



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS COMPUESTAS DE USO ODONTOLÓGICO SOMETIDAS A DIFERENTES BEBIDAS ALCOHÓLICAS: IN VITRO

**Línea de investigación:
Biomateriales**

Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista

Autora

Altamirano Mejía, Marcia Ninoshka

Asesor

López Gurreonero, Carlos Francisco

ORCID: 0000-0001-8310-6529

Jurado

Cerro Olivares, Elizabeth

Casas Valverde, José

Escudero Reyna, Raúl Uldarico

Lima - Perú

2025

EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS COMPUESTAS DE USO ODONTOLÓGICO SOMETIDAS A DIFERENTES BEBIDAS ALCOHÓLICAS: IN VITRO

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

6%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

3

Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal

Trabajo del estudiante

3%

4

1library.co

Fuente de Internet

2%

5

Submitted to Universidad Cientifica del Sur

Trabajo del estudiante

1%

6

repositorio.usmp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.unfv.edu.pe:8080

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.uap.edu.pe

Fuente de Internet

1%

9

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

10

ri-ng.uaq.mx

Fuente de Internet

<1%

11

repositorioacademico.upc.edu.pe

Fuente de Internet

<1%



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS COMPUESTAS
DE USO ODONTOLÓGICO SOMETIDAS A DIFERENTES BEBIDAS ALCOHÓLICAS:
IN VITRO

Línea de Investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista

Autora

Altamirano Mejía, Marcia Ninoshka

Asesor

López Gurreonero, Carlos Francisco

ORCID: 0000-0001-8310-6529

Jurado

Cerro Olivares, Elizabeth

Casas Valverde, José

Escudero Reyna, Raúl Uldarico

Lima – Perú

2025

DEDICATORIA

A mi madre, Jeanette, por su apoyo incondicional en cada paso de mi vida.

A mis abuelitos, mi mamá Nola y mi papá Perico, por creer siempre en mí y cuidarme con mucho amor.

A mis hermanos, que con sus ocurrencias alegran mis días.

A mi padre, que nunca dudó de mi capacidad.

Este logro es también de todos ustedes.

AGRADECIMIENTO

A mi querida facultad de Odontología, por acogerme y haberme regalado una segunda familia.

Al Dr. Carlos López, por su guía, apoyo y el respaldo que me brindó a lo largo de este proceso académico.

A mis docentes, por inspirarme con su entrega y marcar mi camino profesional.

A mis amigos, que siempre estuvieron alentándome en los momentos difíciles, gracias por su compañía incondicional.

A todos los que, de una u otra forma, han sido parte de mi vida y han contribuido a mi crecimiento personal y profesional.

ÍNDICE

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	2
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Objetivos.....	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. Justificación.....	6
1.5. Hipótesis.....	7
II. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	8
2.1.1. Historia de las resinas en odontología.....	8
2.1.2. Composición de la resina.....	8
2.1.3. Propiedades de la resina compuesta.....	11
2.1.4. Clasificación de las resinas compuestas.....	11
2.1.5. Resinas utilizadas en este estudio.....	13
2.2. Microdureza superficial.....	15
2.2.1. Prueba de Vickers.....	16
2.3. Bebidas alcohólicas.....	16
2.3.1. Cerveza.....	16
2.3.2. Pisco.....	17
III. MÉTODO.....	18
3.1. Tipo de investigación.....	18

3.2. Ámbito temporal y espacial.....	18
3.3. Variables.....	18
3.3.1. Variable dependiente.....	18
3.3.2. Variables independientes.....	18
3.3.3. Variable interviniente.....	18
3.3.4. Operacionalización de variables.....	19
3.4. Población y muestra.....	21
3.4.1. Población.....	21
3.4.2. Muestra.....	21
3.4.3. Criterios de inclusión.....	21
3.4.4. Criterios de exclusión.....	21
3.4.5. Unidad de análisis.....	21
3.5. Instrumentos.....	22
3.5.1. Método.....	22
3.6. Procedimientos.....	22
3.6.1. Condiciones del ambiente.....	22
3.6.2. Confección de los bloques de resina.....	23
3.6.3. Polimerización de los bloques de resina.....	24
3.6.4. Pulido de especímenes.....	24
3.6.5. Almacenamiento.....	24
3.6.6. Prueba de microdureza superficial.....	24
3.7. Análisis de datos.....	25
3.8. Consideraciones éticas.....	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	38

VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES	43
VIII. REFERENCIAS	44
IX. ANEXOS.....	51
9.1. Anexo A.....	51
9.1.1. Matriz de consistencia.....	51
9.2. Anexo B.....	53
9.2.1. Ficha de recolección de datos.....	53
9.3. Anexo C.....	54
9.3.1. Norma ISO 4049:2019.....	54
9.4. Anexo D.....	55
9.4.1. Certificado de calibración de Durómetro Microvickers.....	55
9.5. Anexo E.....	57
9.5.1. Carta de Aprobación Comité de Ética.....	57
9.6. Anexo F.....	58
9.6.1. Carta de Presentación.....	58
9.7. Anexo G.....	59
9.7.1. Fotografías.....	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de la microdureza superficial utilizando la resina Filtek Z350 XT 3M-ESPE después de exponerlas a bebidas alcohólicas por 7 y 30 días.....	27
Tabla 2. Valores de la microdureza superficial utilizando la resina ENA HRi Micerium después de exponerlas a bebidas alcohólicas por 7 y 30 días	29
Tabla 3. Valores de la microdureza superficial utilizando la resina Palfique LX5 después de exponerlas a bebidas alcohólicas por 7 y 30 días	31
Tabla 4. Comparación por pares de la microdureza superficial entre las resinas Filtek Z350 XT, ENA Hri Micerium, Palfique LX5	33
Tabla 5. Comparación de la microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT al exponerla a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días	35
Tabla 6. Comparación de la microdureza superficial de la resina ENA Hri Micerium al exponerla a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días	36
Tabla 7. Comparación de la microdureza superficial de la resina Palfique LX5 al exponerla a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT 3M-ESPE después de exponerlas a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días	28
Figura 2. Microdureza superficial de la resina ENA HRi Micerium después de exponerlas a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días	30
Figura 3. Microdureza superficial de la resina Palfique LX5 después de exponerlas a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días	32
Figura 4. Comparación entre los grupos de la microdureza superficial entre las resinas Filtek Z350 XT, ENA Hri Micerium y Palfique LX5	34

RESUMEN

Objetivo: Determinar la microdureza superficial de las resinas Filtek Z350 XT, ENA HRi Micerium y Palfique LX5 después de exponerlas a bebidas alcohólicas, después de 7 y 30 días.

Método: Se realizó un estudio prospectivo, longitudinal y experimental. La muestra fue de 90 bloques de resinas (5.5 mm diámetro) divididas en 9 grupos de 10 especímenes cada uno, para la medición se usó la máquina de indentación para ensayos de dureza Vickers. El análisis estadístico se realizó con la prueba Kruskal Wallis.

Resultados: Se evidenció que la mayor microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT se ubicó en el grupo inicial de la bebida cerveza con 75.66 ± 2.600 HV, en la resina ENA HRi Micerium en el grupo inicial de la saliva con 64.05 ± 6.262 HV y en la resina Palfique LX5 se encontró en el grupo inicial de la bebida cerveza con 49.91 ± 2.001 HV. La significancia fue $p \geq 0.00$ en los grupos Filtek Z350 – Palfique LX5, al igual $p \geq 0.00$ que los grupos Inicial – 30 días sumergidos en cerveza y pisco, la saliva se diferenció con 0.698, 0.797 y 0.093 en todas las resinas respectivamente.

Conclusiones: Existe diferencia significativa ($p \geq 0.05$) en la microdureza superficial entre las resinas Filtek Z350 XT y Palfique LX5, se logró identificar una disminución significativa ($p \geq 0.05$) al sumergir las resinas en bebidas alcohólicas.

Palabras clave: microdureza superficial, bebidas alcohólicas, resinas compuestas

ABSTRACT

Objective: To determine the surface microhardness of Filtek Z350 XT, ENA HRi Micerium, and Palfique LX5 resins after exposure to alcoholic beverages, after 7 and 30 days. **Method:** A prospective, longitudinal, and experimental study. The sample consisted of 90 resin blocks (5.5 mm diameter) divided into 9 groups of 10 specimens each. The Vickers indentation hardness tester was used for measurement. Statistical analysis was performed using the Kruskal Wallis test. **Results:** It was demonstrated that the highest surface microhardness of the Filtek Z350 XT resin was located in the initial beer drink group with 75.66 ± 2.600 HV, in the ENA HRi Micerium resin in the initial saliva group with 64.05 ± 6.262 HV and in the Palfique LX5 resin it was found in the initial beer drink group with 49.91 ± 2.001 HV. The significance was $p \geq 0.00$ in the Filtek Z350 - Palifique LX5 groups, as well as $p \geq 0.00$ in the Initial - 30 days immersed in beer and pisco groups, saliva differed with 0.698, 0.797 and 0.093 in all resins respectively. **Conclusions:** There is a significant difference ($p \geq 0.05$) in surface microhardness between Filtek Z350 XT and Palfique LX5 resins. A significant decrease ($p \geq 0.05$) was observed when the resins were immersed in alcoholic beverages.

Keywords: surface microhardness, alcoholic beverages, composite resins

I. INTRODUCCIÓN

Desde la década de los 60, los materiales de restauración experimentaron importantes avances, y con el tiempo las resinas compuestas se consolidaron como la opción principal, reemplazando y desplazando a las restauraciones de amalgama.

Actualmente, uno de los materiales que más se emplea es la resina compuesta gracias a su apropiada resistencia, buena estética, costo accesible, excelente adhesión, facilidad de manejo y su biocompatibilidad. Sin embargo, a causa de ciertas propiedades intrínsecas, son susceptibles al desgaste, tinción y al factor de contracción.

Debido a esto, algunos componentes de las resinas compuestas o composites se han ido modificando, con el fin de alcanzar propiedades ideales que cumplan con las exigencias mecánicas, estéticas y funcionales. Hoy en día, los fabricantes ofrecen resinas de nanorelleno o híbridas, como una alternativa que garantiza un excelente desempeño clínico. (Bayne, 2019; Alzraikat, 2018).

Algunos factores extrínsecos como las bebidas alcohólicas, carbonatadas, cítricos, reflujo, contribuyen acelerando el proceso de desgaste y pérdida de la microdureza superficial.

Es así como la dureza de un material es definida como la capacidad para resistir a la deformación plástica o la rigidez frente al momento del desgaste. (Zimmerli, 2010)

A pesar de esto, existe poca evidencia sobre el efecto que producen las bebidas alcohólicas en la microdureza superficial de las resinas, por lo que es preciso realizar más investigaciones sobre este tema.

1.1. Descripción y formulación del problema

Los estudios sobre los efectos que ocasiona el consumo de bebidas alcohólicas en la microdureza superficial de resinas compuestas son escasos. En general, gran parte de las investigaciones se enfocan en cómo afectan a las resinas las bebidas carbonatadas o los cítricos.

Sin embargo, el efecto específico del alcohol en la microdureza superficial no ha sido estudiado en profundidad.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el tercer factor de riesgo más importante para la salud a nivel mundial es el consumo de bebidas alcohólicas.

Los problemas derivados del alcohol no solo tienen consecuencias devastadoras para quienes los consumen y sus familias, sino que también pueden perjudicar gravemente el bienestar de la comunidad.

Los factores extrínsecos para la erosión dental son, en su mayoría, el consumo de alimentos ácidos, bebidas alcohólicas y energizantes. (Ablal, 2009)

A pesar del desarrollo tecnológico y la mejora significativa en las propiedades mecánicas y físicas de las resinas dental, la degradación del material sigue siendo un desafío.

El consumo creciente de las bebidas alcohólicas ha generado mayor preocupación sobre su potencial erosivo en el tejido duro dental y su impacto sobre el desarrollo de las resinas compuestas.

El alcohol presente en estas bebidas penetra en la matriz polimérica de la resina, afectando su plasticidad reduciendo la microdureza, el desgaste y la rugosidad, además de alterar la interacción entre el relleno y la matriz. (Ablal, 2009)

El propósito central del presente estudio es determinar y comparar, en condiciones in vitro, las alteraciones en la microdureza superficial que experimentan tres tipos de resinas al exponerse a tres diferentes bebidas alcohólicas.

1.1.1. Formulación del problema

¿Existe diferencia significativa de la microdureza superficial de las resinas compuestas frente a la acción de bebidas alcohólicas?

1.2. Antecedentes

Vejendla et al. (2023) analizaron la influencia de varias bebidas en la microdureza superficial. Utilizaron la resina Omnicroma Palfique (Tokuyama), para este estudio elaboraron 75 muestras y los dividieron en 5 subgrupos: Grupo A = té, Grupo B = café, Grupo C = cerveza, Grupo D = Whisky, Grupo E = saliva artificial. Las muestras fueron sumergidas en sus respectivas bebidas durante 15 minutos al día durante 15 días. Se obtuvieron los valores de la microdureza superficial antes y después de la inmersión de las muestras de discos en sus respectivas bebidas. Los datos estadísticos fueron analizados por la prueba de varianza ANOVA unidireccional con el software SPSS Statistics versión 23 con un nivel de significancia del 5%. El menor cambio porcentual medio en la microdureza se observó en el grupo E, saliva artificial (8,5 %; diferencia media = $4,81 \pm 3,04$). La microdureza superficial de la resina compuesta puede verse influenciada por el tipo de bebida utilizada para la inmersión y la duración de la misma. Sin embargo, es importante destacar que la interacción entre la resina compuesta y diversas bebidas se ve influenciada por una compleja interacción de múltiples variables.

El-ghobashy et al. (2023) evaluaron los diferentes efectos de bebidas en la rugosidad superficial de distintas resinas compuestas. Se utilizaron las resinas tipo bulk fill (Filtek One Bulkfill, X-trafil Bulk Fill, Reveal HD Bulk Fill) y una resina convencional (Filtek Z350XT). Fabricaron y pulieron 80 discos de resina, que fueron sumergidos durante 30 días, 3 veces por día durante 15 minutos, en saliva artificial, cerveza, bebida energética (Red bull) y jugo de uva. Concluyeron que las bebidas utilizadas en el estudio modifican la rugosidad superficial de las resinas y que la cerveza fue la única que afectó tanto a las tipo bulk fill como a la convencional.

Abouelmag y Basheer (2022) evaluaron la microdureza superficial de la resina microhíbrida y de nanorelleno luego de exponerlas a bebidas ácidas, para este estudio utilizaron 70 discos, 35 de resina de nanorelleno (Z350XT) y 35 de resina microhíbrida (Z250) 3M/ESPE.

Para el grupo control se usaron 5 discos por resina y fueron testeados 1 hora después de ser elaborados, los otros 3 grupos de 10 se dividieron en subgrupos de 5 y se hizo la prueba después de 24 horas y de 7 días de haber sido sumergidos en jugo de naranja, gaseosa y agua destilada. Después de la prueba de Vickers, los discos sumergidos en jugo de naranja demostraron bajar significativamente su microdureza superficial, seguidos del grupo que fue sumergido en gaseosa y finalmente los de agua destilada en contraste con el grupo control. También se encontró que los discos que fueron sumergidos 7 días disminuyeron más la microdureza que los que fueron sumergidos 24 horas.

Bahbishi et al. (2020) evaluaron la estabilidad del color y la microdureza de resinas bulk fill después de exponerlas a bebidas comunes, para esta investigación utilizaron muestras de 20 especímenes cada una, fueron 4 subgrupos por resina (Filtek Z350, Filtek Bulk-Fill, Tetric N-Ceram Bulk-Fill, Sonic Fill 2 y SDR). Los especímenes fueron grabados con un espectrofómeto antes de ser sumergidos y después de 10, 30, 60 y 90 días, estos especímenes fueron sumergidos en agua destilada (grupo control), té, café y jugo de berries. El té mostró ser la solución que más tiñe, la resina Z350 fue asociada con el valor mayor de conservación de color mientras la SDR mostró el menor valor, no hubo diferencia significativa entre los otros materiales, todas las resinas bulk-fill mostraron valores de microdureza que la resina Filtek Z350 disminuidos.

Barve et al. (2020) evaluaron el efecto de las bebidas comúnmente consumidas en la microdureza superficial de dos tipos de resina compuesta, utilizaron 120 muestras de resina microhíbrida (Filtek Z250, 3M, ESPE, USA) y resina de nanorelleno (filtek z250, 3M, ESPE, USA). Estas fueron divididas en 4 grupos de 30 especímenes cada uno. Los especímenes fueron sumergidos en agua, té, café y gaseosa, respectivamente por 15 días cambiando las bebidas diariamente. La microdureza superficial disminuyó después de ser sumergidas en las bebidas en comparación a las que fueron sumergidas en agua, las resinas de nanorelleno mostraron

mayor cambio que las microhíbridas en la microdureza superficial. La gaseosa mostró mayor reducción, seguida del café, el té y finalmente el agua.

Poggio et al. (2017) compararon la microdureza de diferentes materiales estéticos restaurativos después de la exposición a una bebida cítrica, utilizaron 30 especímenes por cada material; resina nanohíbridaOrmocer-based (Admira Fusion, Voco, Cuxhaven Germany), resina nanocerámica (Ceram X Universal, Dentsply De Trey, Konstanz, Germany), resina de nanorelleno (Filtek Supreme XTE, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) y resina híbrida de microrelleno (Gradia Direct, GC Corporation, Tokyo, Japan) y los dividieron en 3 subgrupos (n=10), el primer grupo de control, los del segundo grupo fueron sumergidos en la bebida ácida (Coca-Cola) por 1 día mientras el grupo 3 también fue sumergido pero por 7 días. La resina Filtek Supreme XTE de nanorelleno y la resina nanohíbrida ormocer-based Admira Fusion, mostraron el mejor comportamiento, aunque la resina Ceram X universal disminuyó más su microdureza superficial que las resinas previas resistió bien la prueba de los 7 días, finalmente la resina Gradia Direct obtuvo resultados decepcionantes, un valor de microdureza muy bajo lo que está justificado por su relleno (resina híbrida de microrelleno).

Da Silva et al. (2016) evaluaron la microdureza y la aspereza de la superficie de resinas compuestas sumergidas en bebidas alcohólicas. Utilizaron 3 resinas: Durafill (Heraeus Kulzer), Z250 (3M – ESPE) y Z350 XT (3M – ESPE). Midieron la aspereza y microdureza inicial, luego las muestras fueron divididas en 4 grupos (n=30): G1= Saliva artificial; G2= Cerveza; G3= Vodka; G4= Whisky. Las muestras fueron sumergidas 3 veces por días durante 15 minutos por 30 días. Los ensayos de aspereza y microdureza superficial fueron repetidos después del período de inmersión. Los datos estadísticos fueron analizados por 2 formas, ANOVA y el test Tukey – HSD ($p < 0.05$). La aspereza superficial aumentó para todas las resinas sumergidas en cerveza y whisky. En todos grupos disminuyó la microdureza superficial después de la inmersión en las bebidas alcohólicas. El efecto de estas bebidas en las resinas

dentales depende de la composición química, tiempo de inmersión, contenido de alcohol y el pH de las soluciones.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

➤ Determinar la microdureza superficial de las resinas Filtek Z350 XT, ENA Hri Micerium y Palfique LX5 después de exponerlas a bebidas alcohólicas, después de 7 y 30 días.

1.3.2. Objetivos específicos

➤ Determinar la microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT al exponerla a saliva artificial y bebidas alcohólicas después 7 y 30 días.

➤ Determinar la microdureza superficial de la resina ENA Hri Micerium al exponerla a saliva artificial y bebidas alcohólicas después de 7 y 30 días.

➤ Determinar la microdureza superficial de la resina Palfique LX5 al exponerla a saliva artificial y bebidas alcohólicas después de 7 y 30 días.

➤ Comparar la microdureza superficial de las resinas Filtek Z350 XT, ENA Hri Micerium, Palfique LX5 al exponerla a saliva artificial y bebidas alcohólicas después de 7 y 30 días.

1.4. Justificación

Este estudio aporta al conocimiento teórico en un área poco explorada, dado que existen pocas investigaciones que evalúen cómo las bebidas alcohólicas podrían afectar a la microdureza superficial de las resinas dentales. Así, nuestra investigación busca generar nuevos conocimientos, ampliar conceptos existentes y sentar las bases para futuros estudios en este campo.

Desde una perspectiva clínica, la investigación tiene gran relevancia, ya que permitirá a los odontólogos optimizar la selección de resinas para las restauraciones, contribuyendo a tratamientos más duraderos, con menor filtración y mayor resistencia a la fractura.

En términos sociales, los hallazgos contribuirán directamente a los pacientes, al concientizarlos sobre la importancia de moderar el consumo de bebidas alcohólicas, lo que a su vez disminuirá los factores de riesgo asociados y teniendo así mejor calidad de vida.

También podremos ser capaces de concluir que hay un beneficio económico para los pacientes, ya que, si logramos que las restauraciones dentales al ser más longevas va a representar un ahorro debido a que necesitarán menos intervenciones por desadaptaciones de restauraciones.

1.5. Hipótesis

Ho: No existe diferencia significativa en la microdureza superficial de las resinas después de haber sido expuestas a las bebidas alcohólicas.

Hi: Existe diferencia significativa en la microdureza superficial de las resinas después de haber sido expuestas a las bebidas alcohólicas

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Historia de las resinas en odontología*

Durante la primera mitad del siglo XX, las resinas comenzaron a emplearse como material de obturación, desplazando a los materiales tradicionales hechos a base de silicatos y las amalgamas. Este cambio se dio rápidamente debido a sus grandes propiedades como su excelente dureza, valor estético, resistencia a fluidos orales, su facilidad para manipularlas y precio accesible. (Reme Ramos, 2013)

Durante el año de 1962 el Dr. Ray L. Bowen logró desarrollar la matriz de resina de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA), lo que permitió que la resina adquiriera mayor resistencia al desgaste y una notable reducción a la filtración. (Rodriguez Dpuglas , 2008)

En las resinas dentales, las partículas de relleno juegan un papel crucial al proporcionar estabilidad dimensional de la matriz resinosa y sus propiedades. El acoplamiento entre partículas disminuye la contracción por polimerización, la absorción de agua y el coeficiente de expansión térmica, además de aumentar la resistencia a la compresión, tracción y abrasión, obteniendo un módulo de elasticidad superior (rigidez). (Suarez, 2018)

2.1.2. *Composición de la resina*

2.1.2.1. Matriz o fase orgánica. Esta fase orgánica de las resinas está constituida principalmente por monómeros de dimetacrilato alifáticos u aromáticos, siendo el Bis-GMA (Bisfenol-AglicidilMetacrilato) el monómero más empleado durante los últimos años. (Pereira, 2008).

En comparación con el metilmetacrilato, el Bis-GMA posee un peso molecular más elevado, lo que minimiza la contracción en el momento de la polimerización. Aunque estos monómeros de elevado peso molecular (Bis-GMA), suelen ser muy viscosos cuando se encuentran a una temperatura ambiente (Phillips, 1998).

Por esta razón, el elevado peso molecular del material presenta una limitación, ya que incrementa su viscosidad y pegajosidad, dificultando así el manejo de las resinas compuestas (Miletic et al., 2017).

Debido a que el Bis-GMA presenta un bajo grado de conversión del Bis-GMA, suele combinarse con monómeros de menor viscosidad, como el TEGDMA (triethylenglicol dimetacrilato), con el fin de mejorar esta limitación y favorecer el proceso de polimerización (Deborah, 2000).

Hoy en día, se están incorporando monómeros de menor viscosidad como el Bis-EMA6 (Bisfenol A Polietileno glicol dieter dimetacrilato), en diversas resinas lo que ha permitido reducir el uso de TEGDMA (Burgees; Walter; Porche y Rappold, 2002).

El Bis-EMA6, al presentar un peso molecular elevado y una menor cantidad de enlaces, estabiliza la matriz y mejora la hidrofobicidad, disminuyendo así la sensibilidad y la alteración en condiciones de humedad (Janda; Roulet; Kaminsky; Steffin y Latta, 2004). En cuanto al UDMA (dimetacrilato de uretano), se caracteriza por su baja viscosidad y una mayor capacidad de flexión, lo que le confiere la capacidad de aumentar la resistencia de la resina (Miletic et al., 2017).

2.1.2.2. Relleno inorgánico. Entre los componentes del relleno inorgánico de las resinas incluyen sustancias como zirconio, sílice, aluminio, boro, silicatos, así como vidrios de estroncio y aluminio silicatos silanizados (Bouschlicher y Rueggeberg, 2000).

Además de este monómero, la matriz contiene diversos aditivos, que se añaden en pequeñas cantidades, como iniciadores y activadores del proceso de polimerización, inhibidores, absorbentes de radiación ultravioleta, así como pigmentos y opacificadores (Phillips, 1998). En caso de que el material se exponga brevemente a la luz y se genere un radical libre antes de su uso clínico, los inhibidores presentes actúan neutralizando ese radical,

impidiendo así que se inicie la polimerización de forma prematura y controlando la estabilidad del material hasta su activación final (Bouschlicher y Rueggeberg, 2000).

El hidroxitolueno esta presente en concentraciones de 0.01% por peso, siendo el inhibidor más utilizado (Phillips, 1998).

Los modificadores ópticos se incorporan con el objetivo de reproducir la apariencia natural del diente. Este efecto de matizado se obtiene mediante la inclusión de diversos pigmentos, generalmente compuestos por óxidos metálicos que se añaden en proporciones reducidas (Salas; Lozano, 2014). Estos modificadores ópticos influyen directamente en la capacidad del material para transmitir la luz. Dado que muchos de estos compuestos son fotopolimerizables, es necesario contar con una variedad de matices y niveles de opacidad que permitan un adecuado control de la profundidad de curado según la intensidad lumínica (Phillips, 1998).

2.1.2.3. Agente de unión. De acuerdo a lo señalado por Bowen, para que las resinas dentales presenten un desempeño óptimo, es fundamental que exista una conexión sólida y estable entre la matriz orgánica y el relleno inorgánico. Esta unión se logra mediante el uso de agentes, específicamente moléculas bifuncionales de silano. Estas poseen en un extremo grupos silanol (Si-OH), que se enlazan con la superficie inorgánica rica en sílice, y en el otro extremo grupos metacrilato (C=C). Debido a esta doble funcionalidad, los enlaces covalentes reaccionan a la superficie orgánica y por los enlaces iónicos reaccionan a la superficie inorgánica, acoplando así el relleno inorgánico a la matriz resinosa (Egüez, 2012).

2.1.2.4. Activador e iniciadores. A continuación, se describen los agentes que intervienen en el inicio y control de la polimerización de las resinas compuestas.

A. Agentes iniciadores de la polimerización. La polimerización en las resinas fotocurables se produce mediante un proceso químico activado por la presencia de sistemas de iniciadores. Estos compuestos se activan al recibir energía luminosa. Uno de los agente

fotosensibles más utilizados es la canforquirona, esta tiene la capacidad de absorber las ondas de luz azul con una longitud de 400 a 500 nm. (Anusavice, 2004)

B. Agente inhibidor o estabilizador de la polimerización. El agente inhibidor cumple la función de prevenir la polimerización por accidente de las resinas compuestas. Además, contribuyen a prologar su vida útil. Entre estos compuestos, encontramos a la hidroquinona.

C. Agentes preservantes. Estos compuestos prologan la durabilidad de los materiales restauradores. En su formulación se incorporan pequeñas cantidades de óxidos llamados pigmentos, estos se integran al material para brindarle color (matiz, intensidad y valor) y opacidad, logrando una mejor armonía visual en las restauraciones, los estabilizadores de color previenen la pérdida de esta armonía con el tiempo. (Macchi, 2007)

2.1.3. Propiedades de las resinas compuestas

Las resinas compuestas poseen distintas propiedades físicas, mecánicas y ópticas que ayudan a determinar su comportamiento clínico y su eficacia como material restaurador.

Dentro de las principales características tenemos: La microdureza superficial, resistencia a la compresión, coeficiente de expansión térmica, resistencia a la abrasión, contracción a la polimerización, solubilidad, radiopacidad, estética y estabilidad de color, biocompatibilidad.

2.1.4. Clasificación de las resinas compuestas

Lutz y Phillips (1983) establecieron una clasificación de las resinas compuestas basada en el tamaño y la distribución de sus partículas de relleno, la cual aún es válida. Según esta categorización, existen tres tipos principales: macrorelleno o convencionales (partículas de 0,1 a 100 μ m), microrelleno (partículas de 0,04 μ m) y resinas híbridas (con rellenos de distintos tamaños).

2.1.4.1. Tamaño de las partículas de relleno. Actualmente se pueden describir las resinas compuestas en:

A. Resinas de macrorelleno o convencionales. El tamaño promedio de partículas que presentan estas resinas varía entre 10 y 50 μm . (Bayne, 1999)

Aunque fueron muy utilizados en su momento, sin embargo, debido a sus desventajas su uso se vió disminuido. Su rendimiento clínico es limitado, y su acabado superficial es deficiente, debido a que la matriz resinosa se desgasta con mayor rapidez a diferencia de las partículas de relleno más grandes y resistentes. Además, la rugosidad compromete al brillo de la superficie y genera una mayor predisposición a la pigmentación. (Phillips, 1973)

El cuarzo y el vidrio de estroncio o bario fueron los materiales de relleno que más se emplearon en estas resinas. (Belverdere, 1999)

El relleno de cuarzo destaca por su durabilidad y estética, pero su desventaja es que no es radiopaco además de producir desgaste a los dientes antagonistas. Por otro lado, el vidrio de estroncio o bario son radiopacos, pero tienen menor estabilidad en comparación con el cuarzo. (Tveit, 1986)

B. Resinas de microrelleno. Las resinas de microrelleno presentan en su relleno sílice coloidal, este tiene un tamaño de partícula entre 0.01 y 0.05 μm . (Lang, 1992).

Desde el punto de vista clínico, estas resinas presentan un desempeño más favorable en el sector anterior, donde la presión masticatoria es relativamente menos intensa, brindan un alto nivel de brillo superficial y pulido, lo que aporta la apariencia estética de la restauración. (Bayne, 2000)

C. Resinas híbridas. Al integrar partículas de distintos tamaños, se obtienen las denominadas resinas “híbridas” y microhíbridas. (Barrancos, 2006)

Se denominan así debido a su refuerzo con una fase inorgánica de vidrios de distinto tamaño y composición en un porcentaje superior al 60 %. Contienen partículas que oscilan entre los 0,6 y 1 μm , además de incluir sílice coloidal de 0,04 μm . En la actualidad,

representan la mayor proporción de los materiales compuestos empleados en odontología. (Lang, 1992)

D. Resinas nanohíbridas. Este tipo de resinas se caracterizan por la inclusión de partículas de relleno inorgánico en tamaño nanométrico, utilizando al menos 3 distintos tamaños de partículas. Gracias a esta combinación se mejoran notablemente las propiedades físicas.

E. Híbridos modernos. Estas resinas incluyen en su relleno una elevada proporción de partículas sub-micrométricas, estas superan el 60% de su volumen. La combinación de su tamaño de partícula, desde 0.4µm a 1.0µm, reducida y el porcentaje de relleno confiere una buena resistencia al desgaste y adecuadas propiedades mecánicas. A pesar de ello, la superficie de estas resinas resultan poco práctica de pulir y el brillo que se obtiene inicialmente disminuye con facilidad. (Dietschi, 1994).

F. Resinas de nanorelleno. Estas resinas han sido desarrolladas recientemente, incorporan partículas con tamaños menores a 10nm (0.01 µm), las cuales pueden encontrarse de manera aislada o aglomerados en "nanoclusters" o nanoagregados de unos 75 nm de diámetro. (Dietschi, 1994)

La nanotecnología aplicada en la composición de las resinas compuestas proporciona alta translucidez y excelente capacidad de pulido, similar a la que tienen los composites de microrelleno pero sin perder sus propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas. (Yin, 2002; Geraldí, 2003).

2.1.5. Resinas utilizadas en este estudio

2.1.5.1. Primera resina. La resina utilizada en este grupo fue Filtek Z350 XT 3M ESPE, de nanorelleno. Esta resina está indicada para restauraciones en el sector anterior y posterior. En la presentación de esta resina presenta diferentes tonalidades que simulan la dentina, esmalte, cuerpo intermedios y zonas con translucidez. Esta resina se fija a las superficies dentarias mediante sistemas de adhesión.

A. Composición. Dentro de su composición contiene bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA. Para mantener la contracción una porción de TEGDMA fue remplazada por una parte de TM PEGDMA en el material restaurador Filtek Supreme XT. El sistema de relleno es una combinación de sílice no agregado de 20 nm, zirconio no agregado de 4 a 11 nm, y clúster agregado de zirconio/sílice (partículas de sílice de 20nm y de zirconio de 4 a 11 nm).

Los tonos para esmalte, dentina y cuerpo (EDB) están conformados por clústeres de partículas cuyo tamaño promedio se encuentra entre 0.6 y 10.4 micrones, mientras que en los tonos translúcidos (T) presentan un tamaño promedio de las partículas del clúster de 0.6 a 20 micrones. La carga inorgánica en estos últimos representa el 72.5% del peso total (55.6% por volumen), mientras que en los demás colores alcanza un 78.5% en peso y 63.3% en volumen.

2.1.5.2. Segunda resina. La resina ENA HRi Micerium se caracteriza por alta biocompatibilidad, que le permite integrarse en armonía con el organismo sin provocar efectos tóxicos ni liberar sustancias perjudiciales. Su matriz de resina presenta una alta estabilidad y resistencia frente a la abrasión, lo que impide la emisión de nanopartículas que podrían ser absorbidas por el cuerpo. Además, su formulación, basada en UDMA y TCDDMDMA, prescinde del monómero Bis-GMA, conocido por descomponerse en bisfenol-A (BPA) un compuesto orgánico, que, en el organismo humano, se comporta como estrógeno que podría representar riesgos para la salud humana.

A. Características. Está formulado sin co-monómeros ni Bis-GMA, este material ofrece una alta compatibilidad biológica. Su comportamiento frente a la abrasión es muy similar al del esmalte, mientras sus propiedades mecánicas se asemejan a las del oro, lo que garantiza buen desempeño clínico a largo plazo. Además, presenta un acabado al alto brillo, permite un manejo sencillo y no se adhiere al instrumental. Es apto tanto para técnicas directa como indirectas, en sectores anteriores y posteriores, posee alta radiopacidad y contiene flúor.

B. Composición. 80% PESO. 63% VOLUMEN. Está compuesto por nano óxidos de zirconio con tratamiento superficial que presentan un alto índice de refracción, aportando un 12% al peso total. A esto se le incorpora un nuevo relleno vitroso con alto índice de refracción, que representa el 68 % del peso del material.

2.1.5.3. Tercera resina. La resina compuesta Palfique LX5 Tokuyama, introducida al mercado en el 2014, se distingue por su excelente estética y una polimerización eficiente gracias a la tecnología RAP (Radical Amplified Photopolymerization), la cual favorece la conversión de la matriz ofreciendo una mayor estabilidad frente a la exposición lumínica. Esta resina incorpora un sistema de relleno esférico supra-nanométrico que contribuye significativamente a su apariencia natural. Contiene partículas de tamaño inferior a una micra, es fotopolimerizable y radiopaca, lo que la hace adecuada para restauraciones anteriores y posteriores, adaptándose a cualquier tipo de cavidad. El tiempo de curado recomendado es de 10s con luz halógena mayor o igual a 400Mx/cmcuadrados.

A. Composición. Esta resina cuenta con un 82 % de su peso (equivalente al 71% en volumen) constituida por un relleno de sílice-dióxido de zirconio y de composite. Dentro de su relleno inorgánico corresponde a partículas esféricas de menor tamaño, como 0.1 a 0.3 um, estas fueron preparadas para proporcionar un óptimo pulido y resistencia al desgaste. En cuanto a su matriz, está formada por Bis-GMA y trietilen glicol dimetacrilato. Además, adopta la tecnología RAP de iniciador de fotopolimerización, la cual permite un curado eficiente de 10 segundos con una lámpara que emita entre 400 a 500 nm de longitud de onda.

2.2. Microdureza superficial

La microdureza superficial es definida como una técnica que consiste en evaluar la resistencia de un material a la deformación permanente mediante la aplicación de un indentador de diamante sobre su superficie. Después de la indentación, bajo una carga específica, la

muesca no presenta recuperación elástica una vez retirada la fuerza aplicada (American Society of Testing Materials, 1999).

El equipo de prueba debe asegurar la estabilidad del espécimen y regular el desplazamiento del indentador bajo la fuerza previamente establecida (Nevarez, 2007)

Además, para seleccionar con exactitud el punto de aplicación y medir la indentación resultante es necesario utilizar un microscopio óptico. La superficie del espécimen debe estar correctamente orientada para asegurar que la fuerza se aplique perpendicularmente a la superficie (American Society of Testing Materials, 1999).

2.2.1. Prueba de vickers

La determinación de la dureza Vickers (HV) se basa en la medición óptica de las longitudes diagonales generada al aplicar una carga determinada con el indentador piramidal de diamante. El valor de dureza se calcula utilizando una fórmula específica o tablas estandarizadas (Phillips, 1998).

Este ensayo es utilizado para la evaluación de materiales sólidos, por lo que es fundamental asegurar una preparación adecuada de la muestra antes de colocarla en la máquina de ensayo. En los ensayos de macrodureza, donde utilizan cargas superiores a 1 kg, se recomienda un esmerilado de la superficie; mientras que para los ensayos de microdureza, con cargas iguales o menores a 1 k, para realizar esta prueba es necesario realizar un pulido mecánico o electroquímico a la superficie (Ecured, 2018). Estas pruebas han demostrado ser herramientas valiosas tanto en el análisis de propiedades mecánicas de los materiales como en el control de calidad y estudios de investigación (American Society of Testing Materials, 1999).

2.3. Bebidas alcohólicas

2.3.1. Cerveza

Es una bebida alcohólica, no destilada, que se obtiene a partir de la fermentación del almidón presente en granos de cebada malteados u otros cereales, utilizando agua y levadura en su proceso de elaboración. Su sabor y aroma característicos provienen de la incorporación del lúpulo. Además, se distingue por ser una bebida carbonatada, ya que contiene dióxido de carbono (CO₂) disuelto, el cual se manifiesta en forma de burbújas al entrar en contacto con la presión atmosférica, generando una espuma visible. El contenido alcohólico varía y puede alcanzar hasta los 30 % en volumen, aunque principalmente se oscila entre los 3 % y 9 % vol. (Murillo, 2009).

2.3.2. *Pisco*

El pisco es una de las bebidas mas importantes del Perú, es un destilado hecho a base de uvas.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

- Experimental – in vitro: Se manipula la variable independiente.
- Comparativo: Se realiza una relación entre variables, comparando 3 marcas de resina compuesta, buscando efectos en su microdureza superficial después de exponerlas a bebidas.
- Prospectivo: El investigador obtendrá los datos primarios.
- Longitudinal: Se evaluaron los grupos en un periodo de tiempo.

3.2. Ámbito temporal y espacial

El proceso de la elaboración de los bloques de resina y los ensayos de microdureza se realizará en el laboratori High Technology Lab (HTL), acorde a las normas, ISO 4049:2019.

3.3. Variables

3.3.1. *Variable dependiente*

Microdureza superficial

3.3.2. *Variable independiente*

Resinas compuestas

Bebidas alcohólicas

3.3.3. *Variable interviniente*

Tiempo

3.3.3. Operacionalización de variables

Variable	Tipo	Definición Conceptual	Unidad de medida	Indicador	Tipo	Escala de medición	Categorías
Microdureza superficial	Dependiente	Capacidad presente en un material para oponerse a la deformación permanente cuando se somete a una fuerza	Kg/mm2	Microdurómetro Vickers (MV)	Cuantitativa continua	Razón	0 a X Superficie kgf/mm2
Resina Compuesta	Independiente	Material restaurador odontológico	-	Tipo de resina utilizada	Cualitativa	Nominal	- Filtek™ Z350 XT (3M ESPE) -ENA HRi Micerium -Palfique LX5

Saliva artificial	Independiente	Sustituto de la saliva para hidratar la boca	ml	Ph de la saliva artificial	Cualitativo	Nominal	Salival
Bebidas alcohólicas	Independiente	Bebidas que contienen etanol (alcohol etílico) en su composición	ml	Grado de alcohol	Cualitativo	Nominal	-Cerverza -Pisco
Tiempo	Interviniente	Intervalo cronológico que transcurre desde la exposición de la resina al medio hasta la medición de su respuesta física.	días	Tiempo transcurrido desde la exposición de la muestra	Cuantitativa	De razón	0 días 7 días 30 días

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La cantidad de muestra fue de 90 discos de resinas, la cual fue determinada según la norma ISO 4049-1:2019, clausula 7.11.2.2 (Anexo C). La muestra será dividida en 9 grupos de 10 especímenes cada uno.

3.4.2. Muestra

El tamaño de la muestra fue determinado a partir de un estudio piloto previo, en el que se evaluaron especímenes representativos de los grupos experimentales. Se utilizó la fórmula estadística para estudios experimentales comparativos con múltiples grupos.

$$N = \frac{K \cdot (Z\alpha + Z\beta)^2 (S)^2}{(d)^2}$$

Dónde:

N: Número de sujetos necesarios

Za = 1.96: Valor de Z correspondiente al nivel de confianza del 95%

Zb = 0.84: Valor de Z correspondiente a una potencia estadística del 80%

S² = 16: Variancia muestral de las diferencias individuales.

d = 100: Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar.

K = 9: Número de grupos a evaluar.

Por lo tanto, se determinó un tamaño total de muestra de 90 bloques de resina, equivalentes a 10 especímenes por grupo. Esta cantidad fue considerada adecuada tanto estadísticamente como en función de lo recomendado por la norma ISO 4049:2019 para ensayos de propiedades mecánicas de materiales dentales.

3.4.3. Criterio de inclusión

Resinas fotocurables seleccionadas (Filtek Z350 XT 3M, ENA Hri Micerium y Palfique LX 5 - Tokuyama)

Saliva artificial

Bebidas alcohólicas: Cerveza (Pilsen, Backus), Pisco (Acholado, Santiago Queirolo)

3.4.4. Criterio de exclusión

Resinas compuestas de marcas no mencionadas.

Resinas con fecha de vencimiento expirada

Bebidas alcohólicas no mencionadas.

Bebidas alcohólicas con fecha de vencimiento pasada.

Matrices que no poseen las mediciones indicadas por el ISO

Especímenes que en su confección presentan grietas o burbujas.

3.4.5. Unidad de análisis

Un bloque de resina.

Los grupos estarán compuestos por las siguientes resinas compuestas:

GRUPO I: Resina Filtek Z350 XT para saliva artificial.

GRUPO II: Resina Filtek Z350 XT para cerveza.

GRUPO III: Resina Filtek Z350 XT para pisco.

GRUPO IV: Resina ENA HRi Micerium para saliva artificial.

GRUPO V: Resina ENA HRi Micerium para cerveza.

GRUPO VI: Resina ENA HRi Micerium para pisco.

GRUPO VII: Resina Palfique LX 5 para saliva artificial.

GRUPO VIII: Resina Palfique LX 5 para cerveza.

GRUPO IX: Resina Palfique LX 5 para pisco.

3.5. Instrumentos

3.5.1. Método

Observación.

Ficha para recolección de datos ad hoc, para ensayos mecánicos de microdureza superficial, realizada por el autor. (Ver Anexo B).

Durómetro digital de la marca Micro Vickers Modelo HV-1000 con código de identificación 8975 con fecha de calibración, 01 de agosto del 2024.

Lámpara LED Valo X TM X (380-515 nm) (Ultradent, EE.UU)

3.6. Procedimientos

3.6.1. Condiciones del ambiente

Los 90 bloques de resinas fueron elaborados en una sola sesión, en un ambiente cerrado a una temperatura de $21.1 \pm 1^\circ\text{C}$ con ayuda de una estufa de interior a gas (Alfano Ld-168b). La temperatura del ambiente de trabajo se midió con un termómetro ambiental Taylor 1730.

Por otro lado, se tomó en cuenta los registro de Senamhi desde las 9:00 am a las 8:00 pm del día en el que se realizaron los discos de resina.

El registro de temperatura y humedad relativa del ambiente se realizó según lo parametrado por la norma ISO 4049 (Clausula 7.2 condiciones de ensayo)

3.6.2. Confección de los bloques de resina

Las resinas que se utilizaron son: Filtek Z350 XT 3M-ESPE tono A2B y ENA HRi Micerium tono UD2, Palfique LX5 tono A2 Tokuyama.

Las 3 resinas, fueron mantenidas a una temperatura de 8°C (temperatura indicada por los fabricantes). Estas resinas se transportaron en un cooler (Klimber) el cual fue adecuado para seguir las recomendaciones de temperatura.

Los discos de resina fueron elaborados en una matriz de acero inoxidable de la forma de dos rectángulos, que al juntarse encajan y en el centro forman la base un agujero cilíndrico de 2 mm de longitud interna y 5.5 mm de diámetro interno. Esta matriz fue diseñada y confeccionada para elaborar los discoss de resinas que se necesitaron durante esta

experimentación. Dentro del agujero cilíndrico se colocó la resina para preparar los discos con las medidas adecuadas.

La matriz se colocó sobre una platina de vidrio de 10x10 cm y de espesor de 0.5 cm debidamente desinfectada con alcohol de 70° después de cada elaboración de muestras.

Durante el proceso de manipulación de la resina, la autora uso guantes de nitrilo para evitar la contaminación de los discos y se aplicó la resina con una espátula para TNPF IW3 (Hu-Friedy-USA) .

En la superficie superior del bloque se colocó otro vinifan de 2x3cm de 0.04 de espesor y sobre este se sobrepuso un portaobjetos de 0.96 cm de espesor, sobre el cual se realizó presión digital.

Esta presión digital fue debidamente calibrada mediante una balanza digital (Krea digital), luego de realizar la presión digital en los bloques de resina, se procedió a retirar el exceso con la espátula Hu- Friedy.

3.6.3. Polimerización de los bloques de resina

Luego de retirar el exceso de resina, se ubicó la punta de la fibra óptica de la lámpara sobre la lámina vinifan, posicionando así a la lámpara de manera paralela a la platina de vidrio. Se fotocuró con una lámpara LED Valo X (Ultradent) (380-515 nm), debidamente protegida con el protector que indica el fabricante. Previamente se calibró la intensidad de la luz con un radiómetro Optilux.

Los especímenes se fotoactivaron durante 10 segundos según la indicación del fabricante, después de haber llenado la matriz con resina. La polimerización fue realizada de manera individual.

El tiempo de fotocurado (10 segundos) fue medido por un cronómetro digital de celular (Iphone 12 Pro max, USA).

Después de los 10 segundos de fotocurado se procedió a desmoldar de la matriz para obtener los bloques de resina.

3.6.4. Pulido de especímenes

El pulido de los especímenes de cada grupo se realizó luego de la polimerización mediante el sistema de discos marca Sof-Lex TM – 3M; se empleó para ellos diferentes grosores (grueso, mediano, fino, ultrafino), de acuerdo al orden indicado por el fabricante.

3.6.5. Almacenamiento

Cada grupo de especímenes se almacenaron luego de ser sumergidas en bebidas alcohólicas en una placa petri con agua destilada. Esto se realizó con el fin de mantener la humedad de los discos, evitando su resequedad, y, de este modo, evitar que las propiedades físicas de las resinas no se vean afectadas por la ausencia de agua.

Transcurridos los 7 y 30 días, los discos se enjuagaron con agua destilada, secados con papel absorbente para luego proceder a la medición de la microdureza superficial.

3.6.6. Prueba de microdureza superficial

Fue realizada en el laboratorio High Technology Lab, San Juan de Lurigancho, mediante el uso de un microdurómetro (Vickers).

El ingeniero comenzó la prueba de dureza Vickers siguiendo las indicaciones y normas del Durómetro Digital marca MICRO VICKERS Modelo HV-1000 previamente calibrado, cuyo protocolo de prueba esté acorde a la norma E-384 de la ASTM.

Cada disco de resina fue medido en 3 diferentes tiempos: Inmediatamente después de ser confeccionado, luego de 7 y 30 días. A cada espécimen se le hicieron 3 indentaciones en distintos puntos bajo una carga de 50 N por 15 segundos por cada medición.

La medida de la microdureza superficial se dispuso midiendo la hendidura realizada con un microscopio de 20x que se señaló en micras; este valor se transfirió a un software del

fabricante del microdurómetro, donde fueron observados los valores de la microdureza superficial de los discos de resina compuesta expresados en HV.

Luego se tomaron las fotografías de cada indentación de la superficie de los discos de resina, a través del microscopio electrónico de 20x contenido en el microdurómetro.

Finalmente, los resultados individuales de microdureza superficial, expresados en unidades Vickers (HV), fueron registrados y organizados en una tabla para cada una de las muestras evaluadas.

3.7. Análisis de datos

Se elaboró una base de datos en Excel v2010. El análisis de datos se realizó utilizando el programa estadístico IBM SPSS Statistics. Los datos fueron descritos mediante la mediana, desviación estándar, media, mínimo y máximo, luego se elaboraron gráficos de barras para los promedios con sus respectivas barras de error para presentar visualmente los resultados.

Antes de realizar las comparaciones entre grupos, se evaluó la normalidad de los datos utilizando la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados indicaron que los datos no seguían una distribución normal, por lo que, se decidió aplicar pruebas no paramétricas.

Para comparar los rangos de microdureza entre las resinas se utilizó la prueba de Kruskal Wallis. Mediante esta prueba se identificó si existían diferencias significativas, posteriormente se complementó el análisis con una prueba post hoc mediante la prueba de Dunn, aplicando la corrección de Bonferroni, para determinar entre qué grupos específicos se presentaban dichas diferencias.

3.8. Consideraciones éticas

Este trabajo no presenta conflictos de interés respecto a los insumos utilizados.

Además, se ha respetado la autoría intelectual de las fuentes consultadas, siguiendo las normas APA 7° edición y las disposiciones establecidas por la Universidad Nacional Federico Villarreal.

IV. RESULTADOS

El siguiente estudio tuvo como objetivo general determinar la microdureza superficial de las resinas Filtek Z350 XT, ENA HRi Micerium y Palfique LX5 después de exponerlas a bebidas alcohólicas, después de 7 y 30 días.

Tabla 1

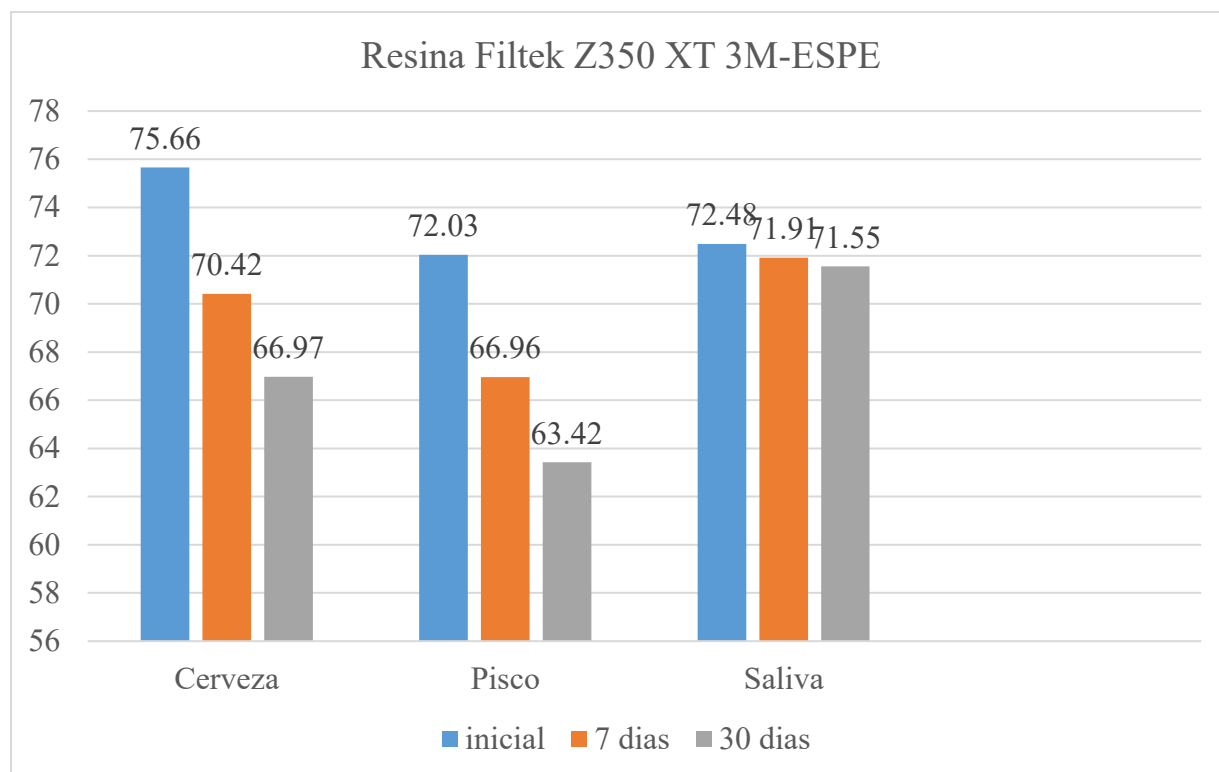
Valores de la microdureza superficial utilizando la resina Filtek Z350 XT 3M-ESPE después de exponerlas a bebidas alcohólicas por 7 y 30 días

Resina Filtek Z350 XT 3M-ESPE				
Bebidas		Inicial	7 días	30 días
Cerveza	n	10	10	10
	Media	75.66	70.42	66.97
	D. S.	2.600	3.833	2.982
Pisco	n	10	10	10
	Media	72.03	66.96	63.42
	D. S.	3.386	3.358	4.655
Saliva	n	10	10	10
	Media	72.48	71.91	71.55
	D. S.	4.135	4.291	4.213

Nota. La microdureza superficial utilizando la resina Filtek Z350 XT 3M-ESPE después de exponerlas a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días fue de $75.66 \pm 2.600 \text{ Kg/mm}^2$ en la bebida cerveza inicialmente.

Figura 1

Microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT 3M-ESPE después de exponerlas a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días



Nota. En la figura podemos observar la diferencia que existe en la microdureza superficial entre las medidas inicial, 7 días y 30 días en la resina Filtek z350 xt 3M, siendo la mayor 75.66 ± 2.600 HV en la bebida cerveza, 72.03 ± 3.386 HV en la bebida pisco y 72.48 ± 4.135 HV en la saliva, todas en la medida inicial.

Tabla 2

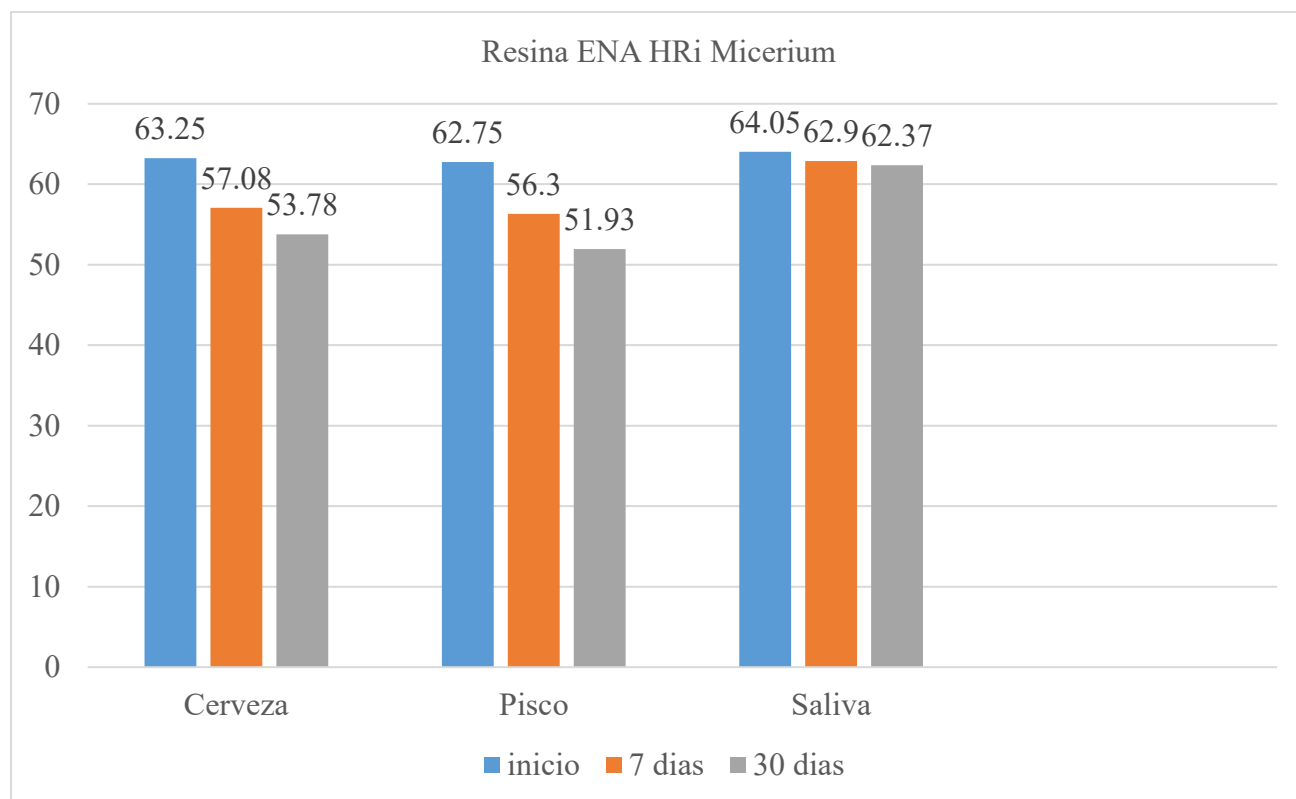
Valores de la microdureza superficial utilizando la resina ENA HRi Micerium después de exponerlas a bebidas alcohólicas por 7 y 30 días

Resina ENA HRi Micerium				
Bebidas		Inicial	7 días	30 días
Cerveza	n	10	10	10
	Media	63.25	57.08	53.78
	D. S.	3.166	2.679	2.541
Pisco	n	10	10	10
	Media	62.75	56.30	51.93
	D. S.	4.434	2.950	3.177
Saliva	n	10	10	10
	Media	64.05	62.90	62.37
	D. S.	6.262	5.855	6.622

Nota. La microdureza superficial utilizando la resina ENA HRi Micerium después de exponerlas a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días fue de 64.05 ± 6.262 HV en la saliva inicialmente.

Figura 2

Microdureza superficial de la resina ENA HRi Micerium después de exponerlas a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días



Nota. En la figura podemos observar la diferencia que existe en la microdureza superficial entre las medidas inicial, 7 días y 30 días en la resina ENA HRi Micerium, siendo la mayor 63.25 ± 3.166 HV en la bebida cerveza, 62.75 ± 4.434 HV en la bebida pisco y 64.05 ± 6.262 HV en la saliva, todas en la medida inicial.

Tabla 3

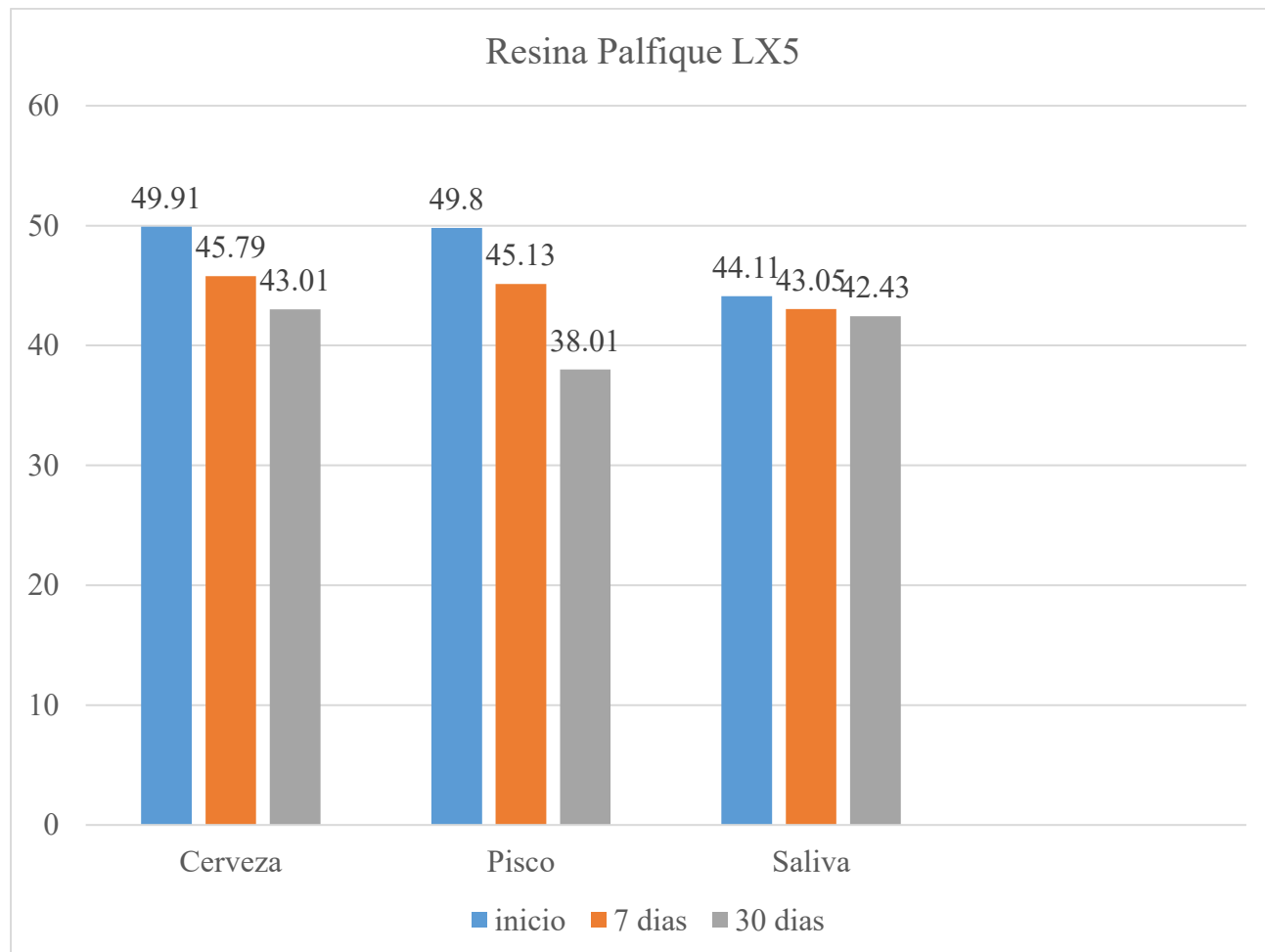
Valores de la microdureza superficial utilizando la resina Palfique LX5 después de exponerlas a bebidas alcohólicas por 7 y 30 días

Resina Palfique LX5				
Bebidas		Inicial	7 días	30 días
Cerveza	n	10	10	10
	Media	49.91	45.79	43.01
	D. S.	2.001	2.424	2.664
Pisco	n	10	10	10
	Media	49.80	45.13	38.01
	D. S.	3.504	4.152	3.321
Saliva	n	10	10	10
	Media	44.11	43.05	42.43
	D. S.	2.253	2.403	1.788

Nota. La microdureza superficial utilizando la resina Palfique LX5 después de exponerlas a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días fue de 49.91 ± 2.001 HV en la bebida cerveza inicialmente.

Figura 3

Microdureza superficial de la resina Palfique LX5 después de exponerlas a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días



Nota. En la figura podemos observar la diferencia que existe en la microdureza superficial entre las medidas inicial, 7 días y 30 días en la resina Palfique LX5, siendo la mayor 49.91 ± 2.001 HV en la bebida cerveza, 49.80 ± 3.504 HV en la bebida pisco y 44.11 ± 2.253 HV en la saliva, todas en la medida inicial.

Tabla 4

Comparación por pares de la microdureza superficial entre las resinas Filtek Z350 XT, ENA Hri Micerium, Palifique LX5

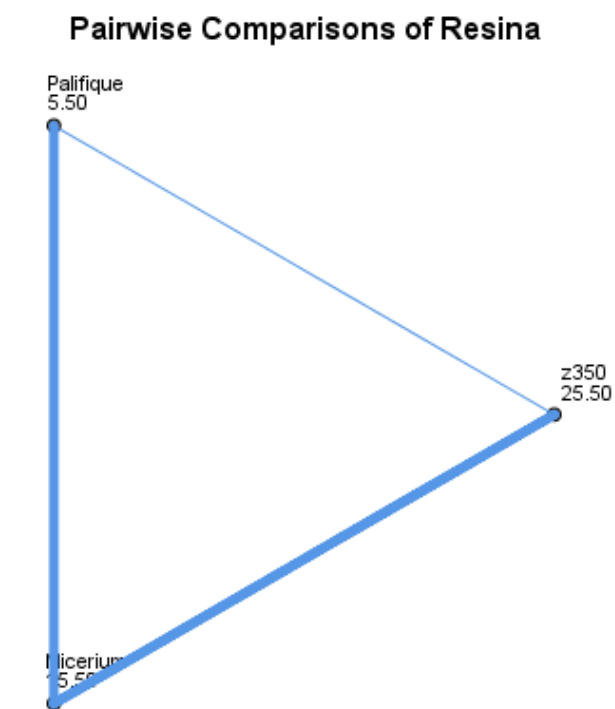
Bebidas	Resinas	Prueba estadística	Error estándar	Sig.
Cerveza	Palifique-Micerium	10.000	3.937	0.011
	Palifique-Z350	20.000	3.937	0.000
	Micerium-Z350	10.000	3.937	0.011
Pisco	Palifique-Micerium	10.000	3.936	0.011
	Palifique-Z350	19.850	3.936	0.000
	Micerium-Z350	9.850	3.936	0.012
Saliva	Palifique-Micerium	34.017	6.745	0.000
	Palifique-Z350	-55.983	6.745	0.000
	Micerium-Z350	-21.967	6.745	0.001

Nota. La prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis con significancia ($p \geq 0.05$), nos muestra una significancia menor a 0.05 en el análisis entre los 3 grupos de resinas, en el grupo de la bebida cerveza la mayor diferencia significativa es el grupo Palifique-Z350, igualmente en la bebida Pisco, la Saliva en los grupos Palifique-Micerium y Palifique-Z350, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que existe diferencia significativa en la microdureza superficial entre las resinas.

Figura 4

Comparación entre los grupos de la microdureza superficial entre las resinas Filtek Z350

XT, ENA Hri Micerium y Palfique LX5



Each node shows the sample average rank of Resina.

Nota. La figura nos muestra que la mayor diferencia existe entre las resinas Filtek Z350 XT y Palfique LX5.

Tabla 5

Comparación de la microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT al exponerla a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días

Resina	Bebidas	Medidas	Prueba estadística	Error estándar	Sig.
Z350 3M ESPE	Cerveza	30 días– 7 días	7.100	3.937	0.071
		30 días- inicial	16.300	3.937	0.000
		7 días – inicial	9.200	3.937	0.019
	Pisco	30 días– 7 días	5.300	3.936	0.178
		30 días- inicial	14.650	3.936	0.000
		7 días – inicial	9.350	3.936	0.018
	Saliva	30 días– 7 días			
		30 días- inicial	0.720	30	0.698
		7 días – inicial			

Nota. La prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis con significancia ($p \geq 0.05$), nos muestra una significancia menor a 0.05 en el grupo 30 días – inicial y 7 días - inicial de la bebida cerveza y pisco de la resina Z350 3M ESPE, la Saliva no demostró diferencia significativa en ninguno de los grupos, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que existe diferencia significativa en la microdureza superficial entre las resinas después de haber sido expuestas a bebidas alcohólicas.

Tabla 6

Comparación de la microdureza superficial de la resina ENA Hri Micerium al exponerla a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días

Resina	Bebidas	Medidas	Prueba estadística	Error estándar	Sig.
ENA Hri Micerium	Cerveza	30 días– 7 días	7.300	3.936	0.064
		30 días- inicial	16.850	3.936	0.000
		7 días – inicial	9.550	3.936	0.015
	Pisco	30 días– 7 días	7.900	3.937	0.045
		30 días- inicial	17.300	3.937	0.000
		7 días – inicial	9.400	3.937	0.017
	Saliva	30 días– 7 días			
		30 días- inicial	0.454	30	0.797
		7 días – inicial			

Nota. La prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis con significancia ($p \geq 0.05$), nos muestra una significancia menor a 0.05 en el grupo 30 días – inicial y 7 días - inicial de la bebida cerveza, en la bebida pisco la diferencia significativa es en los tres grupos en la resina ENA Hri Micerium, la Saliva no demostró diferencia significativa en ninguno de los grupos, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que existe diferencia significativa en la microdureza superficial entre las resinas después de haber sido expuestas a bebidas alcohólicas.

Tabla 7

Comparación de la microdureza superficial de la resina Palfique LX5 al exponerla a bebidas alcohólicas inicialmente, 7 y 30 días

Resina	Bebidas	Medidas	Prueba estadística	Error estándar	Sig.
Palfique LX5	Cerveza	30 días– 7 días	6.800	3.937	0.084
		30 días- inicial	16.900	3.937	0.000
		7 días – inicial	10.100	3.937	0.010
	Pisco	30 días– 7 días	10.200	3.937	0.010
		30 días- inicial	17.400	3.937	0.000
		7 días – inicial	7.200	3.937	0.067
	Saliva	30 días– 7 días			
		30 días- inicial	4.755	30	0.093
		7 días – inicial			

Nota. La prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis con significancia ($p \geq 0.05$), nos muestra una significancia menor a 0.05 en el grupo 30 días – inicial y 7 días - inicial de la bebida cerveza, en la bebida pisco la diferencia significativa es en los grupos 30 días – 7 días y 30 días - inicial, la Saliva no demostró diferencia significativa en ninguno de los grupos de resina Palfique LX5, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que existe diferencia significativa en la microdureza superficial entre las resinas después de haber sido expuestas a bebidas alcohólicas.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente estudio experimental – in vitro, comparativo, longitudinal y analítico, concluyó que la microdureza superficial de las resinas compuestas Filtek Z350 XT, ENA HRi Micerium y Palfique LX5 después de exponerlas a bebidas alcohólicas, experimentan una reducción significativa. La mayor pérdida se observó en los grupos sumergidos en pisco, lo que se asocia a su alto contenido alcohólico. El objetivo del estudio fue determinar cómo varía la microdureza de estos materiales al ser expuestos a saliva artificial, cerveza y pisco durante 7 y 30 días. Esta evaluación es clínicamente relevante, ya que permite anticipar la resistencia de los materiales restauradores frente a condiciones químicas agresivas, que pueden comprometer su durabilidad a largo plazo. En este contexto, se estudió la microdureza superficial de distintos sistemas de resina frente a bebidas alcohólicas, considerando la influencia del tipo de material, la bebida y el tiempo de exposición.

Realizaron la prueba de Vickers en 75 muestras divididas en 5 grupos de bebidas en resinas Palfique Tokuyama, la cerveza obtuvo 38.99 Kg/mm^2 a los 15 días de sumersión discrepando con este trabajo con 43.01 Kg/mm^2 a pesar que la sumersión fue de 30 días, el antecedente obtuvo menor microdureza superficial y la cerveza empleada fue Kingfisher Strong Beer con 7% de alcohol (Vejendla et al., 2023).

Un total de 80 discos con $5 \times 2 \text{ mm}$ de dimensión con resina Filtek Z350 XT fueron sumergidos en 4 grupos de bebidas por 30 días, con la prueba Anova se demostro que existía diferencia significativa entre los grupos de bebidas: saliva, red bull, jugo de frutas y cerveza con $P < 0.001$ en concordancia con este trabajo que encontró diferencia significativa entre las bebidas (El-ghobashy et al., 2023).

70 discos de 10mm de diámetro y 2mm de espesor confeccionados de resina Filtek Z350XY y Z250 fueron divididos en 3 grupos de bebidas, las medidas fueron tomadas a los 7

días, la mayor microdureza fue con la Coca cola con 99.49 Kg/mm² y en este estudio fue 70.42 Kg/mm² en la cerveza con la misma resina Filtek Z350XT (Abouelmag & Basheer, 2022).

Un grupo de 20 muestras fue subdividido en 3 grupos de bebidas, discos de 10mm de diámetro y 2mm de espesor de la resina Filtek Z350XT, después de ser sumergidos en café por 90 días obtuvieron una microdureza de 75.5 Kg/mm² discrepando con este estudio que halló 66.97 Kg/mm² en la bebida cerveza a los 30 días de sumersión con la resina Filtek Z350XT (Bahbishi et al., 2020).

El antecedente midió la microdureza superficial utilizando una muestra de 30 discos de 6mm de diámetro confeccionadas en resina Filtek Z350XT y Z250, las muestras fueron sumergidas en saliva y cerveza Heineken en un periodo inicial y otro a los 30 días, en la saliva la medida inicial de la resina Filtek Z350XT fue de 118.40 Kg/mm² mientras que en este estudio fue 72.48 Kg/mm², además, se encontró discrepancia en la medida después de 30 días entre 101.40 Kg/mm² y 71.55 Kg/mm² de este estudio, también se encontró discrepancia en la bebida cerveza con 114.40 Kg/mm² inicial y 102.39 Kg/mm² a los 30 días, mientras que en este estudio fue de 75.66 Kg/mm² y 66.97 Kg/mm² a los 30 días en este estudio, tal vez pueda deberse a la cantidad de muestra ya que la cerveza Pilsen y Heineken tienen 4.80% y 5% de alcohol que son muy parecidos (Da Silva et al, 2016).

Respecto a la resina Filtek Z350XT, tanto en nuestro estudio como en el de Silva et al., coincidieron en que esta resina presentó los valores más altos de microdureza inicial, lo cual puede explicarse que su relleno de sílice y zirconia les brinden una estructura más resistente. Sin embargo, dentro de los resultados se evidenció una reducción de microdureza más acentuada cuando fue sumergida en el whisky (pH 3.76), bebida con más contenido alcohólico, este comportamiento también se reflejó en nuestro estudio al exponer los discos de resina al pisco, ya que contiene un pH similar. Esto sugiere que el grado de degradación y la disminución

de la microdureza superficial está influenciado no solo por el tiempo de exposición, sino también por el tipo de bebida alcohólica y su composición química.

La disminución de la microdureza superficial obtenidos tras 15 días de inmersión en bebidas (cola, café, té y agua destilada) fueron atribuidos al bajo pH y la capacidad química de disolver o reblandecer la matriz de resina, si lo comparamos con nuestro estudio tenemos el mismo patrón, los medios ácidos o con solvente orgánicos (como el etanol) afectan negativamente la integridad superficial del material. En el caso del estudio de Barve et al. (2020) fue la cola, la bebida que provocó mayor disminución de microdureza superficial, en nuestro caso, el pisco, que tiene un alto contenido de alcohol y pH bajo, especialmente en Palfique LX5. Esto puede estar relacionado con la composición química del material, ya que Palfique posee una matriz más hidrofílica y con menor carga orgánica que Z350 XT, lo que la hace más susceptible a la absorción de solventes y a la degradación química.

Se observó una pérdida progresiva de microdureza en resinas nanorellenadas (Z350 XT) y microhíbridas (Z250) al ser sumergidas durante 24 horas y 7 días en medios ácidos como cola y jugo de naranja, en el presente estudio se sumergieron los discos de resina en bebidas alcohólicas, a pesar de la diferencia de bebidas, los resultados fueron paralelos, ya que los medios con mayor agresividad química, jugo de naranja y pisco, provocaron la mayor pérdida de microdureza. Esto sugiere que tanto el bajo pH como la presencia de solventes orgánicos juegan un papel fundamental en la degradación de la superficie de las resinas compuestas. Además, el factor tiempo, en ambos estudios evidenciaron que conforme se prolonga la exposición, lo que refuerza la hipótesis de que el deterioro de las propiedades mecánicas es un proceso progresivo y acumulativo, condicionado tanto por el tipo de agente como por la duración de la exposición (Abouelmag, 2022)

En la actualidad, existen diversas investigaciones que han evaluado el comportamiento mecánico de las resinas compuestas, sin embargo, los resultados pueden variar debido a las

condiciones experimentales como el tipo de bebida, tiempo de inmersión y la composición química de los materiales. Esta heterogeneidad metodológica dificulta establecer criterios clínicos claros para predecir la durabilidad de las restauraciones en función a los hábitos alimenticios del paciente. Sin embargo, los hallazgos permiten inferir razonablemente que los hábitos dietéticos del paciente, especialmente el consumo frecuente de bebidas ácidas o alcohólicas, pueden comprometer la longevidad de las restauraciones, por lo que deben considerarse al momento de seleccionar el material restaurador.

VI. CONCLUSIONES

6.1. La mayor microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT se encontró en el grupo inicial de la bebida cerveza con $75.66 \pm 2.600 \text{ Kg/mm}^2$.

6.2. La mayor microdureza superficial de la resina ENA HRi Micerium se encontró en el grupo inicial de la saliva con $64.05 \pm 6.262 \text{ Kg/mm}^2$.

6.3. La mayor microdureza superficial de la resina Palfique LX5 se encontró en el grupo inicial de la bebida cerveza con $49.91 \pm 2.001 \text{ Kg/mm}^2$.

6.4. La mayor diferencia significativa en la microdureza superficial entre las resinas fue entre las resinas Filtek Z350 XT y Palfique LX5, también se observó que la microdureza superficial de las resinas después de sumergirlas en bebidas alcohólicas fue disminuyendo significativamente en los grupos inicial y después 30 días de las bebidas cerveza y pisco, mientras que en la saliva no hubo diferencia significativa.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Continuar con más estudios sobre la microdureza superficial, pero con resinas de distinta composición como las resinas fluidas, nanohíbridas o de alta carga.

7.2. Continuar con más estudios sobre la microdureza superficial, pero con otras marcas de resinas compuestas que sean usadas en la práctica clínica con el fin de generar mayor uso a alguna de ellas favoreciendo en la clínica.

7.3. Medir la microdureza superficial en otras bebidas que contengan diferentes grados de alcohol.

VIII. REFERENCIAS

- Ablal MA, Kaur JS, Cooper L, Jarad FD, Milosevic A, Higham SM & Preston AJ. (2009) The erosive potential of some alcopops using bovine enamel: An in vitro study. *J Dent*; 37, 835-839 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19616357/>
- Abouelmagd D.M & Basheer R.R, (2022) Microhardness Evaluation of Microhybrid Versus Nanofilled Resin Composite After Exposure to acidic Drinks. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 12(3), 353-359. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35966915/>
- Alonso A, Albertini, J.S. & Bechelli, A.H. (2003) Oclusión y Diagnóstico en Rehabilitación Oral. Editorial Médica Panamericana.
- Alzraikat H, Burrow MF, Maghaireh GA & Taha NA (2018) Composite Properties and Clinical Performance: A Review. *Oper Dent.*, 43(4), E173-e90.
- American Society of Testing Materials. (1999). ASTM E384: Método de prueba estándar para la microindentación de la dureza de los materiales. <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/E384-99.htm>
- Anusavice K. J, Rawls R & Esquivel U (2003) Ciencia de los Materiales Dentales. (11ª Edición). Editora Elsevier.
- Aparco O. (2017) *Microdureza Superficial de dos resinas compuestas de nanotecnología expuestas a peróxido de carbamida al 35% con Nitrato de Potasio y fluoruro (PF). Estudio In vitro*. [Tesis bachiller, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio insitucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12990/5693>
- Bahbishi N, Mzain W, Badeeb B & Nassar H. M. (2020) Color Stability and Micro Hardness of Bulk-Fill Composite Materials after Exposure to Common Beverages *Journal Materials* 13, 787 <https://doi.org/10.3390/ma13030787>

- Bartlett DW, Evans DF, Anggiansah A & Smith BG. (1996) A study of the association between gastro- esophageal reflux and palatal dental erosion. *Br Dent J.*, 181, 125-131
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8840581/>
- Barrancos J. & Barrancos P. (2008) *Operatoria Dental*. (4ta Edición). Editorial Médica Panamericana.
- Bayne S, Ferracane JL, Marshall GW, Marshall SJ & Van Noort R. (2019) The Evolution of Dental Materials over the Past Century: Silver and Gold to Tooth Color and Beyond. *J Dent Res*, 98(3), 257-65. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30784370/>
- Bayne, C. (2000) Perspective: Our future in restorative dental materials. *J. Esthetic Dent.*, 12(4), 175-183. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11323860/>
- Bayne S & Taylor D. (1999). *Arte y ciencia Operatoria dental*, tercera edición. Editorial Harcourt
- Brace. Belvedere, P. (1999). Posterior composites experiencing growth trend. *Dentistry Today*. 18(3). 44: 46-47.
- Bottino M (2008). *Odontología Estética*. Editorial Artes Médicas.
- Braga R. Ballester R. & Ferracane J. (2005) Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater*; 21, 962-70.
- Briso AL, Caruzo L, Guedes A, Catelan A & Dos Santos P H.(2011) In Vitro. Evaluation of Surface Roughness and Microhardness of Restorative Materials Submitted to Erosive Challenges. *Oper Dentistry*, 36(4), 397-402.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21827225/>
- Burgees, J., Walter, R., Porche, C. & Rappold, A. (2002). Light Curing-And Update. *Compen Contin Educ Dent*, 23(10), 889-892. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12434615>

- Castilla O. (2015). *Comparación in vitro de la microdureza superficial de dos resinas compuestas (Tetric N ceram y Filtek Z350 XT) sumergidos en una bebida isotónica y una bebida energizante*. [Tesis bachiller Universidad Peruanas de Ciencias Aplicadas]
- Chinelatti M & Chimello. D, (2006). Evaluación de la dureza superficial de las resinas compuestas antes y después del pulido en diferentes momentos. *J Appl Oral Sci.* 14, 188–92. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4327195/>
- Dietschi D, Magne P & Holz J. (1994). Recent trends in esthetic restorations for posterior teeth. *Quintessence Int*; 10, 659-677.
- Egüez A & Cano Lopez G, A. (2012). *Implementación y Control técnico científico de un equipo de comprobación de laboratorio Para durezas superficiales*. [Tesis de Grado Universidad Nacional del Ecuador].
- El-ghobashy, M., Mehesen, R. & Ali, A. (2023). Effect of different beverages on surface roughness of resin composite restorations. *Mans J Dent.*, 10(3), 230-235. <https://doi.org/10.61793/2812-5479.1008>
- Filtek Z350, Ficha técnica de información completa. Perfil técnico del producto. Sistema restaurador universal (s.f.) <http://multimedia.3m.com/mws/media/725177O/perfil-tecnico-filtek-z350-xt.pdf>
- García V, (2008). Historia de las resinas compuestas en la odontología. <https://es.scribd.com/doc/123513689/Historia-de-las-resinascompuestas-en-odontologia->
- Geraldi, S & Perdigao, J. (2003). Microleakage of a New Restorative System in Posterior Teeth. *J. Dent. Res.* 81, 127-65
- Hernández de Ramos M. (2001). *Rehabilitación Oral para el paciente geriátrico*. (1º Edición). Universidad nacional de Colombia. Editorial unibiblos.

- Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C & Silikas N. (2007) Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med.*, 18, 155-163.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17200827/>
- Lang, B. Jaarda, M. & Wang, R. (1992). Filler particle size and composite resin classification systems. *Journal Oral Rehabil.*, 19(6), 569-584.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1469493/>
- Lins F & Ferreira F. (2016). Surface roughness, microhardness and microleakage of a silorane based composite resin after immediate or delayed finishing/polishing. *Int J Dent.* 1-8.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26977150/>
- Loyola GM.(2012) *Evaluación in-vitro de la microdureza superficial de una resina de nanorelleno y una resina compuesta posterior*. [Tesis para optar el título de cirujano dentista Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
- Lussi A, Jaeggi T & Zero D. (2004) The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res* d 38, 34-44. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14685022/>
- Lutz F. Krejci I. & Oldenburg T. (1986) Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: A new restorative technique. *Quintessence Int.* 17, 777-784. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3468527/>
- Lutz F. & Phillips R. A. (1983). Classification and evaluation of composite resin systems. *Journal Prosthet Dent.* 50(4), 480-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6579287/>
- Macorra García, J.C. (1999). Polymerization contraction of composite resin restorative materials, *Rev. odontología conservadora.* 2(1), 24-35.
- Macchi, R. (2007) *Materiales Dentales*. (4ta Edición). Editorial Médica Panamericana.

- Miletic, V., Pongprueksa, P., De Munck, J., Brooks, N. & Van Meerbeek, B. (2017). Curing characteristics of flowable and sculptable bulk-fill composites. *Clinical Oral Investigations*, 21(4), 1201-1212. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27383375/>
- Miyasaka, T. (1996) Effects of shape and size of silanated fillers on mechanical properties of experimental photo cure composite resins. *J. Dent materials*; 15, 98-110.
- Mondelli J. (2009) Fundamentos de Odontología Restauradora. (2da Edición). Editorial Panamericana.
- Murillo C. (2009). Una nueva resina de baja contracción para restauraciones en dientes posteriores, un logro esperado I parte. *Revista científica UCR*. 11, 89-94
- Nevárez, A. (2007). *Microdureza de 3 tipos de composites fotopolimerizados con Luz Halogena y por Diodoemision de Luz* [Tesis doctoral, Universidad de Granada].
- Nocchi Conseicao, (2008). Odontología Restauradora salud y estética. Editora artimud.
- Pereira, N. A. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta odontológica venezolana*, 46(3), 381-392
- Phillips, R. Avery, D. Mehra, R. Swatz & M. McCone, R. (1973). Observations on a composite resin for class II restorations: Three-years report. *J. Prost. Dent*; 30(6), 891-897.
- Phillips, R. W. (1998). Ciencia de los materiales dentales (11 ed.). McGraw – Hill Interamericana.
- Prakki A, Cilli R, Mondelli RFL, Kalachandra S & Pereira JC. (2005) Influence of pH environment on polymer based dental material properties. *J Dent.*, 33, 91-98. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15683889/>
- Reis, A. & Loguercio, A. (2012) Materiales dentales directos, de los fundamentos a la aplicación práctica. Santos Editora.
- Rodríguez Douglas, R & Pereira, S N (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta odontológica venezolana*. 46(3), 1-19.

- Schmitt, L., Puppín, R., Scarparo, F., Salata, F., Salata F, Coelho, M. & Baseggio, W. (2011). Effect of the polishing procedures on color stability and surface roughness of composite resins. *ISRN Dentistry*, 1-6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21991483/>
- Silva M.A.B.D, Vitti R.P, Sinhoreti M.A.C, Consani R.L.X, Silva-Junior J.G.D & Tonholo J. (2016) Effect of alcoholic beverages on surface roughness and microhardness of dental composites. *Dental Materials Journal*, 35(4), 621–626 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27477228/>
- Suarez H. (2018). *Comparación in vitro de la micro dureza superficial de dos resinas compuestas tipo bulk fill sometidas a bebidas energizantes*. [Tesis de Grado Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
- Suarez, R & Lozano, F. (2014). Comparison of surface hardness of nanotechnology composites according to polishing time: in vitro. *Revista Estomatológica Herediana*, 24(1), 11-6. <https://www.redalyc.org/pdf/4215/421539380003.pdf>
- Tchorz, J., Doll, R., Wolkewitz, M., Hellwig, E. & Hannig, C. (2011) Microhardness of composite materials with different organic phases in deep class II cavities: an in of Preventive and Community Dentistry vitro study. *Oper Dent.*, 36(5), 502-11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21843028/>
- Tokuyama-dental.com. [Internet] Product catalog. [Citado 24 de Octubre de 2019] http://www.tokuyama-dental.com/tdc/pdf/productsheet/catalog_palfique.pdf
- Tokuyama-dental.com [Internet]. Instrucción manual PALfique LX5. [Citado 24 de Octubre de 2019] http://www.tokuyamadental.com/tdc/pdf/instructionmanual/PALFIQUE_LX5_IFU.pdf
- Tveit, A. & Espelid, I. (1986). Radiographic diagnosis of caries and marginal defect in connection with radiopaque composite fillings. *Dent. Mter.*, 2, 159- 162.

- Vejendla, I., Sandeep A, H., S, P., & Choudhari, S. (2023). In Vitro Evaluation of the Effects of Different Beverages on the Surface Microhardness of a Single-Shade Universal Composite. *Cureus*, 15(8), 1-9. <https://doi.org/10.7759/cureus.43669>
- Wakefield C & Kofford K (2001). Advances in restorative materials. *Dent Clin North Am*; 45, 7-29. <http://balsasdentalmx.com/producto/palfique-lx5/>
- Yap, AU, Low, JS & Ong, LFKL (2000) Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. *OperDent.*, 25, 170-176. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11203812/>
- Yin, R., Heiss, M. Sharp, L. & Suh, B. (2002) Development and physical properties of a new low shrinkage composite. *J. Dent. Res.* 80, 514.
- Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O & Lussi A. (2010) Composite Materials: Composition, properties and clinical applications. A literature Review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 120; 972-97. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21243545/>

IX. ANEXOS

9.1. Anexo A

9.1.1. Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Variables	Metodología
¿Existe diferencia significativa de la microdureza superficial de las resinas frente a la acción de bebidas alcohólicas?	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la microdureza superficial de las resinas Filtek Z350 XT, ENA HRi Micerium y Palfique LX5 después de exponerlas a bebidas alcohólicas, después de 7 y 30 días.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar la microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT al exponerla a saliva artificial y bebidas alcohólicas después 7 y 30 días.</p>	<p>Variable dependiente</p> <p>-Microdureza superficial</p> <p>Variable independiente</p> <p>-Resinas compuestas</p> <p>-Bebidas alcohólicas</p>	<p>Tipo de estudio</p> <p>Experimental – in vitro</p> <p>Según la intervención sobre los fenómenos.</p> <p>Comparativo</p> <p>Se realizó una relación entre variables, comparando 3 marcas de resina compuesta, buscando efectos en su microdureza superficial</p>

	<p>Determinar la microdureza superficial de la resina ENA Hri Micerium al exponerla a saliva artificial y bebidas alcohólicas después de 7 y 30 días.</p> <p>Determinar la microdureza superficial de la resina Palfique LX5 al exponerla a saliva artificial y bebidas alcohólicas después de 7 y 30 días.</p> <p>Comparar la microdureza superficial de las resinas Filtek Z350 XT, ENA Hri Micerium, Palfique LX5 al exponerla a saliva artificial y bebidas alcohólicas después de 7 y 30 días</p>		<p>después de exponerlas a bebidas alcohólicas.</p> <p>Prospectivo Los datos se analizaron transcurrido un determinado tiempo, en este caso fue después de exponerlas a bebidas alcohólicas.</p> <p>Longitudinal</p> <p>Se evaluaron los mismos grupos en un periodo de tiempo.</p>
--	--	--	---

9.2. Anexo B

9.2.1 Ficha de recolección de datos

Grupo	N° de Muestras	MICRODUREZA SUPERFICIAL VICKERS (HV)			
		Indentación (1)	Indentación (2)	Indentación (3)	Promedio
I	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

9.3. Anexo C

9.3.1. Norma ISO 4049:2019

INTERNATIONAL
STANDARD

**ISO
4049**

Fifth edition
2019-05

Dentistry — Polymer-based restorative materials

*Médecine bucco-dentaire — Produits de restauration à base de
polymères*



Reference number
ISO 4049:2019(E)

© ISO 2019

9.4. ANEXO D

9.4.1. Certificado de calibración de Durómetro Microvickers



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES




Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°		CC-060-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	02-08-2024
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE DURÓMETRO MICROVICKERS					
1. DATOS DEL SOLICITANTE					
Razón Social	: HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC.				
Ruc	: 20565244877				
Dirección	: Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima				
2. DATOS DEL INSTRUMENTO					
DURÓMETRO DE MICROVICKER DIGITAL	Marca	: LG			<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.</p> <p>El usuario está en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.</p> <p>El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.</p>
	Modelo	: HV-1000			
	Serie	: 8975			
	Fuerza de prueba máx	: 1000g			
	Tipo	: Digital			
	Procedencia	: Corea			
	Ubicación	: Área de Dureza y Calibraciones I			
3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN					
La calibración se realizó por medición indirecta y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad internacional.					
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN					
Fecha de calibración	01 de Agosto del 2024				
Lugar de Calibración	HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho				
5. CONDICIONES DE ENSAYO					
	Inicial	Final			
Temperatura	20.3 °C	20.4 °C			
Humedad Relativa	59 %HR	58 %HR			
6. PATRONES DE REFERENCIA					
Patrón	Valor / Clase	Marca	Identificación	Certificado de Calibración	
Termohigrómetro	-30 a 60°C / 0 a 100,0 % H.R.	ELITECH	ILMT-3698	TH24-1176-2024	
Bloque patrón	413 HV/HV0.2	LG TESTER	V1610-90	8975-HV-1000LG	
Bloque patrón	744 HV/HV1	LG TESTER	V1610-124	8975-HV-1000LG	



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 2 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°	CC-060-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	02-08-2024																		
7. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN																						
ERROR DE INDICACIÓN																						
<table border="1"> <tr> <th colspan="4">Condiciones Ambientales</th> </tr> <tr> <td>Inicial</td> <td>24.3</td> <td>Final</td> <td>24.4</td> </tr> </table>					Condiciones Ambientales				Inicial	24.3	Final	24.4										
Condiciones Ambientales																						
Inicial	24.3	Final	24.4																			
<table border="1"> <tr> <th>Valor Patrón</th> <th>Indicación</th> <th>Corrección</th> <th>Incertidumbre</th> <th>Unidades</th> </tr> <tr> <td>413</td> <td>413.8</td> <td>-0.8</td> <td>0.8</td> <td>HV</td> </tr> <tr> <td>744</td> <td>744.8</td> <td>-0.8</td> <td>0.5</td> <td>HV</td> </tr> </table>					Valor Patrón	Indicación	Corrección	Incertidumbre	Unidades	413	413.8	-0.8	0.8	HV	744	744.8	-0.8	0.5	HV			
Valor Patrón	Indicación	Corrección	Incertidumbre	Unidades																		
413	413.8	-0.8	0.8	HV																		
744	744.8	-0.8	0.5	HV																		
ERROR DE REPETIBILIDAD																						
<table border="1"> <tr> <th colspan="4">Condiciones Ambientales</th> </tr> <tr> <td>Inicial</td> <td>24.3</td> <td>Final</td> <td>24.5</td> </tr> </table>					Condiciones Ambientales				Inicial	24.3	Final	24.5										
Condiciones Ambientales																						
Inicial	24.3	Final	24.5																			
<table border="1"> <tr> <th>Valor Patrón (HV)</th> <th>Indicación (HV)</th> <th>Corrección (HV)</th> </tr> <tr> <td>413</td> <td>414.0</td> <td>-1.0</td> </tr> <tr> <td>413</td> <td>411.9</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>413</td> <td>414.3</td> <td>-1.3</td> </tr> <tr> <td>413</td> <td>412.1</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>413</td> <td>414.9</td> <td>-1.9</td> </tr> </table>					Valor Patrón (HV)	Indicación (HV)	Corrección (HV)	413	414.0	-1.0	413	411.9	1.1	413	414.3	-1.3	413	412.1	0.9	413	414.9	-1.9
Valor Patrón (HV)	Indicación (HV)	Corrección (HV)																				
413	414.0	-1.0																				
413	411.9	1.1																				
413	414.3	-1.3																				
413	412.1	0.9																				
413	414.9	-1.9																				
8. OBSERVACIONES																						
<p>~ La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.</p> <p>~ Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".</p>																						
9. CONCLUSIONES																						
<p>~ De las mediciones realizadas se concluye que el instrumento se encuentra calibrado debido a que los valores medidos están dentro del rango normal de operación.</p>																						
  ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio		 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE																				
FIN DEL DOCUMENTO																						

9.5. Anexo E

9.5.1. Carta de Aprobación del Comité de Ética UNFV



Universidad Nacional
Federico Villarreal

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

**Facultad de
Odontología**



COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

N° 199-08-2023

Los miembros del Comité de Ética de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal integrado por la Mg. Carmen Rosa García Rupaya en calidad de Presidenta, Dr. Daniel Augusto Alvitez Temoche en calidad de miembro y Mg. Cecilia Magali Alayo Canales en calidad de miembro, se reunieron virtualmente para evaluar a solicitud del Director de la Unidad de Investigación, Innovación y Emprendimiento, el Proyecto de Investigación:

Título: "EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS COMPUESTAS DE USO ODONTOLÓGICO SOMETIDAS A DIFERENTES BEBIDAS ALCOHÓLICAS IN VITRO"

Investigador: Bachiller ALTAMIRANO MEJIA MARCIA NINOSHK

Código de inscripción: 199-08-2023

Proyecto de investigación: versión última de fecha 03 de agosto de 2023

Luego de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el proyecto presentado por el bachiller Marcia Altamirano, y de acuerdo al Reglamento del Comité de Ética de la Universidad Nacional Federico Villarreal (Resolución R.N°: 6437-2019-UNFV) se concluye en el siguiente calificativo: **Favorable con Aprobación**

La aprobación considera el cumplimiento de los estándares de la Facultad y de la Universidad, los lineamientos científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio y la capacitación del equipo de investigación. En el caso de participación de seres humanos la confidencialidad de los datos y el ejercicio de la autonomía mediante la aplicación del consentimiento informado.

Los miembros del Comité de Ética suscribimos el presente documento:

Lima, 01 de septiembre de 2023

Mg. Carmen Rosa García Rupaya
Presidenta
Comité de Ética en Investigación

Mg. Cecilia Magali Alayo Canales
Miembro
Comité de Ética en Investigación

Dr. Daniel Alvitez Temoche
Miembro
Comité de Ética en Investigación

9.6. Anexo F

9.6.1. Carta de Presentación



Universidad Nacional
Federico Villarreal

**FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA**

*"Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra Independencia y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"*

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 17 de mayo de 2024

**ING.
ROBERT EUSEBIO TEHERAN
JEFE DE LABORATORIO
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
Presente.-**

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología, Srta. Marcia Ninoshka Altamirano Mejía, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«EVALUACIÓN DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS
COMPUESTAS DE USO ODONTOLÓGICO SOMETIDAS A DIFERENTES
BEBIDAS ALCOHÓLICAS IN VITRO»**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso a la Srta. Altamirano quien realizará el siguiente trabajo:

✓ *Preparación de muestras – discos de resina – se colocarán cada día en diferentes bebidas durante un período de 30 días, realizando las mediciones correspondientes.*

Estas actividades, le permitirán a la bachiller, desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovar los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente



**Dr. FRANCO RAÚL MAURICIO VALENTÍN
DECANO**



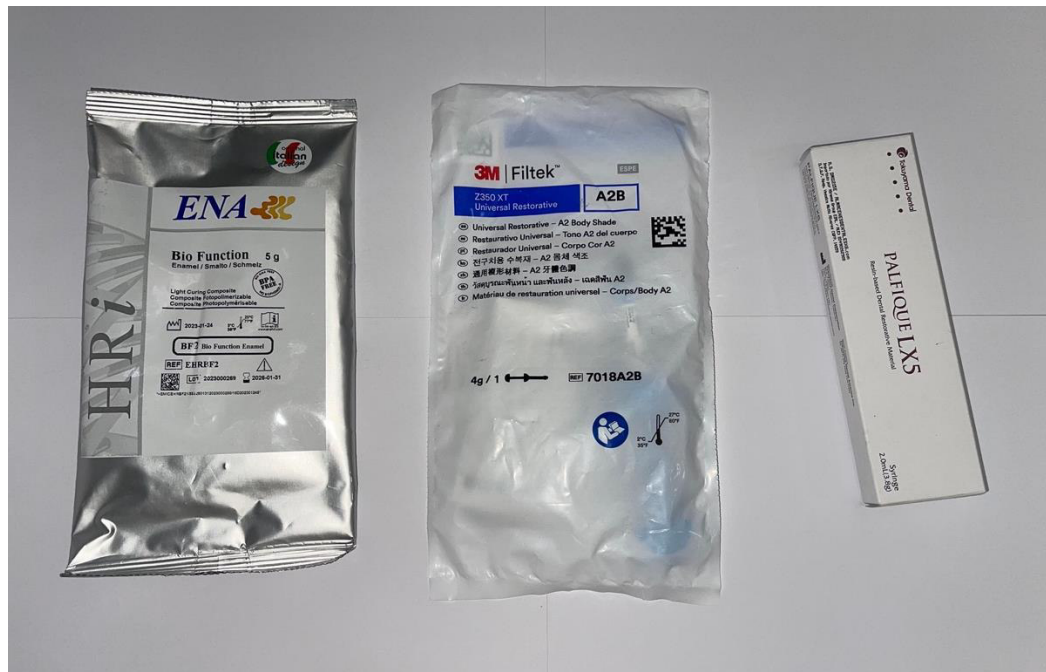
**Dr. AMÉRICO A. MUNAYCO MAGALLANES
JEFE
OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

Se adjunta: Plan de Tesis
012-2024
NT: 017934- 2024
AAMM/Luz V.

9.7. Anexo G

9.7.1. Fotografías

A. Resinas utilizadas para el estudio



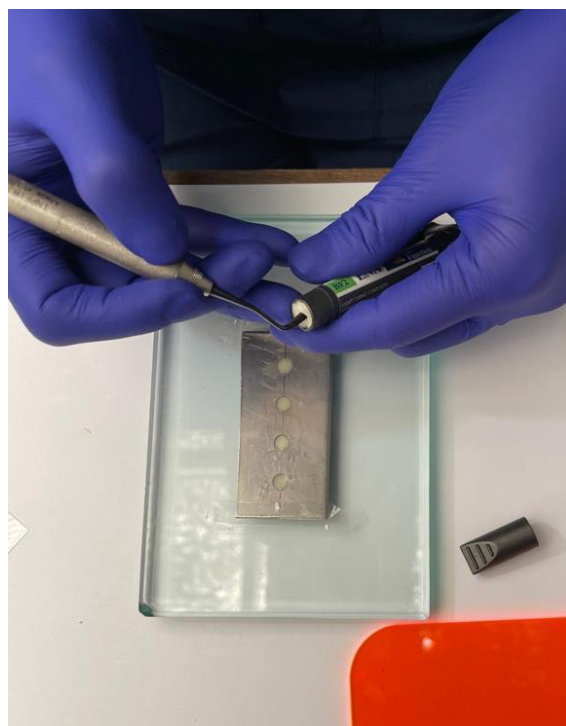
B. Matriz de acero quirúrgico para elaborar las muestras



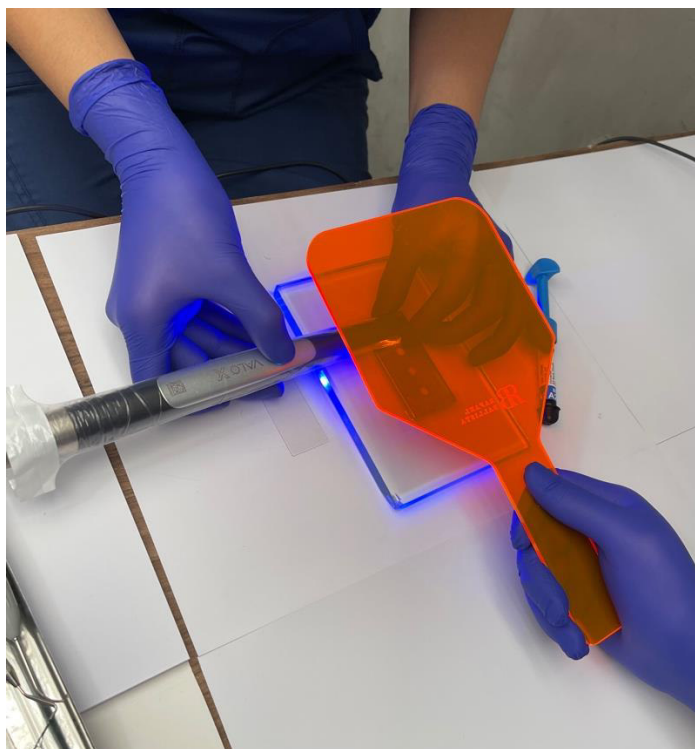
C. Lámpara de fotocurado Valo X, Ultradent



D. Elaboración de discos de resina



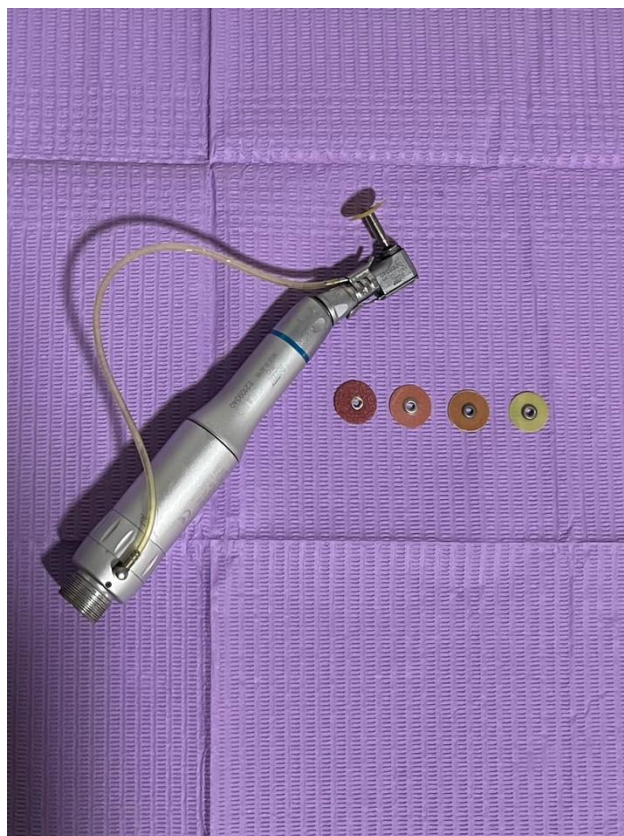
E. Polimerización de muestras



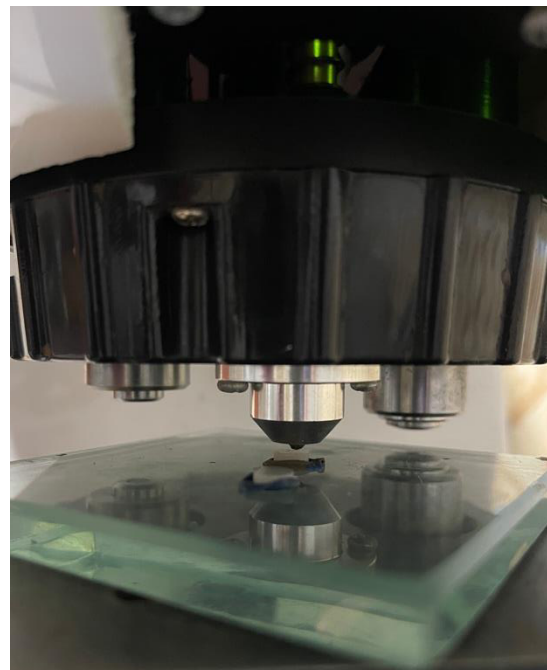
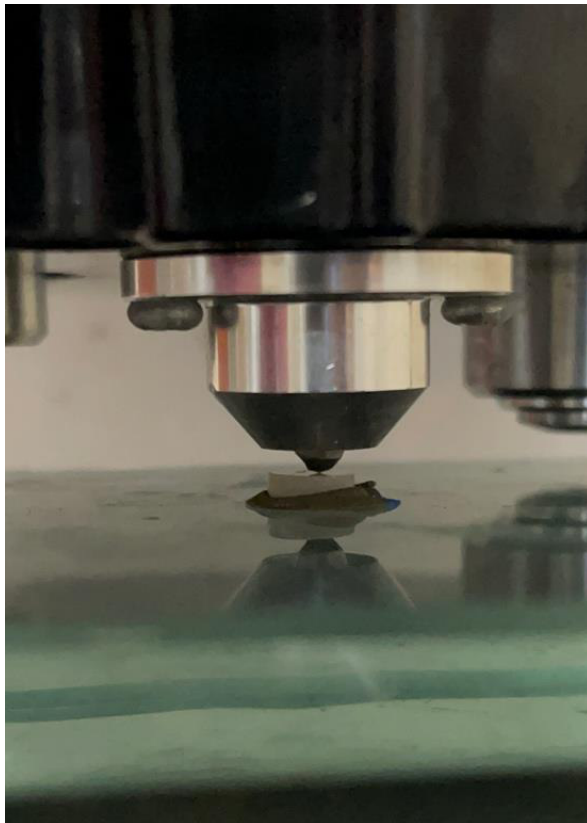
F. Almacenamiento de muestras



G. Pulido de muestras



H. Prueba de microdureza de vickers



H. Visualización de indentación

