



Universidad Católica de Santa María

Facultad de Odontología Escuela Profesional de Odontología

Comparación in vitro de la resistencia a la abrasión entre dos resinas nanohíbridas sometidas a agentes químicos simuladores de dieta ácida

Tesis presentada por:

Riega Estremadoyro, Lucero Milagros de Maria

ORCID: 0009-0005-4622-7969

para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesora:

Dra. Castro Nuñez, Gabriela Mariana

ORCID: 0000-0002-2586-541X

Arequipa -Perú

2026

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ODONTOLOGIA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 22 de Mayo del 2026

Dictamen: 015995-C-EPO-2026

Visto el borrador del expediente 015995, presentado por:

2020204532 - RIEGA ESTREMADOYRO LUCERO MILAGROS DE MARIA

Titulado:

**COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN ENTRE DOS RESINAS
NANOHÍBRIDAS SOMETIDAS A AGENTES QUÍMICOS SIMULADORES DE DIETA ÁCIDA**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

CIRUJANO DENTISTA

**29714707 - QUIROZ HUERTA CARLOS ALBERTO
DICTAMINADOR**



**04641311 - TEJADA TEJADA RENAN FERNANDO
DICTAMINADOR**



**29238358 - SALAS ROJAS MONICA HILDA CLEOFE
DICTAMINADOR**



Comparación in vitro de la resistencia a la abrasión entre dos resinas nanohíbridas sometidas a agentes químicos simuladores de dieta ácida

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Trabajo del estudiante

4%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, en primer lugar, a Dios y a la Virgen, por iluminar mi camino y darme la fortaleza necesaria para no rendirme ante las dificultades, permitiéndome alcanzar una de las metas más importantes de mi vida profesional.

A mis padres, Lucía y Robert, quienes son el motor de mi vida y el mayor regalo que Dios pudo darme. Gracias por amarme de manera incondicional, por cada sacrificio silencioso, por cada consejo, abrazo y palabra de aliento en los momentos en los que más lo necesité. Gracias por nunca soltar mi mano, incluso cuando el camino parecía difícil, y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la humildad y la perseverancia. Todo lo que soy hoy es gracias a ustedes. Cada logro, cada meta alcanzada y cada sueño cumplido lleva su amor, su dedicación y su apoyo inquebrantable detrás. Esta tesis no solo me pertenece a mí, también les pertenece a ustedes, porque son y siempre serán mi inspiración más grande.

A mi abuelita, Mamá Nena, por haber sido mi compañía y apoyo durante estos años de formación profesional. Gracias por cuidarme con tanto amor, por cada consejo, cada palabra de aliento y cada gesto de cariño que hicieron de este camino mucho más llevadero. Compartir contigo esta etapa tan importante de mi vida es una bendición que siempre guardaré en mi corazón.

A mis hermanos, Edson y Karelia, por ser una de mis mayores motivaciones. Espero que este logro les recuerde siempre que, con esfuerzo y perseverancia, todo sueño puede hacerse realidad.

A mis ángeles en el cielo: Papá Chucho, Papá Rolito, Mamá Julita y Tía Ceci. Dedicarles este logro es una manera de mantener vivo todo el amor, cariño y los recuerdos que siempre llevaré en mi corazón. Tenerlos junto a mí viendo cumplir este sueño fue algo que siempre imaginé; sin embargo, las circunstancias fueron diferentes. Aun así, sé que desde el cielo me acompañan y cuidan cada paso que doy. Un beso hasta el cielo.

Lucero Riega Estremadoyro

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento, en primer lugar, a Dios y a la Virgen, por acompañarme y guiarme durante todo este camino, brindándome fortaleza, sabiduría y perseverancia para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mis padres, Lucía y Robert, por su amor incondicional, esfuerzo y apoyo constante. Gracias por confiar siempre en mí, acompañarme en cada paso y enseñarme que con dedicación, humildad y perseverancia todo sueño puede alcanzarse. Este logro también les pertenece a ustedes.

A mi padrino, Giovanni Riega, por haber sido un ejemplo e inspiración en mi formación profesional. Gracias por sus consejos, palabras de aliento, preocupación y apoyo constante durante este camino.

A mi familia y seres queridos: tío Panchito, tía Yovi, tío Willy, tía Jessy y tía Erika, por su cariño, apoyo y motivación durante toda esta etapa académica.

A mis hermanas de corazón, Memy, gracias por haber sido siempre mi soporte incondicional y por acompañarme en los momentos más importantes de mi vida. Este logro también es tuyo. Gracias, Vale y Cristi, por tu confianza, paciencia y apoyo durante este proceso. Gracias Mari, por ser mi segunda familia, desde siempre y para siempre.

A mis amigos de toda la vida: Majo Zúniga, Majo Vargas y Marito, gracias por su cariño, apoyo y por haber sido mi refugio y compañía durante todos estos años.

A mis amigos de la carrera, gracias por cada experiencia, aprendizaje, risa y recuerdo compartido. Haber recorrido este camino junto a ustedes hizo esta etapa mucho más especial.

A mis docentes y asesores, Dra. Gabriela y Dr. Wilfredo, por sus enseñanzas, orientación y apoyo durante el desarrollo de esta investigación y mi formación profesional.

Finalmente, expreso mi gratitud a la Universidad Católica de Santa María, por permitirme formarme profesional y personalmente a lo largo de todos estos años.

Lucero Riega Estremadoyro

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo comparar, in vitro, la resistencia al cepillado de dos resinas nanohíbridas, FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM), luego de ser expuestas a un agente químico simulador de dieta ácida. Se confeccionaron discos de resina distribuidos según el tipo de material y la exposición o no a una bebida gasificada ácida. Las muestras fueron sometidas a ciclos de cepillado simulado, equivalentes a periodos de 3, 6, 9 y 12 meses, empleando dentífrico con carbón activado como agente abrasivo. Se evaluaron la estabilidad de color, la rugosidad superficial mediante los parámetros Ra y Rz, y la variación de peso como indicador indirecto de pérdida de material. Los resultados evidenciaron que la exposición ácida y el cepillado influyeron en el comportamiento superficial de ambas resinas. La resina FORMA (Ultradent) expuesta al medio ácido presentó los mayores valores finales de rugosidad, especialmente en Rz, mientras que Vittra APS (FGM) mostró un comportamiento más estable frente al desgaste. En cuanto a la estabilidad de color, todos los grupos se mantuvieron dentro de rangos clínicamente aceptables. Asimismo, se observó disminución progresiva del peso en los grupos evaluados, con diferencias significativas según el tipo de resina y la condición experimental. Se concluye que la resina Vittra APS (FGM) presenta mejor resistencia al cepillado posterior a la exposición ácida, mientras que FORMA (Ultradent) muestra mayor susceptibilidad a las alteraciones superficiales bajo las condiciones evaluadas.

Palabras clave: Resinas nanohíbridas, resistencia al cepillado, dieta ácida.

ABSTRACT

The aim of this in vitro study was to compare the brushing resistance of two nanohybrid composite resins, FORMA (Ultradent) and Vittra APS (FGM), after exposure to a chemical agent simulating an acidic diet. Resin discs were prepared and distributed according to the type of material and whether or not they were exposed to an acidic carbonated beverage. The specimens were subjected to simulated toothbrushing cycles equivalent to 3, 6, 9, and 12 months, using activated charcoal toothpaste as the abrasive agent. Color stability, surface roughness through Ra and Rz parameters, and weight variation as an indirect indicator of material loss were evaluated. The results showed that acid exposure and toothbrushing influenced the surface behavior of both composite resins. The FORMA (Ultradent) resin exposed to the acidic medium showed the highest final roughness values, particularly for Rz, whereas Vittra APS (FGM) demonstrated a more stable behavior against wear. Regarding color stability, all groups remained within clinically acceptable ranges. A progressive decrease in weight was also observed in the evaluated groups, with significant differences according to the resin type and experimental condition. It is concluded that Vittra APS (FGM) presents better brushing resistance after acidic exposure, while FORMA (Ultradent) shows greater susceptibility to surface changes under the evaluated conditions.

Keywords: Nanohybrid composite resins, brushing resistance, acidic diet.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO TEÓRICO..... 3

1. Problema de investigación 4

1.1. Determinación del problema..... 4

1.2. Enunciado del problema 5

1.3. Descripción del problema 5

1.3.1. Área del conocimiento 5

1.3.2. Operacionalización de variables..... 5

1.3.3. Interrogantes básicas 6

1.3.4. Taxonomía de la investigación..... 6

1.4. Justificación 7

1.4.1. Relevancia científica 7

1.4.2. Relevancia social..... 7

1.4.3. Originalidad..... 7

1.4.4. Interés personal 8

1.4.5. Viabilidad..... 8

2. Objetivos 8

2.1. Objetivo general..... 8

2.2. Objetivos específicos 8

3. Marco teórico 9

3.1. Resinas en odontología 9

3.1.1.	Resinas compuestas.....	9
3.1.2.	Composición.....	9
3.1.3.	Clasificaciones de adhesivos.....	10
3.1.4.	Clasificación de las resinas compuestas de acuerdo al tamaño de la partícula	10
3.2.	Desgaste dental y tipos de desgaste	11
3.3.	Simulación del cepillado en estudios in vitro	11
3.4.	Efecto de los ácidos sobre resinas compuestas	12
3.5.	Abrasividad del carbón activado en pastas dentífricas: implicaciones para el desgaste de resinas.....	12
3.6.	Fotopolimerización	12
3.7.	Resina FORMA (Ultradent).....	13
3.7.1.	Principales propiedades físicas, químicas y mecánicas	13
3.8.	Resina Vittra APS (FGM).....	14
3.10.	Análisis de antecedentes investigativos.....	15
3.10.1.	Antecedentes internacionales.....	15
3.10.2.	Antecedentes nacionales	16
3.10.3.	Antecedentes Locales.....	17
4.	Hipótesis.....	18
4.1.	Hipótesis alterna.....	18
4.2.	Hipótesis nula.....	18
CAPÍTULO II PLANTEAMIENTO OPERACIONAL		19
1.	Técnicas, instrumentos y materiales de verificación.....	20
1.1.	Técnica.....	20
1.1.1.	Descripción de la técnica.....	20
1.2.	Mediciones	22
1.3.	Instrumentos.....	24

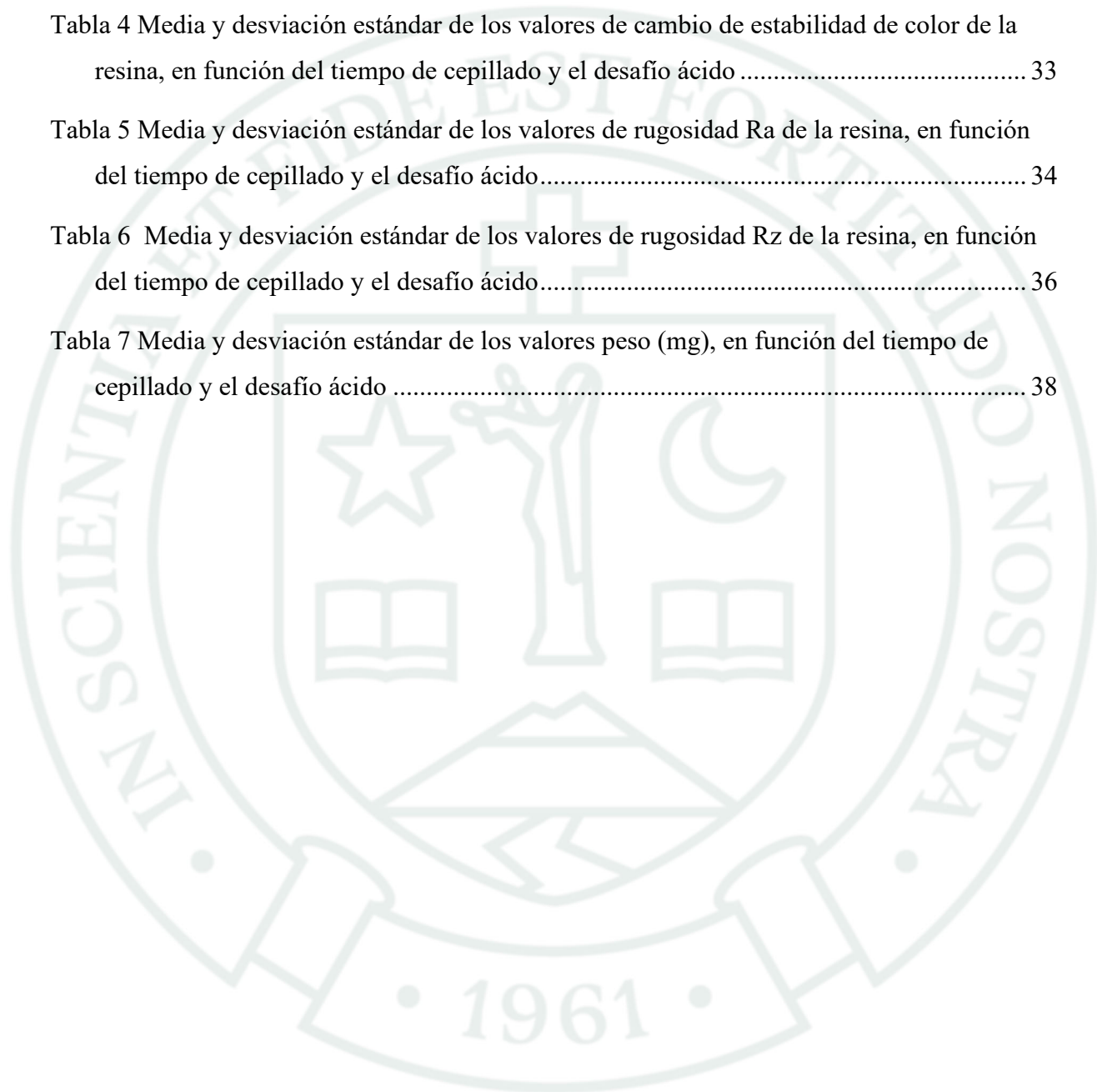
1.3.1.	Instrumento documental	24
1.1.1.	Escala de medición.....	26
2.	Campo de verificación	26
2.1.	Ubicación espacial	26
2.1.1.	Ámbito general.....	26
2.1.2.	Ámbito específico	27
2.2.	Ubicación temporal.....	27
2.3.	Unidades de estudio	27
2.3.1.	Criterios de inclusión	27
2.3.2.	Criterios de exclusión.....	27
2.4.	Población.....	27
2.5.	Consideraciones éticas	28
3.	Estrategia de recolección de datos	28
3.1.	Organización.....	28
3.2.	Recursos.....	28
3.2.1.	Recursos humanos.....	28
3.2.2.	Instrumentos mecánicos	29
3.2.3.	Recursos materiales.....	29
3.2.4.	Recursos económicos	30
3.2.5.	Recursos institucionales	30
4.	Estrategia para manejar resultados.....	30
4.1.	Plan de procesamiento de datos	30
4.1.1.	Tipo de procesamiento	30
4.1.2.	Plan de análisis de datos.....	30
CAPÍTULO III RESULTADOS		31
DISCUSIÓN.....		42

CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS.....	53



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	5
Tabla 2 Taxonomía de la investigación.....	6
Tabla 3 Estructura del Instrumento	25
Tabla 4 Media y desviación estándar de los valores de cambio de estabilidad de color de la resina, en función del tiempo de cepillado y el desafío ácido	33
Tabla 5 Media y desviación estándar de los valores de rugosidad Ra de la resina, en función del tiempo de cepillado y el desafío ácido.....	34
Tabla 6 Media y desviación estándar de los valores de rugosidad Rz de la resina, en función del tiempo de cepillado y el desafío ácido.....	36
Tabla 7 Media y desviación estándar de los valores peso (mg), en función del tiempo de cepillado y el desafío ácido	38



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mediciones.....	23
Figura 2 Cambio de color en función de los ciclos de cepillado y la exposición de las resinas al desafío ácido. FO: resina FORMA (Ultradent); FO-A: resina FORMA (Ultradent) expuesta a desafío ácido; VI: resina Vittra APS (FGM); VI-A: resina Vittra APS (FGM) expuesta a desafío ácido.	33
Figura 3 Rugosidad Ra en función de los ciclos de cepillado y la exposición de la resinas al desafío ácido. FO: resina FORMA (Ultradent); FO-A: resina FORMA (Ultradent) expuesta a desafío ácido; VI: resina Vittra APS (FGM); VI-A: resina Vittra APS (FGM) expuesta a desafío ácido.	35
Figura 4 Rugosidad Rz en función de los ciclos de cepillado y la exposición de la resinas al desafío ácido. FO: resina FORMA (Ultradent); FO-A: resina FORMA (Ultradent) expuesta a desafío ácido; VI: resina Vittra APS (FGM); VI-A: resina Vittra APS (FGM) expuesta a desafío ácido.	37
Figura 5 Peso en función de los ciclos de cepillado y la exposición de la resinas al desafío ácido. FO: resina FORMA (Ultradent); FO-A: resina FORMA (Ultradent) expuesta a desafío ácido; VI: resina Vittra APS (FGM); VI-A: resina Vittra APS (FGM) expuesta a desafío ácido.	39
Figura 6 Collage de micrografías SEM a 200X de las resinas FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM), distribuidas según condición inicial, control sin dieta ácida y exposición a dieta ácida.	40
Figura 7 Collage de micrografías SEM a 1000X de las resinas FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM), distribuidas según condición inicial, control sin dieta ácida y exposición a dieta ácida.	41
Figura 8 Moldes utilizados para la elaboración de discos de resina compuesta	56
Figura 9 Materiales empleados para la elaboración de discos de resina compuesta Vittra APS (FGM).....	56
Figura 10 Materiales empleados para la elaboración de discos de resina compuesta FORMA (Ultradent)	57
Figura 11 Proceso de fotopolimerización de los discos de resina compuesta.....	57

Figura 12 Elementos utilizados para la elaboración de cabezales de cepillos dentales	58
Figura 13 Cabezales de cepillos dentales preparados para la simulación de cepillado.....	58
Figura 14 Pasta dental no abrasiva seleccionada para las muestras no sometidas a simulación de dieta ácida	59
Figura 15 Pasta dental abrasiva seleccionada para la simulación de cepillado.....	59
Figura 16 Kit de pulido utilizado para el acabado superficial de los discos de resina.....	60
Figura 17 Instrumentos utilizados para el pulido de los discos de resina	60
Figura 18 Proceso de pulido de los discos de resina compuesta.....	61
Figura 19 Almacenamiento de los discos de resina en agua destilada.....	61
Figura 20 Espectrofotómetro utilizado para la medición del color.....	62
Figura 21 Resultados de la medición de color mediante espectrofotometría.....	62
Figura 22 Procedimiento de medición del color con espectrofotómetro	63
Figura 23 Rugosímetro utilizado para la evaluación de la rugosidad superficial	63
Figura 24 Resultados de la medición de rugosidad superficial mediante rugosímetro.....	64
Figura 25 Balanza analítica utilizada para el pesaje de los discos de resina.....	64
Figura 26 Resultados del pesaje de los discos de resina mediante balanza analítica.....	65
Figura 27 Muestras de discos de resina sometidas a simulación de dieta ácida previa al cepillado.....	65
Figura 28 Discos de resina no sometidos a simulación de dieta ácida antes del cepillado.....	66
Figura 29 Moldes utilizados en la máquina simuladora de cepillado	66
Figura 30 Simulador de cepillado utilizado en el estudio experimental	67
Figura 31 Discos de resina preparados para la simulación de cepillado.....	67
Figura 32 Resultados obtenidos tras el primer ciclo de simulación de cepillado	68
Figura 33 Equipos de medición utilizados: rugosímetro y espectrofotómetro.....	68
Figura 34 Proceso de fotopolimerización durante la elaboración de los discos de resina	69
Figura 35 Proceso de pesaje de los discos de resina mediante balanza analítica.....	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha de recolección de datos	54
Anexo 2 Evidencia fotográfica.....	56
Anexo 3 Informe de ensayo	70
Anexo 4 Matriz de datos	71



INTRODUCCIÓN

La resistencia a la abrasión de las restauraciones dentales es un aspecto crítico para garantizar su longevidad y funcionalidad, sobre todo cuando se someten a agresiones químicas derivadas de dietas ácidas. A nivel mundial, la erosión dental afecta hasta un 30 % de la población adulta, con una prevalencia creciente debido al aumento en el consumo de bebidas carbonatadas, jugos cítricos y bebidas deportivas que presentan pH inferiores a 4.

Estudios *in vitro* recientes evidencian que las resinas nanohíbridas, gracias a su combinación de matriz orgánica y partículas de tamaño nanométrico, presentan un comportamiento superior frente a otras resinas compuestas tradicionales cuando se exponen a entornos ácidos. Por ejemplo, Brânzan et al demostraron que tras 14 días de inmersión en café, cola y vino tinto, la resina nanohíbrida mantuvo una microdureza significativamente más alta (de 125,5 a 89,4 VHN) comparada con resinas de flujo o sellantes, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) (1).

El tamaño y la distribución del relleno en las resinas compuestas es un factor determinante en sus propiedades mecánicas. Las resinas microhíbridas, con partículas en el orden micrométrico, suelen mostrar buena resistencia al desgaste y un módulo de elasticidad moderado, aptas para restauraciones posteriores y anteriores (2). Las resinas nanohíbridas, que incorporan partículas nanométricas, ofrecen un desgaste reducido y una mejor estética, como evidencia la mayor dureza superficial observada tras pulido inmediato y a las 24 horas en comparación con resinas de nanorrelleno (3). Por su parte, las resinas nanoparticuladas (que combinan nanopartículas y nanoclusters) han demostrado una resistencia a la compresión superior, como en el caso de la “resina tipo C” con $153,13 \pm 35,82$ MPa, frente a nanohíbridas tipo A ($106,08 \pm 9,65$ MPa) y tipo B ($101,85 \pm 10,76$ MPa) (4).

En el ámbito nacional, aunque la literatura en Perú es escasa, investigaciones en países de la región latinoamericana reportan disminuciones significativas en la microdureza (>20 %) de resinas compuestas tras inmersión en jugos cítricos y refrescos durante 7–14 días, reflejando una tendencia similar a nivel global (5).

El presente trabajo se centra en comparar *in vitro* la resistencia a la abrasión de dos resinas nanohíbridas sometidas a agentes químicos simuladores de dieta ácida. Su objetivo es:

Evaluar la pérdida de microdureza y resistencia al desgaste de ambas resinas tras exposición a soluciones ácidas representativas de hábitos alimentarios ácidos. Determinar estadísticamente si existen diferencias significativas entre los dos materiales. Contribuir con información

relevante tanto para la práctica clínica regional como para la comunidad científica, brindando evidencia comparativa en un contexto local poco explorado.

De esta manera, se espera ofrecer un aporte novedoso en el campo de la odontología restauradora, integrando datos globales, nacionales y locales, y enfocándose en variables críticas como la microdureza, la abrasión y la durabilidad bajo condiciones químicas extremas.



CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. Problema de investigación

1.1. Determinación del problema

La erosión y abrasión dentales representan desafíos significativos en la odontología moderna, especialmente en entornos con alimentación ácida. A nivel internacional, la prevalencia de erosión en dentición permanente oscila entre el 20 % y el 45 %, y en dentición decidua entre 30 % y 50 % (6).

Se ha demostrado que el consumo frecuente de bebidas carbonatadas, jugos de frutas cítricos y bebidas energéticas puede causar desgaste químico y mecánico del esmalte y de restauraciones dentales. Para comprender el rendimiento de los materiales restauradores, es relevante considerar el impacto del tamaño de las partículas en su estructura:

- Las resinas microhíbridas otorgan buena resistencia mecánica y desgaste aceptable, siendo útiles en sectores posteriores y anteriores (2).
- Las resinas nanohíbridas presentan mayor dureza superficial, especialmente tras pulido, en comparación con nanorrelleno (3).
- Las resinas nanoparticuladas, con partículas ultrafinas y nanoclusters, alcanzaron la mayor resistencia compresiva (resina tipo C: $153,13 \pm 35,82$ MPa) frente a nanohíbridas tipo A y B (4).

Diversos estudios *in vitro* destacan que las resinas nanohíbridas ofrecen mejor microdureza y resistencia al desgaste comparadas con resinas tradicionales cuando son expuestas a soluciones ácidas y al cepillado. Sin embargo, el conocimiento sobre su comportamiento bajo condiciones extremas de dieta ácida sigue siendo limitado.

En el contexto peruano, se evidencia una alta frecuencia de abrasión (70,6 %) y erosión (26,1 %) en adultos atendidos en clínicas universitarias limeñas, siendo la abrasión un hallazgo más común y significativamente relacionado con la edad y los hábitos de higiene oral (7). Además, en estudiantes de preschool en Lima, se reportó una prevalencia de erosión de hasta 40,7 % (8).

Sin embargo, los estudios se han orientado principalmente al desgaste dentario, dejando en blanco el análisis específico de la resistencia de las resinas nanohíbridas frente a agentes químicos ácidos.

1.2. Enunciado del problema

Comparación in vitro de la resistencia a la abrasión entre dos resinas nanohíbridas sometidas a agentes químicos simuladores de dieta ácida

1.3. Descripción del problema

1.3.1. Área del conocimiento

- a) Campo: Ciencias de la salud
- b) Área específica: Odontología Restauradora
- c) Área de especialidad: Biomateriales Odontológicos
- d) Línea: Biomateriales odontológicos

1.3.2. Operacionalización de variables

Tabla 1
Operacionalización de variables

VARIABLE	INDICADOR	SUB-INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Resistencia al cepillado	Pérdida de material	Pérdida de masa antes y después del cepillado	Cuantitativa, continua (g)
Tipo de resina nanohíbrida	Marca comercial	FORMA (Ultradent) / Vittra APS (FGM)	Cualitativa, nominal
Exposición a medio ácido	Tiempo de inmersión	- Minutos por día: 15 min - Número de veces: 4 - Tiempo total acumulado: 60 min (1 h)	Cuantitativa, discreta (minutos, frecuencia, tiempo total)
	Tipo de agente ácido	Solución ácida simulada (bebida gasificada)	Cualitativa nominal / Cuantitativa continua (pH)
Cepillado simulado	Tiempo de cepillado	- 3000 ciclos por sesión - 2 veces al día (6000 ciclos /día) - 2 días - Ciclo total acumulado: 12 000 ciclos	Cuantitativa, discreta (ciclos, días, ciclo total)
	Tipo de dentífrico	Pasta dental abrasiva Colgate Carbón Activado / Pasta dental no abrasiva Colgate Sensitive Original	Cualitativa, nominal

***Elaboración propia.**

1.3.3. Interrogantes básicas

- ¿Existe diferencia en la resistencia al cepillado entre las resinas nanohíbridas FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM) luego de ser expuestas a un agente químico simulador de dieta ácida, en condiciones in vitro?
- ¿Cuál es la cantidad de material perdido en cada resina después del desgaste por cepillado, posterior a la exposición a un agente ácido?
- ¿Se observan diferencias estadísticamente significativas en la resistencia al cepillado entre las resinas nanohíbridas FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM) tras la exposición ácida?

1.3.4. Taxonomía de la investigación

Tabla 2
Taxonomía de la investigación

ABORDAJE	TIPO DE ESTUDIO					DISEÑO	NIVEL
	Por la técnica de recolección	Por el tipo de datos que se planifica recoger	Por el número de mediciones de la variable	Por el número de muestras o poblaciones	Por el ámbito de recolección		
Cuantitativo	Observacional	Prospectivo	Longitudinal	Descriptivo	De campo	Experimental	Comparativo

***Elaboración propia.**

1.4. Justificación

1.4.1. Relevancia científica

El desgaste por cepillado de resinas nanohíbridas en ambientes ácidos ha sido poco explorado, pese a su uso clínico habitual. Más allá del tamaño y forma de las partículas —ya reconocidos como influyentes en la resistencia al desgaste y la pérdida de brillo superficial— es crucial considerar otras propiedades físicas como la microdureza, la rugosidad superficial y la resistencia a la abrasión, ya que estas determinan la estabilidad y durabilidad del material bajo condiciones adversas. Por ejemplo, Vittra APS (FGM), con su carga de silicato de zirconia esferoidal de ~200 nm, ha demostrado mantener la microdureza elevada y no incrementar su rugosidad tras cepillado simulado, conservando su pulido y resistencia al desgaste (9). . Evaluar ensamblajes como FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM), por tanto, permitió robustecer la evidencia sobre su comportamiento físico-mecánico en condiciones que simulan el metabolismo oral ácido, aportando datos claves para mejorar la elección de materiales restaurativos.

1.4.2. Relevancia social

Las resinas compuestas se emplean ampliamente en odontología restauradora. La información generada sobre su resistencia al desgaste en ambientes que simulan la dieta ácida y el cepillado frecuente permitió a los profesionales seleccionar materiales más duraderos, aumentando la calidad de las restauraciones y reduciendo costos para los pacientes.

1.4.3. Originalidad

Aunque existen estudios de comparativa entre resinas nanohíbridas y Bulk Fill respecto al desgaste por cepillado (10), pocas investigaciones han centrado su atención en el efecto combinado del ácido y el desgaste mecánico sobre resinas específicas. Esta investigación cubre ese vacío, evaluando específicamente Vittra APS (FGM) bajo condiciones duales de agresión química y mecánica.

1.4.4. Interés personal

El estudio responde a tu motivación académica por comprender cómo los factores químicos y mecánicos interactúan para afectar la integridad de materiales restauradores. Además, ofrece una oportunidad para desarrollar habilidades experimentales, de análisis estadístico y redacción científica, fortaleciendo tu perfil como futuro investigador en odontología.

1.4.5. Viabilidad

El estudio responde a tu motivación académica por comprender cómo los factores químicos y mecánicos interactúan para afectar la integridad de materiales restauradores. Además, ofrece una oportunidad para desarrollar habilidades experimentales, de análisis estadístico y redacción científica, fortaleciendo tu perfil como futuro investigador en odontología.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Comparar la resistencia al cepillado de las resinas nanohíbridas FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM) luego de su exposición a un agente químico simulador de dieta ácida, en condiciones in vitro.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la pérdida de material en cada resina como resultado del desgaste por cepillado posterior a la exposición ácida.
- Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia al cepillado entre ambas resinas nanohíbridas.

3. Marco teórico

3.1. Resinas en odontología

Las resinas compuestas son materiales restauradores ampliamente empleados en odontología por su excelente estética, buena adhesión a tejidos dentales y adecuada resistencia a las cargas funcionales. Desde su introducción en la práctica clínica, su formulación ha evolucionado para mejorar sus propiedades mecánicas, estabilidad cromática y facilidad de manipulación (11).

3.1.1. Resinas compuestas

Se definen como materiales poliméricos de uso restaurador, compuestos por una matriz orgánica y partículas de relleno inorgánico, unidas mediante un agente silano. Estas partículas refuerzan la matriz, mejoran la resistencia al desgaste y permiten el control de la contracción por polimerización. La proporción entre matriz y relleno, así como el tamaño y la distribución de las partículas, influyen significativamente en su comportamiento clínico (12).

3.1.2. Composición

3.1.2.1. Matriz orgánica

La matriz orgánica está formada por monómeros como el Bis-GMA, UDMA o TEGDMA, los cuales determinan la viscosidad del material y su respuesta frente a la polimerización. Estos monómeros pueden absorber agua con el tiempo, lo que podría afectar la integridad del material (13).

3.1.2.2. Matriz inorgánica

El relleno inorgánico está conformado por partículas de sílice, óxidos metálicos o vidrio de bario, que aportan propiedades como dureza, resistencia al desgaste y radiopacidad. Estas partículas, al estar recubiertas por agentes de acoplamiento como el silano, se integran con la matriz y optimizan las propiedades mecánicas del composite (13).

3.1.3. Clasificaciones de adhesivos

3.1.3.1. Primera generación

Presentaban baja adhesión y gran contracción, limitando su uso clínico (14).

3.1.3.2. Segunda generación

Se introdujeron mejoras en el tamaño del relleno y el sistema adhesivo, aunque seguían mostrando desgaste precoz (14).

3.1.3.3. Tercera generación

Aparecen nuevos sistemas adhesivos y mejor integración con el tejido dental (14).

3.1.3.4. Cuarta generación

Desarrolladas con énfasis en el sistema adhesivo de grabado total, con mayor estabilidad marginal (14).

3.1.3.5. Quinta generación

Fusionan el primer y adhesivo en un solo frasco, simplificando el procedimiento (14).

3.1.3.6. Sexta generación

Incluyen sistemas autograbantes que reducen los pasos clínicos y el tiempo operatorio, conservando buena adhesión (14).

3.1.4. Clasificación de las resinas compuestas de acuerdo al tamaño de la partícula

3.1.4.1. Macrorelleno

Contienen partículas grandes ($>10\ \mu\text{m}$), difíciles de pulir, con menor retención de brillo y mayor desgaste (15).

3.1.4.2. Microrelleno

Poseen partículas de $0.04\ \mu\text{m}$, permitiendo un excelente acabado superficial, aunque con menor resistencia mecánica (16).

3.1.4.3. Híbridas

Combinan partículas grandes y pequeñas, mejorando la resistencia al desgaste y la adaptación clínica (17).

3.1.4.4. Microhíbridas

Mejoran la homogeneidad de distribución de partículas, equilibrando estética y resistencia (16).

3.1.4.5. Nanohíbrida

Combinan nanopartículas y partículas convencionales, proporcionando alto nivel de pulido, buena resistencia al desgaste y excelente integración estética. Son utilizadas en restauraciones anteriores y posteriores (16).

3.1.4.6. Nanorelleno

Están compuestas exclusivamente por nanopartículas (<100 nm), lo que permite restauraciones altamente estéticas con excelente retención del brillo, aunque pueden presentar mayor contracción por polimerización en algunos casos (18).

3.2. Desgaste dental y tipos de desgaste

El desgaste dental es la pérdida progresiva del tejido dentario o de materiales restauradores debido a factores mecánicos, químicos o ambos. Se clasifica principalmente en: abrasión (provocada por fuerzas mecánicas externas como el cepillado), erosión (producida por la acción de ácidos no bacterianos), attrición (contacto diente con diente) y abfracción (pérdida por tensiones oclusales). En el contexto restaurador, la abrasión y la erosión son las más relevantes, ya que pueden comprometer la integridad de la resina compuesta (19).

3.3. Simulación del cepillado en estudios in vitro

Para reproducir el desgaste por cepillado en condiciones controladas, se emplean simuladores mecánicos que replican el movimiento del cepillo dental bajo presión constante. Estos dispositivos permiten ajustar variables como el número de ciclos, el tipo de cepillo (generalmente de cerdas suaves), la presión ejercida (usualmente 200 g) y el uso de pastas dentales de abrasividad media (RDA 70–100), diluidas con agua destilada. Esta metodología estandarizada permite evaluar la resistencia de las resinas a largo plazo frente a una agresión mecánica repetitiva (20).

3.4. Efecto de los ácidos sobre resinas compuestas

Las bebidas ácidas como los jugos cítricos o bebidas carbonatadas tienen un pH bajo que puede desmineralizar el esmalte y afectar también la superficie de las resinas compuestas. En el caso de las resinas, la exposición repetida a estos medios ácidos puede provocar ablandamiento de la matriz orgánica, debilitamiento de los enlaces con las partículas de relleno y aumento de la rugosidad superficial. Esto incrementa la susceptibilidad al desgaste, especialmente cuando la erosión es seguida de una abrasión mecánica, como ocurre durante el cepillado (21).

3.5. Abrasividad del carbón activado en pastas dentífricas: implicaciones para el desgaste de resinas

En este estudio se empleará la pasta Colgate Carbón Activado como agente abrasivo para simular el efecto del cepillado sobre las muestras de resina. Se ha elegido esta fórmula por su accesibilidad y porque añade micropartículas de carbón con capacidad de pulido mecánico, las cuales pueden favorecer la remoción de material superficial. No obstante, debe reconocerse que las pastas con carbón activado suelen presentar un grado de abrasividad moderado a alto, lo que podría intensificar el desgaste del material de restauración si se utilizan repetidamente (22). Además, su uso excesivo ha sido asociado con potenciales riesgos como adelgazamiento del esmalte o mayor sensibilidad en estructuras dentales naturales, lo que sugiere que en el contexto experimental debe controlarse cuidadosamente el tiempo, la concentración y la presión aplicada durante el cepillado (23).

3.6. Fotopolimerización

La fotopolimerización en odontología surge con la introducción de las resinas compuestas fotopolimerizables en la década de 1970, lo que impulsó la creación de las primeras lámparas de fotocurado. Estas herramientas se convirtieron en elementos esenciales en la práctica estomatológica, evolucionando desde los primeros modelos que emitían luz ultravioleta hasta los modernos sistemas LED. Inicialmente, las lámparas de luz ultravioleta fueron sustituidas por sistemas de luz azul visible debido a sus limitaciones, como baja penetración y riesgos oculares. Posteriormente, las lámparas halógenas dominaron el mercado durante los años 80 y 90, aunque presentaban desventajas como sobrecalentamiento, pérdida de intensidad lumínica y necesidad de ventilación. Para minimizar los efectos de contracción de las resinas, se introdujo la

técnica *soft-start*, que incrementaba gradualmente la intensidad de la luz durante la polimerización. En los años 90 surgieron las lámparas de plasma o arco de xenón, con alta potencia e intensidad lumínica, que permitían una mayor profundidad de polimerización y tiempos de exposición más cortos. Sin embargo, su alto costo, escasa durabilidad y contracción del material limitaron su uso. Posteriormente aparecieron las lámparas láser, basadas en longitudes de onda específicas (450-514 nm), que ofrecían una elevada eficiencia pero aumentaban el estrés de polimerización y el costo del equipo. Finalmente, las lámparas LED (Light Emitting Diode) representaron un avance decisivo al combinar eficiencia energética, bajo calentamiento y mayor durabilidad. Introducidas comercialmente a fines del siglo XX, lograron una polimerización más profunda y estable con menor consumo de energía. Su espectro lumínico estrecho (450-490 nm) coincide con el pico de absorción de la canforoquinona, principal fotoiniciador de las resinas, lo que mejoró la calidad del curado. No obstante, su limitación principal radica en su incompatibilidad con resinas que emplean fotoiniciadores fuera de ese rango (24).

3.7. Resina FORMA (Ultradent)

La resina epóxica es un polímero termoestable que se obtiene habitualmente mediante la reacción entre derivados de Bisfenol A y Epiclorhidrina, formando un sistema que, al mezclarlo con un agente de curado o endurecedor, pasa de estado líquido a sólido mediante entrecruzamiento (cross-linking). Este proceso de curado es lo que convierte al material en una estructura tridimensional estable, diferente de termoplásticos que simplemente se enfrían para solidificar (25).

3.7.1. Principales propiedades físicas, químicas y mecánicas

Desde una perspectiva técnica, las resinas epóxicas presentan una serie de características que las hacen muy valoradas para aplicaciones exigentes.

- **Propiedades mecánicas y físicas:** Una vez curada, la resina epóxica muestra una elevada dureza, buena resistencia a la tracción y al impacto, lo que la hace adecuada para estructuras que requieren soporte mecánico. En términos de acabado, puede presentarse con brillo, transparencia (o con pigmentos) y su viscosidad inicial puede variar ampliamente según la formulación utilizada (26).

- **Propiedades químicas y térmicas:** Estas resinas muestran excelente adherencia a diversos materiales (madera, metal, vidrio, cerámica) y una gran resistencia frente a la humedad, a agentes químicos (ácidos, bases, solventes) y a temperaturas elevadas. En lo que se refiere al aislamiento, ofrecen también buenas propiedades de aislamiento eléctrico, lo que permite su uso en aplicaciones electrónicas o de recubrimiento de componentes eléctricos (27).
- **Factores de forma y aplicación:** Su viscosidad puede ser baja o alta dependiendo de si se requieren moldes finos o recubrimientos de superficie; esta variabilidad permite adaptarlas a distintos usos. Además, el tiempo de curado, la temperatura ambiente y la humedad influyen significativamente sobre el resultado final de la resina: una mezcla mal proporcionada o un ambiente adverso pueden comprometer la calidad del curado y, por tanto, las propiedades finales (28).

3.8. Resina Vittra APS (FGM)

Se trata de un composite fotocurable de alta gama, formulado con cargas de silicato de zirconia esféricas (partículas promedio ~200 nm) y un contenido de carga inorgánica entre aproximadamente 72-82 % en peso (52-60 % en volumen). Está diseñado para restauraciones directas en dientes anteriores y posteriores (clases I a V) y también para carillas directas, cierre de diastemas, cementación de fragmentos dentarios. Una de sus características distintivas es la tecnología “APS” (Advanced Polymerization System) que permite mayor estabilidad frente a la luz ambiente, mayor tiempo de trabajo antes del curado y prácticamente nula variación de color u opacidad antes y después del curado, lo que mejora la previsibilidad estética. Además, su formulación está libre de Bis-GMA, Bis-EMA y Bisfenol-A (BPA), lo que refuerza su perfil de seguridad (29).

3.10. Análisis de antecedentes investigativos

3.10.1. Antecedentes internacionales

Abd et al. 2025. Effect of Simulated Toothbrushing on Surface Roughness of Different Resin Composite Materials: In Vitro Study "Al-Azhar Journal of Dental Science" Este estudio evaluó la rugosidad superficial de tres resinas compuestas a nanoescala—G-aenial Universal Injectable, Filtek Z350 XT (ambas nanorrellenas) y Tetric N-Ceram (nanohíbrida)—antes y después de una simulación de cepillado dental durante 30 y 60 minutos (equivalente a 6 meses y 1 año de cepillado clínico). Se encontró un aumento significativo en la rugosidad superficial en todas las muestras después del cepillado ($p < 0.05$), siendo mayor en la resina nanohíbrida. La resina G-aenial Universal Injectable mostró el valor más bajo de rugosidad media (Ra), mientras que Tetric N-Ceram presentó los más altos. Se concluye que la rugosidad superficial depende del tipo de material y del tiempo, sugiriendo que las resinas nanorrellenas son más adecuadas para restauraciones estéticas de larga duración (30).

Halis et al. 2022. Effect of simulated toothbrushing on surface roughness of sealant agent coupled nanohybrid composite resins "Journal of Esthetic and Restorative Dentistry" El estudio evaluó el impacto del cepillado dental simulado sobre la rugosidad superficial de cuatro resinas compuestas nanohíbridas (Z-550, Tetric EvoCeram, Clearfill Majesty, Ice) con y sin aplicación de tres selladores superficiales (Palaseal, Optiglaze, Biscover LV). Tras 10,000 ciclos de cepillado, todos los grupos mostraron aumento significativo en la rugosidad superficial ($p < 0.05$). Los tratamientos con selladores, especialmente en Tetric EvoCeram y Clearfill Majesty, redujeron significativamente la rugosidad inicial (Ra0) y final (Ra1) comparado con los grupos sin sellador. Se concluye que el uso de selladores puede ser beneficioso para mantener superficies más lisas tras un año simulado de cepillado (31).

Bernaldo et al. 2023. In Vitro Effect of Mouthrinses on the Microhardness of Three Different Nanohybrid Composite Resins "International Journal of Dentistry" Este estudio comparó la microdureza Vickers (VHN) de tres resinas compuestas nanohíbridas—Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram y Polofil NHT—tras la inmersión en enjuagues bucales con diferentes composiciones: CHX 0.12%, CPC 0.075%, y CHX + CPC, durante 21 días. Se observaron reducciones significativas en la microdureza a los 14 días para CHX y CPC ($p < 0.001$), con mayor resistencia a la degradación en las resinas con mayor carga de relleno como Polofil NHT. El enjuague CHX + CPC mantuvo mejor la microdureza en todos los materiales ($p \geq 0.05$). Se concluye que la dureza superficial disminuye significativamente según la interacción entre tiempo, tipo de resina y composición del enjuague, afectando más a las resinas con menor contenido de carga y a los enjuagues con menor pH (32).

3.10.2. Antecedentes nacionales

Llontop Avellaneda, Rosa Alicia, 2024, Rugosidad superficial en resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk Fill, ante la exposición de agentes químicos y físicos "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo" Este estudio comparó la rugosidad superficial (RA) de resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk Fill tras la exposición a vitamina C, dentífrico convencional y dentífrico blanqueador durante 28 días. Se elaboraron 64 discos de resina y se evaluaron con rugosímetro antes y después del tratamiento, empleando pruebas estadísticas como ANOVA ($p = 0.00$), Tukey y t de Student ($p = 0.05$). Se observaron diferencias estadísticamente significativas, siendo la resina Bulk Fill expuesta al dentífrico convencional la que presentó mayor rugosidad. Se concluye que tanto el tipo de resina como los agentes químicos y físicos influyen significativamente en la alteración de la rugosidad superficial (33).

Calixto Mendoza, Maricielo Isabel, 2025, Rugosidad superficial de resinas compuestas antes y después de la exposición a una bebida energética y una bebida alcohólica. In vitro "Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima" Esta investigación analizó la rugosidad superficial de cuatro resinas compuestas (Tetric N-Ceram, Filtek Z250XT, Tetric N-Ceram Bulk Fill y Filtek One Bulk Fill) antes y después de ser sumergidas por 14 días en agua destilada, bebida energética y cerveza. Se utilizaron 96 bloques de resina distribuidos equitativamente. Los resultados mostraron un aumento significativo en la rugosidad superficial tras la exposición a las bebidas energizante y alcohólica ($p < 0.001$), aunque sin diferencias significativas entre los tipos de resina. Se concluye que ambas bebidas generan un incremento significativo de la rugosidad superficial, pero de forma similar en todas las resinas evaluadas (34).

Narro Canales, Veronika Stefani, 2021, Comparación, in vitro, de la microdureza superficial de tres marcas comerciales de resinas nanohíbridas, según profundidad de fotopolimerización "Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Trujillo" Este estudio comparó la microdureza superficial de tres resinas nanohíbridas (Filtek Z350®, Palfique LX5, y Brillant NG) a dos profundidades de fotopolimerización (2 mm y 6 mm). Se confeccionaron 48 bloques y se utilizó un microdurómetro Vickers para los registros. Los resultados mostraron que todas las resinas presentaron mayor microdureza a 2 mm de profundidad (Filtek Z350: 75.00, Palfique LX5: 56.4, Brillant NG: 48.2) en comparación con 6 mm (Filtek Z350: 19.7, Palfique LX5: 20.1, Brillant NG: 18.5). Se concluye que la profundidad de fotopolimerización influye significativamente en la microdureza de las resinas nanohíbridas (35).

3.10.3. Antecedentes Locales

Después de una búsqueda exhaustiva no se encontraron antecedentes relacionados al tema de investigación.

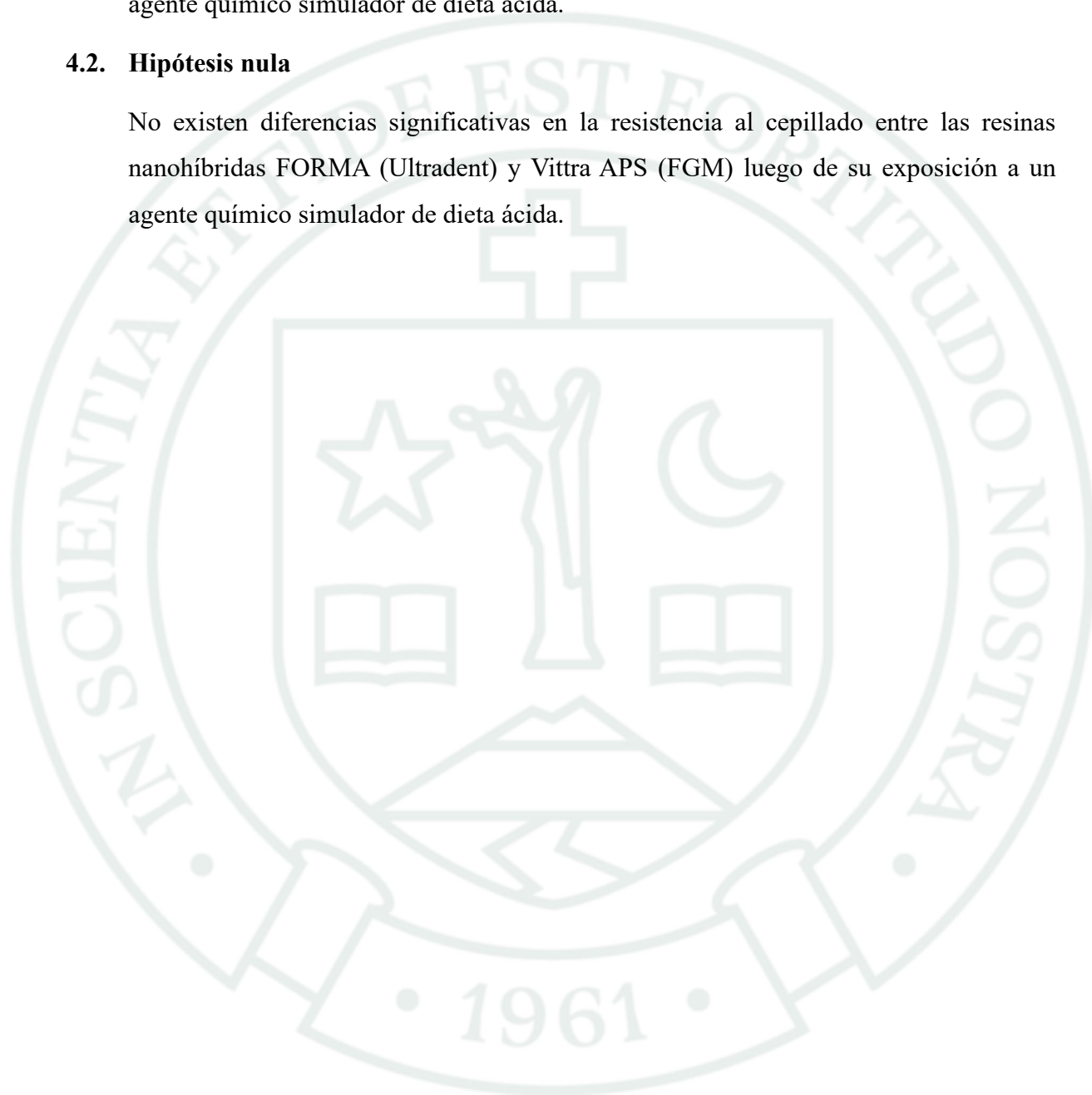
4. Hipótesis

4.1. Hipótesis alterna

Existen diferencias significativas en la resistencia al cepillado entre las resinas nanohíbridas FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM) luego de su exposición a un agente químico simulador de dieta ácida.

4.2. Hipótesis nula

No existen diferencias significativas en la resistencia al cepillado entre las resinas nanohíbridas FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM) luego de su exposición a un agente químico simulador de dieta ácida.





CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación

1.1. Técnica

1.1.1. Descripción de la técnica

La técnica empleada en esta investigación fue de tipo experimental comparativo in vitro. El estudio consistió en someter dos tipos de resinas nanohíbridas, FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM), a un protocolo estandarizado de exposición química ácida y posterior abrasión por cepillado mecánico, con el objetivo de evaluar y comparar su resistencia a la pérdida de material.

- **Elaboración de los modelos de estudio**

PRIMERO. Para la elaboración de las muestras, se confeccionaron 40 especímenes en forma de discos (20 de FORMA (Ultradent) y 20 de Vittra APS (FGM)), cada uno con un diámetro de 10 mm y un grosor de 2 mm, empleando moldes desmontables. En primer lugar, se colocó en la matriz empleando una técnica incremental, adicionado en un solo momento utilizando una espátula Hy Friedy. Una vez que la matriz esté llena y con el fin de obtener superficies planas y libres de oxígeno inhibidor, se colocó cinta celuloide sobre el molde durante la fotopolimerización.

SEGUNDO. La polimerización de los especímenes se realizó con una lámpara VALO Ultradent modelo I, con intensidad de 1000 mW/cm², aplicando la luz a una distancia estandarizada de 1 mm durante el tiempo recomendado durante 20 segundos. Una vez finalizada la polimerización se extrajeron los cuerpos de resina de los moldes.

TERCERO. Posteriormente, las muestras se almacenaron en placas Petri etiquetadas según su grupo y con la marca de resina sumergidas en agua destilada a temperatura ambiente durante 24 horas antes de dar comienzo al experimento.

Las muestras fueron seleccionadas aleatoriamente en 4 grupos experimentales, cada uno compuesto de 8 discos de resinas. Los grupos se definieron según las marcas de resinas y la exposición a agentes simuladores de dieta ácida:

- FO: Resina FORMA (Ultradent) sin sumergir a agentes simuladores de dieta ácida

- FO-A: Resina FORMA (Ultradent) sumergida a agentes simuladores de dieta ácida
- VI: Resina Vittra APS (FGM) sin sumergir a agentes simuladores de dieta ácida
- VI-A: Resina Vittra APS (FGM) sumergida a agentes simuladores de dieta ácida

CUARTO. Para dar inicio al experimento y analizar el impacto de la simulación de exposición a una dieta ácida y su resistencia a la abrasión de dichas resinas, se sumergieron las muestras tanto de la resina nanohíbrida FORMA (Ultradent) en coca cola (un grupo de 8 discos) y un grupo sin exposición (8 discos), como en la resina Vittra APS (FGM) que también se sumergieron en coca cola (un grupo de 8 discos) y un grupo sin exposición (8 discos). En la fase de exposición química, las muestras fueron sumergidas individualmente en 50 ml de la bebida gasificada (como agente simulador de dieta ácida), durante 15 minutos entre cada ciclo de cepillado de 3 meses, 6 meses, 9 meses y 12 meses, siendo un total de 4 veces sumergirlas en la bebida gasificada. Finalizado cada ciclo de inmersión, las muestras se enjuagaron con agua destilada y se secaron con papel absorbente. Las muestras seleccionadas de los grupos de no exposición a la simulación de dieta ácida se mantuvieron en condiciones húmedas colocándolas en Placas Petri sellados con un poco de agua destilada, pero sin ser sumergidas en ninguna bebida.

QUINTO. A continuación, se procedió a la fase de abrasión mecánica simulada, que consistió en someter cada muestra a 12,000 ciclos de cepillado simulando 1 año de cepillado, pausando cada 3,000 ciclos que simulan 3 meses de cepillado para realizar las mediciones correspondientes, aplicando una presión constante de 200 g (2 N), con cepillos de cerdas suaves y empleando pasta dentífrica abrasiva Colgate Carbón Activado, diluida en proporción 1:2 con agua destilada. Este protocolo simula la secuencia clínica más frecuente: consumo de bebida ácida seguido de cepillado. Según lo descrito por Magalhães (2023), Bergantin (2022) y Heintze et al. (2006), esta combinación erosión–abrasión concurrente permite evidenciar con mayor sensibilidad las diferencias en rugosidad superficial y pérdida de material.

SEXTO: Se remitieron dos muestras de cada grupo experimental, así como dos muestras correspondientes al grupo de control, al laboratorio de microscopía. El propósito fue realizar la observación detallada de cada muestra para identificar los cambios iniciales y evaluar su evolución a nivel microscópico en intervalos de 3, 6, 9 y 12 meses.

El registro micrográfico se organizó según el tipo de resina (FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM)), la condición experimental (imagen inicial, control sin dieta ácida y exposición a dieta ácida) y el aumento utilizado (200X y 1000X). Las imágenes fueron codificadas para diferenciar el cuerpo analizado 1 y 2, con el propósito de complementar la evaluación cuantitativa de color, rugosidad y peso mediante una observación descriptiva de la textura superficial de los discos de resina.

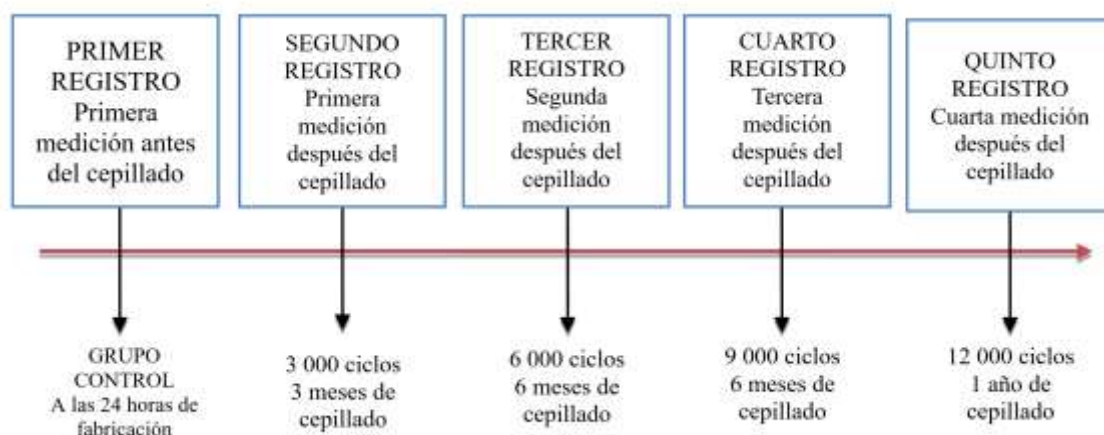
Finalmente, los datos recolectados fueron sometidos a análisis estadístico para determinar la existencia de diferencias significativas en el desgaste por cepillado entre las dos resinas evaluadas.

1.2. Mediciones

Las mediciones se realizaron en diferentes etapas del proceso experimental: Al inicio antes de someterlo al cepillado, después de:

- A las 24 horas de la fabricación de los discos de muestra (grupo control)
- Después 3 000 ciclos de cepillados (simulando 3 meses de cepillado).
- Después de 6 000 ciclos de cepillados (simulando 6 meses de cepillado)
- Después de 9 000 ciclos de cepillado (simulando 9 meses de cepillado)
- Después de 12 000 ciclos de cepillado (simulando 1 año de cepillado).

Figura 1
Mediciones



***Elaboración propia.**

Rugosidad superficial: Para este proyecto se utilizó un rugosímetro Mitutoyo SJ210 calibrado para realizar 2 mediciones por muestra siguiendo un protocolo estandarizado. Estos valores se expresaron en micrómetros (μm).

Cambio de color: Se realizó un análisis colorimétrico utilizando un espectrofotómetro VITA Easyshade V. Se registraron los valores en el sistema CIE Lab* y se calculó el cambio de color (ΔE) con la fórmula: $\Delta E = [(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2]^{1/2}$

Variación de peso: Todas las muestras fueron pesadas en una balanza analítica de precisión con una sensibilidad de 0.0001g. Se consignaron los valores al inicio y la diferencia de las mediciones entre cada etapa (3 meses, 6 meses, 9 meses y 1 año) se registró en miligramos (mg).

1.3. Instrumentos

1.3.1. Instrumento documental

Se empleó unas fichas de recolección de datos diseñada para registrar las mediciones obtenidas antes, durante y después del proceso de cepillado, así como la información relacionada con las variables experimentales.

1.3.1.1. Especificación del instrumento

La ficha permitió registrar los valores de pérdida de masa de cada muestra, la rugosidad, el cambio de color, así como el tipo de resina, el agente ácido aplicado y los ciclos de cepillado realizados. Sirvió para organizar los datos que posteriormente fueron sometidos a análisis estadístico.

1.3.1.2. Estructura del instrumento

Tabla 3
Estructura del Instrumento

VARIABLES	INDICADORES	SUBINDICADORES	ÍTEMS
Resistencia al cepillado	Rugosidad	Ra: Promedio de rugosidad superficial	-Excelente: $Ra < 1.5 \mu m$ - Bueno: Ra entre $1.5 - 2.5 \mu m$ -Aceptable: Ra entre $2.6 - 4.0 \mu m$ -Deficiente: $Ra > 4.0 \mu m$
		Rz: Distancia entre el pico más alto y el valle más profundo de una superficie	-Excelente: $Rz < 1.5 \mu m$ - Bueno: Rz entre $1.5 - 2.5 \mu m$ -Aceptable: Rz entre $2.6 - 4.0 \mu m$ -Deficiente: $Rz > 4.0 \mu m$
	Color	Cambio de color (ΔE)	$-\Delta E^* < 1$: cambios de color indetectables para el ojo del ser humano; $-\Delta E^* < 3,3$: cambios de color clínicamente aceptables; $-\Delta E^* > 3,3$: cambios de color clínicamente inaceptables que obligan a sustituir la resina por mala estética.
	Pérdida de material	Pérdida de masa antes y después del cepillado	Peso inicial y peso final (g)
Tipo de resina nanohíbrida	Marca comercial	FORMA (Ultradent) / Vittra APS (FGM)	Registro de tipo de muestra (nominal)
Exposición ácida	Duración de la exposición	- Minutos por día: 30 min - Número de días: 2 - Tiempo total acumulado: 60 min	Tiempo total de inmersión por muestra (min)

	Tipo de agente ácido	Solución empleada (bebida gasificada, pH registrado)	Registro del tipo de ácido (bebidas gasificadas)
Cepillado simulado	Tiempo de cepillado	- 4 repeticiones de 3.000.00 ciclos de cepillado - 2 días – Ciclos de cepillado total acumulado: 12 000 00	Ciclos de cepillados
	Tipo de dentífrico	Pasta dental abrasiva Colgate Carbón Activado / Pasta dental no abrasiva Colgate Sensitive Original	Registro del tipo de dentífrico

***Elaboración propia.**

1.1.1. Escala de medición

- Pérdida de masa: escala cuantitativa continua (gramos o miligramos)
- Marca de resina: escala cualitativa nominal.
- Duración de exposición: escala cuantitativa discreta (minutos y días).
- Tipo de agente ácido

2. Campo de verificación

2.1. Ubicación espacial

2.1.1. Ámbito general

La presente investigación se desarrolló en el ámbito universitario, específicamente en el área de ciencias de la salud, dentro del contexto de estudios de laboratorio en odontología.

2.1.2. Ámbito específico

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Católica de Santa María (UCSM), ubicada en la ciudad de Arequipa, Perú.

2.2. Ubicación temporal

La ejecución de la investigación está prevista para el periodo comprendido entre los meses de julio y agosto, del año 2025, incluyendo las fases de preparación de muestras, exposición química, simulación de cepillado, recolección de datos y análisis de resultados.

2.3. Unidades de estudio

2.3.1. Criterios de inclusión

- Muestras elaboradas exclusivamente con resinas nanohíbridas FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM).
- Muestras con dimensiones estandarizadas (discos de resina de tamaño y forma uniforme).

2.3.2. Criterios de exclusión

- Muestras que presenten burbujas o rugosidades durante su elaboración.
- Muestras que no cumplan con las dimensiones estandarizadas definidas en el protocolo.

2.4. Población

La población del estudio estuvo conformada por 36 discos de resina nanohíbrida, distribuidos de la siguiente manera:

- **18 discos de resina FORMA (Ultradent):**
 - 8 discos expuestos a dieta ácida
 - 8 discos expuestos a dieta no ácida
 - 2 discos de control
- **18 discos de resina Vittra APS (FGM):**
 - 8 discos expuestos a dieta ácida

- 8 discos expuestos a dieta no ácida
- 2 discos de control

2.5. Consideraciones éticas

Este estudio no requirió la aprobación de un comité de ética, ya que se desarrolló exclusivamente con materiales odontológicos y no involucró muestras biológicas ni la participación de seres humanos o animales. El proyecto fue planificado para reducir al mínimo cualquier riesgo asociado al trabajo experimental. Para ello, se aplicaron estrictos protocolos de bioseguridad en el laboratorio, incluyendo el uso obligatorio de guantes, mascarillas, batas de laboratorio, gorros quirúrgicos desechables y gafas de protección, garantizando así un ambiente seguro para todos los miembros del equipo de investigación. Además, la investigación se llevó a cabo en un entorno controlado de laboratorio, cumpliendo con las normas de bioseguridad establecidas por la Universidad Católica de Santa María (UCSM).

3. Estrategia de recolección de datos

3.1. Organización

- Se elaboró una ficha de recolección para peso, otra ficha para rugosidad y otra ficha para color, para registrar sistemáticamente los datos antes y después del procedimiento de cepillado.
- Cada muestra fue codificada y agrupada según el tipo de resina correspondiente.
- La información fue ingresada en una base de datos digital para su posterior análisis estadístico.

3.2. Recursos

3.2.1. Recursos humanos

- Investigador principal (tesista)
- Asesor de tesis

3.2.2. Instrumentos mecánicos

Se emplearon diversos instrumentos mecánicos para el desarrollo del estudio entre ellos:

- **Espátula de resina:** Herramienta manual destinada a manipular y colocar con precisión la resina compuesta dentro de la matriz metálica.
- **Optrasculp Pad:** Instrumento especializado que facilitó el modelado de la superficie de la resina, asegurando uniformidad en la forma y la textura inicial de las muestras.
- **Lámpara LED VALO:** Equipo empleado para la fotopolimerización de las capas de resina, con una potencia de 1.000 mW/cm², garantizando un
- **Rugosímetro Mitutoyo SJ210:** Instrumento calibrado para medir la rugosidad superficial. Se realizaron dos mediciones por muestra siguiendo un protocolo estandarizado, expresando los resultados en micrómetros (µm).
- **Espectrofotómetro VITA Easyshade V:** Dispositivo empleado para realizar el análisis colorimétrico de las muestras.
- **Balanza analítica de precisión (sensibilidad 0.0001 g):** Utilizada para registrar el peso antes y después del experimento. Las diferencias, expresadas en miligramos (mg), reflejaron la pérdida de material como indicador de desgaste.
- **Máquina simuladora de cepillado:** maquina que permitió el cepillado, a través de movimientos oscilatorios.

3.2.3. Recursos materiales

- Resinas nano híbridas: FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM)
- Moldes para confección de discos de resina
- Soluciones ácidas simuladoras de dieta (Bebidas gasificadas)
- Cronómetro, cepillos dentales estándar, pasta dentífrica Colgate con carbón activado, pasta dentífrica Colgate Sensitive Original
- Fichas de registro y equipo de cómputo

3.2.4. Recursos económicos

Investigación autofinanciada.

3.2.5. Recursos institucionales

- Acceso al laboratorio de investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Católica de Santa María

4. Estrategia para manejar resultados

4.1. Plan de procesamiento de datos

El procesamiento de los datos fue de tipo cuantitativo, ya que se trabajó con variables numéricas relacionadas con la pérdida de masa en las muestras y cambios de color.

4.1.1. Tipo de procesamiento

El procesamiento de los datos fue de tipo cuantitativo, ya que se trabajó con variables numéricas relacionadas con la pérdida de masa en las muestras.

4.1.2. Plan de análisis de datos

El análisis estadístico se realizó utilizando el software Jamovi (versión 2.3.18.0, Melbourne, Australia). Previamente, se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk test para cada variable. Los datos de estabilidad de color y rugosidad obtenidos entre los diferentes grupos fueron analizados mediante ANOVA de una vía, seguido de la prueba post hoc de Tukey para comparaciones múltiples. Para las comparaciones intragrupalas, se aplicó un ANOVA de medidas repetidas, también con prueba post hoc de Tukey.

En el caso de la evaluación de la pérdida de volumen, estimada a partir de los valores de peso, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis test, seguida de la prueba post hoc de Dunn para comparaciones entre grupos. Para las comparaciones intragrupalas en esta variable, se utilizó la prueba de Friedman test para medidas repetidas. Se consideró un nivel de significancia del 5 % ($p < 0.05$) para todos los análisis.



CAPÍTULO III

RESULTADOS

1. Resultados

Los resultados obtenidos evidencian que los ciclos de cepillado y la exposición al desafío ácido influyeron en la estabilidad de color, la rugosidad superficial y la pérdida de volumen de las resinas evaluadas.

En relación con la estabilidad de color (ΔE), se observó un incremento progresivo de los valores en la mayoría de los grupos conforme aumentaron los ciclos de cepillado (Tabla 4). Este comportamiento se aprecia claramente en la Figura 1, donde se evidencia una tendencia ascendente más marcada en los grupos sin exposición al ácido (FO y VI), mientras que los grupos expuestos (FO-A y VI-A) muestran una evolución más atenuada.

En la comparación intergrupar, se observaron diferencias estadísticamente significativas en algunos tiempos evaluados ($p < 0.05$). A los 3 meses (ΔE_{3m}), el grupo FO presentó el mayor valor (1.19 ± 0.74), mientras que FO-A mostró el menor (0.51 ± 0.20). A los 6 y 9 meses, aunque VI presentó los valores más altos y VI-A los más bajos, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. A los 12 meses, el grupo VI alcanzó el mayor valor (1.68 ± 0.56), mientras que FO-A presentó el menor (0.77 ± 0.26), evidenciándose diferencias significativas entre estos grupos.

El análisis intragrupal mostró que únicamente el grupo FO-A presentó cambios significativos a lo largo del tiempo, lo cual también se visualiza en la Figura 1 como una curva no lineal, con incremento inicial y posterior estabilización. En los grupos FO, VI y VI-A no se observaron variaciones significativas entre los tiempos evaluados.

Desde el punto de vista clínico, todos los valores de ΔE se mantuvieron dentro del rango clínicamente aceptable ($\Delta E < 3.3$), aunque varios valores superaron el umbral de perceptibilidad visual ($\Delta E > 1$), especialmente en los grupos FO y VI en los tiempos finales.

Tabla 4

Media y desviación estándar de los valores de cambio de estabilidad de color de la resina, en función del tiempo de cepillado y el desafío ácido

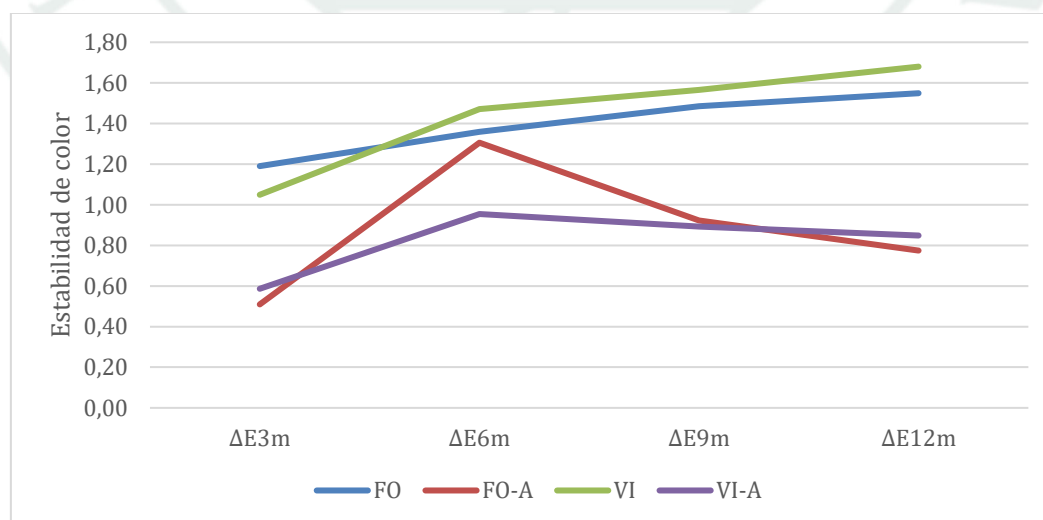
Grupo	ΔE_{3m}	ΔE_{6m}	ΔE_{9m}	ΔE_{12m}
FO	1.19 ± 0.74^b	1.36 ± 0.51	1.49 ± 0.70	1.55 ± 0.81^{bc}
FO-A	$0.51 \pm 0.20^{a,A}$	1.31 ± 0.44^B	0.92 ± 0.30^B	$0.77 \pm 0.26^{a,AB}$
VI	1.05 ± 0.40^{ab}	1.47 ± 0.45	1.57 ± 0.90	1.68 ± 0.56^c
VI-A	0.59 ± 0.28^{ab}	0.95 ± 0.46	0.89 ± 0.35	0.85 ± 0.47^{ab}

***Elaboración propia.**

Los valores promedio seguidos de letras minúsculas diferentes en las columnas y letras mayúsculas en las filas, expresan diferencias estadísticamente significantes a $p < 0.05$ (prueba de Tukey). ΔE_{3m} : estabilidad de color después un ciclo de cepillado de 3 meses; ΔE_{6m} : estabilidad de color después un ciclo de cepillado de 6 meses; ΔE_{9m} : estabilidad de color después un ciclo de cepillado de 9 meses; ΔE_{12m} : estabilidad de color después un ciclo de cepillado de 12 meses. FO: resina FORMA (Ultradent); FO-A: resina FORMA (Ultradent) expuesta a desafío ácido; VI: resina Vittra APS (FGM); VI-A: resina Vittra APS (FGM) expuesta a desafío ácido.

Figura 2

Cambio de color en función de los ciclos de cepillado y la exposición de las resinas al desafío ácido. FO: resina FORMA (Ultradent); FO-A: resina FORMA (Ultradent) expuesta a desafío ácido; VI: resina Vittra APS (FGM); VI-A: resina Vittra APS (FGM) expuesta a desafío ácido.



***Elaboración propia.**

En relación con la rugosidad superficial tipo Ra (Tabla 5), se observaron variaciones a lo largo del tiempo, con una tendencia general al incremento en los grupos expuestos al desafío ácido. Esta evolución se observa en la Figura 2, donde los grupos FO-A y VI-A muestran un aumento progresivo de la rugosidad, especialmente hacia los tiempos finales.

En la comparación intergrupar, a los 9 meses los grupos FO-A y VI-A presentaron valores superiores en comparación con VI ($p < 0.05$). A los 12 meses, el grupo FO-A alcanzó el mayor valor (1.25 ± 0.27), siendo significativamente superior al grupo VI.

En el análisis intragrupal, el grupo FO-A fue el único que presentó un incremento significativo de la rugosidad a lo largo del tiempo, lo cual se refleja en la Figura 2 como una tendencia ascendente sostenida. Los demás grupos mostraron fluctuaciones leves sin cambios estadísticamente significativos.

Tabla 5
Media y desviación estándar de los valores de rugosidad Ra de la resina, en función del tiempo de cepillado y el desafío ácido

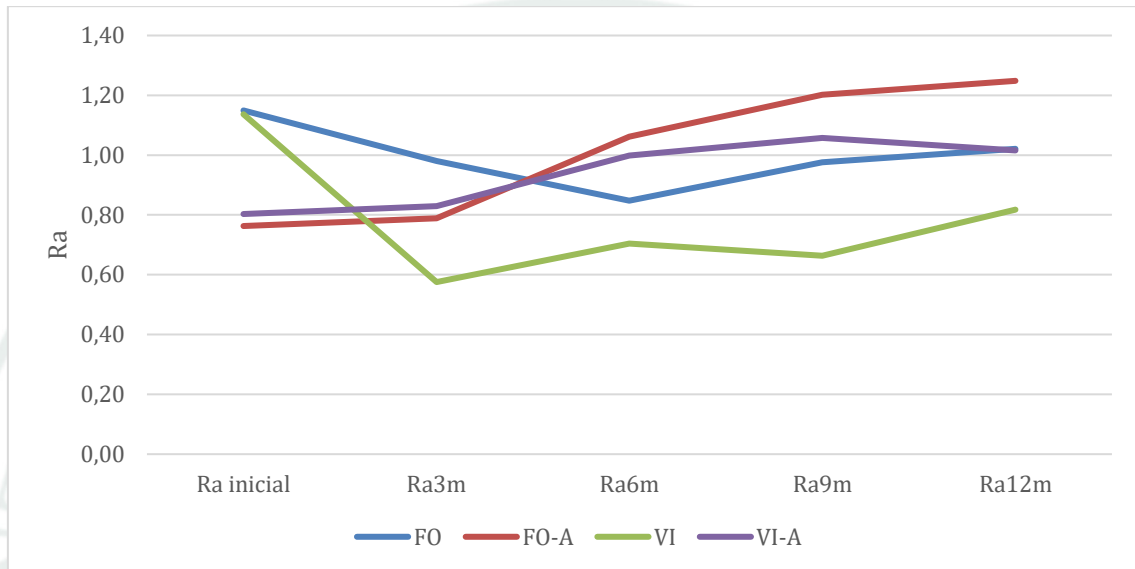
Grupo	Ra inicial	Ra3m	Ra6m	Ra9m	Ra12m
FO	1.15 ± 0.33	0.98 ± 0.32	0.85 ± 0.10	0.98 ± 0.14^{ab}	1.02 ± 0.14^{ab}
FO-A	0.76 ± 0.32^A	0.79 ± 0.49^{AB}	1.06 ± 0.24^{AB}	$1.20 \pm 0.41^{b, AB}$	$1.25 \pm 0.27^{b, B}$
VI	1.14 ± 0.40	0.58 ± 0.26	0.70 ± 0.24	0.66 ± 0.22^a	0.82 ± 0.24^a
VI-A	0.80 ± 0.28	0.83 ± 0.39	1.00 ± 0.64	1.06 ± 0.24^b	1.02 ± 0.44^{ab}

***Elaboración propia.**

Los valores promedio seguidos de letras minúsculas diferentes en las columnas y letras mayúsculas en las filas, expresan diferencias estadísticamente significantes a $p < 0.05$ (prueba de Tukey). Ra3m: rugosidad Ra después un ciclo de cepillado de 3 meses; Ra6m: rugosidad Ra después un ciclo de cepillado de 6 meses; Ra9m: rugosidad Ra después un ciclo de cepillado de 9 meses; Ra12m: rugosidad Ra después un ciclo de cepillado de 12 meses. FO: resina FORMA (Ultradent); FO-A: resina FORMA (Ultradent) expuesta a desafío ácido; VI: resina Vittra APS (FGM); VI-A: resina Vittra APS (FGM) expuesta a desafío ácido.

Figura 3

Rugosidad Ra en función de los ciclos de cepillado y la exposición de la resinas al desafío ácido. FO: resina FORMA (Ultradent); FO-A: resina FORMA (Ultradent) expuesta a desafío ácido; VI: resina Vittra APS (FGM); VI-A: resina Vittra APS (FGM) expuesta a desafío ácido.



***Elaboración propia.**

Respecto a la rugosidad superficial tipo Rz (Tabla 6), se observó un patrón más marcado de incremento en comparación con Ra, especialmente en los grupos expuestos al ácido. Este comportamiento se visualiza claramente en la Figura 3, donde el grupo FO-A presenta la pendiente más pronunciada a lo largo del tiempo.

En la comparación intergrupar, desde los 3 meses el grupo FO presentó valores superiores a VI y VI-A. A partir de los 6 meses y hasta los 12 meses, el grupo FO-A mostró los valores más altos, alcanzando el máximo a los 12 meses (7.36 ± 1.23), siendo significativamente superior a los demás grupos ($p < 0.05$). En contraste, el grupo VI mantuvo los valores más bajos de rugosidad en todos los tiempos.

El análisis intragrupal confirmó que el grupo FO-A presentó un incremento progresivo y significativo de la rugosidad Rz, lo cual se evidencia en la Figura 3 como una tendencia ascendente continua. Los demás grupos no mostraron cambios significativos.

Tabla 6
Media y desviación estándar de los valores de rugosidad Rz de la resina, en función del tiempo de cepillado y el desafío ácido

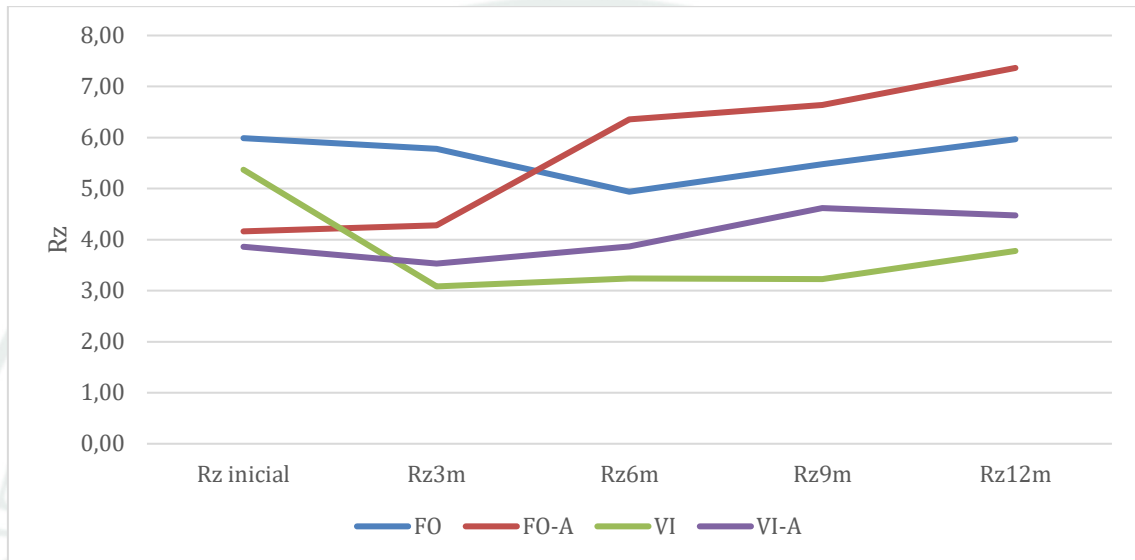
Grupo	Rz inicial	Rz3m	Rz6m	Rz9m	Rz12m
FO	5.99 ± 1.81	5.78 ± 1.41^b	4.94 ± 0.53^{ab}	5.48 ± 0.61^b	5.97 ± 0.61^{bc}
FO-A	4.16 ± 1.75^A	$4.28 \pm 1.59^{ab,A}$	$6.36 \pm 1.31^{b,AB}$	$6.64 \pm 1.97^{b,B}$	$7.36 \pm 1.23^{c,B}$
VI	5.37 ± 1.52	3.08 ± 1.34^a	3.24 ± 0.94^a	3.22 ± 0.92^a	3.78 ± 1.07^a
VI-A	3.86 ± 0.90	3.53 ± 0.72^a	3.86 ± 2.31^a	4.62 ± 1.17^{ab}	4.48 ± 1.86^{ab}

***Elaboración propia.**

Los valores promedio seguidos de letras minúsculas diferentes en las columnas y letras mayúsculas en las filas, expresan diferencias estadísticamente significantes a $p < 0.05$ (prueba de Tukey). Rz3m: rugosidad Rz después un ciclo de cepillado de 3 meses; Rz6m: rugosidad Rz después un ciclo de cepillado de 6 meses; Rz9m: rugosidad Rz después un ciclo de cepillado de 9 meses; Rz12m: rugosidad Rz después un ciclo de cepillado de 12 meses. FO: resina FORMA (Ultradent); FO-A: resina FORMA (Ultradent) expuesta a desafío ácido; VI: resina Vittra APS (FGM); VI-A: resina Vittra APS (FGM) expuesta a desafío ácido.

Figura 4

Rugosidad Rz en función de los ciclos de cepillado y la exposición de la resinas al desafío ácido. FO: resina FORMA (Ultradent); FO-A: resina FORMA (Ultradent) expuesta a desafío ácido; VI: resina Vittra APS (FGM); VI-A: resina Vittra APS (FGM) expuesta a desafío ácido.



***Elaboración propia.**

En relación con la variación de peso (Tabla 7), utilizada como indicador indirecto de pérdida de volumen, se observó una disminución progresiva de los valores en todos los grupos. Esta tendencia se visualiza en la Figura 4, donde todas las curvas presentan una ligera pendiente descendente a lo largo del tiempo.

En la comparación intergrupar, el grupo FO presentó consistentemente los valores más altos de peso, mientras que VI-A mostró los más bajos en todos los tiempos evaluados ($p < 0.05$).

En el análisis intragrupal, todos los grupos evidenciaron una disminución significativa del peso a lo largo del tiempo, siendo este comportamiento más pronunciado en el grupo VI-A, lo cual también se refleja en la Figura 4 como la mayor pendiente descendente.

Tabla 7

Media y desviación estándar de los valores peso (mg), en función del tiempo de cepillado y el desafío ácido

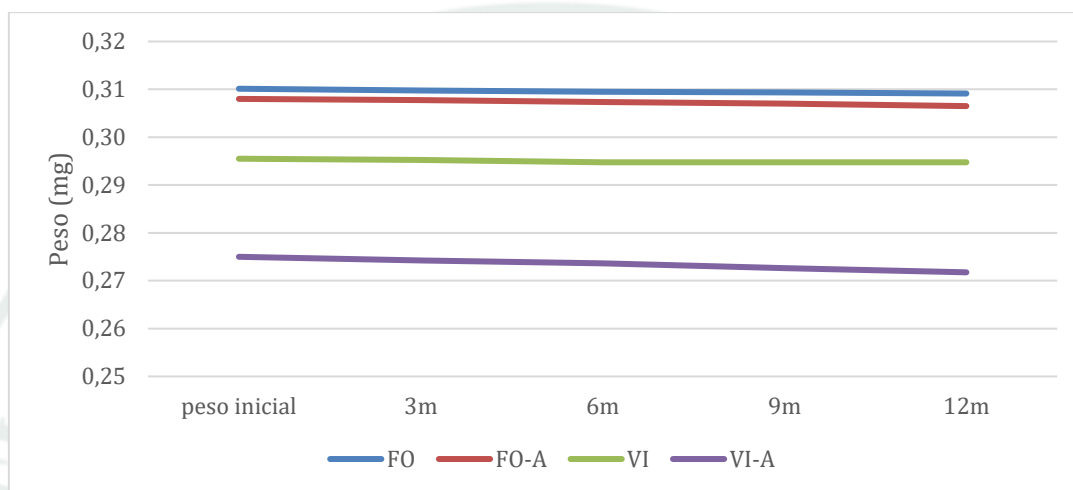
Grupo	Peso inicial	Peso 3m	Peso 6m	Peso 9m	Peso 12m
FO	0.31 ± 0.01 ^{a, A}	0.31 ± 0.01 ^{a, AB}	0.31 ± 0.01 ^{a, BC}	0.31 ± 0.01 ^{a, BC}	0.31 ± 0.01 ^{a, C}
FO-A	0.31 ± 0.01 ^{a, A}	0.31 ± 0.01 ^{a, AB}	0.31 ± 0.01 ^{a, BC}	0.31 ± 0.01 ^{a, CD}	0.31 ± 0.01 ^{a, D}
VI	0.30 ± 0.03 ^{ab, A}	0.30 ± 0.03 ^{ab, AB}	0.29 ± 0.03 ^{ab, B}	0.29 ± 0.03 ^{ab, B}	0.29 ± 0.03 ^{ab, B}
VI-A	0.28 ± 0.01 ^{b, A}	0.27 ± 0.01 ^{b, B}	0.27 ± 0.01 ^{b, C}	0.27 ± 0.01 ^{b, D}	0.27 ± 0.01 ^{b, E}

***Elaboración propia.**

Los valores promedio seguidos de letras minúsculas diferentes en las columnas y letras mayúsculas en las filas, expresan diferencias estadísticamente significantes a $p < 0.05$ (prueba de Tukey). FO: resina FORMA (Ultradent); FO-A: resina FORMA (Ultradent) expuesta a desafío ácido; VI: resina Vittra APS (FGM); VI-A: resina Vittra APS (FGM) expuesta a desafío ácido.

Figura 5

Peso en función de los ciclos de cepillado y la exposición de la resinas al desafío ácido.
FO: resina FORMA (Ultradent); FO-A: resina FORMA (Ultradent) expuesta a desafío ácido; VI: resina Vittra APS (FGM); VI-A: resina Vittra APS (FGM) expuesta a desafío ácido.



***Elaboración propia.**

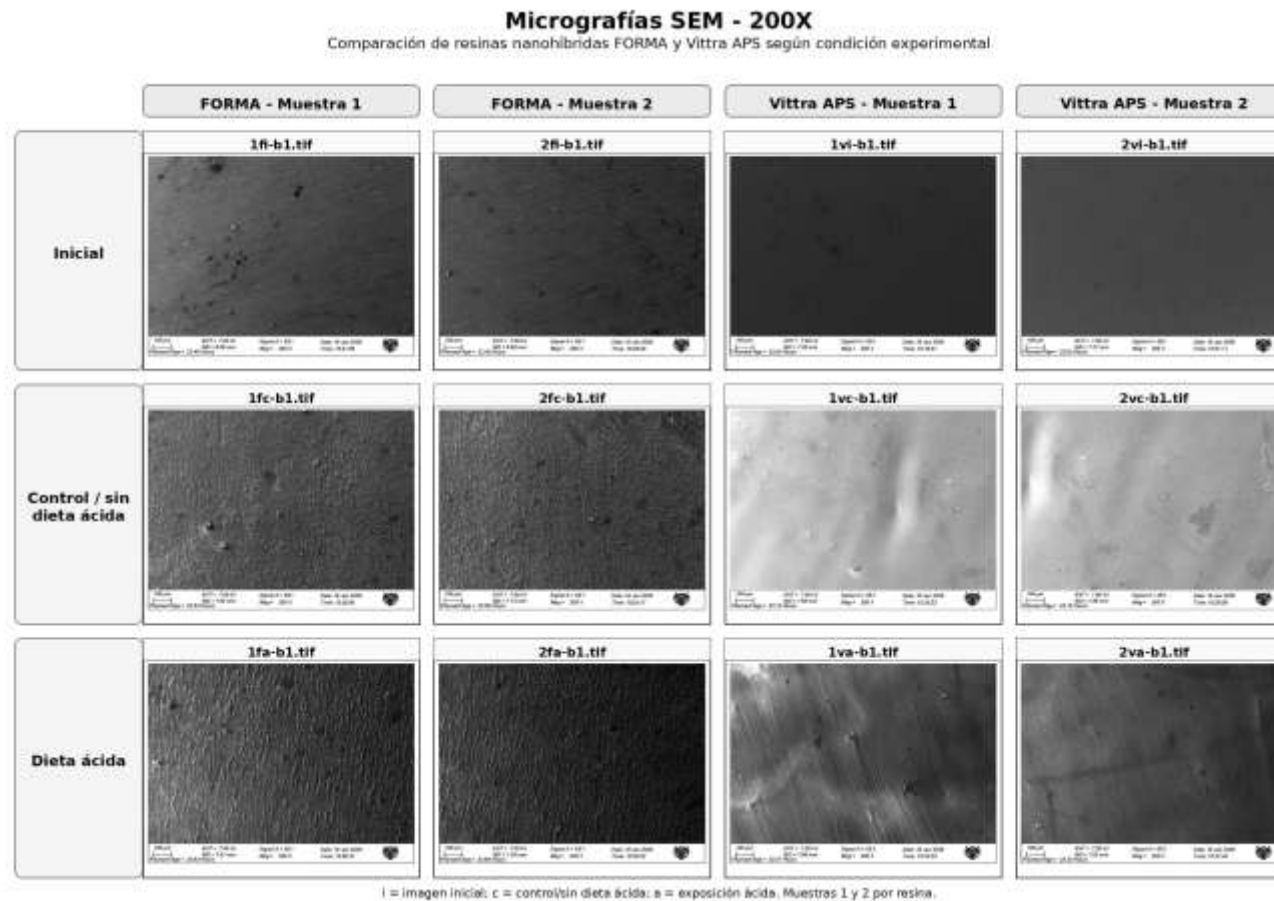
En conjunto, los resultados muestran que los ciclos de cepillado generan un incremento progresivo del cambio de color y de la rugosidad superficial, así como una disminución del peso de las resinas. Las Figuras 1–4 permiten visualizar de manera integral estos patrones, evidenciando que los efectos son más marcados en los grupos expuestos al desafío ácido, particularmente en la resina FORMA (Ultradent).

Análisis micrográfico complementario

Las micrografías SEM fueron organizadas en collages comparativos de acuerdo con el aumento de observación, la resina evaluada y la condición experimental. Esta disposición permite contrastar visualmente las superficies iniciales, las muestras control sin dieta ácida y las muestras sometidas a dieta ácida, manteniendo la identificación de los cuerpos 1 y 2 para cada material.

Figura 6

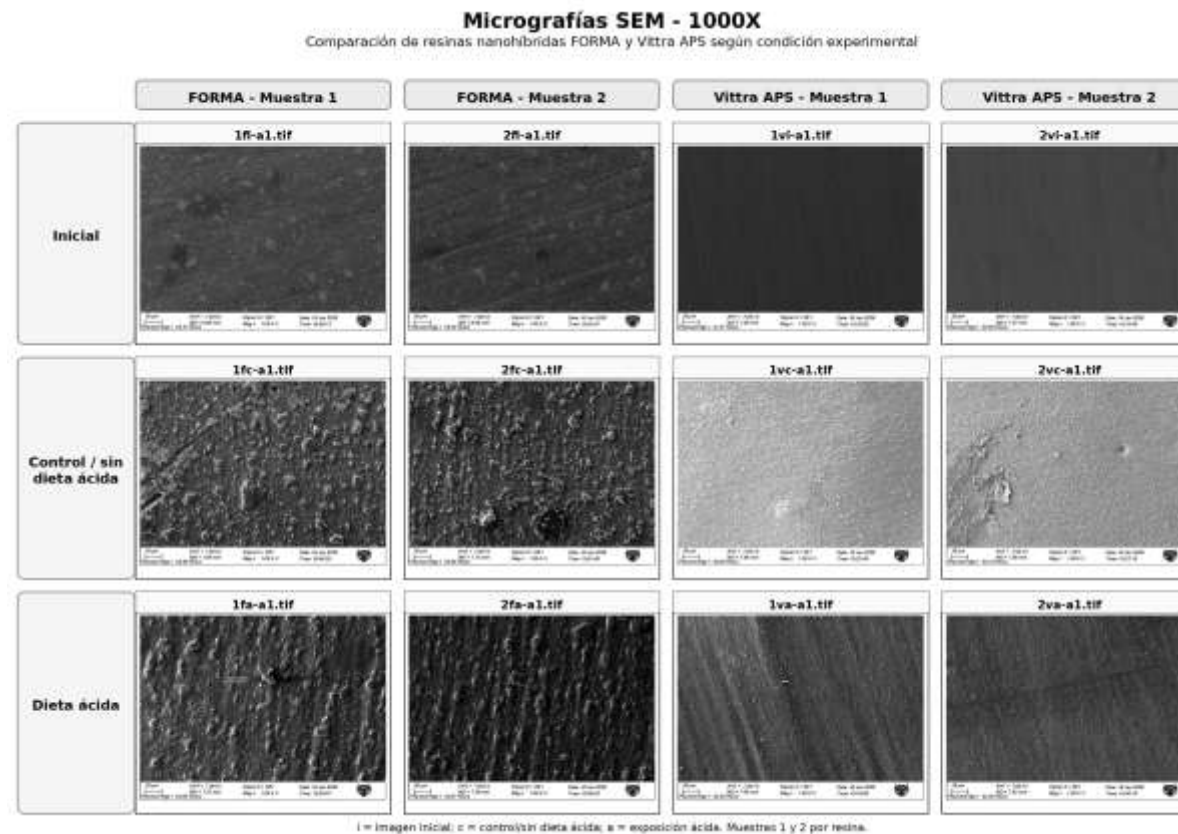
Collage de micrografías SEM a 200X de las resinas FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM), distribuidas según condición inicial, control sin dieta ácida y exposición a dieta ácida.



***Elaboración propia.**

Figura 7

Collage de micrografías SEM a 1000X de las resinas FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM), distribuidas según condición inicial, control sin dieta ácida y exposición a dieta ácida.



***Elaboración propia.**

De forma descriptiva, el registro micrográfico complementa los resultados de rugosidad y pérdida de material, ya que permite observar diferencias en la regularidad superficial entre las muestras control y las sometidas a dieta ácida, especialmente después de los ciclos de cepillado simulados.

DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación muestran que los ciclos de cepillado y la exposición a un agente químico simulador de dieta ácida modifican el comportamiento superficial de las resinas nanohíbridas evaluadas. De manera general, se observaron cambios en la estabilidad de color, incremento de la rugosidad superficial y disminución progresiva del peso, lo que evidencia que la interacción entre el desafío químico y la abrasión mecánica compromete la superficie de los materiales restauradores. Asimismo, el comportamiento no fue idéntico entre FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM), ya que la resina FORMA (Ultradent) expuesta al ácido mostró mayor alteración superficial, mientras que Vittra APS (FGM) conservó un mejor desempeño en los indicadores de rugosidad. Por ello, se acepta la hipótesis alterna, debido a que existen diferencias en la resistencia al cepillado entre ambas resinas nanohíbridas después de la exposición al medio ácido.

El primer hallazgo relevante fue que el cepillado simulado produjo un deterioro progresivo en las resinas, incluso en los grupos que no fueron sometidos al agente ácido. Este comportamiento es esperable, porque el cepillado actúa como un proceso abrasivo repetitivo capaz de remover la capa superficial de la matriz resinosa y exponer partículas de relleno. Martel et al. también observaron que el cepillado dental simulado influye en el desgaste de materiales restauradores, lo que coincide con la tendencia registrada en el presente estudio (20). De forma similar, Abd et al, reportaron aumento de la rugosidad superficial después del cepillado en diferentes resinas compuestas, destacando que la magnitud del cambio depende del tipo de material (30). Esta coincidencia permite interpretar que el desgaste no solo se relaciona con la acción mecánica del cepillo, sino también con la composición interna de la resina, el tamaño de las partículas de relleno y la resistencia de la unión entre matriz orgánica y fase inorgánica.

El segundo hallazgo fue que la exposición ácida tendió a potenciar la alteración superficial, principalmente en los indicadores de rugosidad. Este resultado concuerda con Aguilar et al, quienes describieron el efecto erosivo de bebidas carbonatadas sobre materiales de restauración, y con Baroudi et al, quienes señalaron que las bebidas ácidas combinadas con el cepillado pueden disminuir la microdureza de materiales resinosos (21,5). La explicación más probable se relaciona con la capacidad de los medios ácidos para degradar la matriz orgánica, favorecer la sorción acuosa y debilitar el enlace silano-relleno. Cuando esta superficie previamente alterada se somete al cepillado, se facilita el desprendimiento de material o la exposición de irregularidades microscópicas. En ese sentido, el presente estudio reproduce una situación clínica frecuente: el consumo de bebidas ácidas seguido de higiene oral, condición que puede aumentar el riesgo de desgaste en restauraciones directas.

El tercer hallazgo importante fue que la resina FORMA (Ultradent) expuesta al desafío ácido presentó el incremento más marcado de rugosidad, especialmente cuando se evaluó mediante Rz. Esta respuesta coincide parcialmente con lo informado por Llontop, Rosa, quien encontró que los agentes químicos y físicos influyen significativamente en la rugosidad de resinas compuestas, y por Calixto, Maricielo, quien observó aumento de rugosidad tras la exposición a bebidas energéticas y alcohólicas. Sin embargo, el comportamiento de FORMA (Ultradent) fue más evidente que el de Vittra APS (FGM), lo que sugiere una mayor susceptibilidad superficial frente al protocolo erosivo-abrasivo (33,34). Desde el punto de vista físico, esto puede deberse a diferencias en la distribución del relleno, en la proporción de matriz orgánica o en la calidad del pulido inicial. Amaya et al, explican que el mantenimiento del brillo y de la lisura de los composites depende tanto del protocolo de pulido como de la resistencia del material al cepillado; por tanto, una superficie con menor estabilidad puede perder brillo, aumentar su textura y favorecer la retención de pigmentos o placa bacteriana (36).

El cuarto hallazgo fue que la rugosidad Rz permitió evidenciar cambios más notorios que la rugosidad Ra. Esto es relevante porque Ra expresa un promedio general de la superficie, mientras que Rz refleja con mayor sensibilidad la diferencia entre picos y valles. En materiales restauradores sometidos a erosión y abrasión, las alteraciones no siempre son uniformes; pueden presentarse zonas localizadas de desprendimiento de relleno, microdepresiones o irregularidades que no se reflejan totalmente en el promedio Ra. Por ello, el aumento sostenido de Rz en FORMA (Ultradent) sometida al ácido indica que el daño superficial no solo fue cuantitativo, sino también topográfico. Reidelbach et al. y Carmona, Paz coinciden en que los modelos erosivo-abrasivos generan modificaciones superficiales que dependen de la interacción entre el sustrato, el ácido y la abrasión (6,19). Desde una perspectiva clínica, este hallazgo es importante porque una superficie con valles y picos más pronunciados puede comprometer el pulido, favorecer la pigmentación extrínseca y acelerar el deterioro estético de la restauración.

El quinto hallazgo fue que Vittra APS (FGM) mostró mejor estabilidad superficial frente al cepillado y al desafío ácido en comparación con FORMA (Ultradent), particularmente en los valores de rugosidad. Esta diferencia puede explicarse por sus características de composición, ya que Vittra APS (FGM) se describe como un composite con partículas esferoidales de silicato de zirconia y tecnología de polimerización avanzada, lo cual puede favorecer una superficie más homogénea y resistente al desgaste. Bernaldo et al, también resaltaron que la respuesta de las resinas nanohíbridas frente a medios químicos depende del tipo de resina y de su contenido

de carga, observando mayor resistencia en materiales con mejor proporción de relleno (32). Asimismo, Narro, Veronika señaló que la fotopolimerización influye directamente en la microdureza de las resinas nanohíbridas, lo que permite relacionar la calidad del curado con el desempeño posterior del material (35). En este estudio, aunque ambas resinas fueron fotopolimerizadas bajo un protocolo estandarizado, la composición propia de cada material pudo condicionar su resistencia final.

En cuanto a la estabilidad de color, se observó un incremento progresivo del cambio cromático en la mayoría de los grupos; sin embargo, los cambios se mantuvieron dentro de un rango clínicamente aceptable. Este hallazgo sugiere que, bajo las condiciones experimentales empleadas, la alteración estética no alcanzó un nivel que obligue necesariamente al reemplazo del material restaurador. Vásquez, José Mateo; Delgado, Bolívar, describen que la pigmentación de las resinas compuestas se relaciona con factores extrínsecos, como dieta, bebidas pigmentantes y textura superficial; por ello, el aumento de rugosidad puede facilitar cambios cromáticos posteriores (15). No obstante, en este estudio los grupos expuestos al ácido no siempre mostraron el mayor cambio de color, lo cual podría explicarse porque el cepillado abrasivo removió parte de la capa superficial alterada o pigmentada. Esta interpretación debe tomarse con cautela, ya que el color depende no solo de la superficie, sino también de la translucidez, la matriz orgánica, la absorción de agua y el grado de polimerización del material.

Respecto a la variación de peso, todos los grupos mostraron disminución progresiva, lo que confirma pérdida de material como consecuencia del cepillado y del medio ácido. Este resultado guarda relación con los estudios de Halis et al, quienes demostraron que el cepillado simulado aumenta la rugosidad de resinas nanohíbridas, y con Reidelbach et al, quienes evidenciaron que la erosión y abrasión pueden afectar materiales restauradores en condiciones in vitro (31,6). Un aspecto interesante es que Vittra APS (FGM) expuesta al ácido presentó una pérdida de peso más evidente, aunque su rugosidad no fue la más alta. Esto permite interpretar que la pérdida de masa y la rugosidad no siempre evolucionan en la misma dirección: un material puede perder masa de manera más uniforme y conservar una superficie relativamente regular, mientras que otro puede presentar menor pérdida global pero mayor irregularidad localizada. Por este motivo, la resistencia al cepillado no debe interpretarse a partir de un solo indicador, sino mediante la integración de rugosidad, peso y estabilidad cromática.

Los hallazgos también deben interpretarse considerando la relevancia clínica del problema. Chiyong et al, reportaron presencia de erosión y abrasión en adultos peruanos, mientras que Tuya et al, describieron erosión dental en población infantil de Lima, lo que evidencia que los factores erosivos y abrasivos tienen importancia en el contexto nacional (7,8). Aunque estos estudios se enfocaron en tejidos dentarios y no específicamente en resinas, permiten comprender que los hábitos alimentarios ácidos y las prácticas de higiene oral pueden afectar tanto al diente como a las restauraciones. En ese sentido, los resultados de esta tesis aportan información útil para la selección de materiales restauradores en pacientes con consumo frecuente de bebidas ácidas o con uso habitual de dentífricos abrasivos. Desde la práctica clínica, no basta con elegir una resina por su apariencia inicial; también se debe considerar su comportamiento frente al desgaste y su capacidad para mantener una superficie lisa a largo plazo.

Al comparar estos resultados con la literatura, se aprecia una tendencia general: los materiales resinosos no responden de manera uniforme frente a los desafíos químicos y mecánicos. Ríos-Ríos, Carlos; Ríos, Teresa, destacan que la evolución de las resinas compuestas busca mejorar sus propiedades mecánicas y clínicas, pero aún existen diferencias relacionadas con la composición (37). Huilca Dorian, Rivas Carolina y Díaz Jorge también muestran, desde distintos enfoques, que el tipo de resina, la técnica de manejo y la condición superficial influyen en el desempeño final del material (16,17,18). En la misma línea, Brânzan et al y Baroudi et al, han señalado que los medios ácidos pueden alterar propiedades mecánicas de materiales resinosos (1,5). Por tanto, el presente estudio se integra con la evidencia previa al demostrar que la interacción entre ácido y cepillado no afecta únicamente el peso del material, sino también su topografía y estabilidad estética.

Una posible explicación global de los resultados se encuentra en la relación entre matriz orgánica, relleno inorgánico y agente de unión. Las resinas compuestas dependen de la estabilidad de esta estructura para mantener sus propiedades. Cuando el medio ácido actúa sobre la matriz, puede favorecer su ablandamiento o degradación superficial; posteriormente, el cepillado puede remover zonas debilitadas y dejar expuestas partículas de relleno. Si el material posee una distribución más homogénea de partículas, mayor contenido de carga o una polimerización más eficiente, la superficie puede resistir mejor el desgaste. Esta explicación permite comprender por qué Vittra APS (FGM) mostró mejor comportamiento en rugosidad, mientras que FORMA (Ultradent) fue más vulnerable a irregularidades superficiales. Además, los hallazgos de Bernaldo et al, respaldan que la composición del material y el medio químico condicionan la microdureza, lo que puede repercutir indirectamente en la resistencia al desgaste (32).

Como limitaciones, debe considerarse que esta investigación fue realizada in vitro, por lo que no reproduce completamente las condiciones dinámicas de la cavidad oral. No se incorporaron variables como saliva, película adquirida, biofilm, variaciones de temperatura, fuerza masticatoria, cambios de pH durante el día ni hábitos individuales de higiene. También se trabajó con un número limitado de materiales, un solo tipo de bebida ácida y un dentífrico abrasivo específico, lo que restringe la generalización de los resultados a todos los composites nanohíbridos disponibles en el mercado. A pesar de ello, la principal fortaleza del estudio radica en el uso de un protocolo estandarizado de exposición química y cepillado simulado, con mediciones en distintos tiempos y evaluación de más de una variable superficial. Para futuras investigaciones, se recomienda desarrollar estudios in situ y clínicos que incorporen saliva, biofilm, termociclado, diferentes bebidas ácidas, dentífricos con distinto nivel de abrasividad y análisis complementarios como microdureza, grado de conversión o microscopía electrónica. Estos estudios permitirán comprender con mayor precisión la durabilidad clínica de las resinas nanohíbridas y servirán como base para una conclusión más sólida sobre su comportamiento restaurador.

CONCLUSIONES

- Primero.** La resina Vittra APS (FGM) presenta un mejor comportamiento frente al cepillado simulado después de la exposición ácida, evidenciado por menores valores finales de rugosidad superficial en comparación con FORMA (Ultradent) expuesta a ácido. A los 12 meses, FORMA-A alcanzó una rugosidad Ra de $1.25 \pm 0.27 \mu\text{m}$ y Rz de $7.36 \pm 1.23 \mu\text{m}$, mientras que Vittra APS (FGM)-A presentó valores menores de Ra de $1.02 \pm 0.44 \mu\text{m}$ y Rz de $4.48 \pm 1.86 \mu\text{m}$, con diferencias estadísticamente significativas en la comparación de rugosidad final ($p < 0.05$).
- Segundo.** La pérdida de material se presenta en todos los grupos evaluados a lo largo de los ciclos de cepillado, observándose una disminución progresiva del peso. El grupo VI-A mostró los valores más bajos, pasando de $0.28 \pm 0.01 \text{ mg}$ al inicio a $0.27 \pm 0.01 \text{ mg}$ a los 12 meses, mientras que FO-A se mantuvo en $0.31 \pm 0.01 \text{ mg}$ durante las mediciones, aunque con cambios intragrupales significativos en el tiempo ($p < 0.05$).
- Tercero.** Existen diferencias estadísticamente significativas entre las resinas nanohíbridas evaluadas, especialmente en los valores de rugosidad y peso final. La resina FORMA (Ultradent) expuesta a ácido presenta mayor alteración superficial, mientras que Vittra APS (FGM) mantiene una superficie más estable frente al desgaste por cepillado; sin embargo, en la variación de peso, el grupo VI-A registra la mayor disminución, lo que indica que la resistencia al cepillado depende del indicador evaluado.
- Cuarto.** De acuerdo con los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, debido a que existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia al cepillado entre las resinas nanohíbridas FORMA (Ultradent) y Vittra APS (FGM) después de la exposición a un agente químico simulador de dieta ácida. Estas diferencias se evidenciaron principalmente en los valores finales de rugosidad superficial y peso, donde la resina FORMA (Ultradent) expuesta a ácido presentó mayor alteración superficial, mientras que Vittra APS (FGM) mostró un comportamiento más estable frente al desgaste por cepillado simulado.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios posteriores con un mayor número de muestras y con otros tipos de resinas compuestas, a fin de comparar con mayor precisión el comportamiento de diferentes materiales restauradores frente a la acción combinada de ácidos y cepillado simulado.
2. Se recomienda evaluar el efecto de distintas bebidas ácidas de consumo frecuente, como bebidas energéticas, jugos cítricos o bebidas carbonatadas, para determinar si el tipo de agente ácido influye de manera diferente en la rugosidad, estabilidad de color y pérdida de material de las resinas.
3. Se recomienda complementar los estudios in vitro con investigaciones clínicas o modelos que simulen mejor las condiciones de la cavidad oral, incluyendo saliva, temperatura, pH variable y hábitos de higiene, para obtener resultados más cercanos al comportamiento real de las restauraciones en boca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brânzan et al. Evaluation of the Mechanical Properties of Different Dental Resin-Based Materials After Submersion in Acidic Beverages. Dentistry Journal. [Internet]. 2024; 13(1): 4.
2. SDPT. Tipos de resina compuesta: La elección para distintos casos clínicos. [Online].; 2020. Disponible en: https://www.sdpt.net/OPERATORIADENTAL/tiposresinacompuesta.htm?utm_source=.
3. Suarez, Rolan; Lozano, Felipe. Comparación de la dureza superficial de resinas de nanotecnología según el momento del pulido: in vitro. Revista Estomatológica Herediana. [Internet]. 2014; 24: 11--11.
4. Once, Diana. Resistencia a la fuerza de compresión: resina nanohibrida y nanoparticulada. Estudio In Vitro: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista][Internet]. 2017.
5. Baroudi et al. Influence of Acidic Drinks and Brushing on Microhardness of Restorative Resin Materials. The Open Dentistry Journal. [Internet]. 2024; 18(1).
6. Reidelbach et al. Effects of erosion and abrasion on resin-matrix ceramic CAD/CAM materials: an in vitro investigation. European Journal of Oral Sciences. [Internet]. 2024; 132(2): e12967.
7. Chiyong et al. Factors related to the presence of dental erosion and abrasion in Peruvian adults. Journal of Oral Research. [Internet]. 2021; 10(4): 1--9.
8. Tuya et al. Dental erosion and oral health-related quality of life in children aged 3 to 5 years living in Lima. Peru. Journal of Oral Research. [Internet]. 2022; 11(3): 7.
9. FMG. Advanced Polymerization [Internet]. 2021. Disponible en: https://fgmdentalgroup.com/wp-content/uploads/2023/01/Tecnologia_APS_2021_EN.pdf?utm_source=.
10. Rivera Gonzales, Jessica Karina. Resistencia al desgaste por cepillado dental simulado entre las resinas nanohíbridas convencionales y Bulk Fill-in vitro. [Internet]. ; 2024.

11. Arredondo et al. Efectividad de reparaciones de resina utilizando odontología restauradora adhesiva: Una revisión crítica de la literatura: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista][Internet]. 2022.
12. Ríos C, Ríos T. Resinas compuestas Bulk-Fill innovación controversias y perspectivas futuras en odontología restauradora: Revisión Bibliográfica. Revista Médica de Trujillo. [Internet]. 2025; 20(1): 39--45.
13. Feijoo, Stefano. Análisis del desempeño de los estudiantes de odontología en el manejo de resinas compuestas de diferentes viscosidades: un estudio sobre las preferencias y la eficacia de los operadores: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista][Internet]. 2024.
14. Gómez, Jeseida. Comparación de la fuerza de adhesión en la reparación de resina dental con distintos métodos de acondicionamiento: fresado grabado y arenado: [Tesis para optar el Título Profesional de Licenciada en Estomatología][Internet]. 2022.
15. Vásquez JM, Delgado B. Factores extrínsecos implicados en la pigmentación de las resinas compuestas dentales. Revista Estomatológica Herediana. [Internet]. 2022; 32(3): 263--271.
16. Huilca D. Comparación de la resistencia a la compresión de resinas compuestas con técnica incremental vs técnica monoincremental Riobamba Ecuador[Internet]. 2023.
17. Rivas, Carolina. Influencia del tiempo de precalentado en la viscosidad de una resina compuesta nanoparticulada y nanohíbrida: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista][Internet]. 2021.
18. Diaz J. Rugosidad superficial de dos resinas de nanorelleno termopolimerizadas posterior al fotocurado: in vitro: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista][Internet]. 2025.
19. Carmona P. Efecto del cepillado dental diferido luego de un desafío erosivo en la integridad superficial de bloques de esmalte sometidos a ciclos erosivos-abrasivos estudio in-vitro: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista][Internet]. 2024.
20. Martel et al. Impacto del Cepillado Dental en el Desgaste de Resinas Bulk Fill de Diferente Viscosidad. International journal of odontostomatology. [Internet]. 2024; 18(3): 276--280.
21. Aguilar et al. Comparación del efecto erosivo in vitro de bebidas carbonatadas sobre dos materiales de restauración marzo-junio de 2022. Crea Ciencia. [Internet]. 2023; 16(1): 64-78.

22. Quiñonez, Diana; Mena, Paola. Efecto abrasivo de dentífricos clareadores con carbón activado. Revisión de la literatura. Revista San Gregorio. [Internet]. 2022; 1(49): 108-122.
23. Elsquinze. ¿Es recomendable utilizar la pasta de dientes con carbón activado? [Online].; 2025.
24. Chaple et al. Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. Scielo. [Internet]. 2016; 15(1): 8-16 Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2016000100003.
25. Clades. Qué es la Resina Epoxi: Características y Propiedades. [Online].; 2020. Disponible en: https://www.cladescomposites.com/tienda/que-es-la-resina-epoxi-caracteristicas-y-propiedades/?utm_source=chatgpt.com.
26. Brillo Nativo. Características de la resina. [Online].; 2024. Disponible en: https://brillonativo.cl/blogs/alumnos-resina-epoxica-informacion-pasiva/caracteristicas-tecnicas-de-la-resina-epoxica?srsId=AfmBOor5TDoARyZrTAnVoS0U7veHZc2GhsTNKoIThvFj03QBAPJfQCTH&utm_source=chatgpt.com.
27. Chemifloor. Características de las resinas epoxi. [Online].; 2025. Disponible en: https://chemifloor.net/caracteristicas-de-las-resinas-epoxi/?utm_source=chatgpt.com.
28. Resin4Decor. Conoce las características clave de la resina epoxi. [Online].; 2025. Disponible en: https://resin4decor.com/blogs/blog/conoce-las-caracteristicas-clave-de-la-resina-epoxi?srsId=AfmBOopXB8ytD-qDnAPk7kyWuI6KRQhTCOpoyOsTXrK5_BQG-AlMj-9_&utm_source=chatgpt.com.
29. Vittra APS (FGM). FGM. [Online].; 2022. Disponible en: https://fgmdentalgroup.com/intl/aesthetic-products/vittra-aps/?utm_source=chatgpt.com.
30. Abd et al. Effect of Simulated Toothbrushing on Surface Roughness of Different Resin Composite Materials: In Vitro Study. Al-Azhar Journal of Dental Science. [Internet]. 2025; 28(2): 213--221 Disponible en: https://ajdsm.journals.ekb.eg/article_358332.html.
31. Halis et al. Effect of simulated toothbrushing on surface roughness of sealant agent coupled nanohybrid composite resins. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. [Internet]. 2022; 34(6): 907--914 Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jerd.12871>.

32. Bernaldo et al. In Vitro Effect of Mouthrinses on the Microhardness of Three Different Nanohybrid Composite Resins. International Journal of Dentistry. [Internet]. 2023; 2023(1): 9161639 Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2023/9161639>.
33. Llontop R. Rugosidad superficial en resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk Fill ante la exposición de agentes químicos y físicos [Tesis para optar el título de Segunda Especialidad en Odontología Restauradora y Estética][Internet]. 2024.
34. Calixto M. Rugosidad superficial de resinas compuestas antes y después de la exposición a una bebida energética y una bebida alcohólica. In vitro [Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista][Internet]. 2025.
35. Narro V. Comparación in vitro de la microdureza superficial de tres marcas comerciales de resinas nanohíbridas según profundidad de fotopolimerización [Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista][Internet]. 2021.
36. Amaya et al. Development and maintenance of surface gloss of dental composites after polishing and brushing: Review of the literature. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. [Internet]. 2022; 34(1): 15--41.
37. Ríos, Carlos; Ríos, Teresa. Resinas compuestas Bulk-Fill innovación controversias y perspectivas futuras en odontología restauradora: Revisión Bibliográfica. Revista Médica de Trujillo. [Internet]. 2025; 20(1): 39--45.



ANEXOS

Anexo 1

Ficha de recolección de datos

I Datos generales del registro

Campo	Registro
Equipo para color	Espectrofotómetro VITA Easyshade V
Equipo para rugosidad	Rugosímetro Mitutoyo SJ210
Equipo para peso	Balanza analítica de precisión 0.0001 g

II. Identificación de la muestra

Dato	Registro
Código de muestra	
Tipo de resina	☐ FORMA (Ultradent) ☐ Vittra APS (FGM)
Grupo experimental	☐ FO ☐ FO-A ☐ VI ☐ VI-A
Condición de exposición ácida	☐ Sin exposición ácida ☐ Con exposición ácida
Agente ácido empleado	Bebida gasificada / pH:
Tipo de dentífrico	☐ Colgate Carbón Activado ☐ Colgate Sensitive Original
Dimensiones de la muestra	Diámetro: mm Grosor: mm
Estado inicial de la muestra	☐ Sin burbujas ☐ Sin fisuras ☐ Superficie uniforme ☐ Otro:

III. Codificación de grupos experimentales

Código	Resina	Exposición ácida	Descripción
FO	FORMA (Ultradent)	No	Muestra de resina FORMA (Ultradent) sin exposición a agente ácido.
FO-A	FORMA (Ultradent)	Sí	Muestra de resina FORMA (Ultradent) expuesta a agente químico simulador de dieta ácida.
VI	Vittra APS (FGM)	No	Muestra de resina Vittra APS (FGM) sin exposición a agente ácido.
VI-A	Vittra APS (FGM)	Sí	Muestra de resina Vittra APS (FGM) expuesta a agente químico simulador de dieta ácida.

IV. Control del procedimiento experimental

Etapas	Criterio de control	Registro / verificación
Preparación	Muestra elaborada con dimensiones estandarizadas	☐ Sí ☐ No Observación:
Fotopolimerización	Tiempo e intensidad aplicados según protocolo	Tiempo: s Intensidad: mW/cm ²
Almacenamiento	Conservación en agua destilada durante 24 horas	☐ Sí ☐ No
Exposición ácida	Inmersión según grupo experimental	Tiempo por inmersión: min Frecuencia:
Cepillado	Ciclos acumulados según etapa	3000 ☐ 6000 ☐ 9000 ☐ 12000 ☐
Presión aplicada	Presión constante durante el cepillado	Valor: g / N
Enjuague y secado	Enjuague con agua destilada y secado con papel absorbente	☐ Sí ☐ No

V. Ficha de estabilidad de color

Registrar los valores L*, a* y b* obtenidos con el espectrofotómetro. El cambio de color (ΔE) se calcula comparando cada etapa con el registro inicial. Fórmula: $\Delta E = [(L1^* - L2^*)^2 + (a1^* - a2^*)^2 + (b1^* - b2^*)^2]^{1/2}$.

Momento de medición	Ciclos acumulados	L*	a*	b*	ΔE frente al inicial	Interpretación clínica	Observaciones
Inicial / 24 h	0				No aplica		
3 meses	3000						
6 meses	6000						
9 meses	9000						
12 meses	12000						

Criterio sugerido: $\Delta E < 1$ = cambio no perceptible; $\Delta E < 3.3$ = cambio clínicamente aceptable; $\Delta E > 3.3$ = cambio clínicamente no aceptable.

VI. Ficha de rugosidad superficial

Registrar dos mediciones por muestra cuando corresponda y consignar el promedio. Ra expresa la rugosidad media y Rz representa la altura máxima entre picos y valles.

Momento de medición	Ciclos acumulados	Ra 1 (μm)	Ra 2 (μm)	Ra promedio (μm)	Rz 1 (μm)	Rz 2 (μm)	Rz promedio (μm)	Clasificación / observación
Inicial / 24 h	0							
3 meses	3000							
6 meses	6000							
9 meses	9000							
12 meses	12000							

Clasificación referencial de Rz	Criterio
Excelente	Rz < 1.5 μm
Bueno	Rz entre 1.5 y 2.5 μm
Aceptable	Rz entre 2.6 y 4.0 μm
Deficiente	Rz > 4.0 μm

VII. Ficha de variación de peso y pérdida de material

Registrar el peso en gramos o miligramos según la calibración del equipo. La pérdida de material puede registrarse como diferencia respecto al peso inicial o respecto a la etapa previa.

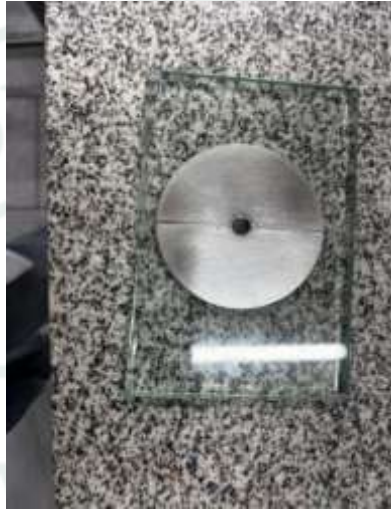
Momento de medición	Ciclos acumulados	Peso registrado	Unidad	Diferencia vs. inicial	Diferencia vs. etapa previa
Inicial / 24 h	0		☐ g ☐ mg	No aplica	No aplica
3 meses	3000		☐ g ☐ mg		
6 meses	6000		☐ g ☐ mg		
9 meses	9000		☐ g ☐ mg		
12 meses	12000		☐ g ☐ mg		

Anexo 2

Evidencia fotográfica

Figura 8

Moldes utilizados para la elaboración de discos de resina compuesta



Se observan los moldes utilizados para la confección de los discos de resina compuesta. Estos moldes permiten obtener especímenes con dimensiones estandarizadas, necesarias para garantizar uniformidad durante las etapas experimentales.

Figura 9

Materiales empleados para la elaboración de discos de resina compuesta Vittra APS (FGM)



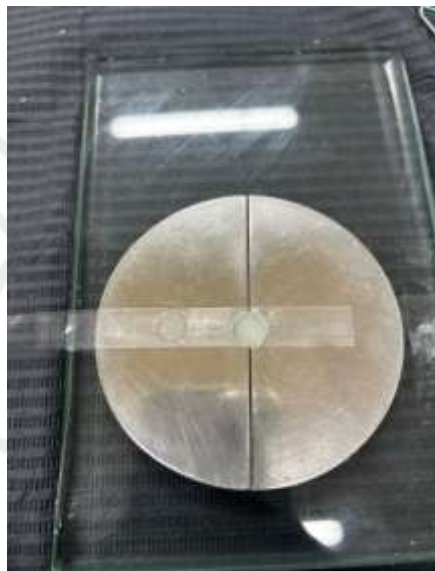
En la imagen se muestran los materiales empleados para la preparación de los discos de resina compuesta Vittra APS (FGM), los cuales serán utilizados como muestras en el desarrollo del estudio.

Figura 10
Materiales empleados para la elaboración de discos de resina compuesta FORMA
(Ultradent)



La imagen presenta los materiales utilizados para la confección de los discos de resina compuesta FORMA (Ultradent), seleccionados para la elaboración de las muestras experimentales.

Figura 11
Proceso de fotopolimerización de los discos de resina compuesta



Se observa el proceso de fotopolimerización de los discos de resina mediante una lámpara de fotocurado, procedimiento necesario para lograr la adecuada polimerización del material restaurador.

Figura 12

Elementos utilizados para la elaboración de cabezales de cepillos dentales



La imagen muestra los materiales y herramientas utilizados para la preparación de los cabezales de cepillos dentales empleados en la simulación del cepillado.

Figura 13

Cabezales de cepillos dentales preparados para la simulación de cepillado



Se observan los cabezales de cepillos de dientes preparados para ser utilizados en el simulador de cepillado durante el procedimiento experimental.

Figura 14

Pasta dental no abrasiva seleccionada para las muestras no sometidas a simulación de dieta ácida



En la imagen se presenta la pasta dental no abrasiva seleccionada para el grupo de discos de resina que no serán sometidos previamente a simulación de dieta ácida.

Figura 15

Pasta dental abrasiva seleccionada para la simulación de cepillado



La imagen muestra la pasta dental abrasiva seleccionada para su utilización durante el proceso de simulación de cepillado en las muestras.

Figura 16

Kit de pulido utilizado para el acabado superficial de los discos de resina



Se observa el kit de pulido utilizado para el acabado superficial de los discos de resina, con el objetivo de estandarizar su superficie antes de la evaluación experimental.

Figura 17

Instrumentos utilizados para el pulido de los discos de resina



La imagen presenta los instrumentos y materiales empleados durante el proceso de pulido de los discos de resina.

Figura 18

Proceso de pulido de los discos de resina compuesta



Se observa el procedimiento de pulido de los discos de resina, realizado con el fin de obtener superficies uniformes antes de las mediciones correspondientes.

Figura 19

Almacenamiento de los discos de resina en agua destilada



La imagen muestra los discos de resina almacenados en agua destilada, con el objetivo de mantener condiciones controladas previas a las evaluaciones experimentales.

Figura 20
Espectrofotómetro utilizado para la medición del color



Se observa el espectrofotómetro utilizado para la medición objetiva del color de los discos de resina durante el estudio.

Figura 21
Resultados de la medición de color mediante espectrofotometría



La imagen presenta los resultados obtenidos tras la medición del color de los discos de resina mediante el espectrofotómetro.

Figura 22

Procedimiento de medición del color con espectrofotómetro



Se observa el procedimiento de medición del color de los discos de resina utilizando un espectrofotómetro.

Figura 23

Rugosímetro utilizado para la evaluación de la rugosidad superficial



La imagen muestra el rugosímetro empleado para evaluar la rugosidad superficial de los discos de resina.

Figura 24

Resultados de la medición de rugosidad superficial mediante rugosímetro



Se presentan los resultados obtenidos tras la medición de la rugosidad superficial de los discos de resina mediante el rugosímetro.

Figura 25

Balanza analítica utilizada para el pesaje de los discos de resina



Se observa la balanza analítica utilizada para determinar con precisión el peso de los discos de resina.

Figura 26

Resultados del pesaje de los discos de resina mediante balanza analítica



La imagen muestra los resultados del pesaje de los discos de resina obtenidos mediante la balanza analítica.

Figura 27

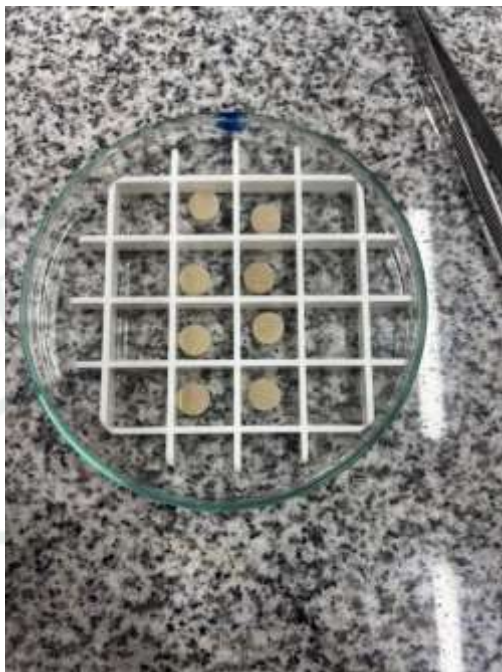
Muestras de discos de resina sometidas a simulación de dieta ácida previa al cepillado



Se observan las muestras de discos de resina sumergidas en una solución que simula una dieta ácida, previo al proceso de simulación de cepillado.

Figura 28

Discos de resina no sometidos a simulación de dieta ácida antes del cepillado



La imagen muestra los discos de resina que no fueron sometidos a simulación de dieta ácida antes del procedimiento de cepillado.

Figura 29

Moldes utilizados en la máquina simuladora de cepillado



Se observan los moldes o soportes utilizados para fijar las muestras en la máquina simuladora de cepillado.

Figura 30

Simulador de cepillado utilizado en el estudio experimental



La imagen presenta el simulador de cepillado utilizado para reproducir de manera controlada el proceso de cepillado dental sobre las muestras.

Figura 31

Discos de resina preparados para la simulación de cepillado



Se observan los discos de resina colocados y preparados en el equipo para iniciar el proceso de simulación de cepillado.

Figura 32

Resultados obtenidos tras el primer ciclo de simulación de cepillado



< La imagen muestra los resultados obtenidos tras completar el primer ciclo del proceso de simulación de cepillado.

Figura 33

Equipos de medición utilizados: rugosímetro y espectrofotómetro



Se observan los equipos de medición utilizados en el estudio: el rugosímetro para evaluar la rugosidad superficial y el espectrofotómetro para la medición del color.

Figura 34

Proceso de fotopolimerización durante la elaboración de los discos de resina



La imagen muestra el procedimiento de fotopolimerización de los discos de resina durante su elaboración.

Figura 35

Proceso de pesaje de los discos de resina mediante balanza analítica



Se observa el proceso de pesaje de los discos de resina mediante una balanza analítica, con el fin de registrar su peso inicial o final dentro del estudio experimental.

Anexo 3

Informe de ensayo



INFORME DE ENSAYO

Nº DE INFORME: ANA12C26.000055

Nombre del Cliente	: Lucero M. de Maria Riega Estremadoyro
Dirección del Cliente	: no declara
Código de estudiante	: 2020204532
Condición del Muestreado	: POR EL CLIENTE
Descripción	: Resina dental
Tamaño de muestra	: 2 por grupo
Fecha de Recepción	: 16/01/2026
Fecha de Inicio del Ensayo	: 16/01/2026
Fecha de Emisión de Informe	: 12/03/2026
Página	: 1 de 1

I. PARÁMETROS DE ANÁLISIS:

PARÁMETROS	
Software	SmartSEM ZEISS
Voltaje	8 Kv
Detector	Electrones secundarios
Modo	Alto vacío
Recubierta	Oro-paladio
Modelo del equipo	EVO 10MA CARL ZEISS

OBSERVACIONES:

- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Microscopía Electrónica.


OF. Tiffany L. Vincent Lozano
Asistente de Laboratorio
Laboratorio de Microscopía Electrónica

Anexo 4

Matriz de datos

Color

Fila	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	grupo	T0	T0	T0	T1 3meses	T1 3meses	T1 3meses	T2 6meses	T2 6meses	T2 6meses
2	grupo	L1	a1	b1	L2	a2	b2	L3	a3	b3
3	FO	75.4	0.8	23.8	75.4	1.2	23.5	76.9	1.5	24.4
4	FO	75.1	0.4	24.7	75.5	0.9	23.2	75.7	1.3	24
5	FO	76	1.1	24.6	76.6	1.4	24.3	75.9	1.2	23.4
6	FO	76.2	0.9	23.8	76.3	1.1	23.2	76	1.2	22.8
7	FO	75.9	0.9	24.8	74.6	1.2	23.6	76.1	1.4	24
8	FO	75	0.6	25.8	76.3	1.1	23.6	76.3	1.2	23.8
9	FO	76.4	0.9	24.7	76.6	1.3	24	75.8	1.2	23.7
10	FO	75.3	1.1	24.3	75.6	1.3	23.6	75.4	1.3	23.4
11	FO-A	76.4	1.3	24.6	77.1	1.4	24.7	75.7	1.1	22.7
12	FO-A	76.1	1	24.3	75.9	1	24.4	76	1	23
13	FO-A	75.9	0.9	24.5	75.8	0.9	24.1	76.1	1.5	24
14	FO-A	75.2	1	24	75.5	1.1	23.5	76.1	1.2	23.1
15	FO-A	76	0.8	24.3	76.1	1.1	24.1	75.6	1.3	23.5
16	FO-A	75.7	1	24.9	75.3	1.1	24.3	76.2	1.1	23.2
17	FO-A	75.5	0.8	24	75.8	0.9	24.1	76.7	1.3	23.4
18	FO-A	75.3	0.9	23.8	76	0.9	23.8	75.9	1.2	23.4
19	VI	82.8	-1.8	7.2	82.6	-1.4	6.8	81.4	-1.4	7.1
20	VI	81.5	-1.5	7.3	80.6	-1.1	6.8	80.7	-1	6.9
21	VI	81.5	-1.8	8	81	-1.6	7.6	79.7	-1.5	7.7
22	VI	83.4	-1.8	8.2	82.2	-1.6	7.7	82.7	-1.6	7.8
23	VI	81.1	-1.8	7.7	80	-1.6	7.5	80	-1.5	7.5
24	VI	79.5	-1.8	8.1	78.8	-1.6	7.6	80.3	-1.6	7.7
25	VI	84.9	-2.2	6.7	84.7	-1.3	5.1	84.6	-1.3	5
26	VI	83.1	-1.7	7.4	82.5	-1.4	6.9	81.2	-1.4	7.1
27	VI-A	82.1	-2	8.6	81.3	-1.9	8.1	80.4	-1.8	8
28	VI-A	82	-1.3	7	82	-1.2	6.8	81.7	-1.1	6.6
29	VI-A	83.7	-1.8	7.9	83.5	-1.6	8	82.9	-1.6	7.5
30	VI-A	82.9	-1.4	7.6	83	-1.3	7.2	82.7	-1.3	7.1
31	VI-A	82.6	-1.7	7.4	81.8	-1.6	7.2	81.4	-1.5	7.2
32	VI-A	82.3	-1.5	7.5	81.8	-1.4	7.3	82.2	-1.4	7.1
33	VI-A	82.2	-1.6	7.6	81.9	-1.5	7.2	81.2	-1.4	7.1
34	VI-A	81.8	-1.7	8	80.9	-1.7	7.9	80.8	-1.5	7.9
35										
36										
37		ΔE3	ΔE3	ΔE3	ΔE3			ΔE6	ΔE6	ΔE6
38		FO	FO-A	VI	VI-A			FO	FO-A	VI
39	1	0.5	0.714143	0.6	0.948683		1	1.760682	2.034699	1.459452
40	2	1.630951	0.223607	1.104536	0.223607		2	1.28841	1.30384	1.024695
41	3	0.734847	0.412311	0.67082	0.3		3	1.208305	0.806226	1.849324
42	4	0.640312	0.591608	1.315295	0.424264		4	1.063015	1.28841	
43	5	1.794436	0.374166	1.135782	0.830662		5	0.964365	1.024695	1.157584
44	6	2.603843	0.728011	0.883176	0.547723		6	2.459675	1.774824	0.916515
45	7	0.830662	0.331662	1.846619	0.509902		7	1.204159	1.431782	1.946792
46	8	0.787401	0.7	0.83666	0.905539		8	0.927362	0.781025	1.946792
47		b	a	ab	ab					
48	MEDIA	1.190307	0.509438	1.049111	0.586297		MEDIA	1.359496	1.305688	1.471594
49	DE	0.740209	0.197766	0.402657	0.277757		DE	0.514664	0.442628	0.447379
50	MIN	0.5	0.223607	0.6	0.223607		MIN	0.927362	0.781025	0.916515
51	MAX	2.603843	0.728011	1.846619	0.948683		MAX	2.459675	2.034699	1.946792
52										
53										
54	- ΔE* < 1; cambios de color indetectables para el ser humano ojo;	- ΔE* < 1; cambios de color indetectables para el ser humano ojo;	- ΔE* < 1; cambios de color indetectables para el ser humano ojo;	- ΔE* < 1; cambios de color indetectables para el ser humano ojo;	- ΔE* < 1; cambios de color indetectables para el ser humano ojo;	- ΔE* < 1; cambios de color indetectables para el ser humano ojo;				
55	- ΔE* < 3,3; cambios de color clínicamente aceptables;	- ΔE* < 3,3; cambios de color clínicamente aceptables;	- ΔE* < 3,3; cambios de color clínicamente aceptables;	- ΔE* < 3,3; cambios de color clínicamente aceptables;	- ΔE* < 3,3; cambios de color clínicamente aceptables;	- ΔE* < 3,3; cambios de color clínicamente aceptables;				
56	- ΔE* > 3,3; cambios de color clínicamente inaceptables que obligan a sustituir la	- ΔE* > 3,3; cambios de color clínicamente inaceptables que obligan a sustituir la	- ΔE* > 3,3; cambios de color clínicamente inaceptables que obligan a sustituir la	- ΔE* > 3,3; cambios de color clínicamente inaceptables que obligan a sustituir la	- ΔE* > 3,3; cambios de color clínicamente inaceptables que obligan a sustituir la	- ΔE* > 3,3; cambios de color clínicamente inaceptables que obligan a sustituir la				

Fila	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	resina por mala estética.	resina por mala estética.	resina por mala estética.	resina por mala estética.	resina por mala estética.	resina por mala estética.				
57										
58										
59	FO	ΔE3	ΔE6	ΔE9	ΔE12		FO-A	ΔE3	ΔE6	ΔE9
60	1	0.5	1.760682	0.734847	0.83666		1	0.714143	2.034699	0.7
61	2	1.630951	1.28841	1.944222	2.147091		2	0.223607	1.30384	0.787401
62	3	0.734847	1.208305	1.360147	1.122497		3	0.412311	0.806226	0.707107
63	4	0.640312	1.063015	0.7	0.781025		4	0.591608	1.28841	0.781025
64	5	1.794436	0.964365	1.3	1.424781		5	0.374166	1.024695	0.83666
65	6	2.603843	2.459675	2.861818	2.86531		6	0.728011	1.774824	1.469694
66	7	0.830662	1.204159	1.676305	2.379075		7	0.331662	1.431782	0.787401
67	8	0.787401	0.927362	1.30384	0.83666		8	0.7	0.781025	1.315295
68								a	b	b
69	MEDIA	1.190307	1.359496	1.485147	1.549137		MEDIA	0.509438	1.305688	0.923073
70	DE	0.740209	0.514664	0.697413	0.809002		DE	0.197766	0.442628	0.296044
71	MIN	0.5	0.927362	0.7	0.781025		MIN	0.223607	0.781025	0.7
72	MAX	2.603843	2.459675	2.861818	2.86531		MAX	0.728011	2.034699	1.469694
73										
74										
75										
76										
77				ΔE3m	ΔE6m	ΔE9m	ΔE12m			
78			FO	1.190307	1.359496	1.485147	1.549137			
79			FO-A	0.509438	1.305688	0.923073	0.773861			
80			VI	1.049111	1.471594	1.56553	1.680045			
81			VI-A	0.586297	0.954277	0.892106	0.848343			

Fila	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	T3 9meses	T3 9meses	T3 9meses	T4 12meses	T4 12meses	T4 12meses		3 meses	3 meses	3 meses
2	L3	a3	b3	L3	a3	b3		L*	a*	b*
3	75.7	1.1	23.2	75.9	1.1	23.2		0	0.4	-0.3
4	75.9	0.9	23	75.9	1	22.8		0.4	0.5	-1.5
5	76.9	1.3	23.6	76.6	1.4	23.7		0.6	0.3	-0.3
6	76	1.2	23.2	75.9	1.3	23.2		0.1	0.2	-0.6
7	76.3	1.2	23.6	76.4	1.2	23.5		-1.3	0.3	-1.2
8	76.3	1.1	23.3	76.4	1.3	23.4		1.3	0.5	-2.2
9	76.8	1.2	23.1	78.5	1.4	23.7		0.2	0.4	-0.7
10	75.8	1.2	23.1	75.8	1.4	23.7		0.3	0.2	-0.7
11	77	1.6	24.8	76.1	1.7	24.5		0.7	0.1	0.1
12	75.4	1.3	24.1	76.1	1.3	23.9		-0.2	0	0.1
13	75.6	1.3	24	76.1	1.1	23.8		-0.1	0	-0.4
14	74.9	1.4	23.4	75.8	1.2	23.3		0.3	0.1	-0.5
15	75.7	1.4	23.8	75.4	1.4	23.8		0.1	0.3	-0.2
16	74.7	1.4	23.9	76	1.1	23.7		-0.4	0.1	-0.6
17	75	1.4	24.1	75.2	1.2	23.6		0.3	0.1	0.1
18	74.2	1.3	23.2	75.8	1.1	23.5		0.7	0	0
19	81.7	-1.4	7	81.7	-1.3	7		-0.2	0.4	-0.4
20	80.4	-1.1	6.9	80.5	-1.1	6.8		-0.9	0.4	-0.5
21	80.5	-1.5	7.7	79.9	-1.6	7.5		-0.5	0.2	-0.4
22	81.9	-1.5	7.7	81.9	-1.5	7.9		-1.2	0.2	-0.5
23	77.6	-1.4	7.4	78.2	-1.5	7.4		-1.1	0.2	-0.2
24	79.6	-1.5	7.7	77.9	-1.5	7.7		-0.7	0.2	-0.5

Fila	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
25	84.6	-1.2	5	84.8	-1.2	5.1		-0.2	0.9	-1.6
26	84.2	-1.3	6.7	82.1	-1.3	6.7		-0.6	0.3	-0.5
27	80.7	-1.7	8.1	80.4	-1.7	8		-0.8	0.1	-0.5
28	81.6	-1.1	6.9	82.4	-1	6.7		0	0.1	-0.2
29	82.9	-1.6	7.7	83.4	-1.6	7.6		-0.2	0.2	0.1
30	82.5	-1.3	7.3	83	-1.2	7.2		0.1	0.1	-0.4
31	81.5	-1.6	7.2	81.4	-1.5	7.3		-0.8	0.1	-0.2
32	81.5	-1.4	7.3	81.6	-1.3	7.1		-0.5	0.1	-0.2
33	81.2	-1.4	7.2	81.8	-1.3	7		-0.3	0.1	-0.4
34	81.1	-1.5	7.8	81.3	-1.5	7.7		-0.9	0	-0.1
35										
36										
37	ΔE6			ΔE9	ΔE9	ΔE9	ΔE9			ΔE12
38	VI-A			FO	FO-A	VI	VI-A			FO
39	1.813836		1	0.734847	0.7	1.187434	1.516575		1	0.83666
40	0.538516		2	1.944222	0.787401	1.236932	0.458258		2	2.147091
41	0.916515		3	1.360147	0.707107	1.086278	0.848528		3	1.122497
42	0.547723		4	0.7	0.781025	1.609348	0.509902		4	0.781025
43	1.232883		5	1.3	0.83666	3.535534	1.122497		5	1.424781
44	0.424264		6	2.861818	1.469694	0.509902	0.830662		6	2.86531
45	1.135782		7	1.676305	0.787401	1.994994	1.095445		7	2.379075
46	1.024695		8	1.30384	1.315295	1.363818	0.754983		8	0.83666
47										bc
48	0.954277		MEDIA	1.485147	0.923073	1.56553	0.892106		MEDIA	1.549137
49	0.459013		DE	0.697413	0.296044	0.90261	0.347063		DE	0.809002
50	0.424264		MIN	0.7	0.7	0.509902	0.458258		MIN	0.781025
51	1.813836		MAX	2.861818	1.469694	3.535534	1.516575		MAX	2.86531
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59	ΔE12		VI	ΔE3	ΔE6	ΔE9	ΔE12		VI-A	ΔE3
60	0.509902		1	0.6	1.459452	1.187434	1.224745		1	0.948683
61	0.5		2	1.104536	1.024695	1.236932	1.187434		2	0.223607
62	0.754983		3	0.67082	1.849324	1.086278	1.688194		3	0.3
63	0.943398		4	1.315295		1.609348	1.558846		4	0.424264
64	0.984886		5	1.135782	1.157584	3.535534	2.93087		5	0.830662
65	1.240967		6	0.883176	0.916515	0.509902	1.676305		6	0.547723
66	0.640312		7	1.846619	1.946792	1.994994	1.889444		7	0.509902
67	0.616441		8	0.83666	1.946792	1.363818	1.284523		8	0.905539
68	ab									
69	0.773861		MEDIA	1.049111	1.471594	1.56553	1.680045		MEDIA	0.586297
70	0.261618		DE	0.402657	0.447379	0.90261	0.564368		DE	0.277757
71	0.5		MIN	0.6	0.916515	0.509902	1.187434		MIN	0.223607
72	1.240967		MAX	1.846619	1.946792	3.535534	2.93087		MAX	0.948683
73										
74										
75										
76										

Fila	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
77										
78										
79										
80										
81										

Fila	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1	3 meses	3 meses		6 meses	6 meses	6 meses	6 meses	6 meses		9 meses
2		$\Delta E3$		L^*	a^*	b^*		$\Delta E6$		L^*
3		0.5		1.5	0.7	0.6		1.760682		0.3
4		1.630951		0.6	0.9	-0.7		1.28841		0.8
5		0.734847		-0.1	0.1	-1.2		1.208305		0.9
6		0.640312		-0.2	0.3	-1		1.063015		-0.2
7		1.794436		0.2	0.5	-0.8		0.964365		0.4
8		2.603843		1.3	0.6	-2		2.459675		1.3
9		0.830662		-0.6	0.3	-1		1.204159		0.4
10		0.787401		0.1	0.2	-0.9		0.927362		0.5
11		0.714143		-0.7	-0.2	-1.9		2.034699		0.6
12		0.223607		-0.1	0	-1.3		1.30384		-0.7
13		0.412311		0.2	0.6	-0.5		0.806226		-0.3
14		0.591608		0.9	0.2	-0.9		1.28841		-0.3
15		0.374166		-0.4	0.5	-0.8		1.024695		-0.3
16		0.728011		0.5	0.1	-1.7		1.774824		-1
17		0.331662		1.2	0.5	-0.6		1.431782		-0.5
18		0.7		0.6	0.3	-0.4		0.781025		-1.1
19		0.6		-1.4	0.4	-0.1		1.459452		-1.1
20		1.104536		-0.8	0.5	-0.4		1.024695		-1.1
21		0.67082		-1.8	0.3	-0.3		1.849324		-1
22		1.315295		-0.7	-14.2	-0.4				-1.5
23		1.135782		-1.1	0.3	-0.2		1.157584		-3.5
24		0.883176		0.8	0.2	-0.4		0.916515		0.1
25		1.846619		-0.3	0.9	-1.7		1.946792		-0.3
26		0.83666		-1.9	0.3	-0.3		1.946792		1.1
27		0.948683		-1.7	0.2	-0.6		1.813836		-1.4
28		0.223607		-0.3	0.2	-0.4		0.538516		-0.4
29		0.3		-0.8	0.2	-0.4		0.916515		-0.8
30		0.424264		-0.2	0.1	-0.5		0.547723		-0.4
31		0.830662		-1.2	0.2	-0.2		1.232883		-1.1
32		0.547723		-0.1	0.1	-0.4		0.424264		-0.8
33		0.509902		-1	0.2	-0.5		1.135782		-1
34		0.905539		-1	0.2	-0.1		1.024695		-0.7
35										
36										
37	$\Delta E12$	$\Delta E12$	$\Delta E12$							
38	FO-A	VI	VI-A							
39	0.509902	1.224745	1.827567							
40	0.5	1.187434	0.583095							
41	0.754983	1.688194	0.469042							
42	0.943398	1.558846	0.458258							
43	0.984886	2.93087	1.220656							
44	1.240967	1.676305	0.830662							
45	0.640312	1.889444	0.781025							

Fila	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
46	0.616441	1.284523	0.616441							
47	a	c	ab							
48	0.773861	1.680045	0.848343							
49	0.261618	0.564368	0.466371							
50	0.5	1.187434	0.458258							
51	1.240967	2.93087	1.827567							
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59	$\Delta E6$	$\Delta E9$	$\Delta E12$							
60	1.813836	1.516575	1.827567							
61	0.538516	0.458258	0.583095							
62	0.916515	0.848528	0.469042							
63	0.547723	0.509902	0.458258							
64	1.232883	1.122497	1.220656							
65	0.424264	0.830662	0.830662							
66	1.135782	1.095445	0.781025							
67	1.024695	0.754983	0.616441							
68										
69	0.954277	0.892106	0.848343							
70	0.459013	0.347063	0.466371							
71	0.424264	0.458258	0.458258							
72	1.813836	1.516575	1.827567							
73										
74										
75										
76										
77										
78										
79										
80										
81										

Fila	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
1	9 meses	9 meses	9 meses	9 meses		12 meses	12 meses	12 meses	12 meses	12 meses
2	a*	b*		$\Delta E9$		L*	a*	b*		$\Delta E12$
3	0.3	-0.6		0.734847		0.5	0.3	-0.6		0.83666
4	0.5	-1.7		1.944222		0.8	0.6	-1.9		2.147091
5	0.2	-1		1.360147		0.6	0.3	-0.9		1.122497
6	0.3	-0.6		0.7		-0.3	0.4	-0.6		0.781025
7	0.3	-1.2		1.3		0.5	0.3	-1.3		1.424781
8	0.5	-2.5		2.861818		1.4	0.7	-2.4		2.86531
9	0.3	-1.6		1.676305		2.1	0.5	-1		2.379075
10	0.1	-1.2		1.30384		0.5	0.3	-0.6		0.83666
11	0.3	0.2		0.7		-0.3	0.4	-0.1		0.509902
12	0.3	-0.2		0.787401		0	0.3	-0.4		0.5
13	0.4	-0.5		0.707107		0.2	0.2	-0.7		0.754983
14	0.4	-0.6		0.781025		0.6	0.2	-0.7		0.943398

Fila	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
15	0.6	-0.5		0.83666		-0.6	0.6	-0.5		0.984886
16	0.4	-1		1.469694		0.3	0.1	-1.2		1.240967
17	0.6	0.1		0.787401		-0.3	0.4	-0.4		0.640312
18	0.4	-0.6		1.315295		0.5	0.2	-0.3		0.616441
19	0.4	-0.2		1.187434		-1.1	0.5	-0.2		1.224745
20	0.4	-0.4		1.236932		-1	0.4	-0.5		1.187434
21	0.3	-0.3		1.086278		-1.6	0.2	-0.5		1.688194
22	0.3	-0.5		1.609348		-1.5	0.3	-0.3		1.558846
23	0.4	-0.3		3.535534		-2.9	0.3	-0.3		2.93087
24	0.3	-0.4		0.509902		-1.6	0.3	-0.4		1.676305
25	1	-1.7		1.994994		-0.1	1	-1.6		1.889444
26	0.4	-0.7		1.363818		-1	0.4	-0.7		1.284523
27	0.3	-0.5		1.516575		-1.7	0.3	-0.6		1.827567
28	0.2	-0.1		0.458258		0.4	0.3	-0.3		0.583095
29	0.2	-0.2		0.848528		-0.3	0.2	-0.3		0.469042
30	0.1	-0.3		0.509902		0.1	0.2	-0.4		0.458258
31	0.1	-0.2		1.122497		-1.2	0.2	-0.1		1.220656
32	0.1	-0.2		0.830662		-0.7	0.2	-0.4		0.830662
33	0.2	-0.4		1.095445		-0.4	0.3	-0.6		0.781025
34	0.2	-0.2		0.754983		-0.5	0.2	-0.3		0.616441
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										
61										
62										
63										
64										
65										
66										

Fila	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
67										
68										
69										
70										
71										
72										
73										
74										
75										
76										
77										
78										
79										
80										
81										

Rugosidad

Fila	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	grupo	T0	T1 3meses	T2 6meses	T3 9meses	T4 12meses			Ra inicial	Ra inicial
2	grupo								FO	FO-A
3	FO	0.668	1.554	0.769	0.949	1.236		1	0.668	1.438
4	FO	1.632	0.77	0.966	0.773	1.137		2	1.632	0.604
5	FO	0.904	0.682	0.945	1.058	1.114		3	0.904	0.866
6	FO	1.342	1.159	0.786	0.931	0.769		4	1.342	0.675
7	FO	1.113	0.8	0.673	0.81	0.985		5	1.113	0.56
8	FO	1.303	1.292	0.958	1.028	0.994		6	1.303	0.787
9	FO	0.825	0.669	0.831	1.074	0.986		7	0.825	0.339
10	FO	1.408	0.913	0.853	1.188	0.946		8	1.408	0.834
11	FO-A	1.438	1.869	1.343	1.838	1.652				
12	FO-A	0.604	0.522	1.432	0.78	1.199		MEDIA	1.149375	0.762875
13	FO-A	0.866	0.906	0.862	1.305	1.328		DE	0.329283	0.322016
14	FO-A	0.675	0.921	1.002	0.846	1.266		MIN	0.668	0.339
15	FO-A	0.56	0.68	1.199	1.557	1.524		MAX	1.632	1.438
16	FO-A	0.787	0.234	0.825	1.467	1.227				
17	FO-A	0.339	0.596	0.991	1.114	0.885				
18	FO-A	0.834	0.586	0.838	0.707	0.906				
19	VI	1.603	0.393	0.774	0.446	0.855		FO	Ra inicial	3m
20	VI	0.489	0.299	0.991	1.092	1.184		1	0.668	1.554
21	VI	1.094	0.614	0.455	0.598	0.844		2	1.632	0.77
22	VI	0.896	0.948	0.415	0.611	0.716		3	0.904	0.682
23	VI	1.639	0.269	1.037	0.647	0.973		4	1.342	1.159
24	VI	0.991	0.696	0.63	0.779	0.427		5	1.113	0.8
25	VI							6	1.303	1.292
26	VI	1.245	0.809	0.629	0.475	0.722		7	0.825	0.669
27	VI-A	0.479	0.442	1.748	0.753	0.566		8	1.408	0.913
28	VI-A	0.782	0.899	0.425	1.119	1.391				
29	VI-A	0.633	0.646	0.54	1.292	1.573		MEDIA	1.149375	0.979875
30	VI-A	1.408	1.714	1.911	1.141	0.963		DE	0.329283	0.321908
31	VI-A	0.603	0.764	0.744	1.26	1.561		MIN	0.668	0.669
32	VI-A	0.913	0.565	1.591	1.24	0.738		MAX	1.632	1.554
33	VI-A	0.747	0.872	0.413	0.985	0.897				

Fila	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
34	VI-A	0.859	0.733	0.612	0.67	0.432				
35										
36										
37	grupo	T0	T1 3meses	T2 6meses	T3 9meses	T4 12meses			RZ inicial	RZ inicial
38	grupo								FO	FO-A
39	FO	3.753	7.452	4.901	5.352	6.636		1	3.753	7.667
40	FO	8.116	4.942	5.473	4.777	6.761		2	8.116	3.187
41	FO	4.496	4.57	5.384	5.874	5.889		3	4.496	4.991
42	FO	6.403	7.91	4.629	5.02	5.23		4	6.403	3.23
43	FO	5.798	4.4432	3.874	5.499	6.574		5	5.798	2.907
44	FO	7.31	6.812	5.042	4.838	5.392		6	7.31	4.44
45	FO	3.87	4.556	5.407	5.969	5.72		7	3.87	2.022
46	FO	8.161	5.541	4.801	6.518	5.528		8	8.161	4.85
47	FO-A	7.667	6.99	8.43	9.528	9.471				
48	FO-A	3.187	2.885	7.98	4.394	6.866		MEDIA	5.988375	4.16175
49	FO-A	4.991	5.356	5.641	7.638	7.734		DE	1.809243	1.752417
50	FO-A	3.23	5.194	5.663	5.196	7.621		MIN	3.753	2.022
51	FO-A	2.907	4.537	7.14	8.851	8.244		MAX	8.161	7.667
52	FO-A	4.44	1.889	5.152	7.186	7.278				
53	FO-A	2.022	3.686	5.734	5.93	6.29				
54	FO-A	4.85	3.686	5.102	4.398	5.41				
55	VI							FO	RZ inicial	3m
56	VI	2.679	1.481	4.353	4.74	4.891		1	3.753	7.452
57	VI	4.732	3.203	2.335	3.249	3.884		2	8.116	4.942
58	VI	4.54	4.959	2.332	2.22	3.783		3	4.496	4.57
59	VI	7.155	1.535	4.698	2.685	4.889		4	6.403	7.91
60	VI	5.837	3.725	3.188	3.615	2.089		5	5.798	4.4432
61	VI	6.678	2.389	2.704	3.823	3.538		6	7.31	6.812
62	VI	5.963	4.289	3.071	2.239	3.145		7	3.87	4.556
63	VI-A	2.535	2.34	6.64	3.704	2.528		8	8.161	5.541
64	VI-A	4.246	4.161	1.908	5.06	6.132				
65	VI-A	3.405	3.3342	2.824	4.672	6.207		MEDIA	5.988375	5.778275
66	VI-A							DE	1.809243	1.409466
67	VI-A	3.087	4.469	3.072	5.967	6.705		MIN	3.753	4.4432
68	VI-A	4.729	2.967	7.714	5.616	3.452		MAX	8.161	7.91
69	VI-A	3.976	3.836	2.511	4.788	4.111				
70	VI-A	5.033	3.606	2.381	2.522	2.207				

Fila	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Ra inicial	Ra inicial			3m	3m	3m	3m		
2	VI	VI-A			FO	FO-A	VI	VI-A		
3	1.603	0.479		1	1.554	1.869	0.393	0.442		1
4	0.489	0.782		2	0.77	0.522	0.299	0.899		2
5	1.094	0.633		3	0.682	0.906	0.614	0.646		3
6	0.896	1.408		4	1.159	0.921	0.948	1.714		4
7	1.639	0.603		5	0.8	0.68	0.269	0.764		5
8	0.991	0.913		6	1.292	0.234	0.696	0.565		6
9		0.747		7	0.669	0.596		0.872		7
10	1.245	0.859		8	0.913	0.586	0.809	0.733		8
11										
12	1.136714	0.803		MEDIA	0.979875	0.78925	0.575429	0.829375		MEDIA
13	0.404552	0.282518		DE	0.321908	0.488023	0.262355	0.388471		DE

Fila	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
14	0.489	0.479		MIN	0.669	0.234	0.269	0.442		MIN
15	1.639	1.408		MAX	1.554	1.869	0.948	1.714		MAX
16										
17										
18										
19	6m	9m	12m		FO-A	Ra inicial	3m	6m	9m	12m
20	0.769	0.949	1.236		1	1.438	1.869	1.343	1.838	1.652
21	0.966	0.773	1.137		2	0.604	0.522	1.432	0.78	1.199
22	0.945	1.058	1.114		3	0.866	0.906	0.862	1.305	1.328
23	0.786	0.931	0.769		4	0.675	0.921	1.002	0.846	1.266
24	0.673	0.81	0.985		5	0.56	0.68	1.199	1.557	1.524
25	0.958	1.028	0.994		6	0.787	0.234	0.825	1.467	1.227
26	0.831	1.074	0.986		7	0.339	0.596	0.991	1.114	0.885
27	0.853	1.188	0.946		8	0.834	0.586	0.838	0.707	0.906
28						a	ab	ab	ab	b
29	0.847625	0.976375	1.020875		MEDIA	0.762875	0.78925	1.0615	1.20175	1.248375
30	0.10451	0.139127	0.141779		DE	0.322016	0.488023	0.235922	0.408646	0.266643
31	0.673	0.773	0.769		MIN	0.339	0.234	0.825	0.707	0.885
32	0.966	1.188	1.236		MAX	1.438	1.869	1.432	1.838	1.652
33										
34										
35										
36										
37	RZ inicial	RZ inicial			3m	3m	3m	3m		
38	VI	VI-A			FO	FO-A	VI	VI-A		
39		2.535		1	7.452	6.99		2.34		1
40	2.679	4.246		2	4.942	2.885	1.481	4.161		2
41	4.732	3.405		3	4.57	5.356	3.203	3.3342		3
42	4.54			4	7.91	5.194	4.959			4
43	7.155	3.087		5	4.4432	4.537	1.535	4.469		5
44	5.837	4.729		6	6.812	1.889	3.725	2.967		6
45	6.678	3.976		7	4.556	3.686	2.389	3.836		7
46	5.963	5.033		8	5.541	3.686	4.289	3.606		8
47					b	ab	a	a		
48	5.369143	3.858714		MEDIA	5.778275	4.277875	3.083	3.530457		MEDIA
49	1.516808	0.899417		DE	1.409466	1.593373	1.344416	0.724649		DE
50	2.679	2.535		MIN	4.4432	1.889	1.481	2.34		MIN
51	7.155	5.033		MAX	7.91	6.99	4.959	4.469		MAX
52										
53										
54										
55	6m	9m	12m		FO-A	RZ inicial	3m	6m	9m	12m
56	4.901	5.352	6.636		1	7.667	6.99	8.43	9.528	9.471
57	5.473	4.777	6.761		2	3.187	2.885	7.98	4.394	6.866
58	5.384	5.874	5.889		3	4.991	5.356	5.641	7.638	7.734
59	4.629	5.02	5.23		4	3.23	5.194	5.663	5.196	7.621
60	3.874	5.499	6.574		5	2.907	4.537	7.14	8.851	8.244
61	5.042	4.838	5.392		6	4.44	1.889	5.152	7.186	7.278
62	5.407	5.969	5.72		7	2.022	3.686	5.734	5.93	6.29
63	4.801	6.518	5.528		8	4.85	3.686	5.102	4.398	5.41
64						a	a	ab	b	b
65	4.938875	5.480875	5.96625		MEDIA	4.16175	4.277875	6.35525	6.640125	7.36425

Fila	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
66	0.52964	0.610212	0.607107		DE	1.752417	1.593373	1.306795	1.970624	1.233102
67	3.874	4.777	5.23		MIN	2.022	1.889	5.102	4.394	5.41
68	5.473	6.518	6.761		MAX	7.667	6.99	8.43	9.528	9.471
69										
70										

Fila	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1	6m	6m	6m	6m			9m	9m	9m	9m
2	FO	FO-A	VI	VI-A			FO	FO-A	VI	VI-A
3	0.769	1.343	0.774	1.748		1	0.949	1.838	0.446	0.753
4	0.966	1.432	0.991	0.425		2	0.773	0.78	1.092	1.119
5	0.945	0.862	0.455	0.54		3	1.058	1.305	0.598	1.292
6	0.786	1.002	0.415	1.911		4	0.931	0.846	0.611	1.141
7	0.673	1.199	1.037	0.744		5	0.81	1.557	0.647	1.26
8	0.958	0.825	0.63	1.591		6	1.028	1.467	0.779	1.24
9	0.831	0.991		0.413		7	1.074	1.114		0.985
10	0.853	0.838	0.629	0.612		8	1.188	0.707	0.475	0.67
11							ab	b	a	b
12	0.847625	1.0615	0.704429	0.998		MEDIA	0.976375	1.20175	0.664	1.0575
13	0.10451	0.235922	0.243167	0.637131		DE	0.139127	0.408646	0.218749	0.23549
14	0.673	0.825	0.415	0.413		MIN	0.773	0.707	0.446	0.67
15	0.966	1.432	1.037	1.911		MAX	1.188	1.838	1.092	1.292
16										
17										
18										
19		VI	Ra inicial	3m	6m	9m	12m		VI-A	Ra inicial
20		1	1.603	0.393	0.774	0.446	0.855		1	0.479
21		2	0.489	0.299	0.991	1.092	1.184		2	0.782
22		3	1.094	0.614	0.455	0.598	0.844		3	0.633
23		4	0.896	0.948	0.415	0.611	0.716		4	1.408
24		5	1.639	0.269	1.037	0.647	0.973		5	0.603
25		6	0.991	0.696	0.63	0.779	0.427		6	0.913
26		7							7	0.747
27		8	1.245	0.809	0.629	0.475	0.722		8	0.859
28										
29		MEDIA	1.136714	0.575429	0.704429	0.664	0.817286		MEDIA	0.803
30		DE	0.404552	0.262355	0.243167	0.218749	0.235416		DE	0.282518
31		MIN	0.489	0.269	0.415	0.446	0.427		MIN	0.479
32		MAX	1.639	0.948	1.037	1.092	1.184		MAX	1.408
33										
34										
35										
36										
37	6m	6m	6m	6m			9m	9m	9m	9m
38	FO	FO-A	VI	VI-A			FO	FO-A	VI	VI-A
39	4.901	8.43		6.64		1	5.352	9.528		3.704
40	5.473	7.98	4.353	1.908		2	4.777	4.394	4.74	5.06
41	5.384	5.641	2.335	2.824		3	5.874	7.638	3.249	4.672
42	4.629	5.663	2.332			4	5.02	5.196	2.22	
43	3.874	7.14	4.698	3.072		5	5.499	8.851	2.685	5.967
44	5.042	5.152	3.188	7.714		6	4.838	7.186	3.615	5.616
45	5.407	5.734	2.704	2.511		7	5.969	5.93	3.823	4.788

Fila	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
46	4.801	5.102	3.071	2.381		8	6.518	4.398	2.239	2.522
47	ab	b	a	a			b	b	a	ab
48	4.938875	6.35525	3.240143	3.864286		MEDIA	5.480875	6.640125	3.224429	4.618429
49	0.52964	1.306795	0.942212	2.312768		DE	0.610212	1.970624	0.920084	1.174138
50	3.874	5.102	2.332	1.908		MIN	4.777	4.394	2.22	2.522
51	5.473	8.43	4.698	7.714		MAX	6.518	9.528	4.74	5.967
52										
53										
54										
55		VI	RZ inicial	3m	6m	9m	12m		VI-A	RZ inicial
56		1							1	2.535
57		2	2.679	1.481	4.353	4.74	4.891		2	4.246
58		3	4.732	3.203	2.335	3.249	3.884		3	3.405
59		4	4.54	4.959	2.332	2.22	3.783		4	
60		5	7.155	1.535	4.698	2.685	4.889		5	3.087
61		6	5.837	3.725	3.188	3.615	2.089		6	4.729
62		7	6.678	2.389	2.704	3.823			7	3.976
63		8	5.963	4.289	3.071	2.239	3.145		8	5.033
64										
65		MEDIA	5.369143	3.083	3.240143	3.224429	3.780167		MEDIA	3.858714
66		DE	1.516808	1.344416	0.942212	0.920084	1.071236		DE	0.899417
67		MIN	2.679	1.481	2.332	2.22	2.089		MIN	2.535
68		MAX	7.155	4.959	4.698	4.74	4.891		MAX	5.033
69										
70										

Fila	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
1			12m	12m	12m	12m				
2			FO	FO-A	VI	VI-A				
3		1	1.236	1.652	0.855	0.566				
4		2	1.137	1.199	1.184	1.391				
5		3	1.114	1.328	0.844	1.573				
6		4	0.769	1.266	0.716	0.963				
7		5	0.985	1.524	0.973	1.561				FO
8		6	0.994	1.227	0.427	0.738				FO-A
9		7	0.986	0.885		0.897				VI
10		8	0.946	0.906	0.722	0.432				VI-A
11			ab	b	a	ab				
12		MEDIA	1.020875	1.248375	0.817286	1.015125				
13		DE	0.141779	0.266643	0.235416	0.444924				
14		MIN	0.769	0.885	0.427	0.432				
15		MAX	1.236	1.652	1.184	1.573				
16										
17										
18										
19	3m	6m	9m	12m						
20	0.442	1.748	0.753	0.566						
21	0.899	0.425	1.119	1.391						
22	0.646	0.54	1.292	1.573						
23	1.714	1.911	1.141	0.963						
24	0.764	0.744	1.26	1.561						
25	0.565	1.591	1.24	0.738						

Fila	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
26	0.872	0.413	0.985	0.897						
27	0.733	0.612	0.67	0.432						
28										
29	0.829375	0.998	1.0575	1.015125						
30	0.388471	0.637131	0.23549	0.444924						
31	0.442	0.413	0.67	0.432						
32	1.714	1.911	1.292	1.573						
33										
34										
35										
36										
37			12m	12m	12m	12m				
38			FO	FO-A	VI	VI-A				
39		1	6.636	9.471		2.528				
40		2	6.761	6.866	4.891	6.132				
41		3	5.889	7.734	3.884	6.207				
42		4	5.23	7.621	3.783					
43		5	6.574	8.244	4.889	6.705				FO
44		6	5.392	7.278	2.089	3.452				FO-A
45		7	5.72	6.29	3.538	4.111				VI
46		8	5.528	5.41	3.145	2.207				VI-A
47			bc	c	a	ab				
48		MEDIA	5.96625	7.36425	3.745571	4.477429				
49		DE	0.607107	1.233102	0.982174	1.86333				
50		MIN	5.23	5.41	2.089	2.207				
51		MAX	6.761	9.471	4.891	6.705				
52										
53										
54										
55	3m	6m	9m	12m						
56	2.34	6.64	3.704	2.528						
57	4.161	1.908	5.06	6.132						
58	3.3342	2.824	4.672	6.207						
59										
60	4.469	3.072	5.967	6.705						
61	2.967	7.714	5.616	3.452						
62	3.836	2.511	4.788	4.111						
63	3.606	2.381	2.522	2.207						
64										
65	3.530457	3.864286	4.618429	4.477429						
66	0.724649	2.312768	1.174138	1.86333						
67	2.34	1.908	2.522	2.207						
68	4.469	7.714	5.967	6.705						
69										
70										

Fila	AO	AP	AQ	AR	AS
1					
2					
3					
4					
5					

Fila	AO	AP	AQ	AR	AS
6	Ra inicial	Ra3m	Ra6m	Ra9m	Ra12m
7	1.149375	0.979875	0.847625	0.976375	1.020875
8	0.762875	0.78925	1.0615	1.20175	1.248375
9	1.136714	0.575429	0.704429	0.664	0.817286
10	0.803	0.829375	0.998	1.0575	1.015125
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42	Rz inicial	Rz3m	Rz6m	Rz9m	Rz12m
43	5.988375	5.778275	4.938875	5.480875	5.96625
44	4.16175	4.277875	6.35525	6.640125	7.36425
45	5.369143	3.083	3.240143	3.224429	3.780167
46	3.858714	3.530457	3.864286	4.618429	4.477429
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					

Fila	AO	AP	AQ	AR	AS
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					

Peso

Fila	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	grupo	T0	T1 3meses	T2 6meses	T3 9meses	T4 12meses			peso inicial	peso inicial
2	grupo								FO	FO-A
3	FO	0.32	0.32	0.32	0.319	0.319		1	0.32	0.289
4	FO	0.324	0.324	0.323	0.323	0.323		2	0.324	0.308
5	FO	0.291	0.291	0.291	0.291	0.29		3	0.291	0.314
6	FO	0.312	0.311	0.311	0.311	0.311		4	0.312	0.316
7	FO	0.308	0.308	0.307	0.307	0.307		5	0.308	0.303
8	FO	0.32	0.32	0.32	0.32	0.319		6	0.32	0.309
9	FO	0.299	0.298	0.298	0.298	0.298		7	0.299	0.312
10	FO	0.307	0.306	0.306	0.306	0.306		8	0.307	0.313
11	FO-A	0.289	0.289	0.289	0.288	0.287			a	a
12	FO-A	0.308	0.308	0.308	0.307	0.307		MEDIA	0.310125	0.308
13	FO-A	0.314	0.314	0.313	0.313	0.312		DE	0.011307	0.008685
14	FO-A	0.316	0.315	0.315	0.315	0.314		MIN	0.291	0.289
15	FO-A	0.303	0.302	0.302	0.302	0.301		MAX	0.324	0.316
16	FO-A	0.309	0.309	0.308	0.308	0.308				
17	FO-A	0.312	0.312	0.312	0.311	0.311				
18	FO-A	0.313	0.313	0.312	0.312	0.312				
19	VI	0.296	0.296	0.295	0.295	0.295		FO	peso inicial	3m
20	VI	0.285	0.284	0.284	0.284	0.284		1	0.32	0.32
21	VI	0.283	0.282	0.282	0.282	0.282		2	0.324	0.324
22	VI	0.37	0.37	0.369	0.369	0.369		3	0.291	0.291
23	VI	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286		4	0.312	0.311
24	VI	0.287	0.287	0.286	0.286	0.286		5	0.308	0.308
25	VI	0.277	0.277	0.277	0.277	0.277		6	0.32	0.32
26	VI	0.28	0.28	0.279	0.279	0.279		7	0.299	0.298
27	VI-A	0.284	0.283	0.283	0.282	0.281		8	0.307	0.306
28	VI-A	0.27	0.269	0.268	0.267	0.266			a	ab
29	VI-A	0.263	0.262	0.261	0.26	0.259		MEDIA	0.310125	0.30975
30	VI-A	0.258	0.257	0.257	0.256	0.255		DE	0.011307	0.011474
31	VI-A	0.286	0.285	0.284	0.283	0.282		MIN	0.291	0.291
32	VI-A	0.276	0.275	0.275	0.275	0.274		MAX	0.324	0.324
33	VI-A	0.283	0.283	0.282	0.28	0.279				
34	VI-A	0.28	0.28	0.279	0.278	0.278				

Fila	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	peso inicial	peso inicial			3m	3m	3m	3m		
2	VI	VI-A			FO	FO-A	VI	VI-A		
3	0.296	0.284		1	0.32	0.289	0.296	0.283		1
4	0.285	0.27		2	0.324	0.308	0.284	0.269		2
5	0.283	0.263		3	0.291	0.314	0.282	0.262		3
6	0.37	0.258		4	0.311	0.315	0.37	0.257		4
7	0.286	0.286		5	0.308	0.302	0.286	0.285		5
8	0.287	0.276		6	0.32	0.309	0.287	0.275		6
9	0.277	0.283		7	0.298	0.312	0.277	0.283		7
10	0.28	0.28		8	0.306	0.313	0.28	0.28		8
11	ab	b			a	a	ab	b		
12	0.2955	0.275		MEDIA	0.30975	0.30775	0.29525	0.27425		MEDIA
13	0.030617	0.010351		DE	0.011474	0.008648	0.030728	0.010539		DE
14	0.277	0.258		MIN	0.291	0.289	0.277	0.257		MIN
15	0.37	0.286		MAX	0.324	0.315	0.37	0.285		MAX
16										
17										
18										
19	6m	9m	12m		FO-A	peso inicial	3m	6m	9m	12m
20	0.32	0.319	0.319		1	0.289	0.289	0.289	0.288	0.287
21	0.323	0.323	0.323		2	0.308	0.308	0.308	0.307	0.307
22	0.291	0.291	0.29		3	0.314	0.314	0.313	0.313	0.312
23	0.311	0.311	0.311		4	0.316	0.315	0.315	0.315	0.314
24	0.307	0.307	0.307		5	0.303	0.302	0.302	0.302	0.301
25	0.32	0.32	0.319		6	0.309	0.309	0.308	0.308	0.308
26	0.298	0.298	0.298		7	0.312	0.312	0.312	0.311	0.311
27	0.306	0.306	0.306		8	0.313	0.313	0.312	0.312	0.312
28	bc	bc	c			a	ab	bc	cd	d
29	0.3095	0.309375	0.309125		MEDIA	0.308	0.30775	0.307375	0.307	0.3065
30	0.011326	0.011199	0.011307		DE	0.008685	0.008648	0.00845	0.008685	0.008864
31	0.291	0.291	0.29		MIN	0.289	0.289	0.289	0.288	0.287
32	0.323	0.323	0.323		MAX	0.316	0.315	0.315	0.315	0.314
33										
34										

Fila	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1	6m	6m	6m	6m			9m	9m	9m	9m
2	FO	FO-A	VI	VI-A			FO	FO-A	VI	VI-A
3	0.32	0.289	0.295	0.283		1	0.319	0.288	0.295	0.282
4	0.323	0.308	0.284	0.268		2	0.323	0.307	0.284	0.267
5	0.291	0.313	0.282	0.261		3	0.291	0.313	0.282	0.26
6	0.311	0.315	0.369	0.257		4	0.311	0.315	0.369	0.256
7	0.307	0.302	0.286	0.284		5	0.307	0.302	0.286	0.283
8	0.32	0.308	0.286	0.275		6	0.32	0.308	0.286	0.275
9	0.298	0.312	0.277	0.282		7	0.298	0.311	0.277	0.28
10	0.306	0.312	0.279	0.279		8	0.306	0.312	0.279	0.278
11	a	a	ab	b			a	a	ab	b
12	0.3095	0.307375	0.29475	0.273625		MEDIA	0.309375	0.307	0.29475	0.272625
13	0.011326	0.00845	0.03049	0.010446		DE	0.011199	0.008685	0.03049	0.010364
14	0.291	0.289	0.277	0.257		MIN	0.291	0.288	0.277	0.256
15	0.323	0.315	0.369	0.284		MAX	0.323	0.315	0.369	0.283
16										
17										

Fila	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
18										
19		VI	peso inicial	3m	6m	9m	12m		VI-A	peso inicial
20		1	0.296	0.296	0.295	0.295	0.295		1	0.284
21		2	0.285	0.284	0.284	0.284	0.284		2	0.27
22		3	0.283	0.282	0.282	0.282	0.282		3	0.263
23		4	0.37	0.37	0.369	0.369	0.369		4	0.258
24		5	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286		5	0.286
25		6	0.287	0.287	0.286	0.286	0.286		6	0.276
26		7	0.277	0.277	0.277	0.277	0.277		7	0.283
27		8	0.28	0.28	0.279	0.279	0.279		8	0.28
28			a	ab	b	b	b			a
29		MEDIA	0.2955	0.29525	0.29475	0.29475	0.29475		MEDIA	0.275
30		DE	0.030617	0.030728	0.03049	0.03049	0.03049		DE	0.010351
31		MIN	0.277	0.277	0.277	0.277	0.277		MIN	0.258
32		MAX	0.37	0.37	0.369	0.369	0.369		MAX	0.286
33										
34										

Fila	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
1			12m	12m	12m	12m				
2			FO	FO-A	VI	VI-A				
3		1	0.319	0.287	0.295	0.281				
4		2	0.323	0.307	0.284	0.266				
5		3	0.29	0.312	0.282	0.259				
6		4	0.311	0.314	0.369	0.255				
7		5	0.307	0.301	0.286	0.282				FO
8		6	0.319	0.308	0.286	0.274				FO-A
9		7	0.298	0.311	0.277	0.279				VI
10		8	0.306	0.312	0.279	0.278				VI-A
11			a	a	ab	b				
12		MEDIA	0.309125	0.3065	0.29475	0.27175				
13		DE	0.011307	0.008864	0.03049	0.010444				
14		MIN	0.29	0.287	0.277	0.255				
15		MAX	0.323	0.314	0.369	0.282				
16										
17										
18										
19	3m	6m	9m	12m						
20	0.283	0.283	0.282	0.281						
21	0.269	0.268	0.267	0.266						
22	0.262	0.261	0.26	0.259						
23	0.257	0.257	0.256	0.255						
24	0.285	0.284	0.283	0.282						
25	0.275	0.275	0.275	0.274						
26	0.283	0.282	0.28	0.279						
27	0.28	0.279	0.278	0.278						
28	b	c	d	e						
29	0.27425	0.273625	0.272625	0.27175						
30	0.010539	0.010446	0.010364	0.010444						
31	0.257	0.257	0.256	0.255						
32	0.285	0.284	0.283	0.282						
33										

Fila	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
34										

Fila	AO	AP	AQ	AR	AS
1					
2					
3					
4					
5					
6	peso inicial	3m	6m	9m	12m
7	0.310125	0.30975	0.3095	0.309375	0.309125
8	0.308	0.30775	0.307375	0.307	0.3065
9	0.2955	0.29525	0.29475	0.29475	0.29475
10	0.275	0.27425	0.273625	0.272625	0.27175
11					



Anexo 5

Dictamen de aprobación de comité de ética



**Universidad
Católica de
Santa María**

Sentimiento Santamariano

**Comité
Institucional de
Ética de la
Investigación**

Investigador/a/es/as
Riega Estremadoyro, Lucero Milagros de María

Campus Central
Urb. San José s/n Umacollo
Arequipa – Perú
(+54) — 382038

UCSM.EDU.PE

Arequipa, 11 de junio de 2026

De mi especial consideración.

Me dirijo a usted/es para hacerle/s llegar el resultado de la evaluación de su proyecto de investigación y dictamen del Comité Institucional de Ética de Investigación.

TÍTULO: “Comparación in vitro de la resistencia a la abrasión entre dos resinas nanohíbridas sometidas a agentes químicos simuladores de dieta ácida”.

INVESTIGADOR/A/ES/AS: Riega Estremadoyro, Lucero Milagros de María.

TIPO Y DISEÑO: Cuantitativo, observacional, prospectivo, longitudinal, prospectivo, de campo, experimental, descriptivo, comparativo.

OBJETIVO: La investigación tiene como objetivo: Comparar la resistencia al cepillado de las resinas nanohíbridas FORMA y Vittra APS luego de su exposición a un agente químico simulador de dieta ácida, en condiciones in vitro.



PROCEDIMIENTOS: Análisis laboratorial.

SUJETOS DE ESTUDIO: Resinas nanohíbridas FORMA y Vittra APS.

RIESGO DEL ESTUDIO: Mínimo.

OBSERVACIONES, SUGERENCIAS: Debe proteger confidencialidad de la data sensible.

DICTAMEN:



DICTAMEN FAVORABLE 371- 2026 CIEI-UCSM

VIGENCIA: La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente dictamen hasta el 11 de junio de 2027.

Agueda Muñoz Del Carpio Toia
Comité Institucional de Ética de la Investigación UCSM

Arequipa, 11 de junio de 2026

