



Universidad Católica de Santa María

Facultad de Odontología

Escuela Profesional de Odontología

**Efecto de la exposición a Coca-Cola sobre la rugosidad superficial y el
cambio de color de tres resinas nanohíbridas: estudio in vitro, Arequipa,
2026**

Tesis presentada por:

Huanca Quintanilla, Anthony Gabriel

ORCID: 0009-0000-9468-9651

para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor:

Dr. Escalante Otarola, Wilfredo Gustavo

ORCID: 0000-0003-4879-3938

Arequipa - Perú

2026

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ODONTOLOGIA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 08 de Junio del 2026

Dictamen: 018170-C-EPO-2026

Visto el borrador del expediente 018170, presentado por:

2020243581 - HUANCA QUINTANILLA ANTHONY GABRIEL

Titulado:

**EFFECTO DE LA EXPOSICIÓN A COCA-COLA SOBRE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL Y EL CAMBIO
DE COLOR DE TRES RESINAS NANOHÍBRIDAS: ESTUDIO IN VITRO, AREQUIPA, 2026**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

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

CIRUJANO DENTISTA

**04641311 - TEJADA TEJADA RENAN FERNANDO
DICTAMINADOR**



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



**29649041 - ZEVALLOS CHAVEZ MARCO ANTONIO
DICTAMINADOR**



Efecto de la exposición a Coca-Cola sobre la rugosidad superficial y el cambio de color de tres resinas nanohíbridas: estudio in vitro, Arequipa, 2026

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

7%

2

repositorio.uwiener.edu.pe

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a las personas que han sido parte fundamental de mi camino, quienes con su presencia, apoyo y confianza han hecho posible que hoy alcance este logro.

A mi familia, por ser mi base y mi mayor impulso en cada etapa de mi vida. Su apoyo constante ha sido clave para no rendirme y seguir avanzando.

A quienes estuvieron a mi lado en los momentos más difíciles, brindándome ánimo y motivación para continuar cuando el camino se volvía complicado.

Y de manera especial, me dedico este logro a mí mismo por el esfuerzo, la disciplina y la constancia a lo largo de este camino, demostrando que con perseverancia es posible alcanzar cualquier objetivo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por acompañarme en cada etapa de este camino y brindarme la fortaleza necesaria para seguir adelante y no rendirme ante las dificultades.

A mi familia, por su apoyo constante y por ser el principal motivo de mi esfuerzo diario. Su confianza en mí ha sido fundamental para alcanzar este objetivo.

A mi asesor, Dr. Wilfredo Escalante Otárola, por su guía, dedicación y por compartir sus conocimientos durante el desarrollo de esta investigación, contribuyendo de manera significativa a mi formación profesional.

A la Universidad Católica de Santa María y a la Facultad de Odontología, por brindarme los espacios y recursos necesarios para la realización de este estudio.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron en este proceso y me acompañaron en la consecución de este logro.

EPÍGRAFE

“No fue solo el esfuerzo, sino también la fe lo que permitió avanzar en cada etapa de este proceso.”



RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la exposición a Coca-Cola, aplicada como protocolo de desafío ácido, sobre el cambio de color, la rugosidad superficial y la pérdida de masa de tres resinas nanohíbridas (Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent)) en condiciones in vitro, Arequipa, 2026. Se desarrolló una investigación experimental de laboratorio en la que las muestras fueron distribuidas en grupos experimental y control. La evaluación del cambio de color se realizó mediante espectrofotometría digital VITA, la rugosidad superficial mediante un rugosímetro digital Mitutoyo y la pérdida de masa mediante una balanza de precisión digital. Los resultados evidenciaron que la exposición a Coca-Cola incrementó el cambio de color de las resinas evaluadas respecto a sus controles, aunque los valores se mantuvieron dentro de límites clínicamente aceptables. Asimismo, se observó un aumento de la rugosidad superficial, tanto en Ra como en Rz, especialmente en los grupos experimentales, lo que indicó alteraciones en la integridad superficial del material. En contraste, no se registraron cambios relevantes en la masa, lo que sugiere que el efecto del desafío ácido se concentra principalmente en la superficie de las resinas y no en una pérdida estructural apreciable. Se concluye que la Coca-Cola afecta el comportamiento óptico y superficial de las resinas nanohíbridas evaluadas, con un efecto más evidente sobre la rugosidad y el cambio de color que sobre la pérdida de masa.

Palabras clave: Resinas nanohíbridas, Coca-Cola, cambio de color.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of exposure to Coca-Cola, applied as an acidic challenge protocol, on color change, surface roughness, and mass loss in three nanohybrid resins (Solare (GC), Herculite (Kerr), and Forma (Ultradent)) under in vitro conditions, Arequipa, 2026. An experimental laboratory study was conducted in which the samples were assigned to experimental and control groups. Color change was assessed using a VITA digital spectrophotometer, surface roughness with a Mitutoyo digital roughness tester, and mass loss with a digital precision balance. The results showed that exposure to Coca-Cola increased the color change of the evaluated resins compared with their controls, although the values remained within clinically acceptable limits. Likewise, an increase in surface roughness was observed in both Ra and Rz, especially in the experimental groups, indicating alterations in the surface integrity of the material. In contrast, no relevant changes in mass were found, suggesting that the effect of the acidic challenge is mainly limited to the resin surface rather than to an appreciable structural loss. It is concluded that Coca-Cola affects the optical and surface behavior of the evaluated nanohybrid resins, with a more evident effect on roughness and color change than on mass loss.

Keywords: Nanohybrid resins, Coca-Cola, color change.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

EPÍGRAFE

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO TEÓRICO..... 2

1. Determinación del problema 3

2. Preguntas de investigación 5

3. Justificación..... 5

4. Objetivos 7

5. Marco conceptual y antecedentes investigativos 7

6. Hipótesis..... 16

CAPÍTULO II PLANTEAMIENTO OPERACIONAL 17

1. Diseño metodológico..... 18

2. Población y muestra 18

3. Variables..... 19

4. Técnicas y procedimientos 20

5. Plan de análisis 23

6. Consideraciones éticas 24

7. Recursos 24

CAPÍTULO III RESULTADOS 25

DISCUSIÓN..... 33

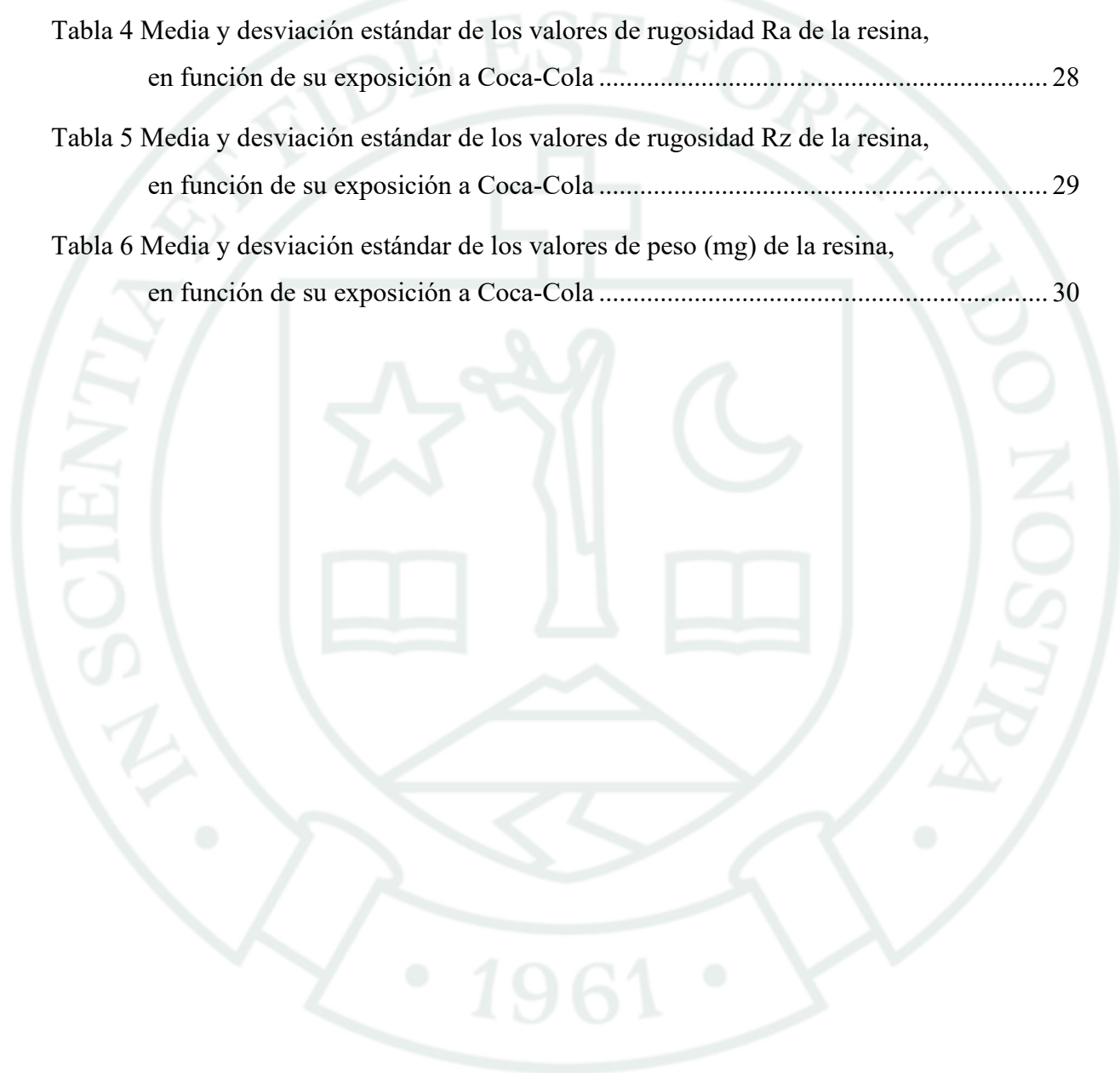
CONCLUSIONES 38

RECOMENDACIONES 39

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables	19
Tabla 2 Recursos	24
Tabla 3 Media, desviación estándar y valores mínimos/máximos del cambio de color de la resina, en función de su exposición a Coca-Cola	27
Tabla 4 Media y desviación estándar de los valores de rugosidad Ra de la resina, en función de su exposición a Coca-Cola	28
Tabla 5 Media y desviación estándar de los valores de rugosidad Rz de la resina, en función de su exposición a Coca-Cola	29
Tabla 6 Media y desviación estándar de los valores de peso (mg) de la resina, en función de su exposición a Coca-Cola	30



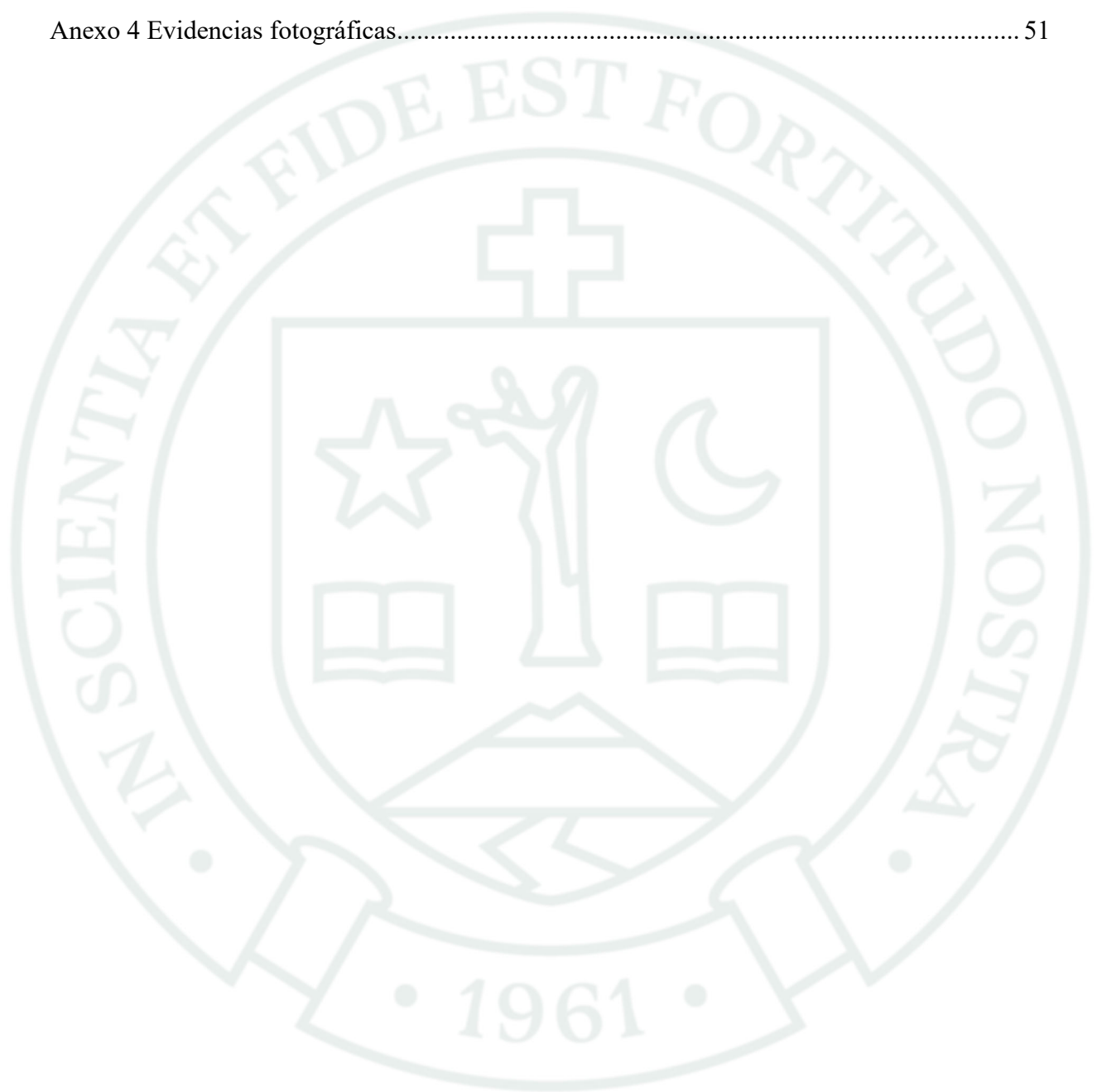
ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Collage de micrografías a 200X de las resinas Forma (Ultradent), Herculite (Kerr) y Solare (GC), comparando grupo control y grupo experimental.	31
Figura 2 Collage de micrografías a 1000X de las resinas Forma (Ultradent), Herculite (Kerr) y Solare (GC), comparando grupo control y grupo experimental.	32



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Modelo del instrumento.....	44
Anexo 2 Aprobación del Comité de Ética.....	45
Anexo 3 Matriz de datos	46
Anexo 4 Evidencias fotográficas.....	51



INTRODUCCIÓN

Las resinas compuestas se han consolidado como materiales de elección en odontología restauradora por su adecuada estética, su versatilidad clínica y su capacidad de conservar estructura dentaria. No obstante, el éxito de estas restauraciones no depende únicamente de sus propiedades mecánicas, sino también de que mantengan una superficie lisa y una estabilidad cromática aceptable a lo largo del tiempo. La literatura reciente muestra que la estabilidad del color continúa siendo un problema clínico relevante en los composites a base de resina y que los procedimientos de tinción con líquidos siguen siendo un eje central de la investigación in vitro. Del mismo modo, una revisión sistemática centrada en bebidas carbonatadas señaló que el efecto de Coca-Cola sobre los materiales restauradores directos depende tanto del material evaluado como de la metodología empleada, siendo especialmente importantes el tiempo acumulado de contacto y la frecuencia de exposición (1).

En este contexto, las bebidas ácidas y pigmentantes representan un factor de interés clínico, porque pueden modificar simultáneamente la rugosidad superficial y el color de las resinas compuestas. Lepri, Cesar; Palma, Regina demostraron que la exposición a bebidas y el cepillado influyen en la rugosidad superficial y en el cambio de color de una resina compuesta (2). Posteriormente, Elwardani et al informaron que, entre las bebidas evaluadas, las muestras expuestas a Coca-Cola presentaron el mayor efecto sobre la rugosidad y la alteración cromática (3). De manera concordante, Meenakshi, Chappidi; Sirisha, Kantheti observaron que Coca-Cola produjo mayor rugosidad superficial y mayor discoloración que otras soluciones ácidas, mientras que Chowdhury et al encontraron que la exposición periódica a té, café y Coca-Cola comprometió la estabilidad del color y la superficie de una resina nanohíbrida (4,5).

Asimismo, otros estudios han confirmado que los ambientes ácidos pueden deteriorar la morfología superficial y modificar propiedades físicas de resinas compuestas nanohíbridas y microhíbridas. Camilotti y colaboradores evidenciaron que los ácidos dietéticos alteran la rugosidad superficial y la morfología de estos materiales, mientras que Ferooz y colegas mostraron que un ambiente ácido afecta propiedades físicas de composites nanohíbridos y microhíbridos en condiciones de laboratorio. En conjunto, estos hallazgos respaldan la necesidad de comparar diferentes resinas nanohíbridas bajo un mismo protocolo experimental, ya que la magnitud del efecto erosivo y cromático no es uniforme entre materiales. Por ello, resulta pertinente desarrollar el estudio “Efecto de la exposición a Coca-Cola sobre la rugosidad superficial y el cambio de color de tres resinas nanohíbridas: estudio in vitro, Arequipa, 2026”, con el propósito de generar evidencia útil para la selección clínica de materiales restauradores con mejor comportamiento superficial y estético frente a un agente de consumo frecuente.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. Determinación del problema

El problema investigativo se originó a partir de la observación de una situación frecuente en la práctica odontológica restauradora: pacientes con restauraciones estéticas que, después de un tiempo de uso, refieren cambios de color, pérdida de brillo o sensación de superficie áspera, aun cuando la restauración conserva su forma anatómica y no presenta fracturas evidentes. Esta observación permitió reconocer que la permanencia clínica de una resina compuesta no depende únicamente de su resistencia mecánica, sino también de su estabilidad estética frente a hábitos cotidianos de consumo.

A partir de esta observación inicial, se revisó la literatura sobre los factores externos que pueden alterar las propiedades superficiales y ópticas de las resinas nanohíbridas. En dicha revisión se identificó que las bebidas carbonatadas, especialmente Coca-Cola, se emplean con frecuencia en estudios in vitro por su bajo pH, su disponibilidad comercial y su consumo habitual. De este modo, el problema se delimitó hacia la necesidad de evaluar cómo una exposición ácida controlada puede modificar el cambio de color, la rugosidad superficial y la masa de resinas nanohíbridas de uso clínico frecuente.

En la odontología restauradora actual, las resinas compuestas nanohíbridas se utilizan ampliamente debido a su adecuada resistencia mecánica y sus propiedades estéticas iniciales, como el color, el brillo y la capacidad de pulido. No obstante, la estabilidad estética a lo largo del tiempo continúa siendo un desafío clínico relevante, ya que las alteraciones cromáticas y superficiales constituyen una de las principales causas de insatisfacción del paciente y de reemplazo prematuro de restauraciones directas, con impacto sobre la longevidad del tratamiento restaurador (1).

La magnitud del problema se incrementa si se considera la alta prevalencia de enfermedades bucales a nivel mundial. La Organización Mundial de la Salud reporta que aproximadamente 3,7 mil millones de personas presentan enfermedades orales, siendo la caries dental no tratada una de las condiciones más frecuentes. Esta situación incrementa la necesidad de restauraciones estéticas y, por tanto, exige materiales capaces de mantener sus propiedades ópticas y superficiales durante el mayor tiempo posible (6).

Paralelamente, el consumo de bebidas carbonatadas y ácidas continúa siendo elevado. La Organización Panamericana de la Salud advierte que las bebidas azucaradas contribuyen significativamente al desarrollo de caries dental y otros problemas de salud oral, recomendando su consumo limitado. En el Perú, este problema se refuerza por la

disponibilidad de gaseosas y su incorporación a patrones de consumo cotidianos en jóvenes y adultos (7).

Desde el punto de vista fisicoquímico, Coca-Cola destaca por su elevada acidez. Estudios recientes han reportado que esta bebida presenta un pH aproximado de 2,3, valor suficientemente bajo como para inducir procesos de erosión superficial. Investigaciones in vitro han demostrado que esta acidez es capaz de producir alteraciones estructurales iniciales en tejidos dentarios, lo que permite plantear la posibilidad de un efecto negativo sobre materiales restauradores expuestos de manera repetida a este medio ácido (8).

Diversos estudios experimentales han evidenciado que la exposición de resinas compuestas a bebidas ácidas puede afectar su estabilidad estética. Una investigación publicada en BMC Oral Health evaluó el efecto de bebidas de consumo habitual, incluida Coca-Cola, sobre la estabilidad de color de diferentes resinas compuestas, encontrando cambios cromáticos estadísticamente significativos tras la inmersión, con variaciones según el tipo de material restaurador (9).

De manera similar, investigaciones in vitro recientes confirman que las bebidas ácidas no solo influyen en el cambio de color, sino también en la degradación superficial de las resinas compuestas, afectando la matriz orgánica y la interfaz relleno-matriz. Este proceso puede incrementar la rugosidad y favorecer la pigmentación secundaria, lo cual compromete el resultado estético de la restauración (10).

A pesar de la evidencia existente, persiste una brecha científica respecto al comportamiento específico de distintas resinas nanohíbridas frente a un protocolo estandarizado de exposición ácida con Coca-Cola, debido a la variabilidad de materiales, tiempos de inmersión, métodos de evaluación e indicadores utilizados en los estudios previos. Asimismo, existe limitada información experimental contextualizada en Arequipa, lo que restringe la toma de decisiones clínicas basadas en evidencia local (11).

En consecuencia, el presente estudio busca determinar el efecto de la exposición a Coca-Cola, aplicada como protocolo de desafío ácido, sobre el cambio de color, la rugosidad superficial y la pérdida de masa de tres resinas nanohíbridas, mediante un diseño in vitro. Con ello se pretende generar evidencia científica útil para la selección de materiales restauradores y para la formulación de recomendaciones clínicas orientadas a preservar la estética y la longevidad de las restauraciones en el contexto odontológico de Arequipa durante el año 2026.

2. Preguntas de investigación

- ¿Cuál es el efecto de la exposición a Coca-Cola, aplicada como protocolo de desafío ácido, sobre el cambio de color, la rugosidad superficial y la pérdida de masa de tres resinas nanohíbridas (Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent)) en un estudio in vitro, Arequipa, 2026?
- ¿Qué cambio de color presentan las resinas nanohíbridas Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent) después de la exposición a Coca-Cola, determinado mediante espectrofotometría digital (VITA)?
- ¿Qué variación de rugosidad superficial, expresada en Ra y Rz, presentan las resinas nanohíbridas Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent) después de la exposición a Coca-Cola, evaluada mediante rugosímetro digital Mitutoyo?
- ¿Qué variación de masa presentan las resinas nanohíbridas Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent) después de la exposición a Coca-Cola, medida mediante balanza analítica de precisión digital?

3. Justificación

Relevancia Científica: El presente estudio aporta al conocimiento científico en el ámbito de la odontología restauradora, específicamente en la evaluación de la estabilidad estética de las resinas compuestas nanohíbridas sometidas a un desafío ácido con Coca-Cola. Dado que la estética dental es uno de los principales criterios de éxito clínico en las restauraciones directas, resulta fundamental analizar cómo agentes ácidos de consumo frecuente influyen en propiedades como el color y el brillo superficial. Los resultados permitirán ampliar la evidencia existente sobre el comportamiento físico-químico de estos materiales frente a medios ácidos, contribuyendo a una mejor comprensión de su desempeño a corto y mediano plazo. Relevancia social: La demanda de restauraciones estéticas ha aumentado considerablemente en la población, así como el consumo habitual de bebidas carbonatadas. La exposición continua a este tipo de bebidas puede afectar la apariencia de las restauraciones, generando cambios de color que comprometen la satisfacción del paciente y la calidad del tratamiento. Este estudio tiene relevancia social porque permite identificar el impacto de un hábito alimentario común sobre materiales ampliamente utilizados en la práctica clínica, favoreciendo tratamientos más duraderos, con menor necesidad de reemplazo y, por ende, mayor bienestar y confianza del paciente. Originalidad: Si bien existen investigaciones relacionadas con la resistencia mecánica o la degradación

superficial de las resinas compuestas, son limitados los estudios que analizan específicamente la estabilidad estética de resinas nanohíbridas frente a bebidas ácidas comerciales como la Coca-Cola, especialmente en un contexto experimental local. La realización de este estudio en Arequipa, bajo condiciones controladas de laboratorio, aporta información original y pertinente a nivel regional, considerando las marcas y materiales disponibles en el medio odontológico. Actualidad: El estudio se enmarca dentro de una problemática actual, ya que los cambios en los hábitos dietéticos, caracterizados por el alto consumo de bebidas ácidas y carbonatadas, representan un desafío constante para los materiales restauradores estéticos. Asimismo, las resinas nanohíbridas continúan siendo ampliamente utilizadas debido a su balance entre estética y resistencia, lo que hace vigente la necesidad de evaluar su comportamiento frente a agentes potencialmente degradantes. Por ello, la investigación se alinea con líneas de estudio actuales y con el interés de la odontología moderna en la longevidad de los materiales estéticos. Interés personal: El interés en desarrollar este estudio surge de la necesidad de profundizar en el análisis de los factores que influyen en la estabilidad estética de las restauraciones dentales, considerando la realidad de los hábitos de consumo actuales. La evaluación del efecto de bebidas ácidas como la Coca-Cola sobre resinas nanohíbridas permite fortalecer la formación investigativa del autor y fomentar una visión crítica frente a la selección de materiales restauradores. Asimismo, esta investigación contribuye al desarrollo de criterios clínicos más reflexivos, orientados a optimizar los resultados estéticos y la durabilidad de los tratamientos odontológicos. Viabilidad: El estudio es viable desde el punto de vista metodológico, técnico y económico. Al tratarse de una investigación in vitro, permite el control de las variables experimentales y la reproducibilidad de los resultados. Se dispone de las resinas nanohíbridas comerciales, la bebida ácida a emplear, así como del acceso a equipos e instrumentos necesarios para la evaluación de la estabilidad estética. Además, el tiempo de ejecución y los costos se encuentran dentro de los márgenes establecidos para un trabajo de investigación a nivel universitario.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la exposición a Coca-Cola, aplicada como protocolo de desafío ácido, sobre el cambio de color, la rugosidad superficial y la pérdida de masa de tres resinas nanohíbridas (Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent)) en un estudio in vitro, Arequipa, 2026.

4.2. Objetivos específicos

1. Determinar el cambio de color que presentan las resinas nanohíbridas Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent) después de la exposición a Coca-Cola, mediante espectrofotometría digital (VITA).
2. Analizar la variación de la rugosidad superficial, expresada en Ra y Rz, de las resinas nanohíbridas Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent) después de la exposición a Coca-Cola, mediante rugosímetro digital Mitutoyo.
3. Determinar la variación de masa de las resinas nanohíbridas Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent) después de la exposición a Coca-Cola, mediante balanza analítica de precisión digital.

5. Marco conceptual y antecedentes investigativos

5.1. Conceptos básicos

5.1.1. Resinas nanohíbridas como material restaurador

5.1.1.1. Definición y composición de las resinas nanohíbridas

Las resinas nanohíbridas son restauradores dentales compuestos por una matriz orgánica fotopolimerizable (generalmente formulaciones de Bis-GMA, UDMA o TEGDMA) reforzada con partículas de relleno orgánicas e inorgánicas de tamaño micro y nanométrico que se distribuyen de manera homogénea para optimizar propiedades físico-mecánicas y estéticas. Este diseño combina partículas de diferente tamaño —desde nano hasta submicrométricas— con el fin de lograr un equilibrio entre resistencia mecánica y capacidad de pulido superficial, características necesarias para restauraciones directas en dentición permanente. Estudios comparativos recientes han utilizado técnicas como espectroscopía y microanálisis para evidenciar cómo la microestructura afecta

directamente la solidez y estabilidad de estos composites en servicio clínico. La innovación en materiales restauradores ha llevado a que los composites nanohíbridos presenten una mayor proporción de relleno total y mejor adaptación de las partículas en la matriz, lo que conlleva una mayor resistencia a la degradación superficial por factores químicos y mecánicos, en contraste con composites de generaciones anteriores (12).

5.1.1.2. Propiedades físicas y estéticas de las resinas nanohíbridas

Las propiedades de las resinas nanohíbridas se centran en combinar alta resistencia mecánica, retención de brillo, capacidad de pulido y estabilidad cromática, lo cual es clave para la longevidad estética de las restauraciones. La inclusión de partículas nanométricas permite una superficie más homogénea tras el pulido, reduciendo la rugosidad y la susceptibilidad a la adhesión de pigmentos externos (5).

Investigaciones recientes han mostrado que materiales con una distribución adecuada de relleno nanométrico presentan una mejor preservación del color y menor aumento de rugosidad tras exposición a agentes colorantes y bebidas ácidas, lo cual es crítico para restauraciones en zonas estéticas del sector anterior (12).

5.1.1.3. Resinas Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent): características generales

Si bien la literatura internacional específica sobre *Solare (GC)*, *Herculite (Kerr)* y *Forma (Ultradent)* es más escasa que la de otras marcas ampliamente estudiadas, investigaciones comparativas que incluyen estas resinas han utilizado protocolos de exposición a bebidas colorantes y soluciones ácidas para evaluar su comportamiento estético en condiciones in vitro. Dichos estudios reportan que los nanocomposites —incluyendo marcas similares a Solare (GC)— mantienen una aceptable estabilidad de color y rugosidad frente a inmersiones prolongadas, aunque pueden manifestar variaciones dependiendo del tiempo y naturaleza del agente de desafío en el medio oral (13).

5.1.1.4. Estabilidad estética de las resinas nanohíbridas

La estabilidad estética se refiere a la capacidad de un material restaurador para mantener sus atributos visuales —como color, brillo y textura superficial— durante su vida útil. En restauraciones compuestas, este concepto implica que los cambios en la percepción cromática y textural tras el tiempo de servicio sean mínimos y quede dentro de parámetros clínicamente aceptables, sin comprometer la apariencia natural de los dientes (14).

5.1.1.5. Factores que afectan la estabilidad estética de las resinas

Diversos factores pueden afectar la estabilidad estética de las resinas nanohíbridas, entre ellos la composición de la matriz y tipo de relleno, el grado de conversión polimérica, hábitos alimenticios del paciente, higiene oral y exposición a bebidas pigmentadas o ácidas. Estudios experimentales han demostrado que soluciones con bajo pH o bebidas con cromógenos (café, té) incrementan progresivamente tanto la deformación superficial como la alteración de color de los materiales restauradores (5).

5.1.1.6. Indicadores de estabilidad estética en resinas dentales

Los principales indicadores para evaluar la estabilidad estética de resinas están relacionados con cambio de color (ΔE), rugosidad superficial (R_a) y pérdida de masa tras exposición a agentes desafiantes. Cada uno se cuantifica objetivamente mediante instrumentos adecuados que permiten medir las variaciones respecto a una condición inicial de referencia (14).

5.1.2. Cambio de color en resinas dentales

5.1.2.1. Fundamentos del color en materiales dentales

El color en restauradores dentales se describe en el espacio de color CIELab, en donde la percepción cromática es cuantificada por los parámetros L^* , a^* y b^* , que representan luminosidad y coordenadas de matiz. La estabilidad del color generalmente se ve afectada por procesos de absorción de pigmentos, oxidación de componentes o degradación superficial del polymer matrix, conduciendo a un cambio perceptible de color en la escala ΔE (14).

5.1.2.2. Cambio de color (ΔE) como indicador de alteración estética

El parámetro ΔE representa la diferencia entre dos mediciones de color antes y después de una condición experimental. Valores elevados de ΔE se interpretan como cambios perceptibles al ojo humano y clínicamente relevantes. Estudios recientes han demostrado que exposiciones prolongadas a bebidas pigmentantes o ambientes ácidos generan cambios de ΔE superiores a los límites clínicos aceptables para restauraciones estéticas (14).

5.1.2.3. Evaluación del color mediante espectrofotometría

La espectrofotometría es un método objetivo ampliamente utilizado para evaluar el color en materiales dentales, proporcionando lecturas reproducibles y precisas de los parámetros CIELab. Esta técnica reduce la subjetividad de la comparación visual y es estándar en estudios in vitro sobre estabilidad cromática (14).

5.1.3. Rugosidad superficial en resinas nanohíbridas

5.1.3.1. Definición de rugosidad superficial

La rugosidad superficial se refiere a las irregularidades presentes en la superficie del material a nivel microscópico. Una mayor rugosidad favorece la adhesión de placa y pigmentos, afectando la estética y potenciando desgaste y micro-degradación del material (5).

5.1.3.2. Importancia de la rugosidad en la estética y durabilidad

Superficies rugosas no solo deterioran la apariencia del material, sino que también facilitan procesos biológicos adversos como retención de biofilm y acumulación de manchas. Estudios han demostrado que bebidas populares como Coca-Cola, café y té incrementan la rugosidad de resinas nanohíbridas de forma significativa respecto a saliva artificial (5).

5.1.3.3. Medición de la rugosidad superficial

La rugosidad superficial se mide típicamente mediante profilometría de contacto o análisis AFM, que cuantifican las variaciones R_a en micrómetros, permitiendo evaluar el efecto de tratamientos experimentales o exposiciones a agentes externos (5).

5.1.4. Pérdida de masa en resinas dentales

5.1.4.1. Concepto de pérdida de masa

La pérdida de masa en materiales restauradores indica la cantidad de material disuelto o desprendido tras la exposición a ambientes agresivos. Este fenómeno es indicador de degradación química y afecta las propiedades físicas y estéticas (5).

5.1.4.2. Pérdida de masa como consecuencia de la degradación química

Exposiciones prolongadas a soluciones ácidas, como bebidas carbonatadas, pueden promover la liberación de componentes de la matriz y rellenos, redundando en un descenso de masa. Esta pérdida está directamente relacionada con la susceptibilidad del material frente a desafiantes químicos, lo que compromete su funcionalidad y supervivencia clínica (5).

5.1.5. Desafío ácido y bebidas carbonatadas

5.1.5.1. Desafío ácido: concepto y fundamentos

El desafío ácido simula la exposición del material restaurador a medios con pH bajo, como bebidas o alimentos ácidos. Este protocolo in vitro permite evaluar la resistencia química y estabilidad estética de los materiales en condiciones extremas pero controladas (5).

5.1.5.2. Coca-Cola como agente ácido

Las bebidas carbonatadas como Coca-Cola presentan un pH ácido y contienen fosfatos y azúcares que aceleran procesos de erosión y degradación superficial de materiales dentales. Estudios han evidenciado que la inmersión a repetidas exposiciones causa tanto aumento de rugosidad como variaciones de color en resinas nanohíbridas (5).

5.1.5.3. Protocolos de inmersión y exposición controlada

Los protocolos de inmersión rotan entre exposiciones diarias a medios ácidos y periodos de reposo en soluciones neutras (como saliva artificial), lo que simula hábitos de consumo frecuentes en situaciones reales. Este enfoque permite evaluar cambios acumulativos de propiedades estéticas durante el tiempo experimental (5).

5.1.6. Relación entre desafío ácido y estabilidad estética

5.1.6.1. Efectos del desafío ácido sobre el color, la rugosidad y la masa

El desafío ácido tiene un impacto progresivo y acumulativo sobre las resinas nanohíbridas. Estudios han demostrado que exposiciones repetidas a Coca-Cola y otras bebidas con bajo pH resultan en variaciones significativas tanto en color (ΔE) como en rugosidad superficial y pérdida de masa, reflejando una disminución en la estabilidad estética del material con el tiempo de exposición (5).

5.2. Análisis de antecedentes investigativos

5.2.1. Antecedentes internacionales

Fathima et al. “Spectrophotometric evaluation of color stability of composite resin after exposure to cold drinks: An in vitro study” 2024. Objetivo: evaluar la estabilidad de color de resinas (microhíbrida vs nanohíbrida) tras exposición a bebidas gaseosas/energéticas por 15 días. Metodología: 80 discos (40 microhíbridos y 40 nanohíbridos), inmersión 15 min/día por 15 días en agua destilada, Coca-Cola, Pepsi y Red Bull; medición CIELAB con espectrofotómetro y análisis estadístico (ANOVA/Tukey; t-test). Resultados/resumen: en el material nanohíbrido (IPS Empress Direct), Coca-Cola mostró el mayor cambio (media $\Delta E = 4.278$; SD 0.884), y Pepsi $\Delta E = 3.624$; SD 1.049, ambos con ΔE clínicamente no aceptables (>3.3); en el microhíbrido (Spectrum Composite), Coca-Cola $\Delta E = 2.350$; SD 0.596 y Pepsi $\Delta E = 2.188$; SD 0.751 (valores clínicamente aceptables). Conclusión: la bebida tipo cola puede generar cambios clínicamente relevantes, con mayor susceptibilidad en el nanohíbrido evaluado en ese estudio (15).

Korać et al. “Color Stability of Dental Composites after Immersion in Beverages and Performed Whitening Procedures” 2022. Objetivo: comparar estabilidad de color de un microhíbrido (Filtek Z250) y un nanohíbrido (Filtek Z550) tras inmersión en bebidas (incluida Coca-Cola) y evaluar si el blanqueamiento con peróxido de carbamida 16% revierte la discoloración. Metodología: inmersión 4 h/día por 30 días en café, té, Coca-Cola y control (n=5), medición CIELAB con espectrofotómetro; luego blanqueamiento 14 días. Resultados/resumen: se señala que los composites superaron el umbral de aceptabilidad ($\Delta E^* > 3.48$) en café y té, mientras que en Coca-Cola los cambios en

ejos L^* , a^* , b^* no mostraron diferencias estadísticas ($p \geq 0.05$); por ejemplo, para Z250 en Coca-Cola se reportan cambios pequeños ($\Delta L \approx -0.38 \pm 0.36$; $\Delta a \approx 0.11 \pm 0.28$; $\Delta b \approx 0.26 \pm 0.36$) y para Z550 ($\Delta L \approx -1.50 \pm 0.79$; $\Delta a \approx -0.09 \pm 0.19$; $\Delta b \approx -0.81 \pm 0.63$). Conclusión: café y té generan los mayores cambios; el blanqueamiento con 16% CP fue efectivo para recuperar color, y el efecto de Coca-Cola fue menor en ese protocolo específico (16).

Al-Shami et al. “Color stability of nanohybrid and microhybrid composites after immersion in common coloring beverages at different times: a laboratory study” BDJ Open, 2023. Objetivo: evaluar estabilidad de color de un nanohíbrido (Tetric N-Ceram) y un microhíbrido (Te-Econom Plus) tras inmersión en medios pigmentantes y una cola (Dilsli cola). Metodología: grupos con cilindros 10×2 mm, inmersión por periodos hasta 1 semana, evaluación con colorimetría y control de pH antes y después (1, 3 y 7 días). Resultados/resumen: se reporta que el nanohíbrido presentó menor discoloración que el microhíbrido; además, qat/café/té generaron discoloración significativamente mayor que cola y agua ($p < 0.05$), y se sugiere que el impacto del pH depende del tipo de colorante. Conclusión: los nanohíbridos serían relativamente más resistentes a la tinción frente a microhíbridos, aunque la bebida y sus colorantes específicos determinan la magnitud del cambio (17).

5.2.2. Antecedentes nacionales

Menacho, Flor De María. “Bebidas carbonatadas y su relación con la estabilidad del color en resinas nanohíbridas. Estudio in vitro”. Objetivo: determinar la relación entre bebidas carbonatadas y estabilidad de color en resinas nanohíbridas. Metodología: experimental in vitro con 30 discos de resina nanohíbrida; exposición a Coca-Cola, Inca Kola y agua destilada, y evaluación del cambio con espectrofotometría. Resultados/resumen: se reporta que la Coca-Cola generó cambio de color perceptible en 100% de los discos; Inca Kola mostró cambio perceptible en 100% y en agua destilada se observó cambio no perceptible en 90%; el análisis mostró $p < 0.05$ para la asociación entre bebida y estabilidad de color. Conclusión: existe relación significativa entre bebidas carbonatadas y cambio de color, destacando el efecto de Coca-Cola sobre la estabilidad cromática (18).

Jiménez, Elton; Orozco, Keitty. “Cambio de color en una resina compuesta expuesta a dos bebidas carbonatadas: un estudio in vitro” (2023, Universidad César Vallejo, Perú). Objetivo: Determinar el cambio de color en una resina compuesta (Filtek Z350 XT) expuesta a dos bebidas carbonatadas (Coca-Cola™ y Pepsi™) junto con otras soluciones, y comparar la magnitud del cambio cromático. Metodología: Estudio experimental in vitro con 60 discos de resina compuesta Filtek Z350 XT (7 mm diámetro, 2 mm de espesor), divididos en cuatro grupos de 15 especímenes: Coca-Cola™, Pepsi™, café (Nescafé) y agua destilada (control). Las muestras se sumergieron en 20 ml de las sustancias pigmentantes 30 min diarios durante 30 días. El cambio de color fue medido con un espectrofotómetro digital VITA Easyshade® Advance 4.0 (VITA, Alemania) según el sistema CIE Lab. Resultados / Resumen: Todas las muestras expuestas a bebidas pigmentantes demostraron cambios de color perceptibles al ojo humano. Los grupos de Coca-Cola™ y Pepsi™ presentaron cambios significativos comparados con control, aunque los cambios más altos se observaron en el grupo expuesto a café, que superó tanto a las bebidas carbonatadas como al control en la magnitud de ΔE . Se reportó que la exposición diaria a las bebidas generó variaciones cromáticas que fueron estadísticamente relevantes al completar los 30 días. Conclusión: Las bebidas carbonatadas (especialmente Coca-Cola™ y Pepsi™) producen cambios perceptibles de color en la resina compuesta Filtek Z350 XT, siendo menores que los provocados por el café, pero aún clínicamente relevantes para la estabilidad estética de las restauraciones expuestas a estos agentes de consumo frecuente (19).

Ticona et al. “Comparación de la estabilidad cromática de tres resinas compuestas expuestas a bebidas pigmentantes. In vitro, Tacna 2024”. Objetivo: comparar la estabilidad cromática de 3M Z250, 3M Z350XT y Tetric Ceram frente a bebidas pigmentantes. Metodología: estudio aplicado, explicativo, diseño experimental longitudinal; 33 discos; seguimiento por tiempos (día 1, 7 y 14) con registro de parámetros de color. Resultados/resumen: el estudio describe reducciones progresivas en luminosidad (L), cromaticidad (C) y matiz (H) al día 1 y 7, y una tendencia a estabilización al día 14 aunque aún por debajo de los valores iniciales; concluye diferencias entre resinas/bebidas. Conclusión: existen diferencias en la estabilidad cromática entre las tres resinas al exponerse a bebidas pigmentantes (20).

5.2.3. Antecedentes locales

Almiron et al. “Diferencia cromática de tres resinas compuestas sumergidas en bebidas pigmentantes. Estudio in vitro, Arequipa 2022”. Objetivo: comparar la diferencia cromática de tres resinas compuestas sometidas a bebidas pigmentantes. Metodología: estudio experimental in vitro; se elaboraron 30 muestras (10 por cada resina), se registró el color inicial y luego se expusieron a bebidas pigmentantes; el cambio se evaluó con medición cromática (valores reportados como variación). Resultados/resumen: se hallaron variaciones de color con promedios reportados por grupo, por ejemplo Spectra ST (café) $\approx 120 \pm 293.7$, Brilliant NG (coca-cola) $\approx 293.3 \pm 130$, Filtek Z350 XT (vino) $\approx 149.5 \pm 100$, y una comparación global con $p = 0.09$ (sin diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, según el reporte). Conclusión: el trabajo concluye que no hubo diferencia estadística entre las resinas evaluadas, aunque sí se observaron variaciones cromáticas tras la exposición a bebidas pigmentantes (21).

Lopez, Carlos. “Efecto del peróxido de hidrógeno en gel al 35% en la recuperación del color de una resina (Beautifil II) sometida a café, Coca-Cola y vino tinto. Estudio in vitro, Arequipa 2024”. Objetivo: evaluar si el peróxido de hidrógeno al 35% logra recuperar el color de una resina previamente pigmentada. Metodología: 30 discos de resina; inmersión diaria en café, Coca-Cola y vino tinto durante 14 días; luego se aplicaron tres sesiones de aclaramiento y se midieron cambios cromáticos con espectrofotometría en distintos intervalos. Resultados/resumen: todas las bebidas provocaron alteraciones clínicamente significativas ($\Delta E > 3.3$), con mayor tinción por vino tinto y café; el aclaramiento redujo significativamente los valores de cambio de color, con mejor respuesta en el grupo pigmentado con Coca-Cola y mayor resistencia al aclaramiento en vino tinto. Conclusión: el gel al 35% es eficaz para revertir pigmentación extrínseca en Beautifil II, pero la respuesta depende del agente pigmentante (22).

Mantilla, Daniela. “Influencia de dos geles inhibidores de oxígeno en la dureza superficial de dos resinas nanohíbridadas. Estudio in vitro, Arequipa 2025”.

Objetivo: determinar si dos geles inhibidores de oxígeno (DeOx y MCC) modifican la microdureza superficial de resinas nanohíbridadas (variable clave porque la integridad superficial se relaciona con mayor susceptibilidad a tinción y pérdida estética). Metodología: estudio cuantitativo comparativo; grupos control vs. aplicación de geles; microdureza medida en Vickers (HV). Resultados/resumen: en Ultradent™ el control fue 109.88 HV, con DeOx 125 HV y con MCC 111.75 HV; en Vittra APS el control fue 106.38 HV, con DeOx 127 HV y con MCC 126.25 HV. Conclusión: los geles (en especial DeOx y MCC) muestran un efecto positivo aumentando la dureza superficial (mejor desempeño superficial esperado frente a desafíos químicos que afectan estética) (23).

6. Hipótesis.

6.1. Hipótesis de investigación (H_i)

La exposición a Coca-Cola, aplicada como protocolo de desafío ácido, produce diferencias estadísticamente significativas en el cambio de color, la rugosidad superficial (R_a y R_z) y la variación de masa de las resinas nanohíbridadas Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent), en comparación con sus respectivos grupos control en agua destilada, bajo condiciones in vitro.

6.2. Hipótesis nula (H_0)

La exposición a Coca-Cola, aplicada como protocolo de desafío ácido, no produce diferencias estadísticamente significativas en el cambio de color, la rugosidad superficial (R_a y R_z) ni la variación de masa de las resinas nanohíbridadas Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent), en comparación con sus respectivos grupos control en agua destilada, bajo condiciones in vitro.



CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. Diseño metodológico

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño experimental comparativo in vitro y un nivel descriptivo. Su finalidad fue determinar el efecto del desafío ácido con Coca-Cola sobre la rugosidad superficial y el cambio de color de resinas compuestas nanohíbridas. Para ello, se evaluaron los cambios producidos tras su exposición a la bebida. El trabajo se llevó a cabo en Arequipa durante el año 2026.

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de la Escuela Profesional de Odontología de la Universidad Católica de Santa María (UCSM), Arequipa, bajo condiciones controladas y siguiendo los protocolos de bioseguridad.

2. Población y muestra

La muestra estuvo conformada por un total de 60 discos de resina compuesta nanohíbrida, distribuidos en seis grupos experimentales, con 10 especímenes por grupo. Se emplearon tres resinas nanohíbridas de uso clínico frecuente: Solare (GC), Forma (Ultradent) y Herculite (Kerr). Los discos fueron confeccionados utilizando moldes estandarizados, respetando estrictamente las recomendaciones del fabricante en cuanto a manipulación y fotopolimerización.

Posteriormente, las muestras fueron pulidas con discos espirales para obtener una superficie homogénea adecuada para su evaluación.

Una vez elaboradas, las muestras fueron colocadas en placas Petri previamente rotuladas y separadas por grupo, garantizando condiciones controladas que eviten contaminación cruzada o cualquier alteración externa. Tras esta fase inicial, los discos fueron asignados a los seis grupos experimentales de la siguiente manera:

- **Grupo 1:** Resina Solare (GC) sometida a desafío ácido con Coca-Cola.
- **Grupo 2:** Resina Solare (GC) en agua destilada (control).
- **Grupo 3:** Resina Forma (Ultradent) sometida a desafío ácido con Coca-Cola.
- **Grupo 4:** Resina Forma (Ultradent) en agua destilada (control).
- **Grupo 5:** Resina Herculite (Kerr) sometida a desafío ácido con Coca-Cola.
- **Grupo 6:** Resina Herculite (Kerr) en agua destilada (control).

3. Variables

Tabla 1
Variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Instrumento de medición	Escala de medición
Desafío ácido con Coca-Cola (Independiente)	Tipo de solución	Grupo experimental: Coca-Cola	Protocolo de inmersión controlado (asignación a grupos)	Variable cualitativa nominal
		Grupo control: Agua destilada		
Resinas nanohíbridas (Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent)) (Dependiente)	Cambio del color	Cambio de color (ΔE)	Espectrofotómetro	$\Delta E^* < 1$: Imperceptible $\Delta E^* < 3,3$: Imperceptible leve $\Delta E^* > 3,3$: cambios de color clínicamente inaceptables que obligan a sustituir la resina por mala estética
	Rugosidad superficial	Ra: Promedio de rugosidad superficial	Rugosímetro de contacto	Excelente: Ra < 0.2 μm Bueno: Ra entre 0.2 – 0.5 μm Aceptable: Ra entre 0.5 – 1.0 μm Deficiente: Ra > 1.0 μm
	Rugosidad superficial	Rz: altura máxima de irregularidades del perfil de la superficie	Rugosímetro de contacto	Excelente: Rz < 1.5 μm Bueno: Rz entre 1.5 – 2.5 μm Aceptable: Rz entre 2.6 – 4.0 μm Deficiente: Rz > 4.0 μm
	Pérdida de masa	Diferencia de peso antes y después del desafío ácido	Balanza analítica de precisión	Escala de razón (mg)

***Elaboración propia.**

4. Técnicas y procedimientos

4.1. Preparación de las muestras

Las muestras fueron distribuidas en seis grupos experimentales, con 10 discos por grupo, de la siguiente manera:

- Grupo 1: Resina Solare (GC) + Coca-Cola
- Grupo 2: Resina Solare (GC) + Agua destilada (grupo control)
- Grupo 3: Resina Forma (Ultradent) + Coca-Cola
- Grupo 4: Resina Forma (Ultradent) + Agua destilada (grupo control)
- Grupo 5: Resina Herculite (Kerr) + Coca-Cola
- Grupo 6: Resina Herculite (Kerr) + Agua destilada (grupo control)

Cada grupo fue colocado en placas Petri debidamente rotuladas, manteniéndose separados durante todo el período experimental. Las muestras del grupo experimental fueron sometidas al desafío ácido con Coca-Cola, mientras que los grupos control fueron almacenados en agua destilada, bajo condiciones controladas.

4.2. Protocolo de exposición al medio ácido

Las muestras del grupo experimental fueron sumergidas en Coca-Cola como medio ácido durante un período de 10 días consecutivos, aplicando un desafío ácido diario de 20 minutos. Finalizado este tiempo, las muestras fueron retiradas de la solución ácida, enjuagadas suavemente con agua destilada para eliminar residuos superficiales y posteriormente almacenadas en agua destilada hasta el día siguiente, manteniéndose en recipientes individuales debidamente identificados, con un volumen suficiente de solución que garantice la inmersión completa de cada disco de resina. El agua destilada fue renovada cada 24 horas durante todo el período experimental. El procedimiento se llevó a cabo bajo condiciones controladas, asegurando la estabilidad del entorno durante todo el tiempo de exposición.

Las muestras del grupo control permanecieron sumergidas exclusivamente en agua destilada durante todo el período experimental, bajo las mismas condiciones de tiempo, manejo y almacenamiento que el grupo experimental, realizándose el cambio

del agua destilada cada 24 horas, con el fin de permitir una comparación adecuada entre ambos grupos.

Durante el período experimental, el medio de inmersión fue renovado diariamente para mantener condiciones químicas constantes. Al finalizar cada ciclo de exposición, las muestras fueron retiradas de las soluciones, enjuagadas suavemente con agua destilada y secadas con papel absorbente, evitando cualquier alteración de la superficie.

Concluido el tiempo total de exposición, las muestras quedaron listas para la posterior evaluación del cambio de color, la rugosidad superficial y la pérdida de masa, de acuerdo con los procedimientos establecidos en la metodología del estudio.

4.3. Evaluación del cambio de color

El cambio del color de los discos de resina nanohíbrida (Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent)) se evaluó mediante espectrofotometría digital (VITA), con el objetivo de cuantificar los cambios cromáticos producidos tras el desafío ácido.

En primer lugar, cada muestra fue medida antes de la exposición para obtener el registro basal del color. Para estandarizar el procedimiento, las lecturas se realizaron bajo las mismas condiciones de iluminación y posicionamiento, colocando el disco sobre un fondo uniforme y asegurando el contacto correcto del dispositivo con la superficie.

Finalizado el período de exposición (grupo experimental en Coca-Cola y grupo control en agua destilada), las muestras fueron enjuagadas suavemente con agua destilada, secadas con papel absorbente libre de pelusa y posteriormente se realizó una segunda medición con el mismo espectrofotómetro y bajo las mismas condiciones del registro inicial.

El cambio de color se expresó como ΔE , calculado a partir de la diferencia entre los valores obtenidos en la medición inicial y final. Un valor mayor de ΔE indicó una mayor alteración del color, reflejando una mayor alteración cromática del material. Finalmente, los resultados fueron registrados en una ficha experimental para su análisis y comparación entre grupos.

4.4. Evaluación de la rugosidad superficial

La rugosidad superficial de los discos de resina nanohíbrida (Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent)) se evaluó mediante un rugosímetro digital Mitutoyo, con el propósito de identificar cambios en la textura superficial luego del desafío ácido.

En primer lugar, las muestras fueron analizadas antes de la exposición, registrando un valor basal de rugosidad para cada disco. Para estandarizar las mediciones, cada muestra se colocó en una superficie estable y nivelada, procurando que el palpador del rugosímetro recorra una zona representativa de la cara pulida del disco, evitando bordes o irregularidades externas.

Tras completar el período experimental (grupo Coca-Cola y grupo control en agua destilada), los discos fueron retirados del medio, enjuagados suavemente con agua destilada y secados con papel absorbente libre de pelusa. Posteriormente, se realizó una segunda medición bajo las mismas condiciones instrumentales y de posicionamiento utilizadas en el registro inicial.

Se realizó una única medición de la rugosidad superficial por cada muestra, manteniendo condiciones estandarizadas para asegurar la consistencia de los resultados. Los valores obtenidos se expresaron en micrómetros (μm), donde valores mayores indicaron un incremento en la rugosidad superficial y por tanto, una mayor alteración del material.

Finalmente, los datos fueron registrados en una ficha experimental para su posterior análisis y comparación entre grupos.

4.5. Evaluación de la pérdida de masa

La pérdida de masa de los discos de resina nanohíbrida (Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent)) se evaluó mediante una balanza analítica de precisión digital, con el fin de determinar el efecto del desafío ácido sobre la integridad del material.

Inicialmente, cada muestra fue pesada antes de la exposición, registrándose el peso basal en miligramos (mg). Previo a la medición, los discos fueron enjuagados con agua destilada y secados cuidadosamente con papel absorbente libre de pelusa, asegurando la eliminación de humedad superficial que pudiera alterar el registro.

Una vez finalizado el período de exposición al medio correspondiente (Coca-Cola para el grupo experimental y agua destilada para el grupo control), las muestras fueron

nuevamente enjuagadas con agua destilada, secadas bajo las mismas condiciones y pesadas por segunda vez utilizando la misma balanza.

La pérdida de masa se determinó calculando la diferencia entre el peso inicial y el peso final de cada disco. Los valores obtenidos se expresaron en miligramos (mg), donde una mayor diferencia indicó un mayor grado de degradación del material. Todos los datos fueron registrados en fichas experimentales para su posterior análisis y comparación entre los grupos de estudio.

4.6. Registro micrográfico complementario

El registro micrográfico complementario se incorporó como procedimiento metodológico de apoyo descriptivo para documentar la morfología superficial de las resinas nanohíbridas Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent), tanto en los grupos control como en los grupos expuestos a Coca-Cola. Las imágenes fueron obtenidas después del periodo experimental, seleccionando áreas representativas de la superficie pulida de cada muestra.

Las micrografías se registraron a aumentos de 200X y 1000X, y posteriormente se organizaron en collages comparativos según resina comercial, condición experimental y campo observado. Este procedimiento no constituyó una variable principal de contraste estadístico; su finalidad fue complementar la interpretación de los valores de rugosidad mediante evidencia visual de las posibles alteraciones topográficas producidas por la exposición ácida.

4.7. Prueba piloto

Se elaboraron diez discos, uno por cada grupo experimental, para estandarizar la técnica, verificar adecuación de los tiempos de fotocurado y asegurar reproducibilidad del procedimiento.

5. Plan de análisis

El análisis estadístico se realizó utilizando el software Jamovi (versión 2.3.18.0, Melbourne, Australia). La normalidad de los datos fue evaluada previamente mediante la prueba de Shapiro-Wilk para cada lectura. Los datos de cambio de color, rugosidad superficial y peso obtenidos entre los diferentes grupos se analizaron mediante la prueba paramétrica de ANOVA, seguida de una prueba post-hoc de Tukey. Para las comparaciones intragrupal de rugosidad y peso, según cada resina, se aplicó una T de Student para muestras

dependientes (inicial vs. final). Se consideró un nivel de significancia del 5 % para todos los análisis. El registro micrográfico complementario fue analizado de manera descriptiva, sin prueba estadística inferencial, debido a que su propósito fue respaldar visualmente la interpretación de la rugosidad superficial.

6. Consideraciones éticas

El estudio no involucra seres humanos ni animales, por lo que no requiere revisión de un comité de ética.

Se respetaron estrictamente las normas de bioseguridad de la UCSM, incluyendo el uso de bata, mascarilla, guantes, lentes y gorro quirúrgico desechable.

7. Recursos

La investigación fue autofinanciada y se emplearon materiales proporcionados por el Laboratorio de Biomateriales de la Escuela Profesional de Odontología – UCSM.

Tabla 2
Recursos

Material / Recurso	Costo estimado (S/.)
Resina nanohíbrida Solare (GC)	900.00
Resina nanohíbrida Forma (Ultradent)	850.00
Resina nanohíbrida Herculite (Kerr)	950.00
Coca-Cola® (solución ácida para inmersión)	50.00
Agua destilada (grupo control)	40.00
Materiales de laboratorio (moldes estandarizados, placas Petri, pipetas, envases, papel absorbente)	350.00
Equipos (espectrofotómetro, rugosímetro balanza digital de precisión)	Proporcionados por el laboratorio de la UCSM

***Elaboración propia.**

CAPÍTULO III
RESULTADOS

RESULTADOS

Los resultados obtenidos evidencian que la exposición a Coca-Cola con Coca-Cola tuvo un efecto consistente sobre la estabilidad de color, la rugosidad superficial y la pérdida de masa de las resinas evaluadas.

En relación con la estabilidad de color (Tabla 3), los grupos experimentales presentaron mayores valores de cambio de color (ΔE) en comparación con sus respectivos controles. Sin embargo, todos los valores se mantuvieron dentro del umbral clínicamente aceptable ($\Delta E < 3.3$), mientras que los grupos control registraron valores inferiores a 1, considerados clínicamente indetectables. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimentales ($p > 0.05$), aunque el grupo Forma (Ultradent) – EXP presentó el mayor valor (1.27 ± 0.24). Entre los grupos control, tampoco se evidenciaron diferencias significativas ($p > 0.05$), pero el grupo Forma (Ultradent) – CON mostró el valor más alto (0.70 ± 0.34), comparable a algunos grupos experimentales. Por el contrario, los grupos Herculite (Kerr) – CON (0.39 ± 0.14) y Solare (GC) – CON (0.58 ± 0.17) presentaron los menores cambios de color, siendo significativamente inferiores a los grupos experimentales ($p < 0.05$).

Tabla 3

Media, desviación estándar y valores mínimos/máximos del cambio de color de la resina, en función de su exposición a Coca-Cola

Grupo	ΔE	DE	Min – Max
Forma (Ultradent) – EXP	1.27 ^c	0.24	0.88 – 1.73
Forma (Ultradent) – CON	0.70 ^{ab}	0.34	0.28 – 1.21
Herculite (Kerr) – EXP	1.02 ^{bc}	0.30	0.57 – 1.49
Herculite (Kerr) – CON	0.39 ^a	0.14	0.14 – 0.62
Solare (GC) – EXP	1.02 ^{bc}	0.31	0.63 – 1.57
Solare (GC) – CON	0.58 ^a	0.17	0.30 – 0.91

***Elaboración propia.**

Los valores promedio seguidos de letras minúsculas diferentes expresan diferencias estadísticamente significativas a $p < 0.05$ (prueba de Tukey). ΔE : cambio de color después del experimento; DE: desviación estándar; Min – Max: valor mínimo y máximo de estabilidad de color; EXP: grupo experimental (exposición a Coca-Cola); CON: grupo control.

Respecto a la rugosidad superficial tipo Ra (Tabla 4), se observó un incremento general de los valores entre la medición inicial y final en la mayoría de los grupos. Este aumento fue estadísticamente significativo ($p < 0.05$) en todos los casos, excepto en el grupo Herculite (Kerr) – CON, que no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$). No se identificaron diferencias entre los grupos en la medición inicial ($p > 0.05$), lo que confirma la homogeneidad de las muestras. En la medición final, los grupos Forma (Ultradent) – EXP (0.51 ± 0.10) y Solare (GC) – EXP (0.51 ± 0.06) presentaron los valores más altos de rugosidad, siendo superiores al grupo Herculite (Kerr) – CON (0.37 ± 0.08), que mostró el valor más bajo ($p < 0.05$). Los grupos Forma (Ultradent) – CON, Herculite (Kerr) – EXP y Solare (GC) – CON presentaron valores intermedios, sin diferencias significativas entre ellos ($p > 0.05$).

Tabla 4

Media y desviación estándar de los valores de rugosidad Ra de la resina, en función de su exposición a Coca-Cola

Grupo	Ra inicial	Ra final
Forma (Ultradent) – EXP	0.35 ± 0.08^A	$0.51 \pm 0.10^{b,B}$
Forma (Ultradent) – CON	0.34 ± 0.09^A	$0.45 \pm 0.09^{ab,B}$
Herculite (Kerr) – EXP	0.39 ± 0.07^A	$0.46 \pm 0.06^{ab,B}$
Herculite (Kerr) – CON	0.30 ± 0.06	0.37 ± 0.08^a
Solare (GC) – EXP	0.39 ± 0.07^A	$0.51 \pm 0.06^{b,B}$
Solare (GC) – CON	0.31 ± 0.07^A	$0.42 \pm 0.06^{ab,B}$

***Elaboración propia.**

Los valores promedio seguidos de letras minúsculas diferentes en las columnas (prueba de Tukey) y letras mayúsculas en las filas (T de Student), expresan diferencias estadísticamente significativas a $p < 0.05$. EXP: grupo experimental (exposición a Coca-Cola); CON: grupo control.

De manera similar, la rugosidad superficial tipo Rz (Tabla 5) mostró un incremento general tras el experimento. Este aumento fue estadísticamente significativo en todos los grupos ($p < 0.05$), con excepción del grupo Herculite (Kerr) – EXP, que no presentó diferencias significativas entre sus valores inicial y final ($p > 0.05$). Al igual que en Ra, no se observaron diferencias entre los grupos en la medición inicial ($p > 0.05$). En la evaluación final, los grupos Forma (Ultradent) – EXP (3.72 ± 0.51) y Solare (GC) – EXP (3.37 ± 0.49) presentaron los valores más altos de rugosidad, siendo superiores a los grupos Herculite (Kerr) – CON (2.33 ± 0.35) y Solare (GC) – CON (2.74 ± 0.50), que mostraron los valores más bajos ($p < 0.05$). Los grupos Forma (Ultradent) – CON y Herculite (Kerr) – EXP presentaron valores intermedios, sin diferencias significativas con los grupos extremos ($p > 0.05$).

Tabla 5

Media y desviación estándar de los valores de rugosidad Rz de la resina, en función de su exposición a Coca-Cola

Grupo	Rz inicial	Rz final
Forma (Ultradent) – EXP	2.04 ± 0.48 ^A	3.72 ± 0.51 ^{d, B}
Forma (Ultradent) – CON	2.24 ± 0.41 ^A	2.93 ± 0.38 ^{bc, B}
Herculite (Kerr) – EXP	2.33 ± 0.41	2.98 ± 0.37 ^{bc}
Herculite (Kerr) – CON	1.87 ± 0.44 ^A	2.33 ± 0.35 ^{a, B}
Solare (GC) – EXP	2.28 ± 0.44 ^A	3.37 ± 0.49 ^{cd, B}
Solare (GC) – CON	1.84 ± 0.49 ^A	2.74 ± 0.50 ^{ab, B}

***Elaboración propia.**

Los valores promedio seguidos de letras minúsculas diferentes en las columnas (prueba de Tukey) y letras mayúsculas en las filas (T de Student), expresan diferencias estadísticamente significativas a $p < 0.05$. EXP: grupo experimental (exposición a Coca-Cola); CON: grupo control.

En cuanto a la variación de peso (Tabla 6), utilizada como indicador indirecto de pérdida de masa, no se observaron cambios relevantes entre las mediciones iniciales y finales en la mayoría de los grupos. Las comparaciones intragrupo mostraron diferencias estadísticamente significativas únicamente en los grupos Forma (Ultradent) – CON y Solare (GC) – CON ($p < 0.05$), aunque estas variaciones fueron mínimas en términos absolutos. En los grupos experimentales, los valores de peso se mantuvieron estables, sin evidenciar pérdidas significativas de masa ($p > 0.05$), lo que sugiere que la exposición a Coca-Cola no produjo una pérdida de masa clínicamente relevante en las resinas evaluadas.

En el análisis entre grupos, se observaron diferencias en los valores absolutos de peso tanto en la medición inicial como final ($p < 0.05$), lo cual responde a variaciones propias de cada material. Sin embargo, estas diferencias no se asociaron a cambios significativos atribuibles al efecto de la exposición a Coca-Cola.

Tabla 6

Media y desviación estándar de los valores de peso (mg) de la resina, en función de su exposición a Coca-Cola

Grupo	Peso inicial	Peso final
Forma (Ultradent) – EXP	302.56 ± 11.28 ^{bc}	302.62 ± 11.33 ^{bc}
Forma (Ultradent) – CON	316.95 ± 7.00 ^{c, A}	317.08 ± 7.00 ^{c, B}
Herculite (Kerr) – EXP	299.28 ± 5.60 ^b	299.10 ± 5.60 ^b
Herculite (Kerr) – CON	287.11 ± 11.25 ^{ab}	287.09 ± 11.29 ^{ab}
Solare (GC) – EXP	280.01 ± 8.42 ^a	280.30 ± 8.11 ^a
Solare (GC) – CON	286.72 ± 7.61 ^{ab, A}	287.01 ± 7.63 ^{ab, B}

***Elaboración propia.**

Los valores promedio seguidos de letras minúsculas diferentes en las columnas (prueba de Tukey) y letras mayúsculas en las filas (T de Student), expresan diferencias estadísticamente significativas a $p < 0.05$. EXP: grupo experimental (exposición a Coca-Cola); CON: grupo control.

En conjunto, los resultados indican que la exposición a Coca-Cola incrementa el cambio de color y la rugosidad superficial (R_a y R_z) de las resinas compuestas evaluadas, especialmente en los grupos experimentales de Forma (Ultradent) y Solare (GC). No obstante, este efecto no se traduce en una pérdida significativa de masa, evidenciada por la estabilidad de los valores de peso en la mayoría de los grupos.

Análisis micrográfico complementario

Las micrografías permitieron complementar la interpretación de los resultados cuantitativos de rugosidad. En las imágenes a 200X y 1000X se aprecia la organización comparativa de las tres resinas nanohíbridas evaluadas, diferenciando las superficies correspondientes al grupo control en agua destilada y al grupo experimental sometido al desafío ácido con Coca-Cola.

El registro micrográfico respalda la tendencia observada en los valores de rugosidad, debido a que las superficies sometidas a Coca-Cola muestran alteraciones topográficas más evidentes en comparación con sus respectivos controles. Este hallazgo es coherente con la interpretación de que el desafío ácido afecta principalmente la superficie del material, sin generar una pérdida de masa clínicamente relevante bajo las condiciones del estudio.

Collage de micrografias a 200X de las resinas Forma (Ultradent), Herculite (Kerr) y Solare (GC), comparando grupo control y grupo experimental.

Comparación entre grupo control y grupo experimental según resina comercial.



31

Comparación entre grupo control y grupo experimental según resina comercial.



32

DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como propósito determinar el efecto del desafío ácido con Coca-Cola sobre el cambio de color, la rugosidad superficial y la pérdida de masa de tres resinas nanohíbridas en condiciones in vitro. De manera general, los hallazgos muestran que la exposición a esta bebida modifica principalmente las propiedades ópticas y superficiales de los materiales, mientras que su efecto sobre la masa resulta limitado. En ese sentido, los resultados permiten sostener que el desafío ácido sí ejerce influencia sobre las resinas evaluadas, aunque no con la misma intensidad en todas las variables analizadas, lo que evidencia un comportamiento diferencial según la propiedad estudiada y según el material restaurador.

En relación con el cambio de color, el estudio evidencia que la exposición a Coca-Cola incrementa la alteración cromática de las tres resinas respecto de sus controles, aunque dichos cambios permanecen dentro de rangos clínicamente aceptables. Esta tendencia coincide con los antecedentes nacionales e internacionales que reconocen a las bebidas carbonatadas como agentes capaces de comprometer la estabilidad cromática de los composites, aun cuando su efecto no siempre alcanza la misma magnitud que otras bebidas pigmentantes. Fathima et al, reportaron que la Coca-Cola generó cambios cromáticos clínicamente no aceptables en un material nanohíbrido, mientras que Menacho, Flor De María encontró asociación significativa entre bebidas carbonatadas y alteración del color en resinas nanohíbridas, destacando también el efecto de la Coca-Cola (15,18). De igual manera, Jiménez, Elton; Orozco, Keitty concluyeron que esta bebida produce cambios perceptibles de color, aunque inferiores a los provocados por el café (19). Por su parte, Lopez, Carlos observó que la Coca-Cola ocasiona alteraciones cromáticas clínicamente significativas, aunque con mejor respuesta al aclaramiento que otros agentes como el vino tinto (22). Estos antecedentes respaldan la idea de que la bebida cola posee capacidad para alterar la apariencia estética del material restaurador. Sin embargo, los resultados del presente estudio también se aproximan a lo descrito por Korać et al, quienes hallaron que la Coca-Cola tuvo un efecto menor que otras bebidas como café y té, sin diferencias relevantes en ciertos parámetros cromáticos (16). En la misma línea, Al-Shami et al, señalaron que la cola produce menor discoloración que otras bebidas intensamente pigmentantes (17). En conjunto, esta comparación sugiere que la Coca-Cola actúa más como un agente de alteración moderada, cuyo efecto depende del tiempo de exposición, de la composición química del medio y, sobre todo, de la susceptibilidad propia del material restaurador.

Desde una perspectiva interpretativa, el aumento del cambio de color puede explicarse por la interacción entre el medio ácido y la matriz orgánica de la resina. El ácido fosfórico y el bajo pH de la Coca-Cola favorecen procesos de ablandamiento superficial, sorción de agua y microdegradación de la matriz polimérica, lo que facilita la penetración de pigmentos y la alteración de la reflexión de la luz. No obstante, el hecho de que los cambios observados en este estudio no hayan superado el umbral clínicamente aceptable sugiere que la bebida, por sí sola y bajo las condiciones experimentales empleadas, no genera una pigmentación tan intensa como otros agentes con mayor carga cromógena. Esta interpretación guarda coherencia con Al-Shami et al, quienes sostienen que el impacto del pH no puede analizarse de manera aislada, pues la magnitud de la discoloración depende también del tipo de colorante presente en la bebida (17). Así, no toda sustancia ácida pigmenta con la misma intensidad, y no toda bebida pigmentante altera de igual manera la superficie de un composite.

Otro aspecto relevante es que no todas las resinas respondieron de la misma manera frente al desafío ácido. Aunque entre los grupos experimentales no se observaron diferencias estadísticamente marcadas en el cambio de color, una de las resinas mostró una tendencia a presentar mayores valores que las demás, lo que sugiere que la estabilidad cromática no depende únicamente del hecho de pertenecer a la categoría nanohíbrida, sino de características intrínsecas específicas de cada sistema comercial. Esta observación coincide con Ticona, et al, quienes encontraron diferencias en la estabilidad cromática entre varias resinas compuestas expuestas a bebidas pigmentantes (20). También se relaciona con lo descrito por Almiron et al, quienes, aun sin hallar diferencias estadísticas globales entre materiales, sí reportaron variaciones cromáticas entre grupos (21). Incluso los antecedentes internacionales muestran este mismo patrón: mientras Fathima et al, observaron mayor susceptibilidad en una resina nanohíbrida concreta, Al-Shami et al, describieron que otro nanohíbrido presentó mejor comportamiento frente a bebidas comunes (15,17). Esto refuerza la idea de que la denominación comercial o la clasificación general del composite no bastan para predecir su desempeño, ya que el tamaño y distribución de las partículas de relleno, la calidad de la unión matriz-relleno, el tipo de monómeros y el grado de conversión condicionan de manera decisiva su respuesta frente a medios agresivos.

Respecto a la rugosidad superficial, el estudio demuestra que la Coca-Cola incrementa la irregularidad topográfica de las resinas, tanto en los valores de rugosidad promedio como en los de profundidad máxima, con un efecto más evidente en ciertos grupos experimentales. Este hallazgo resulta especialmente importante porque revela que el desafío ácido no solo

compromete la apariencia del material, sino también su integridad superficial. Aunque la mayoría de los antecedentes revisados se centran en la estabilidad cromática, sus resultados permiten interpretar indirectamente este fenómeno. Mantilla, Daniela demostró que la mejora de la dureza superficial mediante geles inhibidores de oxígeno puede optimizar el comportamiento de resinas nanohíbridas; ello resulta relevante porque una superficie más dura y mejor polimerizada suele ser menos susceptible a degradación química, desgaste y retención de pigmentos (23). Bajo esta lógica, el incremento de rugosidad observado en el presente estudio puede entenderse como la consecuencia de una acción erosiva inicial del medio ácido sobre una superficie restauradora expuesta de manera repetida.

La explicación más plausible para este comportamiento radica en que el bajo pH de la Coca-Cola puede inducir reblandecimiento de la matriz resinosa, lixiviación de componentes orgánicos y exposición parcial de las partículas de relleno. Cuando la matriz se degrada o pierde cohesión, se generan microirregularidades que aumentan la rugosidad y alteran la textura del material. Este proceso también puede favorecer el desprendimiento superficial de partículas o la formación de zonas más propensas al depósito de pigmentos y biofilm. Desde el punto de vista clínico, este hallazgo es de especial valor, porque una restauración más rugosa no solo pierde brillo y calidad estética, sino que también se vuelve más vulnerable a pigmentación secundaria, acumulación de placa y deterioro progresivo. En este sentido, el estudio amplía la discusión planteada por los antecedentes centrados en color, ya que muestra que el efecto de la bebida no se limita a la dimensión cromática, sino que compromete simultáneamente la topografía superficial del material.

La relación entre rugosidad y cambio de color constituye, precisamente, uno de los aportes interpretativos más importantes de esta investigación. Aunque el estudio evalúa ambas variables por separado, los resultados permiten comprenderlas como fenómenos interdependientes. Una superficie más rugosa ofrece mayor área de retención y facilita la adsorción o penetración de pigmentos, de modo que la alteración topográfica puede potenciar el cambio de color. Esta lectura se alinea con los antecedentes nacionales y locales que reportan cambios cromáticos en presencia de bebidas carbonatadas o pigmentantes, pero que no siempre explican con suficiente detalle el sustrato físico que los favorece. Así, los hallazgos de Menacho et al, así como los de Lopez, Carlos, pueden reinterpretarse a la luz de la presente investigación: parte de la inestabilidad estética observada en las restauraciones expuestas a bebidas ácidas probablemente no depende solo del colorante, sino también del deterioro superficial que incrementa su susceptibilidad a teñirse (18,22). De este modo, el estudio no solo confirma tendencias previas, sino que aporta una lectura más integrada del fenómeno.

En cuanto a la pérdida de masa, los hallazgos muestran que la exposición a Coca-Cola no genera variaciones relevantes en el peso de las resinas experimentales. Este resultado indica que, bajo las condiciones del estudio, el efecto del desafío ácido se mantiene principalmente en el plano superficial, sin traducirse en un deterioro volumétrico medible. Aunque los antecedentes revisados no profundizan de manera directa en esta variable, sí permiten establecer una comparación conceptual. Tanto Almiron et al, como López, Carlos documentaron alteraciones cromáticas evidentes tras la exposición a bebidas pigmentantes, pero sin reportar destrucción estructural marcada del material (21,22). De manera similar, el presente estudio sugiere que la acción de la Coca-Cola inicia con cambios en la superficie y en la apariencia, antes que con una pérdida importante de sustancia. Esta observación resulta coherente con el comportamiento esperado de los composites frente a agresiones químicas de intensidad moderada o de tiempo limitado, donde primero se afectan la matriz externa, el pulido y la textura, mientras que la masa global del espécimen permanece estable.

Este hallazgo tiene implicancias relevantes porque evita sobredimensionar el efecto del agente ácido. Es decir, los resultados no sugieren que la Coca-Cola produzca una destrucción inmediata o masiva de las resinas nanohíbridas, sino que su impacto inicial se concentra en la calidad superficial y en la estabilidad estética. Esto permite una interpretación más equilibrada y clínicamente útil: el consumo frecuente de bebidas carbonatadas podría no ocasionar una pérdida tangible de material en etapas tempranas, pero sí favorecer un entorno propicio para el deterioro progresivo de la restauración. Desde una perspectiva preventiva, esto refuerza la importancia del acabado, pulido, mantenimiento y control dietético en pacientes con restauraciones estéticas, ya que el problema puede comenzar de forma sutil, a través de alteraciones que comprometen primero la superficie y luego el desempeño clínico global.

El estudio presenta limitaciones que deben ser consideradas al interpretar sus hallazgos. En primer lugar, al tratarse de un diseño in vitro, no reproduce completamente la complejidad del medio bucal, donde interactúan factores como la saliva, la capacidad tampón, los cambios térmicos, la masticación, la higiene oral y la frecuencia real de consumo de bebidas ácidas. Asimismo, la evaluación se realizó en condiciones controladas y sobre un número delimitado de resinas nanohíbridas, lo que restringe la extrapolación de los resultados a todos los materiales restauradores disponibles en el mercado. También debe considerarse que variables como el grado exacto de conversión, la composición orgánica detallada de cada resina y la interacción con otros agentes pigmentantes no fueron analizadas de manera complementaria. No obstante, la principal fortaleza de la investigación radica en haber valorado de forma conjunta tres

dimensiones clínicas relevantes del comportamiento restaurador: cambio de color, rugosidad superficial y masa; mediante instrumentos objetivos y estandarizados, lo que ofrece una visión más integral del efecto del desafío ácido y amplía la lectura de estudios previos centrados exclusivamente en la estabilidad cromática. A partir de ello, se propone que futuras investigaciones desarrollen diseños in vivo o estudios in situ, incluyan mayores tiempos de exposición, comparen diferentes bebidas ácidas y pigmentantes, y evalúen variables adicionales como microdureza, desgaste, sorción, solubilidad y eficacia de protocolos de pulido o sellado superficial. De esta manera, se fortalece una línea de investigación con relevancia clínica directa, orientada a comprender mejor la durabilidad estética y funcional de las restauraciones compuestas en pacientes expuestos de forma habitual a agentes dietéticos erosivos y pigmentantes.



CONCLUSIONES

- Primero.** El desafío ácido con Coca-Cola afecta el comportamiento de las resinas nanohíbridas Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent), al producir cambios en el color y en la rugosidad superficial, mientras que su efecto sobre la pérdida de masa no resulta relevante en las condiciones del estudio.
- Segundo.** La exposición a Coca-Cola incrementa de manera significativa el cambio de color de las resinas nanohíbridas Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent); sin embargo, esta alteración se mantiene dentro de límites clínicamente aceptables.
- Tercero.** La exposición a Coca-Cola aumenta de manera significativa la rugosidad superficial de las resinas nanohíbridas Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent), lo que evidencia un deterioro de su integridad superficial tras el desafío ácido.
- Cuarto.** La exposición a Coca-Cola no produce una pérdida de masa significativa en las resinas nanohíbridas Solare (GC), Herculite (Kerr) y Forma (Ultradent), por lo que el efecto del desafío ácido se concentra principalmente en la superficie del material.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios in vivo que incorporen variables propias del medio bucal, como la saliva, los cambios de temperatura, la masticación y los hábitos alimentarios, con el fin de obtener resultados más cercanos a la realidad clínica.
2. Se recomienda ampliar futuras investigaciones incluyendo otras resinas compuestas, diferentes bebidas ácidas y pigmentantes, así como mayores tiempos de exposición, para comparar con mayor precisión el comportamiento de los materiales restauradores frente a distintos agentes de consumo habitual.
3. Se recomienda que el profesional odontológico considere el riesgo de alteración superficial y cromática de las resinas en pacientes con consumo frecuente de bebidas carbonatadas, reforzando la educación preventiva, el control periódico y la indicación de adecuados protocolos de acabado y pulido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schnell et al. Influencia de las bebidas carbonatadas sobre los materiales restauradores dentales directos: revisión sistemática ejemplificada con Coca-Cola. SWISS DENTAL JOURNAL SSO – Science and Clinical Topics. [Internet]. 2025; 135(01): 38--128 Disponible en: <https://doi.org/10.61872/sdj-2025-01-03>. DOI: 10.61872/sdj-2025-01-03.
2. Lepri C, Palma R. Surface roughness and color change of a composite: influence of beverages and brushing. Dental materials journal. [Internet]. 2012; 31(4): 689-696.
3. Elwardani et al. Evaluation of colour change and surface roughness of two resin-based composites when exposed to beverages commonly used by children: an in-vitro study. European Archives of Paediatric Dentistry. [Internet]. 2019; 20(3): 267-276.
4. Meenakshi C, Sirisha K. Surface quality and color stability of posterior composites in acidic beverages. Journal of Conservative Dentistry and Endodontics. [Internet]. 2020; 23(1): 57-61.
5. Chowdhury et al. Comparative evaluation of surface roughness and color stability of nanohybrid composite resin after periodic exposure to tea, coffee, and Coca-cola - An in vitro profilometric and image analysis study. Journal of Conservative Dentistry and Endodontics. [Internet]. 2020; 23(4): 395-401.
6. Organización Mundial de la Salud. Salud bucodental. [Online].; 2025. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>.
7. Organización Panamericana de Salud. Salud oral. [Online].; 2024.
8. Madrid et al. Effects of Coca-Cola® drink on hard dental tissues, restorative materials and orthodontic appliances: state of the art. Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. [Internet]. 2025; 37(1) Disponible en: <https://doi.org/10.17533/udea.rfo.v37n1e357892>.
9. Trujillo et al. Erosión del esmalte dental en dientes expuestos a bebidas de origen industrial. Estudio piloto in vitro. Scielo. [Internet]. 2021; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S2452-55882021000300237>.
10. Gradinaru et al. The Influence of Beverages on Resin Composites: An In Vitro Study. PubMed Central. [Internet]. 2023; Disponible en: 10.3390/biomedicines11092571.

11. Lopez R. Relación entre la erosión dental y el consumo de bebidas refrescantes en escolares de 12 a 16 años de un centro educativo en Perú. Scielo. [Internet]. 2023; 111 Disponible en: <https://doi.org/10.52979/raoa.e1111213.1201>.
12. Pastrav et al. Properties of Nanohybrid Dental Composites—A Comparative In Vitro Study. Biomedicines. [Internet]. 2024; 12(1): 243 Disponible en: [10.3390/biomedicines12010243](https://doi.org/10.3390/biomedicines12010243).
13. Kalita et al. Comparative Evaluation of Colour Stability and Surface Roughness of Nanohybrid Composite Resins in Mouth Rinse and Colouring Beverages. Cureus. [Internet]. 2023; 15(2) Disponible en: https://assets.cureus.com/uploads/original_article/pdf/138614/20230324-27165-wiufp1.pdf.
14. Christiani et al. Estabilidad de Color de Tres Resinas Nanohíbridas en Relación al Tipo Pulido Realizado. Scielo. [Internet]. 2023; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2023000100064>.
15. Fathima et al. Spectrophotometric evaluation of color stability of composite resin after exposure to cold drinks: An in vitro study. PMC PubMed Central. [Internet]. 2024; Disponible en: [10.4103/JCDE.JCDE_230_23](https://doi.org/10.4103/JCDE.JCDE_230_23).
16. Korać et al. Color Stability of Dental Composites after Immersion in Beverages and Performed Whitening Procedures. PMC PubMed Central. [Internet]. 2022; Disponible en: [10.15644/asc56/1/3](https://doi.org/10.15644/asc56/1/3).
17. Al-Shami et al. Color stability of nanohybrid and microhybrid composites after immersion in common coloring beverages at different times: a laboratory study. BDJOpen. [Internet]. 2023; Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41405-023-00161-9>.
18. Menacho FDM. Bebidas carbonatadas y su relación con la estabilidad del color en resinas nanohíbridas, estudio in vitro: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista][Internet]. 2025. Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2cc81fac-0556-4aec-8c2f-8cb7de1a8bdf/content>.
19. Jiménez E, Orozco K. Cambio de color en una resina compuesta expuesta a dos bebidas carbonatadas: Un estudio in vitro: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista][Internet]. 2023. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/125873>.

20. Ticona et al. Comparación de la estabilidad cromática de tres resinas compuestas expuestas a tres bebidas pigmentantes in vitro, Tacna-2024: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista][Internet]. 2024. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/15444>.
21. Almiron et al. Diferencia cromática de tres resinas compuestas sumergidas en bebidas pigmentantes estudio in vitro, Arequipa 2022: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista][Internet]. 2023. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/13981>.
22. Lopez C. Efecto del peróxido de hidrogeno en gel al 35 porciento, en la recuperación del color de una resina compuesta modificado con ionómero de vidrio, sometido a 3 sustancias pigmentantes diferentes, estudio in vitro, Arequipa 2024: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista][Internet]. 2025. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12920/15341>.
23. Mantilla D. Estudio comparativo in vitro de la influencia de dos geles inhibidores deoxígeno en la dureza superficial de dos resinas nanohíbridas, Arequipa 2025: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista][Internet]. 2025. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/56515557-d6a6-490e-b6cd-82cc6dd92712/content>.
24. Arcos L, Montaña V, Armas A. Estabilidad en cuanto a color y peso, de resinas compuestas tipo flow tras contacto con bebidas gaseosas: estudio in vitro. Scielo. [Internet]. 2019; Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-07752019000100059&script=sci_arttext&utm_source=.
25. Aguirre Pablo. Estabilidad en el tiempo del color y translucidez de las resinas en 1 hr: [Tesis para optar el título de cirujano-dentista][Internet]. 2024. Disponible en: https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/203416/Estabilidad-en-el-tiempo-del-color-y-translucidez.pdf?sequence=1&utm_source=.
26. Paolone et al. Estabilidad del color de resinas compuestas a base de resina: procedimientos de tinción con líquidos revisión narrativa. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. [Internet]. 2022; 34(6): 865--887 Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jerd.12912>. DOI: 10.1111/jerd.12912.



Anexo 1

Modelo del instrumento

Ficha de recolección de datos

Título del estudio: *Determinación del Efecto del Desafío Ácido con Coca-Cola sobre la Estabilidad Estética de Resinas Nanohíbridas Estudio in vitro, Arequipa – 2026.*

Año: 2026

I. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Código	Resina	Grupo	Medio
_____	Solare (GC) ☐ Forma (Ultradent) ☐ Herculite (Kerr) ☐	Experimental ☐ Control ☐	Coca-Cola ☐ Agua destilada ☐

II. ESTABILIDAD DEL COLOR (ΔE)

Instrumento: Espectrofotómetro digital

Parámetro Inicial Final

L* _____
a* _____
b* _____

ΔE calculado: _____

III. RUGOSIDAD SUPERFICIAL (μm)

Instrumento: Rugosímetro digital

Medición Inicial Final

Ra _____
Rz _____

IV. PÉRDIDA DE MASA (mg)

Instrumento: Balanza analítica

Peso inicial	Peso final	Diferencia
_____	_____	_____

Anexo 2

Aprobación del Comité de Ética



**Universidad
Católica de
Santa María**

Investigador
Huanca Quintanilla Anthony Gabriel

Sentimiento Santamariano

**Comité
Institucional de
Ética de la
Investigación**

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

UCSM.EDU.PE

Arequipa, 17 abril 2026

De mi especial consideración.

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

TÍTULO: "Efecto del desafío ácido con Coca-Cola sobre la rugosidad superficial y el cambio de color de tres resinas nanohíbridas: estudio in vitro, Arequipa, 2026".

INVESTIGADOR: Huanca Quintanilla Anthony Gabriel.

TIPO Y DISEÑO: Cuantitativo, experimental, comparativo, descriptivo.

OBJETIVO: La investigación tiene como objetivo: Determinar el efecto del desafío ácido con Coca-Cola sobre la rugosidad superficial y el cambio de color de tres resinas nanohíbridas (GC, Herculite y Ultradent) en un estudio in vitro, Arequipa, 2026.

PROCEDIMIENTOS: Análisis laboratorial.

SUJETOS DE ESTUDIO: Discos de resina compuesta nanohíbrida.

RIESGO DEL ESTUDIO: Mínimo.

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

DICTAMEN:



DICTAMEN FAVORABLE 224- 2026 CIEI-UCSM

VIGENCIA: La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente dictamen hasta el 17 de abril de 2027.

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

Arequipa, 17 abril 2026

Anexo 3
Matriz de datos
COLOR

	RESINAS	Inicial			Final			Estabilidad de color			
		L1	a1	b1	L2	a2	b2	L*	a*	b*	ΔE
1	Forma (Ultradent)	75.7	0.9	24.6	74.2	1.2	24.3	-1,500	0,300	-0,300	1,559
2	Forma (Ultradent)	76.4	1.1	25.6	75.2	1.5	25.7	-1,200	0,400	0,100	1,269
3	Forma (Ultradent)	76.7	1.0	25.7	76.0	1.2	25.6	-0,700	0,200	-0,100	0,735
4	Forma (Ultradent)	75.3	1.1	24.4	74.6	1.3	24.9	-0,700	0,200	0,500	0,883
5	Forma (Ultradent)	75.1	1.3	24.5	72.7	1.6	24.9	-2,400	0,300	0,400	2,452
6	Forma (Ultradent)	76.2	0.8	25.3	75.1	1.1	25.6	-1,100	0,300	0,300	1,179
7	Forma (Ultradent)	75.0	1.2	25.2	73.3	1.5	25.2	-1,700	0,300	0,000	1,726
8	Forma (Ultradent)	75.5	0.9	25.1	74.6	1.1	24.7	-0,900	0,200	-0,400	1,005
9	Forma (Ultradent)	75.6	1.0	24.5	74.3	1.2	24.5	-1,300	0,200	0,000	1,315
10	Forma (Ultradent)	75.5	0.7	25.3	74.5	0.9	24.6	-1,000	0,200	-0,700	1,237
1	Forma (Ultradent) - CON	74.7	0.9	24.9	74.7	0.9	24.4	0,000	0,000	-0,500	0,500
2	Forma (Ultradent) - CON	75.1	1.0	23.9	74.7	1.0	23.7	-0,400	0,000	-0,200	0,447
3	Forma (Ultradent) - CON	74.9	0.9	24.6	74.5	1.0	23.9	-0,400	0,100	-0,700	0,812
4	Forma (Ultradent) - CON	75.0	0.6	25.2	75.0	0.7	24.0	0,000	0,100	-1,200	1,204
5	Forma (Ultradent) - CON	75.3	0.6	24.6	75.1	0.8	24.6	-0,200	0,200	0,000	0,283
6	Forma (Ultradent) - CON	74.8	0.9	25.3	75.0	0.9	24.6	0,200	0,000	-0,700	0,728
7	Forma (Ultradent) - CON	75.6	0.9	25.3	75.0	1.0	24.6	-0,600	0,100	-0,700	0,927
8	Forma (Ultradent) - CON	75.7	0.6	25.3	75.2	0.7	24.2	-0,500	0,100	-1,100	1,212
9	Forma (Ultradent) - CON	75.0	0.8	24.3	74.9	0.8	24.0	-0,100	0,000	-0,300	0,316
10	Forma (Ultradent) - CON	75.2	0.8	24.7	75.1	1.0	24.2	-0,100	0,200	-0,500	0,548
1	Herculite (Kerr)	78.5	-2.7	21.3	77.2	-2.3	21.6	-1,300	0,400	0,300	1,393
2	Herculite (Kerr)	78.4	-2.5	21.4	77.2	-2.1	21.9	-1,200	0,400	0,500	1,360
3	Herculite (Kerr)	79.9	-2.5	22.0	78.5	-2.0	22.1	-1,400	0,500	0,100	1,490
4	Herculite (Kerr)	79.3	-2.0	21.7	78.6	-2.1	22.1	-0,700	-0,100	0,400	0,812
5	Herculite (Kerr)	78.6	-2.4	25.0	77.8	-2.2	23.0	-0,800	0,200	-2,000	2,163
6	Herculite (Kerr)	79.4	-2.1	22.0	78.5	-2.1	22.1	-0,900	0,000	0,100	0,906
7	Herculite (Kerr)	78.4	-2.2	21.9	77.8	-2.1	22.3	-0,600	0,100	0,400	0,728
8	Herculite (Kerr)	78.2	-1.9	22.1	78.5	-2.0	22.3	0,300	-0,100	0,200	0,374
9	Herculite (Kerr)	79.0	-2.4	21.9	78.6	-2.0	22.0	-0,400	0,400	0,100	0,574
10	Herculite (Kerr)	78.5	-2.3	22.4	77.6	-2.2	22.3	-0,900	0,100	-0,100	0,911
1	Herculite (Kerr) - CON	78.3	-2.7	21.4	78.0	-2.5	21.4	-0,300	0,200	0,000	0,361
2	Herculite (Kerr) - CON	78.4	-2.3	21.9	78.5	-2.3	21.8	0,100	0,000	-0,100	0,141
3	Herculite (Kerr) - CON	80.8	-2.0	23.1	80.8	-2.1	23.4	0,000	-0,100	0,300	0,316
4	Herculite (Kerr) - CON	78.1	-2.3	22.5	78.1	-2.1	22.3	0,000	0,200	-0,200	0,283
5	Herculite (Kerr) - CON	79.8	-2.4	23.9	80.3	-2.2	24.2	0,500	0,200	0,300	0,616
6	Herculite (Kerr) - CON	80.0	-2.1	22.7	79.6	-2.1	22.4	-0,400	0,000	-0,300	0,500

7	Herculite (Kerr) - CON	80.8	-2.1	22.6	78.2	-1.8	22.4		-2,600	0,300	-0,200	2,625
8	Herculite (Kerr) - CON	78.7	-2.4	21.6	78.3	-2.4	21.6		-0,400	0,000	0,000	0,400
9	Herculite (Kerr) - CON	77.9	-2.3	22.1	77.9	-2.3	22.1		0,000	0,000	0,000	0,000
10	Herculite (Kerr) - CON	79.6	-2.3	23.1	79.3	-2.2	22.9		-0,300	0,100	-0,200	0,374
1	Solare (GC)	77.0	-0.4	13.5	76.2	0.0	13.4		-0,800	0,400	-0,100	0,900
2	Solare (GC)	77.0	0.1	13.4	76.5	-0.0	13.8		-0,500	-0,100	0,400	0,648
3	Solare (GC)	77.2	0.0	13.2	75.5	0.2	14.1		-1,700	0,200	0,900	1,934
4	Solare (GC)	76.6	-0.1	13.3	76.0	0.2	13.8		-0,600	0,300	0,500	0,837
5	Solare (GC)	77.8	-0.1	14.1	76.5	0.3	14.7		-1,300	0,400	0,600	1,487
6	Solare (GC)	76.5	-0.2	12.8	75.4	0.0	13.9		-1,100	0,200	1,100	1,568
7	Solare (GC)	76.6	-0.1	13.2	75.1	0.3	14.7		-1,500	0,400	1,500	2,159
8	Solare (GC)	76.5	-0.1	13.5	76.2	0.2	13.8		-0,300	0,300	0,300	0,520
9	Solare (GC)	77.1	0.2	13.4	77.2	0.3	13.8		0,100	0,100	0,400	0,424
10	Solare (GC)	76.8	0.1	13.8	76.2	0.3	13.8		-0,600	0,200	0,000	0,632
1	Solare (GC) - CON	76.6	-0.1	13.1	76.4	-0.1	12.6		-0,200	0,000	-0,500	0,539
2	Solare (GC) - CON	76.2	-0.1	13.3	76.5	-0.0	13.0		0,300	0,100	-0,300	0,436
3	Solare (GC) - CON	76.6	-0.1	13.4	76.4	-0.1	12.9		-0,200	0,000	-0,500	0,539
4	Solare (GC) - CON	77.1	-0.2	13.9	76.8	-0.2	13.2		-0,300	0,000	-0,700	0,762
5	Solare (GC) - CON	75.9	-0.5	14.4	76.1	-0.0	12.3		0,200	0,500	-2,100	2,168
6	Solare (GC) - CON	76.5	-0.1	13.7	77.0	-0.2	13.4		0,500	-0,100	-0,300	0,592
7	Solare (GC) - CON	76.1	-0.2	13.2	76.2	-0.2	13.2		0,100	0,000	0,000	0,100
8	Solare (GC) - CON	76.3	-0.0	12.5	75.8	-0.3	13.2		-0,500	-0,300	0,700	0,911
9	Solare (GC) - CON	76.9	-0.2	12.9	77.1	-0.1	13.1		0,200	0,100	0,200	0,300
10	Solare (GC) - CON	77.4	0.0	13.7	77.5	-0.1	13.2		0,100	-0,100	-0,500	0,520

RUGOSIDAD

Ra inicial							Ra final						
	Forma (Ultradent)	Forma (Ultradent) - CON	Herculite (Kerr)	Herculite (Kerr) - CON	Solare (GC)	Solare (GC) - CON		Forma (Ultradent)	Forma (Ultradent) - CON	Herculite (Kerr)	Herculite (Kerr) - CON	Solare (GC)	Solare (GC) - CON
1	0,388	0,390	0,279	0,354	0,250	0,350	1	0,624	0,425	0,353	0,378	0,438	0,415
2	0,358	0,419	0,372	0,265	0,458	0,323	2	0,423	0,489	0,466	0,292	0,566	0,456
3	0,383	0,335	0,416	0,282	0,356	0,195	3	0,532	0,396	0,512	0,308	0,588	0,307
4	0,330	0,427	0,370	0,332	0,399	0,334	4	0,415	0,512	0,395	0,369	0,577	0,426
5	0,272	0,309	0,295	0,343	0,307	0,300	5	0,563	0,452	0,421	0,377	0,412	0,437
6	0,377	0,191	0,448	0,389	0,420	0,193	6	0,588	0,356	0,529	0,404	0,468	0,369
7	0,310	0,469	0,476	0,233	0,409	0,376	7	0,436	0,630	0,533	0,275	0,536	0,472
8	0,201	0,385	0,458	0,181	0,365	0,346	8	0,351	0,496	0,503	0,540	0,469	0,475
9	0,487	0,266	0,386	0,288	0,487	0,371	9	0,633	0,412	0,425	0,354	0,581	0,481
10	0,347	0,237	0,371	0,346	0,450	0,293	10	0,530	0,303	0,455	0,426	0,502	0,369
								b	ab	ab	a	b	ab
ME DIA	0,35	0,34	0,39	0,30	0,39	0,31	ME DIA	0,51	0,45	0,46	0,37	0,51	0,42
DE	0,08	0,09	0,07	0,06	0,07	0,07	DE	0,10	0,09	0,06	0,08	0,06	0,06
MI N	0,20	0,19	0,28	0,18	0,25	0,19	MI N	0,35	0,30	0,35	0,28	0,41	0,31
MA X	0,49	0,47	0,48	0,39	0,49	0,38	MA X	0,63	0,63	0,53	0,54	0,59	0,48

PESO

	RESINAS	Peso 0	Peso 1
1	Forma (Ultradent)	313,44	313,71
2	Forma (Ultradent)	285,88	285,73
3	Forma (Ultradent)	289,79	289,78
4	Forma (Ultradent)	305,64	305,74
5	Forma (Ultradent)	304,22	304,29
6	Forma (Ultradent)	310,59	310,6
7	Forma (Ultradent)	300,58	300,73
8	Forma (Ultradent)	287,78	287,82
9	Forma (Ultradent)	309,95	310,01
10	Forma (Ultradent)	317,76	317,77
1	Forma (Ultradent) - CON	309,57	309,76
2	Forma (Ultradent) - CON	321,54	321,65
3	Forma (Ultradent) - CON	316,5	316,67
4	Forma (Ultradent) - CON	326,63	326,77
5	Forma (Ultradent) - CON	315,95	316,03
6	Forma (Ultradent) - CON	308,59	308,6
7	Forma (Ultradent) - CON	306,07	306,28
8	Forma (Ultradent) - CON	320,39	320,49
9	Forma (Ultradent) - CON	325	325,16
10	Forma (Ultradent) - CON	319,23	319,43
1	Herculite (Kerr)	307,59	307,88
2	Herculite (Kerr)	305,07	305,09
3	Herculite (Kerr)	295,67	295,67
4	Herculite (Kerr)	294,28	294,36
5	Herculite (Kerr)	305,51	304,53
6	Herculite (Kerr)	299,14	299,21
7	Herculite (Kerr)	299,06	298,19
8	Herculite (Kerr)	290,95	291,1
9	Herculite (Kerr)	293,96	293,25
10	Herculite (Kerr)	301,59	301,73
1	Herculite (Kerr) - CON	286,67	286,73
2	Herculite (Kerr) - CON	287,41	287,37
3	Herculite (Kerr) - CON	284,74	283,8
4	Herculite (Kerr) - CON	297,77	297,78
5	Herculite (Kerr) - CON	285,68	285,63
6	Herculite (Kerr) - CON	275,03	275,2

7	Herculite (Kerr) - CON	274,03	274,18
8	Herculite (Kerr) - CON	302,78	302,95
9	Herculite (Kerr) - CON	303,54	303,72
10	Herculite (Kerr) - CON	273,48	273,52
1	Solare (GC)	287,97	288,05
2	Solare (GC)	282,55	282,65
3	Solare (GC)	282,61	282,54
4	Solare (GC)	283,61	283,34
5	Solare (GC)	262,24	262,28
6	Solare (GC)	289,18	289,22
7	Solare (GC)	285,36	285,42
8	Solare (GC)	281,45	281,49
9	Solare (GC)	270,69	273,51
10	Solare (GC)	274,48	274,51
1	Solare (GC) - CON	287,55	287,89
2	Solare (GC) - CON	293,11	293,35
3	Solare (GC) - CON	282,74	283,06
4	Solare (GC) - CON	276,91	277,11
5	Solare (GC) - CON	295,16	295,54
6	Solare (GC) - CON	283,54	283,85
7	Solare (GC) - CON	288,35	288,64
8	Solare (GC) - CON	295,22	295,47
9	Solare (GC) - CON	291,61	291,89
10	Solare (GC) - CON	273,02	273,3



