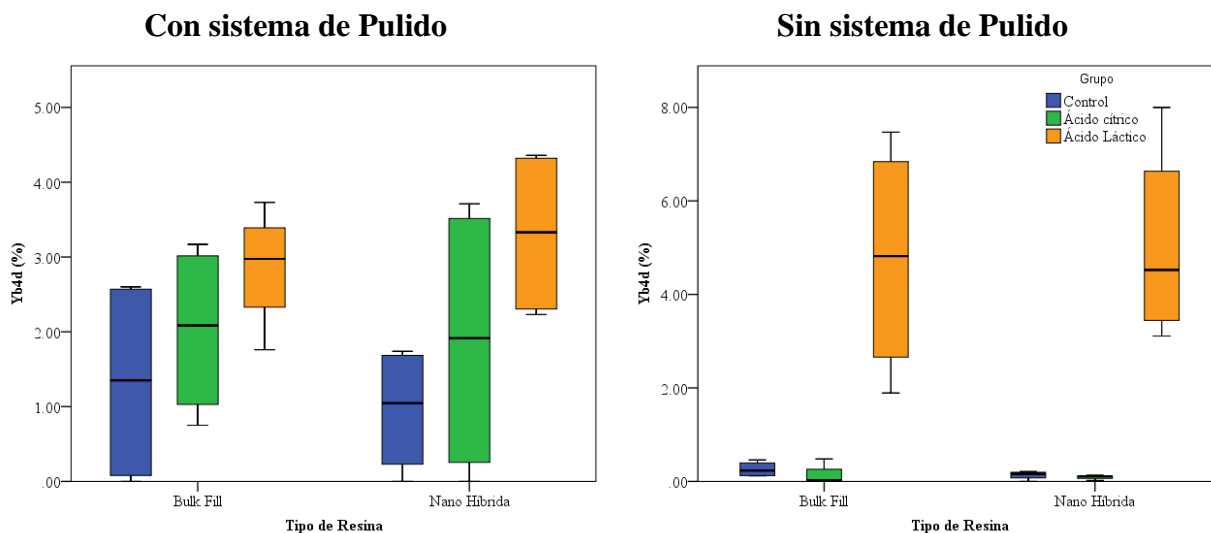
Figura 26. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (Ba) %.



Análisis:

La Figura 25 presenta la variabilidad del bario (Ba) en diferentes condiciones de los compositos Bulk Fill y Nano Híbrida, considerando la presencia o ausencia de sistema de pulido en el grupo de control. En el grupo de control, al aplicar el sistema de pulido a el composito Bulk Fill, se mantiene una variabilidad del Ba prácticamente nula, representando un 0%. En contraste, en ausencia de sistema de pulido, la variabilidad del Ba fluctúa desde 0% hasta aproximadamente menos del 0,3%, un patrón que también se observa en los compositos Nano Híbridas con sistema de pulido. Además, en los compositos Nano Híbridas sin pulir, la variación se sitúa por debajo del 0,2%. En el grupo del ácido cítrico, tanto en el composito Bulk Fill como en la Nano Híbrida con sistema de pulido, la variabilidad del Ba es nula. Sin embargo, en el composito Bulk Fill sin pulir, la variabilidad disminuye en comparación con el grupo de control, aunque su media aumenta. En el caso de la Nano Híbrida, la variación aumenta, pero su media es 0%. Finalmente, en el composito Bulk Fill con sistema de pulido en el grupo del ácido láctico, se observa una mayor variabilidad en comparación con el grupo de control, lo que se refleja en el aumento de su valor medio y, por ende, del porcentaje del componente Ba. En el caso sin pulir, la variación disminuye. En cuanto a el composito Nano Híbrida pulida, no hay variación en el Ba, mientras que, en la no pulida, la variabilidad es presente, aunque su valor medio se aproxima al 0%. Nuevamente el Si, Zr y Ba, se retienen en el proceso de exposición y se estabilizan en la superficie.

Figura 27. Comparación de tipo de composito por sistema de pulido y grupo (Yb) %.



Análisis:

La Figura 26 presenta la variabilidad del componente químico Iterbio (Yb) en los composites Bulk Fill y Nano Híbrida, considerando la aplicación o no del sistema de pulido en el grupo de control. En el grupo de control, al emplear el sistema de pulido en los composites Bulk Fill y Nano Híbrida, se identifica una variabilidad del componente Yb que oscila por debajo del 1% y por encima del 2% y 1%, respectivamente. En contraste, en el grupo de control sin sistema de pulido, la variabilidad prácticamente no existe. Esta misma tendencia se observa en el composito Nano Híbrida, donde la variabilidad del Yb disminuye en ausencia de pulido, llegando a ser casi nula en comparación con el grupo de control. En relación al ácido cítrico, tanto en el composito Bulk Fill como en la Nano Híbrida, al aplicar el sistema de pulido, se mantiene la variabilidad del Yb, pero su valor medio aumenta, al igual que en el caso de la Nano Híbrida. Por otro lado, en ausencia de pulido, la variabilidad disminuye, casi desapareciendo en comparación con el grupo de control.

De manera interesante, al exponer el composito Bulk Fill al ácido láctico con sistema de pulido, se observa un ligero decremento en la variabilidad, mientras que el valor medio aumenta. Esta misma tendencia se repite en el composito Nano Híbrida, donde el porcentaje de Yb aumenta. En los dos compositos sin pulir, se nota un cambio significativo en el Yb, debido a que la variabilidad se incrementa, oscilando desde menos de 0,3% hasta más de 0,7%.

Resultados por componente

1. Consistencia y Variabilidad en el Grupo de Control

En el grupo de control, se observan patrones de variabilidad y consistencia en varios componentes químicos, los cuales pueden tener implicaciones específicas en las propiedades y comportamiento de los compositos:

Carbono (C): En general, la aplicación del sistema de pulido en el grupo de control parece aumentar la variabilidad del carbono. Esto podría indicar que el proceso de pulido no ayuda mucho a homogeneizar la distribución de carbono en los compositos, no reduciendo las diferencias en su concentración. La consistencia en la variabilidad del carbono es esencial, ya que el carbono es un componente fundamental en la estructura de los compositos, y una distribución uniforme puede contribuir a la integridad estructural y propiedades mecánicas consistentes.

Nitrógeno (N): El sistema de pulido en el grupo de control parece reducir la variabilidad del nitrógeno. El nitrógeno puede influir en las características de unión y adhesión de los compositos, y una variabilidad controlada puede ser esencial para garantizar un rendimiento uniforme en diferentes aplicaciones.

Oxígeno (O): La variabilidad en el oxígeno también se ve influenciada por el sistema de pulido en el grupo de control. Esto puede tener implicaciones en las propiedades de resistencia y envejecimiento de los compositos, ya que el oxígeno puede afectar la formación de enlaces químicos y la estructura molecular.

Silicio (Si): El efecto del pulido en la variabilidad del silicio puede sugerir que este proceso tiene un impacto en la homogeneidad de su distribución en los compositos. Dado que el silicio puede estar presente en forma de relleno en los compositos dentales, su distribución uniforme puede influir en las propiedades mecánicas y de resistencia.

Calcio (Ca): La variabilidad del calcio en el grupo de control se ve afectada por el sistema de pulido. Dado que el calcio puede estar relacionado con propiedades como la mineralización y

resistencia a la degradación, mantener una consistencia en su distribución es fundamental para garantizar un rendimiento predecible de los compositos.

Zirconio (Zr): El efecto del pulido en la variabilidad del zirconio podría señalar la importancia de una distribución homogénea de este componente. Dado que el zirconio puede influir en las propiedades ópticas y de resistencia de los compositos, mantener una variación controlada es esencial para lograr un rendimiento uniforme.

Bario (Ba): El efecto del pulido del grupo control en la variabilidad del bario podría indicar que este proceso ayuda a mantener la homogeneidad de su distribución en los compositos. Dado que el bario está relacionado con propiedades de resistencia. Por ende, tener una variación controlada, mejora el rendimiento del composito.

Iterbio (Yb): La estabilización de la variabilidad del iterbio mediante el pulido podría indicar que este proceso ayuda a mantener una distribución uniforme de este componente. Dado que el iterbio puede influir en las propiedades ópticas y de opacificación, controlar su distribución puede ser clave para lograr resultados consistentes.

2. Efecto del Ácido Cítrico

El análisis de cómo el ácido cítrico afecta la variación de los componentes químicos en los compositos, tanto pulidas como no pulidas, arroja información valiosa sobre las posibles interacciones químicas y cambios en la estructura de los compositos:

Carbono (C): La disminución de la variabilidad del carbono en los compositos Bulk Fill pulidas expuestas al ácido cítrico sugiere que este ácido podría estar interactuando con los componentes del composito que contienen carbono. El aumento de la media también puede indicar que se están liberando ciertos componentes o que se están formando nuevos enlaces.

Nitrógeno (N): La reducción de la variabilidad del nitrógeno en los compositos pulidas expuestas al ácido cítrico podría señalar interacciones químicas específicas. Dado que el nitrógeno puede influir en las propiedades de adhesión y unión, estas reacciones pueden tener implicaciones en la

eficacia del composito en situaciones clínicas. Entonces, la disminución de la concentración de N puede indicar que el grupo funcional nitrogenado de las moléculas reaccionan en presencia del ácido cítrico derivando a una biodegradación de moléculas constituyentes de los compositos.

Oxígeno (O): La consistencia en la variabilidad del oxígeno en los compositos pulidos sugiere que el ácido cítrico no tiene un efecto significativo en su distribución. Sin embargo, la interacción entre el ácido y el oxígeno podría influir en la formación de enlaces y la estabilidad a largo plazo de las resinas. Además, en presencia del ácido cítrico se produce biodegradación del material, provocando una disociación de las moléculas originales derivando en submoléculas con mayor cantidad de grupos oxigenados. Este efecto genera una disminución en las cadenas poliméricas y por lo tanto disminución en la estabilidad del composito.

Silicio (Si): La falta de cambios notables en la variabilidad del silicio en los compositos pulidos indica que el ácido cítrico puede tener un impacto limitado en este componente. Dado que el silicio a menudo está presente como relleno en las resinas, esta observación puede sugerir que su interacción con el ácido es limitada. Asimismo, el aumento en la concentración de Si al estar en presencia del ácido cítrico brinda resistencia al desgaste; es decir, mayor presencia de Si indica que el resto de elementos en las moléculas se redujeron dejando al Si activo para reaccionar subsecuentemente y formar el óxido de silicio o cristales de Si.

Calcio (Ca): La disminución de la variabilidad en el calcio en los compositos Bulk Fill pulidos expuestos al ácido cítrico podría indicar que el ácido reacciona con los componentes que contienen calcio. Esto podría tener implicaciones en la resistencia a la degradación y en la estabilidad de los compositos. El calcio es un elemento importante para la biocompatibilidad en los compositos, también el Ca se disocia y se degrada al estar en presencia de ácidos como el cítrico. La ausencia final de Ca en la superficie de los compositos indica una alta descomposición derivado en una molécula menos parecido al del diente donde fue colocado. Por ende, lo anterior mencionado refleja la biodegradación del composito y resalta la importancia de un buen pulido que evite la degradación del Ca.

Zirconio (Zr): La variación en el zirconio parece mantenerse constante en los compositos pulidos expuestos al ácido cítrico. Esto podría indicar que el ácido no tiene un impacto significativo en la distribución del zirconio en los compositos. Además, al igual que el Si, el Zr brinda resistencia y estabilidad al composito; por ende, al no observar una variabilidad alta, indica que una capa de Zr se queda formada en la superficie del composito, siendo beneficioso durante la exposición al ácido cítrico.

Bario (Ba): La variabilidad del bario con sistema de pulido al estar en presencia con el ácido cítrico se mantiene constante (nula), es decir que el ácido cítrico puede tener un impacto limitado en este componente; siendo una variación controlada, la cual ayuda a que las propiedades del material no se pierdan.

Iterbio (Yb): En los compositos pulidos, la variabilidad de estos componentes no se ve significativamente afectada por el ácido cítrico. Esto sugiere que las interacciones con el ácido podrían ser más específicas para otros componentes químicos.

Finalmente, el ácido cítrico parece tener efectos específicos en la variación de los componentes químicos en los compositos pulidos, posiblemente debido a reacciones químicas específicas. El aumento de las medias sugiere que ciertos componentes pueden ser liberados o activados por el ácido. Estos cambios podrían tener implicaciones en las propiedades adhesivas y mecánicas de los compositos.

3. Efecto del Ácido Láctico:

El análisis de cómo el ácido láctico impacta la variabilidad de los componentes químicos en los compositos, tanto pulidos como no pulidos, brinda información sobre las complejas reacciones químicas que pueden ocurrir y cómo pueden influir en las propiedades de los compositos:

Carbono (C): La mayor variabilidad del carbono en los compositos pulidos y no pulidos expuestas al ácido láctico sugiere que este ácido puede interactuar con los componentes de carbono en los compositos. El aumento en la variabilidad podría indicar una reacción química más compleja en

comparación con otros ácidos, lo que podría afectar las propiedades mecánicas y de enlace de los compositos.

Nitrógeno (N): Similar al carbono, la variabilidad del nitrógeno aumenta en los compositos pulidos y no pulidos en presencia del ácido láctico. Esto sugiere que este ácido puede tener un efecto significativo en los componentes ricos en nitrógeno en los compositos, lo que puede influir en las propiedades de adhesión y unión. Además, la disminución de la concentración de N puede mostrar que el grupo funcional nitrogenado de las moléculas reaccionan en presencia del ácido resultando a una biodegradación de moléculas constituyentes de los compositos.

Oxígeno (O): La variabilidad en el oxígeno parece aumentar en los compositos expuestos al ácido láctico, lo que sugiere que este ácido puede afectar las reacciones de oxigenación en los compositos. Esto podría influir en la estabilidad de los compositos y su resistencia a la degradación. Además, al estar expuestos al ácido láctico se produce biodegradación del composito, produciendo una separación de las moléculas originales derivando en submoléculas con mayor cantidad de grupos oxigenados. Este efecto genera disminución en las cadenas poliméricas y, por ende, disminución en la estabilidad del composito.

Silicio (Si): El aumento en la variabilidad del Si en los compositos pulidos y no pulidos expuestas al ácido láctico puede indicar que este ácido interactúa con los componentes que contienen silicio. Dado que el silicio a menudo está presente como relleno, estos cambios podrían influir en las propiedades mecánicas y ópticas de las resinas. Además, el aumento en la concentración de Si al estar en presencia de ácido láctico brinda resistencia al desgaste; es decir, que cuando hay mayor presencia de Si indica que el resto de elementos en las moléculas disminuyen dejando al Si activo para reaccionar subsecuentemente y formar los cristales de Si y óxido de silicio.

Calcio (Ca): La variabilidad del calcio aumenta en los compositos pulidos y no pulidos expuestas al ácido láctico. Esto sugiere que este ácido puede desencadenar interacciones con los componentes de calcio en los compositos, lo que podría influir en la resistencia y mineralización de las mismas. El calcio es un elemento significativo para la biocompatibilidad en los compositos, también se disocia y se degrada al estar en presencia del ácido láctico. La ausencia final de Ca en la superficie

de los compositos indica una alta descomposición derivado en una molécula menos parecido al del diente donde fue colocado. Lo anterior mencionado refleja la biodegradación del composito y exalta la importancia de un buen pulido que evite la degradación del elemento Ca.

Zirconio (Zr): Similar a otros componentes, la variabilidad del Zr aumenta en los compositos expuestos al ácido láctico. Esto indica que este ácido puede afectar la distribución y reacciones del Zr en los compositos, lo que puede influir en sus propiedades ópticas y de resistencia.

Bario (Ba): La variabilidad del bario en presencia con el ácido láctico, aumenta, es decir que el ácido láctico puede tener interacciones con este elemento químico; pudiendo influir en las propiedades del material.

Iterbio (Yb): La variabilidad en este componente aumenta en los compositos expuestos al ácido láctico, lo que sugiere que este ácido puede tener interacciones específicas con este componente. Esto podría influir en las propiedades ópticas y de fluorescencia de los compositos.

El ácido láctico parece tener efectos más complejos en la variación de los componentes químicos en los compositos, lo que sugiere interacciones químicas más intrincadas. Estos cambios podrían influir en una variedad de propiedades, desde adhesión hasta estabilidad y resistencia, y señalan la importancia de comprender cómo los ácidos pueden afectar las propiedades clínicas de los compositos.

4. Resinas Bulk Fill vs. Nano Híbridas:

Los compositos Bulk Fill y Nano Híbridas responden de manera diferenciada a las condiciones y tratamientos. Esto podría deberse a las diferencias en su composición química y estructura molecular. En algunos casos, como con el ácido láctico, las Nano Híbridas pueden mostrar una variación y cambio en las medias más marcadas en comparación con las Bulk Fill, lo que sugiere que las resinas Nano Híbridas podrían ser más sensibles a ciertos factores químicos. Los resultados sugieren que la variabilidad en la concentración de componentes puede ser influenciada por múltiples factores, y la observación de aumentos en las medias puede indicar reacciones químicas y cambios en la estructura de los compositos.

Análisis intra grupo

Tabla 5. Análisis ANOVA por componentes en composito Bulk Fill sin sistema de pulido.

Componente		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
C (%)	Entre grupos	2397.373	2	1198.687	13.016	0.002
	Dentro de grupos	828.84	9	92.093		
	Total	3226.213	11			
N (%)	Entre grupos	4.48	2	2.24	1.337	0.31
	Dentro de grupos	15.085	9	1.676		
	Total	19.565	11			
O (%)	Entre grupos	1387.875	2	693.937	55.881	0.000
	Dentro de grupos	111.763	9	12.418		
	Total	1499.638	11			
Si (%)	Entre grupos	127.122	2	63.561	13.076	0.002
	Dentro de grupos	43.749	9	4.861		
	Total	170.871	11			
Ca (%)	Entre grupos	0.393	2	0.196	0.808	0.476
	Dentro de grupos	2.187	9	0.243		
	Total	2.58	11			
Zr (%)	Entre grupos	1.261	2	0.63	4.07	0.055
	Dentro de grupos	1.394	9	0.155		
	Total	2.655	11			
Ba (%)	Entre grupos	0.001	2	0	0.029	0.971
	Dentro de grupos	0.094	9	0.01		
	Total	0.095	11			
Yb (%)	Entre grupos	55.33	2	27.665	12.642	0.002
	Dentro de grupos	19.695	9	2.188		
	Total	75.025	11			

Fuente: Análisis estadísticos

Análisis:

La tabla 5 revela que existe una variación significativa en la composición de los materiales de composito Bulk Fill entre los diferentes grupos de componentes químicos evaluados. Específicamente, se observan diferencias altamente significativas en las proporciones de C, O, Si e Yb, como lo indican los bajos valores de p (0.002 en todos los casos) y las estadísticas F correspondientes (13.016, 55.881, 13.076 y 12.642, respectivamente).

Tabla 6. Análisis ANOVA por componentes en composito Bulk Fill con sistema de pulido.

Componente		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
C (%)	Entre grupos	671.529	2	335.764	4.483	0.045
	Dentro de grupos	674.126	9	74.903		
	Total	1345.654	11			
N (%)	Entre grupos	1.917	2	0.959	3.705	0.067
	Dentro de grupos	2.329	9	0.259		
	Total	4.246	11			
O (%)	Entre grupos	538.74	2	269.37	9.87	0.005
	Dentro de grupos	245.615	9	27.291		
	Total	784.355	11			
Si (%)	Entre grupos	20.553	2	10.277	1.629	0.249
	Dentro de grupos	56.786	9	6.31		
	Total	77.339	11			
Ca (%)	Entre grupos	0.468	2	0.234	0.936	0.427
	Dentro de grupos	2.25	9	0.25		
	Total	2.717	11			
Zr (%)	Entre grupos	0.256	2	0.128	1.734	0.231
	Dentro de grupos	0.664	9	0.074		
	Total	0.92	11			
Ba (%)	Entre grupos	0.019	2	0.009	2.172	0.17
	Dentro de grupos	0.039	9	0.004		
	Total	0.057	11			
Yb (%)	Entre grupos	4.726	2	2.363	1.72	0.233
	Dentro de grupos	12.364	9	1.374		
	Total	17.09	11			

Fuente: Análisis estadísticos

Análisis:

El análisis de la tabla 6 muestra la composición de material de composito Bulk Fill con la aplicación de un sistema de pulido revela algunas diferencias en la composición de los componentes químicos evaluados entre los diferentes grupos, aunque no todas son estadísticamente significativas según el nivel de significancia comúnmente utilizado (0.05). En el caso de C (%) y O (%), se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, como lo indican los valores de p (0.045 y 0.005 respectivamente) y las estadísticas F correspondientes. Sin embargo, para N (%), Si (%), Ca (%), Zr (%), Ba (%), e Yb (%), las diferencias entre los grupos no alcanzan un nivel de significancia estadística, ya que los valores de p son mayores que 0.05 en estos casos. Estos

resultados sugieren que el proceso de pulido puede influir en la composición de ciertos componentes químicos del composito Bulk Fill, pero no en todos, lo que podría tener implicaciones en términos de propiedades y aplicaciones específicas del material.

Comparando los dos resultados de análisis de la composición de material del composito Bulk Fill, se observan diferencias significativas en términos de la influencia del sistema de pulido en la composición de los componentes químicos:

Sin Sistema de Pulido:

En el análisis sin sistema de pulido, se encontraron diferencias significativas en la proporción de C (%), O (%), Si (%) e Yb (%). Estos resultados sugieren que la composición de estos componentes varía significativamente entre los grupos sin pulido, lo que podría afectar las propiedades y aplicaciones del material y promover su biodegradación al ser expuesta la superficie a tratamientos ácidos.

Con Sistema de Pulido:

En el análisis con sistema de pulido, se encontraron diferencias significativas en la proporción de C (%), O (%), y N (%). Sin embargo, en este caso, las diferencias en Si (%), Ca (%), Zr (%), Ba (%) e Yb (%) no alcanzaron un nivel de significancia estadística. Esto sugiere que el sistema de pulido influye en la composición de algunos componentes químicos (C, O y N) pero no en otros.

En conclusión, el sistema de pulido parece tener una influencia en la composición de algunos componentes químicos del composito Bulk Fill, lo que puede tener implicaciones en sus propiedades y aplicaciones. Sin embargo, las diferencias específicas varían entre los análisis sin y con sistema de pulido, lo que destaca la importancia de considerar el proceso de pulido en la fabricación y uso de estos materiales dentales.

Tabla 7. Análisis ANOVA por componentes en composito Nano-Hibrido sin sistema de pulido.

Componentes		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
C (%)	Entre grupos	4803.296	2	2401.648	82.562	0.000
	Dentro de grupos	261.801	9	29.089		
	Total	5065.096	11			
N (%)	Entre grupos	3.875	2	1.937	11.516	0.003
	Dentro de grupos	1.514	9	0.168		
	Total	5.389	11			
O (%)	Entre grupos	1752.779	2	876.39	188.226	0.000
	Dentro de grupos	41.904	9	4.656		
	Total	1794.684	11			
Si (%)	Entre grupos	350.725	2	175.362	43.584	0.000
	Dentro de grupos	36.212	9	4.024		
	Total	386.936	11			
Ca (%)	Entre grupos	0.457	2	0.228	1.078	0.381
	Dentro de grupos	1.907	9	0.212		
	Total	2.364	11			
Zr (%)	Entre grupos	6.557	2	3.279	3.995	0.057
	Dentro de grupos	7.386	9	0.821		
	Total	13.943	11			
Ba (%)	Entre grupos	0.001	2	0	0.019	0.981
	Dentro de grupos	0.193	9	0.021		
	Total	0.194	11			
Yb (%)	Entre grupos	64.718	2	32.359	20.567	0.000
	Dentro de grupos	14.16	9	1.573		
	Total	78.878	11			

Fuente: Análisis estadísticos

Análisis:

El análisis de la tabla 7 describe la composición del composito nanohíbrido sin la aplicación de un sistema de pulido muestra diferencias significativas en la proporción de varios componentes químicos entre los grupos evaluados. Específicamente, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en C (%), N (%), O (%), y Si (%), con valores de p de 0.008, 0.032, 0.003 y 0.034 respectivamente. Estos resultados indican que la composición de estos componentes varía significativamente entre los grupos, lo que podría influir en las propiedades y aplicaciones del composito nanohíbrido. Por otro lado, los componentes Ca, Zr, Ba e Yb no mostraron diferencias significativas entre los grupos en términos de composición. Estos hallazgos sugieren que la falta

de un sistema de pulido afecta la composición de ciertos componentes químicos en el composito nanohíbrido, lo que podría tener implicaciones importantes en la calidad y rendimiento de este material.

Tabla 8. Análisis ANOVA por componentes en composito Nano-Híbrido con sistema de pulido.

Componentes		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
C (%)	Entre grupos	1319.062	2	659.531	8.728	0.008
	Dentro de grupos	680.05	9	75.561		
	Total	1999.112	11			
N (%)	Entre grupos	4.571	2	2.286	5.181	0.032
	Dentro de grupos	3.97	9	0.441		
	Total	8.541	11			
O (%)	Entre grupos	668.285	2	334.143	11.662	0.003
	Dentro de grupos	257.861	9	28.651		
	Total	926.146	11			
Si (%)	Entre grupos	85.489	2	42.745	5.018	0.034
	Dentro de grupos	76.657	9	8.517		
	Total	162.147	11			
Ca (%)	Entre grupos	0.157	2	0.078	0.474	0.637
	Dentro de grupos	1.487	9	0.165		
	Total	1.644	11			
Zr (%)	Entre grupos	0.476	2	0.238	0.631	0.554
	Dentro de grupos	3.395	9	0.377		
	Total	3.871	11			
Ba (%)	Entre grupos	0.016	2	0.008	1.304	0.318
	Dentro de grupos	0.055	9	0.006		
	Total	0.071	11			
Yb (%)	Entre grupos	11.259	2	5.629	2.956	0.103
	Dentro de grupos	17.137	9	1.904		
	Total	28.396	11			

Fuente: Análisis estadísticos

Análisis:

El análisis de la tabla 8 que describe la composición del composito nanohíbrido con la aplicación de un sistema de pulido revela diferencias significativas en la composición de varios componentes químicos entre los grupos evaluados. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en C (%), N (%), O (%) y Si (%), con valores de p de 0.008, 0.032, 0.003 y 0.034 respectivamente, lo

que indica que el sistema de pulido tiene un impacto en la proporción de carbono, nitrógeno, oxígeno y silicio en los compositos Nanohíbridos. Sin embargo, los componentes Ca, Zr, Ba e Yb (%) no mostraron diferencias significativas en su composición entre los grupos. Cabe recalcar que el Si al igual que el Zr brindan la estabilidad y resistencia al composito. Por ende, estas diferencias significativas de dichos elementos derivan que una capa de Zr se queda formada en la superficie del composito siendo benéfico en el proceso de exposición de ácidos al igual que el Si indica que reacciona subsecuentemente para potenciar la formación de otros componentes como el óxido de silicio o cristales de Sin embargo el grupo de composito que presenta Ca se degrada más. Todos estos resultados sugieren que el proceso de pulido influye en la composición de ciertos componentes químicos en los compositos Nanohíbridos, lo que puede tener implicaciones importantes en términos de propiedades y aplicaciones de este material.

Comparando los dos análisis de compositos Nanohíbridos, uno con la aplicación de un sistema de pulido y otro sin pulido, se pueden observar algunas diferencias significativas en cuanto a cómo el proceso de pulido afecta la composición de los componentes químicos en el material:

Sin Pulido:

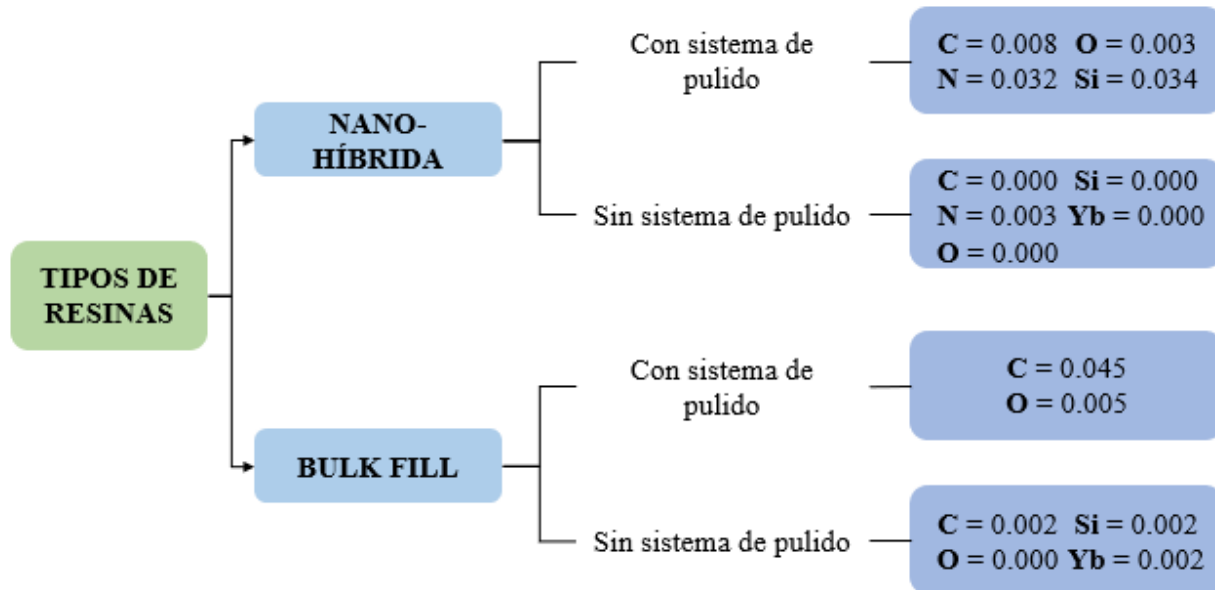
Se encontraron diferencias significativas en la proporción de C (%), N (%), O (%) y Si (%). Estos resultados sugieren que, sin la aplicación de un sistema de pulido, la composición de carbono, nitrógeno, oxígeno y silicio varía significativamente entre los grupos.

Con Pulido:

En el análisis con sistema de pulido, nuevamente se encontraron diferencias significativas en C (%), N (%) y O (%). Sin embargo, en este caso, también se encontraron diferencias significativas en Si (%), que no se observaron en el análisis sin pulido. Los componentes Ca, Zr, Ba e Yb (%) no mostraron diferencias significativas en su composición entre los grupos en ambos análisis. En resumen, ambos análisis indican que el sistema de pulido afecta la composición de componentes químicos específicos en los compositos Nanohíbridos, como carbono, nitrógeno, oxígeno y silicio. Sin embargo, el análisis con pulido muestra diferencias adicionales en Si (%), lo que sugiere que este componente es más influenciado por el proceso de pulido. Estas diferencias en la composición

pueden tener implicaciones importantes en términos de las propiedades y aplicaciones de los compositos Nanohíbridas en la odontología u otras áreas donde se utilicen estos materiales.

Figura 28. Resumen de los datos estadísticamente significativos.



7.2 Discusión

Los compositos dentales han ido evolucionando en sus características y propiedades gracias a la nanotecnología. Por ello, conocer la composición química de los compositos dentales son una parte esencial para el desarrollo de mejores y nuevos materiales dentales en rendimiento y calidad. Por tal motivo al realizar una investigación exhaustiva, proporcionará información verídica, tomando en cuenta estudios previos que se relacionen con la presente investigación y discutir los resultados obtenidos.

En la opinión de Jinez et al.⁽⁴⁵⁾, la resina Bulk Fill es mejor que la Nano-Híbrida debido a que presenta una menor microfiltración marginal (mayor adaptación marginal). Este estudio concuerda con Albán et al.⁽⁴⁶⁾ quienes manifiestan que la resina Bulk Fill, con aplicación monoincremental, tiene una mejor adaptación marginal y, por ende, una mayor resistencia a la fractura que la resina Nano-Híbrida con técnica incremental. En cambio, Núñez⁽⁴⁷⁾ menciona que las resinas Nano-híbridas tienen una mayor microdureza superficial que las Bulk Fill. Esto significa que son más resistentes al desgaste cuando se aplica sistema de pulido.

Por otro lado, estos compositos dentales están constituidos por monómeros bifuncionales como el TEGDMA, que forma parte de la matriz orgánica. Como afirma Hernández et al.⁽⁴⁸⁾, hay liberación de monómeros residuales TEGDMA al medio oral por una polimerización incompleta del material, causando efectos genotóxicos en las células humanas. Sin embargo, desde el punto de vista de Michelsen et al.⁽⁴⁹⁾ indican que la exposición al TEGDMA es baja y que no hay evidencia suficiente para afirmar que sea un riesgo para la salud.

Los compositos dentales están constituidos por elementos químicos como el carbono (C), nitrógeno (N), oxígeno (O), silicio (Si), calcio (Ca), zirconio (Zr), bario (Ba) e iterbio (Yb), identificados mediante la Espectroscopía Fotoelectrónica de rayos X (XPS). Estos elementos pueden tener implicaciones específicas en la mejora de las propiedades y el comportamiento de los compositos. Los compositos fueron sometidos a ácido cítrico y ácido láctico, que se encuentran comúnmente en ciertos alimentos y bebidas de consumo masivo. Se observó que tienen una tendencia más a

perder cuando no están pulidos; en cambio, cuando los compositos dentales presentaban sistema de pulido la pérdida de estos elementos era mínima al contacto con los ácidos.

Los compositos dentales sometidos al ácido mostraron que, en el Grupo 1/A1/B1/Ci, la mayoría de los elementos químicos aumentaron, excepto el C, N y Ba, que disminuyeron, mientras que, en el Grupo 1/A2/B2/Ci, todos los componentes disminuyeron, excepto el C que aumentó. En el Grupo 2/C1/D1/Ci el C, N, O y Ca disminuyeron, siendo más notorio en el elemento O, mientras que el resto de los elementos químicos aumentaron. En el Grupo 2/C2/D2/Ci, sucedió lo contrario, aumentó la concentración química, a excepción del O y los demás componentes disminuyeron (O, Si, Zr, Yb).

El Grupo 1/A1/B1/La, mostró que la mayoría de los elementos aumentaron, como el O, Si, Ca, Zr e Yb y los demás disminuyeron (C, N y Ba). En el Grupo 1/A2/B2/La, los elementos que aumentaron son O, Si, Ca e Yb. Por otro lado, el Grupo 2/C1/D1/La, el O, Si, Ca e Yb aumentaron y disminuyeron el C, N y Zr; mientras que en el Grupo 2/C2/D2/La, los elementos químicos que aumentaron son O, Si, Ca e Yb, siendo más representativo el O y el resto de los elementos disminuyeron.

Ferracane ⁽⁵⁰⁾ y Yadav et al. ⁽⁵¹⁾ en sus investigaciones mencionan que la matriz orgánica de los compositos dentales es la encargada de la resistencia a la contracción de polimerización o el estrés de contracción, inducido por los monómeros (Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Bis-EMA, entre otros). Los resultados observados en este estudio sugieren que la pérdida de elementos químicos (C, N, O) se relaciona con la con la pérdida de la matriz orgánica, ya que los monómeros tienen estos elementos en su estructura química, y, por ende, también disminuyen sus propiedades.

Como afirman García et al. ⁽⁵²⁾ y Ferracane ⁽⁵⁰⁾, el relleno inorgánico de los compositos dentales determina sus propiedades físicas y mecánicas, siendo los más fuertes, más rígidos y más resistentes los compositos dentales con mayor relleno. Esto lleva a la deducción de que la pérdida de elementos químicos (Si, Zr, Ca, Ba e Yb), se traduce en la pérdida de la matriz inorgánica, ya que estos componentes forman parte de su composición, y, por consiguiente, influyen en la disminución de sus propiedades.

El estudio de Xu et al.⁽⁵³⁾ analizan los compuestos de calcio y fosfato. Determinan que el calcio es un elemento importante que proporciona la capacidad de soportar cargas, inhibir caries, remineralizar. El calcio, cuando se encuentra en ambientes con pH bajos, actúa liberándose como método de protección. Dicho estudio concuerda con los resultados reportados por esta investigación. Se encontró que el calcio, que forma parte de los componentes químicos de los compositos, pierde al estar expuesto al ácido cítrico y láctico, aunque no de manera significativa.

De acuerdo con los resultados observados, se indica que cuando se aplica el sistema de pulido en los composites dentales que se exponen a los ácidos, no se produce una pérdida significativa de los elementos químicos en comparación con aquellos a los que no se les aplica el pulido. Esto se deduce que la superficie, al ser pulida, forma un sello uniforme que protege el interior del material. Esto corrobora con el estudio de Midobuche et al.⁽⁵⁴⁾, donde menciona que el acabo y pulido adecuado de los compositos permiten mejorar la longevidad, resistencia a la pigmentación y la estética de los mismos.

Además, esta investigación nace de la necesidad de brindar información verídica y eficaz sobre la composición química de los compositos dentales antes y después de ser sometidas al ácido cítrico y láctico; pues no hay mucha información disponible o estudios relacionados. Esto permitirá al profesional odontólogo enriquecerse de más conocimientos y tomar decisiones basándose en evidencias. También, abordar futuras preguntas, investigaciones o problemáticas que puedan surgir en el campo de la odontológica, cumpliendo así con las expectativas tanto de los profesionales de salud como de los pacientes.

Finalmente, las limitaciones del presente proyecto de investigación, es que no existe mucha información disponible o estudios relacionados con la investigación, además el uso de otras marcas o tipos de compositos dentales, otros tipos de ácidos o ácidos propios de los alimentos y no simuladores, integrar más variables dentro del estudio lo que nos daría mayor información sobre los elementos químicos que serán afectados dentro de los compositos. De la misma manera, se consideraron limitaciones el no poder asociar este estudio con otros equipos, como el perfilómetro, rugosímetro, SEM, Espectrómetro Raman, AFM, durómetro, entre otros, que podrían proporcionar resultados e información adicionales.

CAPÍTULO V

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En esta investigación, se utilizaron compositos dentales fotopolimerizables como Filtek Z350, Tetric N-Ceram, Filtek One Bulk Fill y Tetric N-Ceram Bulk Fill. Estos compositos pulidos y no pulidos están constituidos por elementos químicos, incluyendo C, N, O, Si, Ca, Zr, Ba e Yb, a excepción de los compositos Bulk Fill, que no presentan Ba.
- Los compositos dentales que fueron sometidos a los ácidos, se observaron que, en el Grupo 1/A1/B1/Ci, la mayoría de los elementos químicos aumentaron, menos el C, N y Ba que disminuyeron y los del Grupo 1/A2/B2/Ci, todos los componentes disminuyeron excepto el C que aumentó. En el Grupo 2/C1/D1/Ci, el C, N, O y Ca disminuyeron siendo más evidente en el O, mientras que el resto de los elementos químicos aumentaron y el Grupo 2/C2/D2/Ci, pasa lo contrario, aumentaron la concentración química del C, N, Ca y los demás componentes disminuyeron (O, Si, Zr, Yb). Los compositos del Grupo 1/A1/B1/La, la mayoría de los elementos aumentaron como el O, Si, Ca, Zr e Yb y los demás disminuyeron, y el Grupo 1/A2/B2/La, los elementos que aumentaron son O, Si, Ca e Yb. Por otro lado, el Grupo 2/C1/D1/La, el O, Si, Ca e Yb aumentaron y disminuyeron el C, N y Zr; mientras que, el Grupo 2/C2/D2/La, los elementos químicos que aumentaron son O, Si, Ca e Yb, siendo más representativo el O y el resto de elementos disminuyeron.
- Se observó que los compositos del Grupo 1/A2/B2/Ci, al igual que los del Grupo 2/C2/D2/Ci, experimentaron una mayor pérdida de elementos químicos (N, O, Si Ca, Zr, Ba, Yb y O, Si, Zr, Yb respectivamente). En cambio, el Grupo 1/A1/B1/Ci y Grupo 2/C1/D1/Ci, tienen una menor pérdida de elementos químicos (C, N Ba y C, N, O, Ca respectivamente). En los compositos dentales del Grupo 1/A1/B1/La y Grupo 2/C1/D1/La, tienen una pérdida de los elementos químicos de C, N, Ba y C, N, Zr respectivamente. Por otro lado, en los compositos del Grupo 1/A2/B2/La y Grupo 2/C2/D2/La, hay una pérdida de los componentes químicos de C, N, Zr, Ba y el C, N, Zr respectivamente.

- Todos los elementos químicos fueron afectados al exponerse tanto al ácido cítrico como al ácido láctico, alterando su composición química, sobre todo al ser sometidos al ácido láctico y sin la aplicación de un sistema de pulido, debido a sus valores demostrados de nivel de significancia ($p < 0,05$). Se observaron valores significativamente representativos en el C, N, O, Si, e Yb, siendo estos elementos químicos pertenecientes a la matriz orgánica y relleno inorgánico del composito dental; resultando en la disminución de sus propiedades.

Recomendaciones

- Se recomienda hacer otras investigaciones en dientes naturales, usando los mismos tipos de compositos dentales o diferentes, más ácidos. Asimismo, asociar con otros equipos, como el rugosímetro, perfilómetro, Espectrómetro Raman, Microscopio de Fuerza Atómica (AFM), Microscopio Electrónico de Barrido (SEM), durómetro, entre otros, que podrían proporcionar más información y resultados.
- Con base a los resultados, se recomienda usar más el grupo de compositos Bulk Fill y con correcto sistema de pulido al estar en presencia de ácidos ya que no produce una pérdida significativa de los elementos químicos, lo que permite conservar las propiedades del composito.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Loarte-Merino GJ, Perea-Corimaya E, Portilla-Miranda S, Juela-Moscoso C. FUNDAMENTOS PARA ELEGIR UNA RESINA DENTAL FUNDAMENTALS FOR CHOOSING A DENTAL RESIN. *Revista OACTIVA UC Cuenca*. 2019 Dec;4:55–62.
2. Zeballos López L, Valdivieso Pérez Á. MATERIALES DENTALES DE RESTAURACION. *Revista de Actualización Clínica V*. 2013;30:1498–504.
3. Khan I, Saeed K, Khan I. Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. Vol. 12, *Arabian Journal of Chemistry*. Elsevier B.V.; 2019. p. 908–31.
4. Nasrollahzadeh M, Sajadi SM, Sajjadi M, Issaabadi Z. An Introduction to Nanotechnology. In: *Interface Science and Technology*. Elsevier B.V.; 2019. p. 1–27.
5. Ramón Martínez H, Abdala HM, Treviño E, Garza G, Pozas A, Rivera G. Aplicación de la nanotecnología en odontología: Nano-odontología Application of nanotechnology in dentistry: Nano-Dentistry. *Revista CES Odontología*. 2011 Nov;24(2):87–91.
6. Calza T, Carranza Astrada AC, Bonnin CE. La nanotecnología aplicada al desarrollo de resinas compuestas y sistemas adhesivos a esmalte y dentina. Reporte de un caso clínico. *Rev Methodo*. 2018 Sep 24;3(3):78–82.
7. Cantín ML, Vilos CO, Suazo IG. Nanodontología: el Futuro de la Odontología Basada en Sistemas Nanotecnológicos Nanodentistry: the Future of Dentistry Based on Nanotechnology Systems. *Int J Odontostomat*. 2010;4(2):127–32.
8. Melo ESP, Melo E, Arakaki D, Michels F, Nascimento VA. Methodology to quantify and screen the demineralization of teeth by immersing them in acidic drinks (Orange juice, coca-colaTM, and grape juice): Evaluation by icp oes. *Molecules*. 2021 Jun 1;26(11).
9. Oramas Calatrava LA. Bebidas gaseosas y su impacto en la salud bucal. *Acta Odont Venez* [Internet]. 2015 Mar 20 [cited 2023 Mar 26];53(1):27–8. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6835110>

10. Ruilova Carrión EC, León Arbulú CD, Tay Chu Jon YL. Potencial erosivo de jugos naturales, jugos industrializados y gaseosas. Revisión de Literatura. *Rev Estomatol Herediana*. 2018 Mar 27;28(1):56–63.
11. Caraguay J, Armas A, Aguilera F, Tello G. Prevalencia y factores asociados del desgaste dental erosivo en niños de 8-12 años del Norte de Quito, Ecuador. *Odontología (Lima)*. 2018 Jul;20(1):61–74.
12. MATUMOTO MSS, TERADA RSS, HIGASHI DT, FUJIMAKI M, SUGA SS, GUEDES-PINTO AC. In vitro effect of energy drinks on human enamel surface. *Rev Odontol UNESP*. 2018 Jan;47(1):57–62.
13. Ahmad Jameel R, Salman Khan S, Hj Abdul Rahim Z, Mohd Bakri M, Siddiqui S. Analysis of dental erosion induced by different beverages and validity of equipment for identifying early dental erosion, in vitro study. *JPak Med Assoc*. 2016 Jul;66(7):843–8.
14. Sato T, Fukuzawa Y, Kawakami S, Suzuki M, Tanaka Y, Terayama H, et al. The onset of dental erosion caused by food and drinks and the preventive effect of alkaline ionized water. *Nutrients*. 2021 Oct 1;13(10):1–7.
15. Soares CJ, Faria-E-Silva AL, Rodrigues M de P, Fernandes Vilela AB, Pfeifer CS, Tantbirojn D, et al. Polymerization shrinkage stress of composite resins and resin cements - What do we need to know? *Braz Oral Res*. 2017 Aug 1;31:49–63.
16. Ruse ND, Sadoun MJ. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. *J Dent Res*. 2014 Dec 25;93(12):1232–4.
17. Blanco Alonso J, Sanz Alonso C. Rehabilitación de la sonrisa mediante resinas compuestas. *GACETA DENTAL* [Internet]. 2013 Jun;126–38. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
18. Estrada M, López Á, González E, Oviedo T. Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. *Av Odontoestomatol*. 2017 Jan 15;33(6):263–74.
19. Mantri SP, Mantri SS. Management of Shrinkage Stresses in Direct Restorative Light-Cured Composites: A Review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2013;25(5):305–13.

20. 3M ESPE. Filtek Z350 XT Perfil técnico del producto TM. 3M ESPE. USA; 2017 p. 1–40.
21. ESPE 3M. 3M ESPE. USA; 2017. Filtek Z350 XT (Restaurador Universal con nanotecnología).
22. 3M. Filtek Z350 XT. 3M ESPE Dental Products [Internet]. 2005 [cited 2023 Aug 31];1–22. Available from: <https://multimedia.3m.com/mws/media/3487600/filtek-z350-technical-profile-spanish.pdf>
23. Ivoclar Vivadent. Tetric ® N-Collection. Ivoclar Vivadent Clinical. 2008;1–4.
24. Ivoclar Vivadent. Tetric ® N-Ceram Tetric ® N-Flow Tetric ® N-Bond N-Etch. Ivoclar Vivadent AG. 2010;
25. León Cáceres ME, Mederos Gómez M, Cuevas Suárez CE, Maglione García F, Grazioli Pita GS. Estudio in vitro de la relación entre resistencia de unión a esmalte dental y microfiltración en resinas compuestas fotopolimerizables. *Odontostomatología*. 2020 Jun 6;22(35):38–49.
26. 3M. Filtek One restuardor Bulk Fill Perfil técnico del producto. 3M ESPE. 2019;1–28.
27. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent*. 2014 May;42(8):993–1000.
28. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: An in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent*. 2013 Nov;38(6):618–25.
29. Dueñas B. JL, Loayza O. SX. “Estudio in vitro comparativo de la deflexión cuspídea en premolares restaurados con resinas Bulk Fill: OPUS APS-FGM, Filtek TM ONE-3M ESPE y Tetric N-Ceram-IVOCLAR VIVADENT según intervalos de tiempo.” [Perú]: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA; 2021.
30. Ivoclar Vivadent. Description Tetric ® N-Ceram. IVOCLAR VIVADENT. 2013 Aug 9;
31. Ivoclar Vivadent. Tetric ® N-Ceram Bulk Fill. IVOCLAR VIVADENT. 2012 Jul;1–4.

32. Muñoz-Villa A, Sáenz-Galindo A, López-López L, Cantú-Sifuentes L, Barajas-Bermúdez L. *Ácido Cítrico: Compuesto Interesante Citric Acid: Interesting Compound*. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. 2014;6(12):18–23.
33. Scutarașu EC, Teliban IV, Zamfir CI, Luchian CE, Colibaba LC, Niculaua M, et al. Effect of different winemaking conditions on organic acids compounds of white wines. *Foods*. 2021 Nov 1;10(11).
34. Thakur A, Panesar PS, Saini MS. Parametric optimization of lactic acid production by immobilized *Lactobacillus casei* using box-Behnken design. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*. 2018 May 16;62(3):274–85.
35. Pescuma M, de Valdez GF, Mozzi F. Whey-derived valuable products obtained by microbial fermentation. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2015 Aug 22;99(15):6183–96.
36. Marshall TA. Dietary assessment and counseling for dental erosion. *Journal of the American Dental Association*. 2018 Feb 1;149(2):148–52.
37. Vásquez-Villalobos V, Aredo V, Velásquez L, Lázaro M. Physicochemical properties and sensory acceptability of goat's milk fruit yogurts with mango and banana using accelerated testing. *Scientia agropecuaria*. 2015 Sep 30;177–89.
38. Tougaard S. Surface analysis | X-ray Photoelectron Spectroscopy. *Encyclopedia of Analytical Science*. 2019 Jan 1;400–9.
39. Moulder JF, Stickle WF, Sobol PE', Bomben KD, Chastain J. *Handbook of X-ray Photoelectron Spectroscopy: A Reference Book of Standard Spectra for Identification and Interpretation of XPS Data*. Ilustrada. Chastain Jill, editor. Minnesota: Physical Electronics Division, Perkin-Elmer Corporatio; 1992. 1–261 p.
40. Taboada MF, Casanova P, Armas A del C, Herrera A, Flores D. Grado de degradación de ionómeros de vidrio modificados con resina al contacto con diferentes enjuagues bucales: estudio in vitro. *Revista Odontología Vita*. 2018 Jan;1(28):15–24.
41. Martinelli S, Alburquenque G, Silva L. Efecto del EDTAC y del ácido cítrico sobre la pared dentinaria. Variación del tiempo de exposición y la edad dentaria. *Odontoestomatología*. 2019 Dec 12;21(34).

42. Winkler. Hoja de datos de seguridad Ácido Cítrico al 10%. Winkler [Internet]. 2018 Jan [cited 2023 Mar 14];1–4. Available from: www.winklerltda.com
43. Wee YJ, Kim JN, Ryu HW. Biotechnological Production of Lactic Acid and Its Recent Applications. *Food Technol Biotechnol*. 2006 Mar 12;44(2):163–72.
44. Roth. Ficha Acido-Lactico. ROTH. 2016 Oct 28;1–12.
45. Jinez Zuñiga PA, García Merino IR, Silva Silva JO. Microfiltración marginal en cavidades clase II restauradas con resinas nano híbridas vs. resinas nano híbridas bulk fill. Estudio in vitro. *Revista Odontología, Facultad de Odontología, Universidad Central del Ecuador* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2023 Sep 19];22(1):55–65. Available from: <http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/odontologia/article/view/2060>
46. Albán Hurtado CA, Sánchez Varela G, Vélez Cuenca TM, Merino Segovia AC. Comparación de la resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida y bulk-fill utilizando técnicas incremental y monoincremental de la investigación. *SATHIRI*. 2019 Jun 30;14(1):196–206.
47. Núñez Linares M, Guevara Juan. Análisis comparativo de microdureza superficial de las resinas nanohíbridas y Bulk Fill mediante dos sistemas de pulido. Estudio In Vitro. Lima, Perú 2021. [Perú]: Universidad Norbert Wiener; 2022.
48. Hernández González D, Méndez Silva J, Díaz Caballero A. Genotoxic effect of composites resins in dentistry: A review. *Av Odontoestomatol*. 2014 Mar;30(1):29–38.
49. Michelsen VB, Kopperud HBM, Lygre GB, Björkman L, Jensen E, Kleven IS, et al. Detection and quantification of monomers in unstimulated whole saliva after treatment with resin-based composite fillings in vivo. *Eur J Oral Sci*. 2012 Feb;120(1):89–95.
50. Ferracane JL. Resin composite - State of the art. *Dental Materials*. 2011 Jan;27(1):29–38.
51. Yadav R, Kumar M. Dental restorative composite materials: A review. *J Oral Biosci*. 2019 Jun 1;61(2):78–83.

52. Hervás García A, Martínez Lozada MA, Cabanes Vila J, Escribano AB, Galve PF. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006 Jan 29;11(2):15–20.
53. Xu HHK, Weir MD, Sun L. Calcium and phosphate ion releasing composite: Effect of pH on release and mechanical properties. *Dental Materials*. 2009 Apr;25(4):535–42.
54. Midobuche Pozos EO, Zermeño Loredó MT, Guízar Mendoza JM, Carrera SC. Determinación de la calidad de pulido de resinas de nanorelleno empleado un microscopio de fuerza atómica. *Revista ADM [Internet]*. 2016 Jul [cited 2023 Sep 3];75(5):255–62. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/COMPLETOS/adm/2016/od165.pdf#page=39>

10. ANEXOS

Anexo 1. Autorización de Entrada al Laboratorio de Biomateriales de la carrera de Odontología de la UNACH

Riobamba, 13 de febrero de 2023

Dr.

Carlos Albán Hurtado

DIRECTOR DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA

Presente. -

De mi consideración:

Reciba un atento y cordial saludo, yo **GARCÍA ACOSTA SHARON MAITE** con CC: **0603954272**, estudiante de la carrera de **ODONTOLOGÍA** me permito solicitar **LA AUTORIZACIÓN DE LA ENTRADA AL LABORATORIO DE BIOMATERIALES DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA PARA PODER REALIZAR MI PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** titulado "Análisis de la composición de resinas dentales sometidos a ácido cítrico y ácido láctico", en el cual se elaborarán 48 muestras de resinas dentales.

Por la atención a la presente, le agradezco.

Atentamente,



Sharon Maite García Acosta
ESTUDIANTE



Correo electrónico: smgarcia.fso@unach.edu.ec

Teléfono convencional: 2405295

Teléfono móvil: 0995162427

Anexo 2. Convenio UNACH - YACHAY



CARTA DE INTENCIÓN O COMPROMISO DE COOPERACIÓN PARA EL DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO Y LA UNIVERSIDAD DE INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍA EXPERIMENTAL YACHAY

COMPARECIENTES. -

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cooperación las siguientes personas: por una parte, Carlos Alberto Albán Hurtado, en su calidad Director de Carrera de Odontología y delegado del representante legal de la Universidad Nacional de Chimborazo, a quien en adelante y para efectos del presente instrumento de cooperación se denominará "Unach" y por otra parte la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay, representada en este acto por el Dr. Manuel Caetano Sousa PhD., Vicerrector de Investigación, en virtud de la Resolución de delegación Nro. UITEY-REC-2022-0019-R de 19 de julio de 2022 y su reforma, Resolución Nro. UITEY-REC-2022-0035-R de 30 de noviembre de 2022, las mismas que se encuentran adjuntas, en adelante podrá ser denominada "YACHAY TECH".

Los intervinientes declaran ser mayores de edad y legalmente capaces para contratar y obligarse, al tenor de las siguientes cláusulas:

CLÁUSULA PRIMERA: ANTECEDENTES. -

1.1. La Universidad Nacional de Chimborazo es una institución de educación superior, con personería jurídica, sin fines de lucro, autónoma, de derecho público, creada mediante Ley N° 0098, publicada en el en el Registro Oficial N° 771 del 31 de agosto de 1995, su domicilio principal es la ciudad de Riobamba; su denominación es UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO y sus siglas son Unach. Se rige por la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Educación Superior, su reglamento, otras leyes conexas, los reglamentos y resoluciones de organismo o autoridad competente y el presente Estatuto. Su misión: crear, desarrollar, transferir y difundir el conocimiento, los saberes y la cultura a través de la aplicación de procesos de formación académica, investigación y vinculación; bajo principios de pertinencia, integralidad, interculturalidad, equidad, preservación del ambiente, fortaleciendo el talento humano, para la construcción de una mejor sociedad. Su visión: ser la institución de educación superior líder en la Zona 3 del Ecuador, con reconocimiento nacional y proyección internacional.

1.2. La Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay.- En el Suplemento de Registro Oficial No.144, de 16 de diciembre de 2013, se promulgó la Ley de Creación de la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental YACHAY, que, en su Artículo 1, establece: "Créase la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental YACHAY como una institución de educación superior de derecho público, sin fines de lucro, con personería jurídica propias, con autonomía académica, administrativa, financiera y orgánica, acorde con los principios establecidos en las Constitución de la República y la Ley Orgánica de Educación Superior."

La misión de la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental YACHAY es: "formar profesionales de calidad capaces de generar ciencia de alto impacto a través de la investigación a nivel global, que contribuya al desarrollo sustentable del país".

La visión de la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay, es "ser un referente nacional e internacional en la generación de conocimientos y aplicaciones a través de la investigación con profesionales de excelencia, que contribuyan al desarrollo de una "economía basada en los conocimientos", que incida directamente en el cambio de la matriz productiva".

Mediante Resolución Nro. RPC-SE-21- No.053-2022, de 30 de diciembre de 2022 emitida por el Consejo de Educación Superior, en su parte pertinente se resuelve: "Artículo 1.- Dar por

Anexo 3. Hoja de cálculo de Excel

Datos_Concentración Atómica_Maite - Excel

Maite García

Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda ¿Qué desea hacer?

Portapapeles Pegar Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición

A1 Tabla. Concentración Atómica de las muestras de Control

Tabla. Concentración Atómica de las muestras de Control											
Muestra	Cl _s (%)	Nl _s (%)	Ol _s (%)	Si _{2p} (%)	Ca _{2p} (%)	Zr _{3p1} (%)	Ba _{3d3} (%)	Yb _{4d} (%)	Yb _{4p1} (%)		
A1	64.29	1.91	26.83	4.98	0.35	0.00	0.00	1.63	0.00		
A2	67.68	2.14	24.40	3.32	0.66	0.06	0.00	1.74	0.00		
A7	69.06	2.31	21.52	3.07	0.70	3.05	0.12	0.18	0.00		
A8	67.97	2.01	23.65	2.70	0.71	2.65	0.10	0.21	0.00		
B1	73.09	2.77	20.09	2.86	0.61	0.30	0.28	0.00	0.00		
B2	70.77	2.70	21.99	3.53	0.52	0.00	0.03	0.46	0.00		
B7	70.20	1.48	21.89	5.98	0.00	0.34	0.11	0.00	0.00		
B8	70.09	1.91	21.98	4.90	0.00	0.91	0.06	0.15	0.00		
C1	58.24	2.55	25.84	7.77	0.31	0.00	0.01	2.60	2.67		
C2	59.72	2.84	27.02	6.98	0.91	0.00	0.00	2.54	0.00		
C7	69.39	2.84	21.12	4.92	0.29	1.31	0.00	0.13	0.00		
C8	68.20	2.78	19.83	4.83	0.00	0.53	0.27	0.12	3.43		
D1	70.85	2.10	22.44	4.36	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00		
D2	73.05	1.63	21.35	3.12	0.29	0.40	0.00	0.16	0.00		
D7	69.20	1.64	20.30	5.83	0.00	0.00	0.08	0.33	2.62		
D8	70.65	0.75	20.91	5.72	0.26	1.25	0.00	0.46	0.00		
A1-A2: Composite Filtek Z350 (pulidas)	A7-A8: Composite Filtek Z350 (sin pulir)	B1-B2: Composite Tetric N- Ceram (pulidas)	B7-B8: Composite Tetric N- Ceram (sin pulir)	C1-C2: Composite Filtek One Bulk Fill (pulidas)	C7-C8: Composite Filtek One Bulk Fill (sin pulir)	D1-D2: Composite Tetric N- Ceram Bulk Fill (pulidas)	D7-D8: Composite Tetric N- Ceram Bulk Fill (sinpulir)				

Control | Ác. Cítrico | Ác. Láctico

Listo Accesibilidad: todo correcto