

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



ESCUELA DE POSGRADO

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN ESTOMATOLOGÍA**

**MICRODUREZA SUPERFICIAL DE UN GIOMERO Y UN
IONOMERO VÍTREO MODIFICADO CON RESINA
SOMETIDO A BEBIDAS CARBONATADAS**

Autora:

Bach. Diana Katherine Novoa Cabrera

Asesor:

Dr. Oscar Pizarro Salazar

Registro: (...)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis padres, quienes han estado y están siempre conmigo, apoyándome en cada paso que doy. A mi esposo que es mi guía y respaldo en este camino para mi crecimiento profesional, y a mi pequeña Sabrina que se encuentra en el cielo, pero me acompaña desde mi último año de pregrado, les dedico este trabajo con todo el amor de mi vida

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios, por haberme permitido nacer en esta hermosa tierra de amazonas y tener la oportunidad de realizarme en esta universidad (UNTRM).

A mis padres que a pesar que ya soy adulta están siempre al pendiente y apoyando todos mis sueños.

A mi esposo quien me motivo y estuvo involucrado en que diéramos este paso juntos por que el crecimiento de uno es el crecimiento del otro.

Al Dr. Oscar Pizarro Salazar y el Mg. Néstor Arturo Tafur Chávez, por comprometerse incondicionalmente en el desarrollo de este proyecto.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

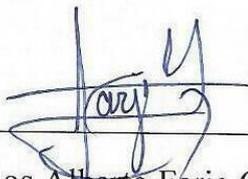
Jorge Luis Maicelo Quintana Ph.D
Rector.

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres
Vicerrector Académico.

Dra. María Nelly Luján Espinoza
Vicerrectora de Investigación

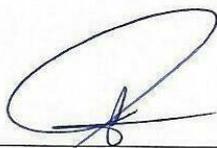
Dr. Efraín Manuelito Castro Alayo
Director de la Escuela de Posgrado

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



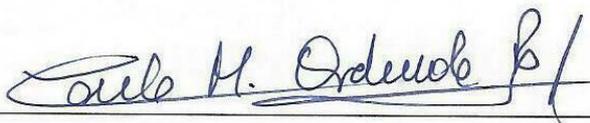
Mg. Carlos Alberto Farje Gallardo

Presidente.



Mg. Erikson Alexander Jimenez Torres

Secretario.



Dra. Carla María Ordinola Ramírez

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis ()/Tesis (X)/Tesis en formato de artículo científico () titulado:

MICRODUREZA SUPERFICIAL DE UN GLÓMERO Y UN IONOMERO VITREO MODIFICADO CON RESINA SOMETIDO A BEBIDAS CARBONATADAS

presentado por el Aspirante DIANA KATHERINE NOVOA CABRERA para obtener el Grado Académico de Maestro (X)/Doctor () en ESTOMATOLOGÍA

de la Escuela de Posgrado de la UNTRM, hacemos constar que después de revisar la originalidad del Proyecto de Tesis ()/Tesis (X)/Tesis en formato de artículo científico () con el software de prevención de plagio **Turnitin**, verificamos:

- a) De acuerdo con el informe de originalidad, el Proyecto de Tesis ()/Tesis (X)/Tesis en formato de artículo científico () tiene 22 % de similitud, que es menor al 25% permitido en la UNTRM.
- b) La persona responsable de someter el trabajo al software de prevención de plagio **Turnitin** fue: Carlos Alberto Farje Gallardo y pertenece al área () / oficina () / dependencia (X) de FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



SE ADJUNTA:

- Resultado del informe del software **Turnitin**.

Chachapoyas, 7 de NOVIEMBRE del 2024

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

Nombres y apellidos:
Carlos Alberto Farje Gallardo

DNI: 41868734

Nombres y apellidos:
Erikson Alexander Jimenez Torres

DNI: 42081369

Nombres y apellidos:
Carla María Ordóñez Ramírez

DNI: 18131989

OBSERVACIONES:

.....
.....

REPORTE DE TURNITIN

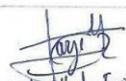
MICRODUREZA SUPERFICIAL DE UN GIOMERO Y UN IONOMERO VÍTREO MODIFICADO CON RESINA SOMETIDO A BEBIDAS CARBONATADAS

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	22%	12%	12%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	acikbilim.yok.gov.tr Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Adtalem Global Education Trabajo del estudiante	1%
8	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1%


Carlos Alberto Farje Gallardo

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO DEL PROCESO DE GRADUACIÓN
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO
DE MAESTRO / DOCTOR
R.C.U N° 328-2023

ANEXO 5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la UNTRM - Chachapoyas, el día 13 de noviembre del año 2024, siendo las 10:00 horas, el Aspirante Diana Katherine Novoa Cabrera, cuyo asesor es Dr. Oscar Pizarro Salazar, defiende en sesión pública presencial la Tesis titulada: Microdureza Superficial de un ionomero y un ionomero vitreo modificado con resina sometido a bebidas Carbonatadas para obtener el Grado Académico de Maestro () / Doctor () en Estomatología, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, conformado por:

Presidente: Mg. Carlos Alberto Farje Gallardo
Secretario: Mg. Erixson Alexander Jimenez Torres
Vocal: Dra. Carla María Ordóñez Ramírez



Luego de la sustentación y absueltas las preguntas del Jurado Evaluador se procedió a la calificación individual y secreta, teniendo el resultado de:

Aprobada () / Desaprobada () por Unanimidad () / Mayoría () .

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación, se levanta la sesión.

Siendo las 11:30 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis.

[Signature]
PRESIDENTE

Nombres y apellidos: Carlos Alberto Farje Gallardo
DNI: 41868734

[Signature]
SECRETARIO

Nombres y apellidos: Erixson Alexander Jimenez Torres
DNI: 42081369

[Signature]
VOCAL

Nombres y apellidos: Carla María Ordóñez Ramírez
DNI: 18131989

[Signature]
ASESOR

Nombres y apellidos: Oscar Pizarro Salazar
DNI: 44380287

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iv
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	v
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	vi
REPORTE DE TURNITIN.....	vii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN	xii
ABSTRAC	xiv
I. INTRODUCCIÓN	15
II. MATERIAL Y MÉTODOS	19
III. RESULTADOS	25
IV. DISCUSIÓN	32
V. CONCLUSIONES:.....	39
VI. RECOMENDACIONES	40
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01:	Resultado de la microdureza superficial del ionómero vítreo modificado con resina sometido a bebidas carbonatadas - in vitro y sin sometimiento a bebidas carbonatadas.....	25
Tabla 02:	Resultado de la microdureza superficial del giómero sometido a bebidas carbonatadas - in vitro y sin sometimiento a bebidas carbonatadas.....	26
Tabla 03:	Resultado de la prueba de normalidad de los valores de microdureza superficial del giómero y ionómeros de vidrios modificado con resina sometido y no sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro	27
Tabla 04:	Resultado del estadístico paramétrico ANOVA de los valores de microdureza superficial del giómero y ionómeros de vidrios modificado con resina sometido y no sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro	28
Tabla 05:	Resultado de las diferencias entre grupos diferencia entre la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01:	Diferencias de medias de la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro.....	30
-------------------	---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	48
Anexo 2. Operacionalización de variables.....	47
Anexo 3. Certificado de resultados de ensayo	48
Anexo 4. Registro fotográfico	51

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo principal determinar la diferencia en la microdureza superficial entre un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina, ambos sometidos a bebidas carbonatadas. La investigación fue del tipo experimental in vitro, comparativo, prospectivo y transversal. Para ello, se prepararon 40 discos, divididos en cuatro grupos: dos de ionómero (uno expuesto a bebidas carbonatadas y otro no) y dos de giómero (uno expuesto y otro no). La microdureza superficial fue evaluada utilizando un microdurómetro digital, siguiendo las normativas ISO 4049 y ASTM E-384. Los discos, de 4 mm de circunferencia y 6 mm de altura, se elaboraron sin defectos visibles. El análisis estadístico ANOVA reveló diferencias significativas entre los grupos ($p < 0,05$). Los giómeros sin exposición a bebidas carbonatadas mostraron una mayor microdureza (media: 40.90) en comparación con los ionómeros (media: 14.58). Sin embargo, los giómeros expuestos a bebidas carbonatadas experimentaron una disminución considerable en su microdureza (media: 21.19), más pronunciada que en los ionómeros modificados con resina (media: 14.25), siendo ambas diferencias significativas ($p < 0,05$). En conclusión, la exposición a bebidas carbonatadas reduce notablemente la microdureza de ambos materiales, afectando en mayor medida al giómero. Estos hallazgos sugieren que la selección del material restaurador debe tener en cuenta la posible exposición a bebidas carbonatadas, ya que esto puede comprometer la durabilidad del material dentro de la cavidad oral.

Palabras clave: Microdureza superficial, giómero, ionómero vítreo modificado, bebidas carbonatadas, materiales de restauración

ABSTRAC

The primary objective of the study was to determine the difference in surface microhardness between a giomer and a resin-modified glass ionomer, both exposed to carbonated beverages. The research was of an experimental, in vitro, comparative, prospective, and cross-sectional design. For this, 40 discs were prepared and divided into four groups: two ionomer groups (one exposed to carbonated beverages and one not) and two giomer groups (one exposed and one not). Surface microhardness was evaluated using a digital microhardness tester, following ISO 4049 and ASTM E-384 standards. The discs, measuring 4 mm in circumference and 6 mm in height, were fabricated without visible defects. ANOVA statistical analysis revealed significant differences between the groups ($p < 0.05$). Giomers not exposed to carbonated beverages exhibited higher microhardness (mean: 40.90) compared to ionomers (mean: 14.58). However, giomers exposed to carbonated beverages experienced a considerable decrease in microhardness (mean: 21.19), more pronounced than in resin-modified ionomers (mean: 14.25), with both differences being significant ($p < 0.05$). In conclusion, exposure to carbonated beverages significantly reduces the microhardness of both materials, with a greater impact on the giomer. These findings suggest that the selection of restorative material should consider the potential exposure to carbonated beverages, as this may affect the material's durability within the oral cavity.

Keywords: Surface microhardness, giomer, resin-modified glass ionomer, carbonated beverages, restorative materials

I. INTRODUCCIÓN

No solo en la literatura científica, sino también en la industria dental se ha observado una tendencia en relación con el desarrollo de nuevos materiales restauradores híbridos que combinan composites de resina y cementos de ionómero de vidrio (CIV). El enfoque implica combinar las propiedades ventajosas de los composites de pareja adhesivo-resina (resistencia mecánica, estética y alta fuerza de unión) y los CIV (propiedades autoadhesivas, tolerancia a la humedad y liberación de iones) (Klee et al., 2020).

Esta intención casi quimérica ya dio como resultado la variante resinosa y aún autoadhesiva de los CIV convencionales, es decir, los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina (CIV-RM), así como las variantes de composites de resina que liberan iones pero aún no son adhesivas, es decir, los compómeros y giómeros (Ilie & Hickel, 2011), hace aproximadamente 20 años. Los CIV-RM se han probado ampliamente en investigaciones recientes y mostraron buenas características mecánicas (Francois et al., 2020) y valores aceptables de fuerza de unión. Entre ellos, el ionómero vítreo modificado con resina y el giómero han ganado popularidad en la odontología moderna debido a su versatilidad y capacidad para liberar flúor, lo que contribuye a la prevención de caries secundarias.(Francois et al., 2020) Actualmente, la capacidad limitada de los materiales restauradores convencionales para inhibir las caries secundarias sigue siendo un problema. (Askar et al., 2020) Por lo tanto, el desarrollo de nuevos materiales restauradores anticaries para niños es de gran importancia.

Sin embargo, la exposición de estos materiales a diferentes agentes en la cavidad oral, como las bebidas carbonatadas, plantea interrogantes sobre su comportamiento frente a la erosión y desgaste, efectodo su microdureza superficial, que es un indicador clave de la resistencia mecánica de los materiales. dentales restauradores(Alarcón & Chávez, s. f.).

Las bebidas carbonatadas, debido a su alto contenido de ácido y bajo pH, pueden inducir un proceso de desmineralización en la superficie de los materiales restauradores, disminuyendo su dureza y resistencia al desgaste. (Tahmassebi & BaniHani, 2020) Este fenómeno podría comprometer la integridad de las restauraciones dentales, aumentando el riesgo de fallas clínicas a largo plazo, es decir, los ácidos que componen estas bebidas pueden degradar la superficie del esmalte dental y de una restauración, además que forman parte de los factores para generar caries dental (Elwardani et al., 2019) . En este

contexto, es esencial analizar cómo los materiales restauradores como los ionómeros vítreos modificados con resina y los giómeros responden a la exposición a estas sustancias ácidas, con el fin de determinar su viabilidad clínica y recomendar el material más adecuado según las necesidades del paciente.

Los materiales de ionómero de vidrio modificados con resina son materiales híbridos de cemento de ionómero de vidrio tradicional con una pequeña adición de resina fotopolimerizable y, por lo tanto, presentan propiedades intermedias a las de los dos, con algunas características superiores a las de los materiales de ionómero de vidrio convencionales. En general, tienen las ventajas de ambos, como la adhesión a la estructura dental, la estética, la liberación de flúor y el endurecimiento rápido con luz visible. (Sidhu & Watson, 2022) La modificación con resina le otorga mayor resistencia mecánica y menor sensibilidad a la humedad, haciéndolo adecuado para restauraciones en cavidades de baja carga o en situaciones donde se requiere una liberación sostenida de flúor.(Goodacre et al., 2023)

Combinando las características de las resinas compuestas y los ionómeros de vidrio, se han obtenido productos híbridos conocidos como giómeros; los giómeros representan una clase especial de composites que ofrecen tanto protección contra la caries como resultados funcionales y estéticos, al incorporar partículas de relleno de vidrio pre-reaccionado en la matriz del material compuesto.(Rusnac et al., 2019) El giómero es un material restaurador que combina características de resina compuestas y de ionómero vítreo, con una matriz de resina reforzada que incluye partículas bioactivas capaces de liberar y recargar flúor en presencia de agentes cariogénicos. Este tipo de material presenta una estética mejorada y propiedades físicas adecuadas, lo que lo convierte en una opción viable para restauraciones en dientes anteriores y posteriores.(Jiménez et al., 2023)

Ambos materiales son ampliamente utilizados en odontología, pero se diferencian en su respuesta a los desafíos del entorno oral, particularmente frente a agentes erosivos como las bebidas carbonatadas, que pueden comprometer su dureza superficial y, por lo tanto, su durabilidad clínica. (Gonzalez et al., 2020)

Las bebidas carbonatadas tienen efectos secundarios en la salud bucal y en general. Aunque la Administración de Alimentos y Medicamentos ha demostrado que los

ingredientes de estas bebidas son seguros, tienen efectos secundarios, especialmente cuando se consumen con regularidad. Conocer los efectos secundarios de estas bebidas carbonatadas puede ayudarle a elaborar un plan de alimentación y unas elecciones nutricionales adecuadas. El estudio realizado por Novais. demostró que las bebidas carbonatadas, cuando se consumen con regularidad, pueden provocar caries dentales graves (Novais et al., 2009), así mismo, contienen altos niveles de ácido fosfórico, ácido cítrico y azúcares, lo que las convierte en un factor de riesgo importante para la erosión dental. El bajo pH de estas bebidas favorece la desmineralización de la superficie dental y de los materiales restauradores, afectando su resistencia y propiedades mecánicas (Sushma et al., 2022). Los estudios científicos nos han demostrado que la exhibición repetida a estas sustancias puede disminuir de manera significativa los valores de microdureza superficial de los materiales de restauración, lo cual, genera un desgaste prematuro, pérdida de estructura y aumento de la rugosidad superficial de la resina. (Dehghani et al., 2023).

La microdureza superficial de los materiales restauradores es también un predictor clave de la resistencia al desgaste de los composites. La dureza puede definirse como la capacidad de un material para resistir la indentación o la penetración. Dicho de otra manera, la dureza se refiere a la medida en que un material puede soportar las fuerzas de masticación y el desgaste producido por la exposición a agentes químicos y mecánicos en la cavidad oral. (Yang et al., 2023). Por lo tanto, una disminución en la microdureza de los materiales restauradores indica una susceptibilidad elevada a la erosión y al desgaste, lo que resulta perjudicial para la longevidad de la restauración. (Karatas et al., 2024) La microdureza superficial de los materiales restauradores puede determinarse a través de la prueba de microdureza Vickers, que presupone una aplicación de la carga constante a una superficie mediante un diamante en forma de pirámide. La prueba mide la indentación de la superficie del material y proporciona información precisa sobre la resistencia mecánica y la capacidad del material para resistir la deformación plástica.

La presente investigación busca profundizar en estos hallazgos, comparando de manera específica la respuesta de ambos materiales frente a condiciones simuladas de exposición a bebidas carbonatadas.

El presente estudio de investigación tuvo como objetivo principal abordar la siguiente interrogante: ¿Cuál es la diferencia entre la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina cuando fueron sometidas a bebidas carbonatadas, en un entorno in vitro? Dicha pregunta nos permitió podernos orientar el trabajo hacia un mejor entendimiento de las variaciones en las propiedades de estos materiales.

Así mismo, el estudio también buscó, evaluar la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina después de haber sido sometido a bebidas carbonatadas, en condiciones in vitro. Para ello, se han realizado pruebas controladas que nos permitieron simular un ambiente de exposición de manera constante, similar al que podrían experimentar en cavidad bucal.

Además, se consideró la microdureza superficial de ambos materiales sin someterlos a la acción de las bebidas carbonatadas, lo que permitió establecer una línea base para comparaciones.

Los resultados de las muestras con que fueron sometidas a bebidas carbonatas y las que no lo fueron se han comparado para poder analizar las diferencias en la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina, esta comparación, es muy necesaria, ya que reveló información importante sobre como se desempeñan estos materiales frente a la erosión ácida.

El Objetivo general de nuestro trabajo de investigación fue: Determinar la microdureza superficial de un ionómero vítreo modificado con resina sometido a bebidas carbonatadas - in vitro, así mismo, los objetivos específicos fueron: Evaluar la microdureza superficial un ionómero vítreo modificado con resina sometido a bebidas carbonatadas - in vitro; determinar la microdureza superficial de un ionómero vítreo modificado con resina sin ser sometido a bebidas carbonatadas - in vitro y por último comparar la microdureza superficial un ionómero vítreo modificado con resina sometidos y no sometido a bebidas carbonatadas - in vitro

II. MATERIAL Y MÉTODOS

Población, muestra y muestreo

Población

La población estuvo constituida por 40 discos de giómeros y ionómeros de vidrio modificado con resina.

Muestra

La muestra se realizó según las especificadas en la Organización Internacional de Estandarización (ISO), la cual, menciona que, para los ensayos de resistencia compresiva, por cada material se debe trabajar por lo menos con ocho (10) probetas (ISO 4049:2009).

Las muestras se dividieron en 4 grupos donde cada grupo presentó 10 probetas, teniendo un total de 40 muestras.

Grupo1: 10 discos Ionómero vitreo modificado con resinas 3M™ Vitremer™ sometidas a bebidas carbonatadas.

Grupo2: 10 discos de Ionómero vitreo modificado con resinas 3M™ Vitremer™ sin ser sometidas a bebidas carbonatadas.

Grupo3: 10 discos de giómero Beautifil II restaurative sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro.

Grupo4: 10 discos de giómero Beautifil II restaurative sin ser sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro.

Muestreo

Se utilizó un muestreo no aleatorio por conveniencia.

Criterios de inclusión

Materiales restauradores definitivos de ionómero vitreo modificado con resina.

Discos de muestras de giómeros y ionómero vitreo modificado con resina que no presentaron burbujas, fracturas y defectos en su fabricación.

Criterios de exclusión

Especímenes de giómeros y ionómero vítreo modificado con resina que:
no presentaron las dimensiones determinadas.
presentaron burbujas y fracturas
con ionómero vítreo con ausencia total o parcial de polimerización.
no cumplieron con las especificaciones ISO 4049 requeridas.

Hipótesis.

H₀: Existe diferencia entre la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro.

H₁: No existe diferencia entre la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro.

Metodología

Tipo de investigación

El enfoque del estudio fue experimental in vitro, ya que se investigaron y analizaron los efectos de diferentes variables o tratamientos sobre un fenómeno específico, lo que permitió obtener conclusiones más sólidas y confiables. También fue comparativo, dado que se buscó comparar el efecto de dos condiciones sobre una variable de interés, lo que permitió identificar diferencias significativas entre ellas y determinar cuál fue más efectiva.

El estudio se realizó in vitro, ya que los trabajos de laboratorio se realizaron en un entorno controlado de laboratorio, lo que garantizó condiciones reproducibles y permitió aislar el efecto de las variables de interés sin la interferencia de factores externos. Además, fue prospectivo, porque los datos se recolectaron de manera directa a partir de fuentes primarias en el presente o futuro, proporcionando información actualizada y relevante para abordar las preguntas de investigación. Finalmente, el diseño fue transversal, ya que la medición de la variable de estudio se realizó en un único momento del tiempo, lo que permitió obtener una instantánea de la situación en un período determinado y comparar diferentes grupos o condiciones en ese momento específico (Sampieri, 2014).

Técnica e instrumento de recolección de datos

Técnica: Se realizó teniendo en cuenta las normas ISO 4049, lo que le dio confiabilidad y una referencia de calidad óptima al proyecto de investigación.

Instrumento de recolección de datos: El instrumento empleado para poder medir de la microdureza superficial fue el microdurómetro (Vickers) electrónico marca LG – HV 1000, ensayo ejecutado por el High Technology Laboratory Certificate S.A.C utilizando el procedimiento ASTM E384-17 “metodología de prueba modelo para la microdureza de materiales por microindentación”, y midió la microdureza superficial de los ionómeros vítreos analizados. El microdurómetro fue el instrumento ideal para medir la microdureza superficial de los ionómeros vítreos debido a su precisión, confiabilidad, cumplimiento normativo, facilidad de uso, adaptabilidad a diferentes materiales y validación científica. Su capacidad para proporcionar datos detallados y precisos aseguró una caracterización adecuada y confiable de las propiedades de los biomateriales que fueron utilizados.

Los datos obtenidos con el microdurómetro digital fueron anotados en una ficha de recolección de datos. La ficha de recolección de datos no requirió validación adicional porque actuó simplemente como un registro de datos generados por un instrumento de alta precisión y confiabilidad. El uso de un microdurómetro digital que cumplió con la normativa ASTM garantizó que los datos fueran precisos y válidos desde el origen, eliminando la necesidad de validar la herramienta de recolección de datos.

Procedimiento: El equipo que se utilizó para el ensayo de microdureza superficial fue el microdurómetro, una máquina automatizada apta para medir la micro y macrodureza en las escalas Vickers, Knoop y Brinell. Este equipo resultó ideal para trabajos de investigación, ya que permitió realizar pruebas personalizadas mediante la opción de carga libre.

La elaboración de los discos de giómeros y de ionómero vítreo modificado con composite de resina para la prueba de ensayo se realizó siguiendo las normas dispuestas por el ISO 4049:2009, "materiales de restauración y pruebas mecánicas". Cada disco tuvo una circunferencia de 4 mm y una altura de 6 mm, utilizando un molde de cobre, el cual, al momento de su uso fue aislado con vaselina, lo cual nos permitió poder tener más control sobre los especímenes que se fueron elaborando.

Se formaron cuatro grupos: G1, G2, G3 y G4. El primer grupo (G2) estuvo conformado por 10 discos de ionómero vítreo modificado con resinas 3M™ Vitremer™, los cuales fueron sometidos a bebidas carbonatadas. El segundo grupo (G1) incluyó 10 discos de ionómero vítreo modificado con resinas 3M™ Vitremer™, sin ser sometidos a bebidas carbonatadas. El tercer grupo (G4) estuvo compuesto por 10 discos de giómero Beautifil II Restorative, expuestos a bebidas carbonatadas in vitro. Finalmente, el cuarto grupo (G3) incluyó 10 discos de giómero Beautifil II Restorative sin haber sido expuestos a bebidas carbonatadas in vitro.

La temperatura del laboratorio donde se realizó el trabajo fue monitoreada utilizando un termómetro ambiental de la marca TA318 (serie:20229221508), fabricado en China, con capacidad de medir en un rango de -10°C a 50°C. Este dispositivo obtuvo permitido un registro de la temperatura promedio del ambiente. Además, la humedad relativa fue registrada con el termohigrómetro durante los días en que se prepararon los días en los que fueron preparados las probetas.

La preparación de los especímenes de ionómero vítreo modificado con resina se inició en una sesión diurna, de 8:00 am a 12:30 pm, con iluminación natural, y se evaluó la temperatura del ambiente. Se realizaron 10 discos de giómeros y de ionómero de vidrio modificado con resina para cada grupo de estudio, de acuerdo con las especificaciones de la Organización Internacional de Estandarización (ISO 4049:2009)

Previo a la confección de los especímenes, se calculó la longitud de onda (intensidad) de la lámpara LED marca woodpecker, y se ha registrado la intensidad promedio de 1500mW/cm² con un radiómetro. Para la confección de los especímenes, se mandó a fabricar un molde de cobre con una circunferencia de 4 mm y una altura de 6 mm para cada disco.

El primer incremento del giómero Beautifil II restaurative de la marca SHOFU (LOTE:3213213) se realizó a 1 mm de altura, seguido de la fotopolimerización, tras lo cual se agregó otro incremento de 1 mm de resina y se volvió a fotopolimerizar, completando así los 6 mm de altura para cada disco y asegurando la completa polimerización de la resina.

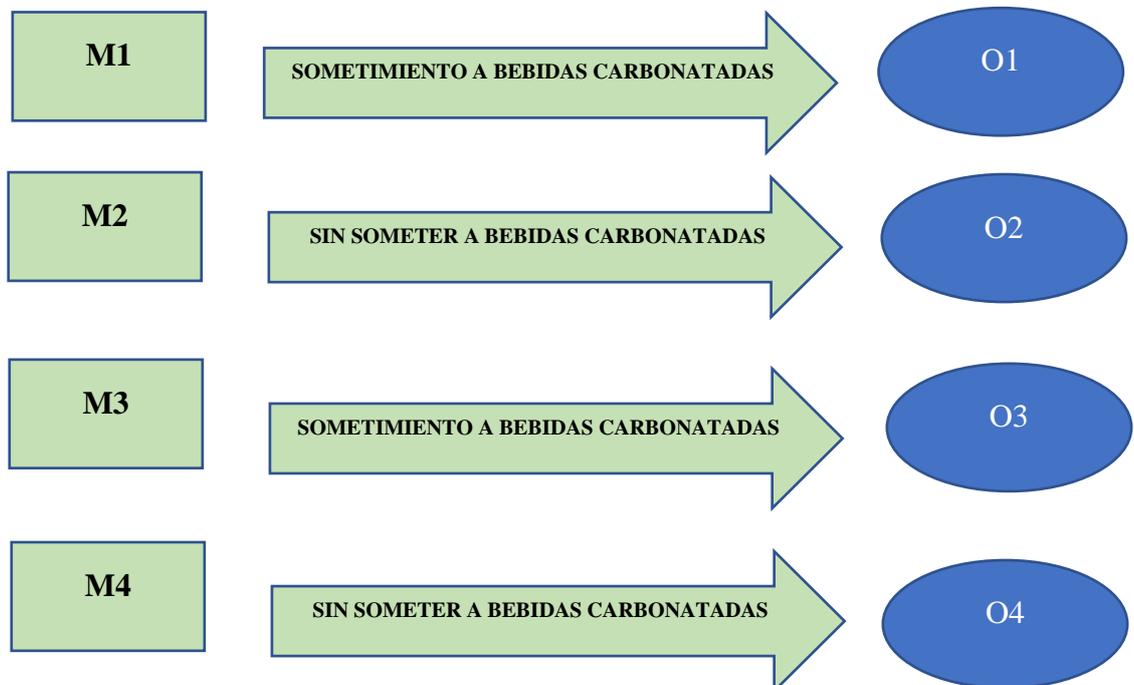
Antes de proceder con la fotopolimerización del último incremento, se utilizó una cinta de celuloide junto con una lámina portaobjetos. Este procedimiento se llevarona cabo con

la finalidad de poder aplicar presión manual y quitar el exceso de material restaurador, garantizando una superficie nivelada y paralela al molde. Posteriormente, se retiró la lámina portaobjetos y se realizó luego la polimerización del último incremento. El tiempo de polimerización del ionómero de vidrio modificado con resina de la marca Vitremer de la marca 3M, (LOTE:10188110) fue establecido siguiendo las instrucciones del fabricante. Como resultado, se obtuvieron 40 muestras, que fueron divididas en cuatro grupos (G1, G2, G3, G4) para su posterior evaluación.

De los cuatro grupos en mención el grupo G2 Y G4 fueron sometidos a bebidas carbonatadas por 14 días consecutivos y el grupo G1 y G3 fueron colocados en cloruro de sodio, posterior al tiempo de exposición todos los grupos fueron llevados para su el ensayo de microdureza superficial.

Una vez finalizadas las exposiciones de las muestras, se procedió a realizar el ensayo de dureza Vickers en el laboratorio seleccionado. Finalmente, los datos obtenidos de cada muestra fueron registrados en una tabla de microdureza superficial en unidades HV, siguiendo las pautas establecidas por la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM 384-17).

Esquema de investigación



DONDE:

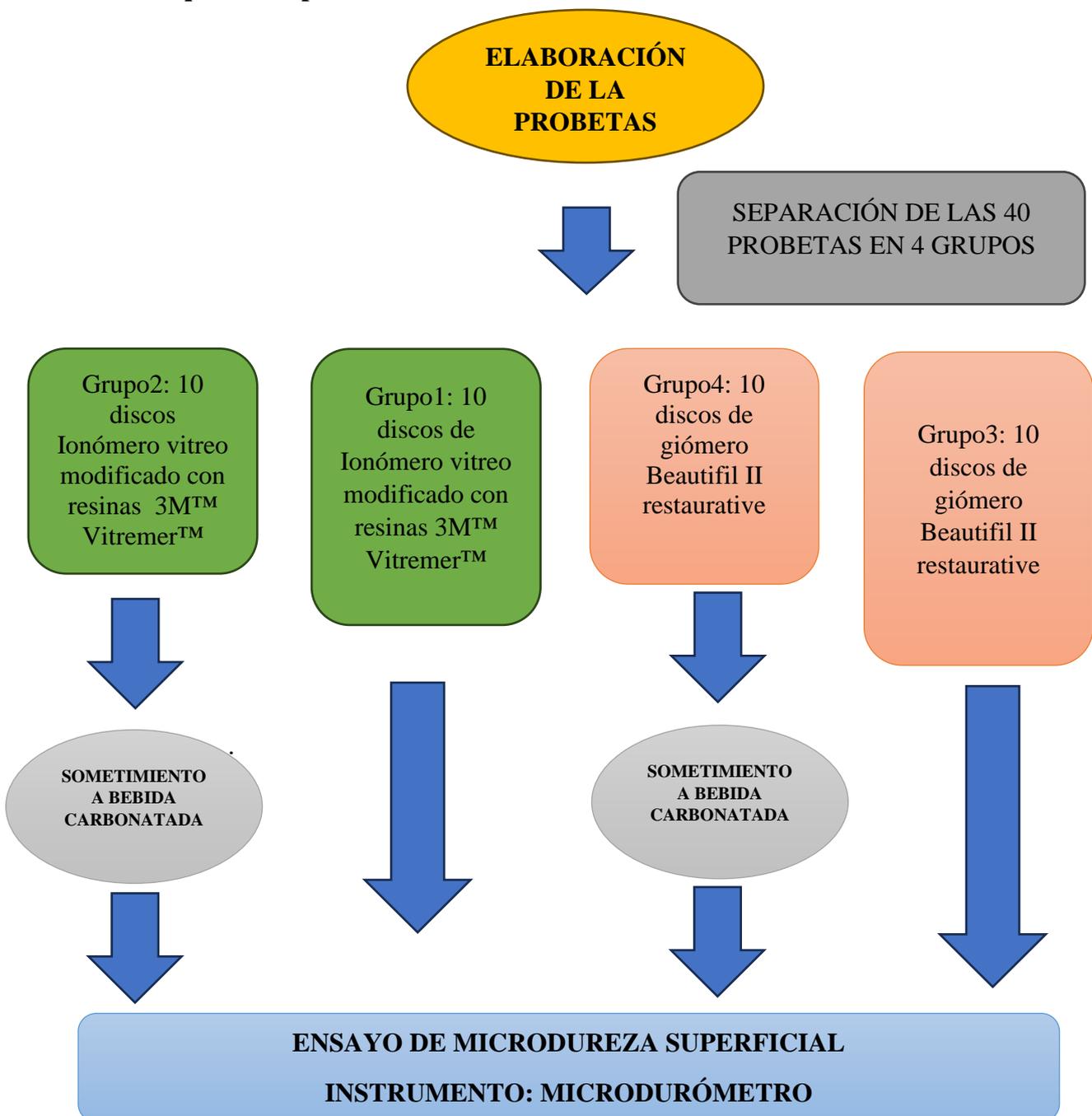
(M1) = Ionómero vitreo modificado con resinas 3M™ Vitremer™ sometidas a bebidas carbonatadas.

(M2) = Ionómero vitreo modificado con resinas 3M™ Vitremer™ sin ser sometidas a bebidas carbonatadas.

(O1) = Microdureza superficial del giómero Beautifil II restaurative sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro.

(O2) = Microdureza superficial del giómero Beautifil II restaurative sin ser sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro.

Esquema del procedimiento



III. RESULTADOS

Tabla 1

Resultado de la microdureza superficial del ionómero vítreo modificado con resina sometido a bebidas carbonatadas - in vitro y sin sometimiento a bebidas carbonatadas.

GRUPOS	VALORES MICRODUREZA SUPERFICIAL		Estadístico	Error estándar	
Grupo 1:	Media		14.5800	.42237	
Ionómero vítreo + Cloruro	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	13.6245		
		Límite superior	15.5355		
	Media recortada al 5%		14.5944		
	Mediana		14.7500		
	Varianza		1.784		
	Desviación estándar		1.33566		
	Mínimo		12.60		
	Máximo		16.30		
	Rango		3.70		
	Rango intercuartil		2.45		
	Asimetría		-.348	.687	
	Curtosis		-1.336	1.334	
	Grupo 2:	Media		14.2500	.28412
	Ionómero vítreo + Bebida carbonatada	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	13.6073	
Límite superior			14.8927		
Media recortada al 5%			14.2444		
Mediana			14.2000		
Varianza			.807		
Desviación estándar			.89846		
Mínimo			12.70		
Máximo			15.90		
Rango			3.20		
Rango intercuartil			1.20		
Asimetría			.179	.687	
Curtosis			.569	1.334	

El grupo 1 nos muestra una media de microdureza de 14.5800 con un error estándar de 0.42237. El intervalo de confianza del 95% para la media va desde 13.6245 (límite inferior) hasta 15.5355 (límite superior). La media recortada al 5% es 14.5944, mientras que la mediana es 14.7500, lo que indica una ligera simetría en la distribución de los datos, en tanto, el grupo 2 la media de microdureza superficial es de 14.2500 con un error

estándar de 0.28412. El intervalo de confianza del 95% para la media varía entre 13.6073 (límite inferior) y 14.8927 (límite superior). La media recortada al 5% es de 14.2444, y la mediana es de 14.2000, lo que también refleja una distribución simétrica. Ambos grupos muestran valores de sus medias y medianas similares, lo que indica que los datos de microdureza superficial están relativamente centrados. Sin embargo, el Grupo 1 presenta una mayor dispersión en comparación con el Grupo 2, como lo refleja la mayor variación y desviación estándar

Tabla 2

Resultado de la microdureza superficial del giómero sometido a bebidas carbonatadas - in vitro y sin sometimiento a bebidas carbonatadas.

GRUPOS	VALORES MICRODUREZA SUPERFICIAL		Estadístico	Error estándar
Grupo 3: Giomero + Cloruro	Media		40.9000	2.11361
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	36.1187	
		Límite superior	45.6813	
		Media recortada al 5%	41.1000	
	Mediana		42.7500	
	Varianza		44.673	
	Desviación estándar		6.68381	
	Mínimo		29.80	
	Máximo		48.40	
	Rango		18.60	
	Rango intercuartil		12.83	
	Asimetría		-.604	.687
	Curtosis		-1.094	1.334
	Grupo 4: Giomero + Bebida carbonatada	Media		21.1900
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	18.8431	
		Límite superior	23.5369	
Media recortada al 5%			21.1222	
Mediana			20.9500	
Varianza			10.763	
Desviación estándar			3.28074	
Mínimo			15.50	
Máximo			28.10	
Rango			12.60	

Rango intercuartil	3.63	
Asimetría	.534	.687
Curtosis	2.072	1.334

El grupo 3, presenta una media de microdureza superficial de 40.9000, con un error estándar de 2.11361. El intervalo de confianza del 95% para la media varía entre 36.1187 (límite inferior) y 45.6813 (límite superior). La media recortada al 5% es de 41.1000, lo que sugiere que los datos más extremos tienen poca influencia en la media. La mediana es de 42.7500, lo que indica una ligera diferencia respecto a la media y el grupo 4 tiene media de microdureza superficial de 21.1900 con un error estándar de 1.03746. El intervalo de confianza del 95% para los medios está comprendido entre 18.8431 (límite inferior) y 23.5369 (límite superior). La media recortada al 5% es de 21.1222, y la mediana es de 20.9500, lo que sugiere una distribución más cercana a la simetría.

El Grupo 3 y el Grupo 4: Giomero + Bebida carbonatada, presentan una diferencia notable en la dispersión de los datos.

Tabla 3

Resultado de la prueba de normalidad de los valores de microdureza superficial del giómero y ionómeros de vidrios modificado con resina sometido y no sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro

Materiales Restauradores		Estadístico	Shapiro-Wilk gl	Sig.
Microdureza Superficial	Grupo 1: Ionómero vítreo + Cloruro	.926	10	.408
	Grupo 2: Ionómero vítreo + Bebida carbonatada	.970	10	.891
	Grupo 3: Giomero + Cloruro	.907	10	.261
	Grupo 4: Giomero + Bebida carbonatada	.944	10	.601

El test de Shapiro-Wilk muestra que los datos de microdureza superficial para los cuatro grupos evaluados tienen una distribución normal.

Tabla 4

Resultado del estadístico paramétrico ANOVA de los valores de microdureza superficial del giómero y ionómeros de vidrios modificado con resina sometido y no sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro

ANOVA					
Microdureza Superficial					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4708.534	3	1569.511	108.190	.000
Dentro de grupos	522.250	36	14.507		
Total	5230.784	39			

Del cuadro anterior podemos observar que el valor de significancia (Sig.) es 0.000, lo que significa que $p < 0.05$. Esto implica que hay existen diferencias significativas, desde el punto de vista estadístico, en la microdureza superficial entre los diferentes materiales restauradores evaluados.

Tabla 5

Resultado de las diferencias entre grupos diferencia entre la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro.

Comparaciones múltiples (HSD Tukey)							
Variable dependiente:	Microdureza Superficial		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior Límite superior	
(I) Materiales Restauradores	Grupo 1:	Grupo 2:					
	Ionómero vítreo + Cloruro	Ionómero vítreo + Bebida carbonatada	.33000	1.70335	.997	-4.2575	4.9175
		Grupo 3: Giómero + Cloruro	-26,32000*	1.70335	.000	30.9075	21.7325

	Grupo 4: Giomero + Bebida carbonatada	-6,61000*	1.70335	.002	11.1975	-	-2.0225
Grupo 2: Ionómero vítreo + Bebida carbonatada	Grupo 1: Ionómero vítreo + Cloruro	-.33000	1.70335	.997	-4.9175		4.2575
	Grupo 3: Giomero + Cloruro	-26,65000*	1.70335	.000	31.2375	-	-
	Grupo 4: Giomero + Bebida carbonatada	-6,94000*	1.70335	.001	11.5275	-	-2.3525
Grupo 3: Giomero + Cloruro	Grupo 1: Ionómero vítreo + Cloruro	26,32000*	1.70335	.000	21.7325		30.9075
	Grupo 2: Ionómero vítreo + Bebida carbonatada	26,65000*	1.70335	.000	22.0625		31.2375
	Grupo 4: Giomero + Bebida carbonatada	19,71000*	1.70335	.000	15.1225		24.2975
Grupo 4: Giomero + Bebida carbonatada	Grupo 1: Ionómero vítreo + Cloruro	6,61000*	1.70335	.002	2.0225		11.1975
	Grupo 2: Ionómero vítreo + Bebida carbonatada	6,94000*	1.70335	.001	2.3525		11.5275
	Grupo 3: Giomero + Cloruro	-19,71000*	1.70335	.000	24.2975	-	-

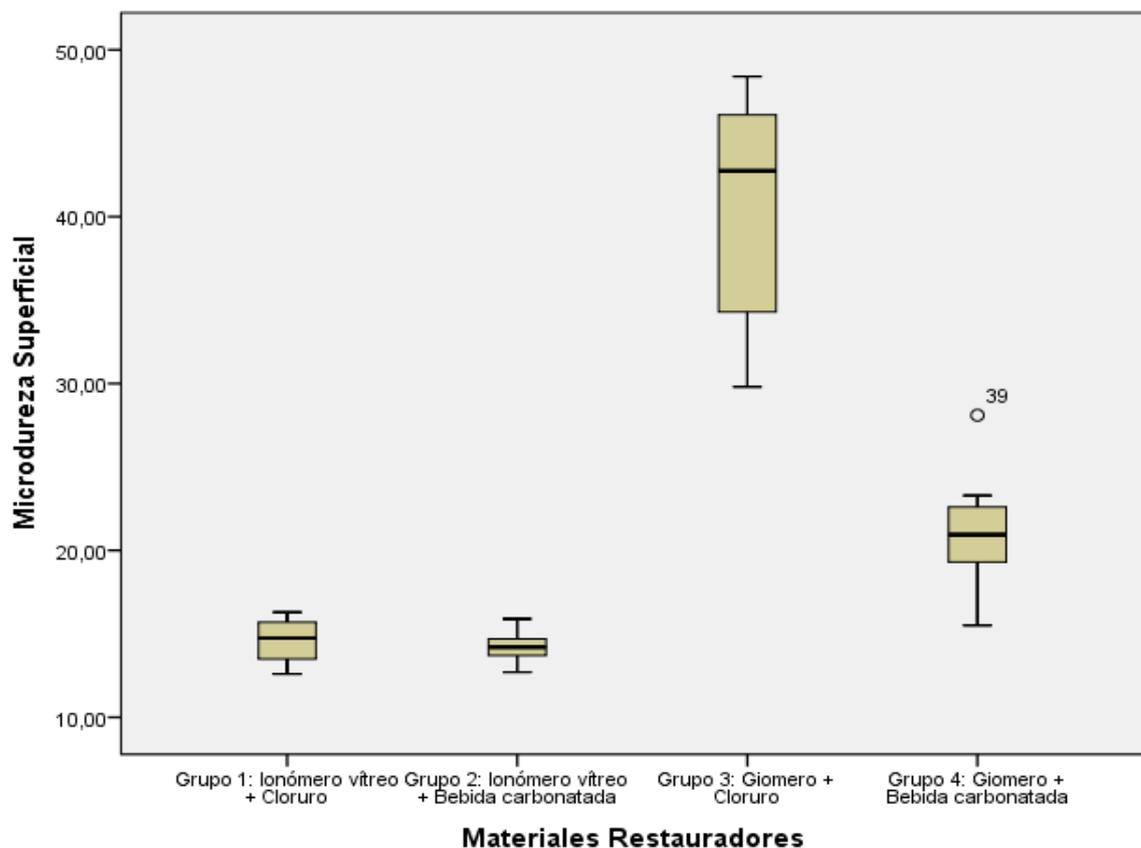
Del gráfico anterior se puede observar que el Grupo 2 y el grupo 1, que incluye muestras de ionómero vítreo expuesto a cloruro, se encuentran en el mismo subconjunto, lo que indica que no existen diferencias significativas entre ellos ya que observamos un valor de sig. 0.997. ($p > 0.05$)

El Grupo 4, compuesto por giómero sometido a bebidas carbonatadas, sugiere una diferencia significativa en la microdureza entre los demás grupos puesto que presenta valores de significancia menores a 0.05 ($p < 0.05$)

Por último, el Grupo 3, conformado por giómero expuesto a cloruro, los valores indican que es significativamente diferente en comparación con los otros tres grupos. ($p < 0.05$)

Figura 1

Diferencias de medias de la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro.



El gráfico de cajas y bigotes muestra la distribución de la microdureza superficial para los cuatro grupos de materiales restauradores sometidos y no sometidos a bebidas carbonatadas.

El Grupo 1 y el Grupo 2 presentan valores de microdureza superficial relativamente bajos y similares, con medias cercanas a los 14, y una dispersión pequeña de datos.

El Grupo 3 muestra los valores más altos de microdureza superficial, con una mediana cercana a 40 y un rango intercuartílico mayor, lo que indica una mayor dispersión de los

datos en comparación con los otros grupos. Además, se observa un valor atípico en este grupo representado por

El Grupo 3 muestra los valores más altos de microdureza superficial, con una mediana cercana a 40 y un rango intercuartílico mayor, lo que indica una mayor dispersión de los datos en comparación con los otros grupos, por último, el grupo 4 presenta una media en torno a 21, con una dispersión de los datos mayor que en los grupos de ionómero vítreo, pero menor que en el Grupo 3.

Este gráfico permite visualizar claramente la diferencia significativa en la microdureza entre los materiales restauradores, donde se puede observar que el ionómero al ser sometido a bebidas carbonatadas sufre mayor alteración de su microdureza superficial que los ionómeros de vitrios que fueron modificados con resina.

IV. DISCUSIÓN

El estudio de Geurtsen et al. (2019) establece un marco comparativo sobre la microdureza superficial y la liberación de flúor de compómeros en diversas condiciones de almacenamiento. Al comparar estos hallazgos con nuestra investigación, se observan similitudes en la disminución de la microdureza superficial tras la exposición a medios agresivos. En nuestro estudio, tanto un giómero como un ionómero vítreo modificado con resina mostraron una reducción significativa en la microdureza tras ser expuestos a bebidas carbonatadas, alineándose con los resultados de Geurtsen et al., quienes también reportaron una disminución en la dureza Vickers tras el almacenamiento en tampones de saliva artificial. Se destaca que el giómero presentó una mayor microdureza inicial, pero su reducción fue más notable tras la exposición a las bebidas carbonatadas, posiblemente debido a diferencias en su composición química que lo hacen más susceptible al ataque ácido. Además, aunque no se evaluó la liberación de flúor en nuestra investigación, se sugiere que esta podría relacionarse con el deterioro superficial del material. Ambos estudios concluyen que los materiales restauradores sufren una reducción en su microdureza cuando son expuestos a medios ácidos o agresivos. Se enfatiza la necesidad de investigar más sobre la liberación de flúor y otros iones protectores para establecer recomendaciones clínicas más precisas, especialmente para pacientes con hábitos de consumo de bebidas carbonatadas. (Geurtsen et al, 2019)

El estudio realizado por Borges de Lima et al. Ofrece una perspectiva significativa sobre cómo las variaciones de temperatura afectan la microdureza superficial y la resistencia a la flexión de materiales utilizados en desoclusión dental temporal, como compómeros y resinas compuestas. Al comparar estos resultados con nuestra investigación sobre la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina expuestas a bebidas carbonatadas, se identifican similitudes y diferencias relevantes. En nuestra investigación, ambos materiales restauradores mostraron una disminución notable en la microdureza superficial tras la exposición a bebidas carbonatadas, siendo el giómero el más afectado. Este resultado es coherente con los hallazgos de Borges de Lima, donde los materiales sometidos a variaciones térmicas también presentaron una reducción significativa en su microdureza, especialmente aquellos que pasaron por ciclo térmico. Esto sugiere que tanto el estrés térmico como la exposición a ambientes ácidos pueden comprometer la estructura de los materiales restauradores, resultando en una menor dureza superficial. Sin embargo, una diferencia clave entre ambos estudios es que el

ionómero vítreo en el trabajo de Borges de Lima no mostró una reducción significativa en sus propiedades tras el ciclo térmico, mientras que en nuestro estudio, tanto el ionómero vítreo modificado con resina como el giómero sí presentó disminuciones en la microdureza al ser expuestos a bebidas carbonatadas. Esta discrepancia podría atribuirse a los distintos mecanismos de degradación que afectan a los materiales bajo condiciones térmicas frente a medios ácidos. Las bebidas carbonatadas pueden actuar como agentes erosivos, provocando desmineralización en la matriz inorgánica del material restaurador, mientras que el ciclo térmico podría inducir cambios en la expansión y contracción del material, afectando sus propiedades mecánicas de manera diferente. En conclusión, los estudios resaltan la importancia de considerar tanto las condiciones térmicas como las exposiciones a medios ácidos al evaluar las propiedades mecánicas de los materiales dentales, lo que puede tener implicaciones significativas para su uso clínico y durabilidad. (Borges de Lima et al. 2020)

La investigación de Moyin sobre el impacto de bebidas ácidas en la microdureza de materiales restauradores estéticos es relevante para nuestro estudio sobre la microdureza del giómero y el ionómero vítreo modificado con resina, expuestos a bebidas carbonatadas. Ambos estudios revelan similitudes y diferencias significativas.

Por un lado, Moyin y sus colaboradores encontraron que los tres materiales estudiados (composite nanohíbrido, giómero y composite nanocerámico) mostraban claramente una pérdida de microdureza tras la exposición a Coca-Cola, siendo el composite nanocerámico el de menor microdureza por efecto de la Coca-Cola. En la misma línea, nuestro estudio demostró una notable pérdida de su microdureza superficial del giómero y del ionómero vítreo, sugiriendo que las condiciones ácidas atacan los materiales restauradores, siendo estos dañados de forma irreversible. Con respecto a la magnitud de la pérdida, los autores indicaron que el composite nanohíbrido tenía un mejor comportamiento que los otros materiales, aunque en nuestro caso el giómero inicial mostró una mejor microdureza que la del ionómero, pero mostró una pérdida mayor de dicha microdureza tras la exposición a las bebidas carbonatadas, sugiriendo que esta clase de materiales con una composición resinosa puede ser más susceptible a la degradación ácida.

Un aspecto que es una diferencia importante, es que la evaluación temporal fue distinta, pues los Investigadores evaluaron a los 7 días y a los 15 días, mientras que en nuestro estudio sólo evaluamos en un único punto temporal. Ambos coinciden en que una exposición prolongada a ambientes ácidos puede agravar aún más la microdureza, pero subrayan la importancia de considerar la duración del contacto y la frecuencia de su consumo Finalmente, Moyin señala que el composite nanohíbrido retuvo mejor su microdureza, posiblemente por su estructura química. En contraste, aunque el juego mostró mayor dureza inicial, fue el más afectado por las bebidas carbonatadas, indicando que no siempre los materiales con mayor dureza inicial son los más resistentes a la degradación ácida. (Moyin et al. 2020)

La investigación de Wei Su et al. (2019) proporciona un contexto relevante para discutir los resultados obtenidos en nuestro estudio sobre la microdureza superficial de materiales restauradores, en particular el giómero y el ionómero vítreo modificado con resina, sometidos a la acción de bebidas carbonatadas. Su trabajo se centró en evaluar la capacidad de liberación y recarga de fluoruro en compuestos de resina dental modificados con hidróxidos dobles laminares (LDH), y cómo estas modificaciones afectan las propiedades físicas y biológicas de los materiales. Uno de los hallazgos clave fue que los compuestos con LDH presentaron una capacidad significativamente mayor de liberación y recarga de fluoruro en comparación con un compómero dental comercial (CC), sin comprometer las propiedades mecánicas, como la microdureza superficial y la resistencia a la flexión. En nuestro estudio, aunque no evaluamos la capacidad de liberación de fluoruro, los resultados muestran que la microdureza superficial del giómero y el ionómero vítreo disminuye tras la exposición a medios ácidos, lo cual puede estar relacionado con la posible lixiviación de componentes minerales, un fenómeno similar al observado por Wei Su y sus colaboradores con la liberación de iones Al^{3+} y Li^{+} el primer día. Respecto a la microdureza, los autores comprobaron que los productos con LDH (R3, R5) presentaron una microdureza bastante mayor respecto al compómero del producto comercial. Esto coincide parcialmente con nuestros resultados, dado que el giómero, un material que presenta una base con resina, tuvo una microdureza inicial mayor respecto al ionómero vítreo. Ambos materiales también presentaron alteraciones a consecuencia de las bebidas carbónicas, lo que pone de manifiesto la vulnerabilidad de estos materiales en ambientes con pH ácido. Estos resultados sugieren la necesidad de seguir investigando como nuestras modificaciones de la composición de los materiales, por ejemplo, el

estudio de alguna LDH, pueden mejorar las propiedades de estos materiales en situaciones adversas en el contexto clínico. (Wei Su et al.,2019)

Las investigaciones de Choi y su grupo, las que proponen una comparativa de las bebidas carbonatadas sobre la microdureza superficial de otros materiales restauradores como son el giómero y el ionómero vítreo modificado con resina, que han sido evaluados en el presente estudio. En las investigaciones de Choi y colaboradores se observó que las bebidas energéticas y las colas tuvieron una relación significativa con la reducción de microdureza, relación que se asemeja con lo encontrado en la presente investigación donde las bebidas carbonatadas produjeron un deterioro de la microdureza de los dos materiales evaluados. En particular, nuestro estudio demostró que el giómero y el ionómero vítreo modificado con resina sufrieron una disminución en la microdureza tras la exposición a las bebidas, con el giómero mostrando una mayor resistencia inicial, pero igualmente afectado por el medio ácido, como también se observó con los compuestos de resina en el estudio de Choi. Esto sugiere que las propiedades mecánicas de los materiales restauradores, incluidos los resinosos, son susceptibles al deterioro con la exposición prolongada a bebidas ácidas, como las colas y bebidas energéticas. En ambos estudios se resalta la importancia de reducir el consumo de estas bebidas para preservar la integridad de las restauraciones dentales. (Choi et al., 2019)

Los resultados de Gutiérrez Cueva y López Ríos (2019) son consistentes con los hallazgos obtenidos en nuestro estudio, en el cual evaluamos el efecto de bebidas carbonatadas sobre la microdureza de ionómeros vítreos modificados con resina. En su investigación, los autores observaron una erosión progresiva en la superficie de los ionómeros de vidrio tras la exposición a las bebidas carbonatadas, lo que resultó en una disminución de la microdureza con el tiempo. Este fenómeno es similar a lo encontrado en nuestra evaluación, donde se observó una reducción significativa de la microdureza tras la exposición a estas bebidas. Nuestro estudio también reveló que los ionómeros vítreos modificados con resina, aunque inicialmente más resistentes, mostraron una degradación considerable en presencia de líquidos ácidos. En particular, las bebidas carbonatadas demostraron ser un agente erosivo que afectó la estabilidad superficial de los ionómeros, tal como se observó en el estudio de Gutiérrez Cueva y López Ríos. Ambos estudios destacan la vulnerabilidad de estos materiales ante medios ácidos y subrayan la importancia de limitar la exposición de restauraciones dentales a este tipo de bebidas para preservar su durabilidad a largo plazo. (Gutiérrez Cueva & López Ríos, 2019)

En el estudio de Ávila y Villacis, se compararon las propiedades de microdureza superficial de un giómero y un Alkasite, destacando diferencias significativas entre ambos materiales. Los resultados muestran que el giómero presentó una microdureza superior (63.67 HV) frente al Alkasite (49.93 HV), lo que coincide con los hallazgos de nuestra investigación, donde se observó un mejor desempeño de los materiales gioméricos frente a otros restauradores cuando se expusieron a condiciones desafiantes, como bebidas carbonatadas. Estos resultados son importantes ya que confirman la ventaja del giómero en términos de resistencia superficial, lo que sugiere que este material podría ofrecer una mayor durabilidad en el entorno oral. En nuestro estudio, los giómeros demostraron también una mayor resistencia a la degradación causada por los ácidos, manteniendo su integridad superficial durante un período prolongado, mientras que otros materiales, como los ionómeros modificados con resina, presentaron una mayor susceptibilidad a la erosión. (Ávila & Villacis, 2021)

En el estudio de Muñoz Jaramillo y Benítez Pérez, se evaluó la microdureza superficial Vickers (HV) de un ionómero vítreo híbrido (Vitremmer 3M ESPE) tras la aplicación de geles fluorados. Los resultados obtenidos reflejan una disminución significativa en la microdureza de los discos tratados con los geles fluorados en comparación con el grupo control, lo que indica una posible erosión del material. Este hallazgo es coherente con investigaciones previas que señalan la susceptibilidad de los ionómeros vítreos a sufrir deterioro cuando están expuestos a soluciones ácidas o fluoradas, como es el caso de nuestro estudio donde el ionómero sometido a bebidas carbonatadas también mostró una reducción en su microdureza. En este sentido, los resultados del Grupo 2 (12.25 HV) y el Grupo 3 (13.22 HV) confirman que la exposición a estos geles puede afectar negativamente las propiedades mecánicas de los materiales restauradores, siendo el Grupo 2 el más perjudicado. Esto es importante, ya que refuerza la necesidad de evaluar la durabilidad de los materiales restauradores no solo ante el ambiente oral común, sino también ante la aplicación de tratamientos tópicos, como los geles fluorados, que podrían comprometer su funcionalidad a largo plazo. Estos resultados deben ser considerados en la elección de materiales restauradores en odontología, especialmente en pacientes que requieren tratamientos de fluorización para prevenir caries. (Muñoz & Benítez, 2021)

En el estudio realizado por Sharafeddin y sus colaboradores, se evaluó el impacto de la adición de quitosano (CH) y micro-hidroxiapatita (HP) en las propiedades de rugosidad y microdureza de los cementos de ionómero de vidrio convencional (CGIC) y modificado

con resina (RMGIC). Los resultados demostraron que la adición de micro-HP redujo significativamente la microdureza tanto en CGIC como en RMGIC, lo que sugiere que este componente puede debilitar las propiedades mecánicas del material ($P < 0,001$). No obstante, los grupos con CH no presentaron reducción de la microdureza, lo que indicaría que el aditivo no afectaría a la integridad estructural. La rugosidad superficial está íntimamente relacionada con sus características, ya que la adición de CH en ambos ionómeros disminuyó significativamente los valores de rugosidad ($P = 0,004$) y que, por lo tanto, podrían beneficiarse de una mayor suavidad también con respecto a la resistencia al desgaste y la acumulación de placa, mientras que la micro-HP no mostró un efecto significativo sobre la rugosidad ($P = 0,700$), indicando que este aditivo afecta propiedades mecánicas y no tanto la textura del material. Por lo tanto, el quitosano parecería ser un aditivo prometedor al reducir la rugosidad sin afectar la microdureza, y por el contrario, la micro-HP dio como resultado una disminución de la microdureza sin que el acabado rugoso viera alterada su superficie. Estas conclusiones pueden ser interesantes para desarrollar maneras de optimizar las propiedades de los ionómeros en aplicaciones clínicas. (Sharafeddin et al.,2021)

El estudio de Spajic evaluó los efectos del modo de curado en la microdureza superficial de cementos de ionómero de vidrio modificado con resina (RMGIC) curados con luz visible (VLC) y autocurados (AC), comparando también con un giómero. Los resultados mostraron que, tras 14 días de almacenamiento, todos los materiales exhibieron una mejora significativa en la microdureza. Esta observación subraya la influencia del tiempo de almacenamiento en la estabilidad y endurecimiento de los materiales restauradores, independientemente del modo de curado. Entre los materiales probados, Beautifil II (giómero) presentó la mayor microdureza, seguido por Fuji II LC y Photac Fil Quick, mientras que los cementos de ionómero de vidrio autocurados Fuji Plus y Fuji VIII mostraron los valores más bajos. Esto indica que los materiales fotopolimerizables tienen un desempeño superior en términos de dureza superficial, lo que puede traducirse en una mayor resistencia al desgaste en el contexto clínico. Aunque los modos de curado tuvieron un efecto significativo en la microdureza, su impacto fue considerablemente menor en comparación con el tipo de material y el tiempo de almacenamiento. Esto sugiere que la selección del material es más crucial que el modo de curado para optimizar la microdureza en restauraciones a largo plazo. Por lo tanto, se concluye que el giómero y los RMGIC

fotocurados ofrecen mejores propiedades mecánicas en comparación con los RMGIC autocurados. (Spajic et al., (2019)

El estudio de Nolzco Soto evaluó el impacto de dos fuentes de energía en la microdureza superficial de un cemento ionómero de vidrio (CIV), revelando hallazgos importantes sobre el comportamiento de este material bajo diferentes condiciones de tratamiento térmico. Los resultados mostraron que el uso de una lámpara LED para aplicar calor resultó en un aumento significativo de la microdureza superficial en comparación con el grupo control y el grupo tratado con un baño de agua templada. Esto sugiere que la irradiación con LED potencia el proceso de endurecimiento y mejora la resistencia del CIV El estudio de Nolzco Soto (2022) revela que la aplicación de calor mediante una lámpara LED mejora significativamente la microdureza superficial del cemento ionómero de vidrio (CIV), en contraste con el precalentamiento en agua templada, que no mostró diferencias relevantes. Estos hallazgos son consistentes con nuestra investigación que indican que el sometimiento a bebidas carbonatadas puede influir en las propiedades mecánicas de los materiales dentales, específicamente en la microdureza superficial. La mejora en la microdureza podría atribuirse a una mayor polimerización ya la estructura química del CIV. Sin embargo, se requiere más investigación para explorar cómo diferentes métodos de calentamiento afectan las propiedades mecánicas y la durabilidad clínica de estos materiales. (Nolzco Soto, 2022)

V. CONCLUSIONES:

- Se puede concluir que, sí existe diferencia entre la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina sometidos a bebidas carbonatadas, resultando de ello que los giómeros sufren una disminución considerable en su microdureza superficial en comparación con el ionómero de vidrio modificado con resina.
- Al comparar los especímenes que no fueron sometidos a bebidas carbonatadas, podemos observar que los giómeros presentan una mayor microdureza superficial en comparación del ionómero de vidrio modificado con resina.
- Los Giómeros que fueron y no fueron sometidos a bebidas carbonatas tiene valores mayores en su microdureza superficial que los ionómeros de vidrio modificado con resina.
- Los ionómeros de vidrios modificados con resina no sufren una variación sustancial en su microdureza superficial al ser sometidas a bebidas carbonatadas, sin embargo, ninguna de ellas supera a los giómeros en dicha característica física.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir realizando estudios de biomateriales en diferentes propiedades físicas que son fundamentales para determinar cuál es el mejor material restaurador.
- Ya que las bebidas carbonatadas disminuyen la microdureza superficial del giómero, se recomienda seleccionar materiales de distintas marcas comerciales y comparar el efecto que tienen sobre éstos puesto que en muchas ocasiones encontramos pacientes con hábitos frecuentes de consumo de bebidas carbonatadas.
- Es fundamental realizar investigaciones adicionales que evalúen el impacto a largo plazo del consumo frecuente de bebidas carbonatadas en la microdureza de materiales restauradores en situaciones clínicas reales, más allá del entorno in vitro.
- Se sugiere investigar la posibilidad de aplicar recubrimientos o tratamientos protectores sobre los giómeros y ionómeros modificados con resina que puedan mitigar los efectos de la erosión provocada por las bebidas carbonatadas.
- Como las bebidas carbonatadas impactan significativamente la durabilidad de los materiales restauradores, se recomienda incluir la orientación a los pacientes sobre los efectos adversos de estas bebidas en la salud dental y la longevidad de sus restauraciones.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, S. G., & Chávez, M. A. (s. f.). Rugosidad superficial de dos resinas compuestas después de la inmersión en bebidas gaseosas: Estudio in vitro. *Revista Científica Odontológica*, 12(1), e185. <https://doi.org/10.21142/2523-2754-1201-2024-185>
- Askar, H., Krois, J., Göstemeyer, G., Bottenberg, P., Zero, D., Banerjee, A., & Schwendicke, F. (2020). Secondary caries: What is it, and how it can be controlled, detected, and managed? *Clinical Oral Investigations*, 24(5), 1869-1876. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03268-7>
- Ávila Cruz, O. D., & Villacis Altamirano, I. M. (2021). *Microdureza superficial de un Giomer vs un Alkasite. Estudio In- vitro* [Universidad Central de Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23853>
- Borges de Lima, T., Guilherme Neves, J., Terossi de Godoi, A. P., Costa, A. R., Degan, V. V., Correr, A. B., & Valdrighi, H. C. (2020). Flexural strength and surface microhardness of materials used for temporary dental disocclusion submitted to thermal cycling: An in vitro study. *International Orthodontics*, 18(3), 519-527. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2020.04.003>
- Choi, J.-W., Lee, M.-J., Oh, S.-H., & Kim, K.-M. (2019). Changes in the physical properties and color stability of aesthetic restorative materials caused by various beverages. *Dental Materials Journal*, 38(1), 33-40. <https://doi.org/10.4012/dmj.2017-247>
- Dehghani, M., Alavian, N., Noori, N., & Omidkhoda, M. (2023). The Effect of Different Soft Drinks on the Force Degradation of Conventional and Memory Orthodontic Elastic Chains: An In-Vitro Study. *Frontiers in Dentistry*, 20, 29. <https://doi.org/10.18502/fid.v20i29.13347>
- Elwardani, G., Sharaf, A. A., & Mahmoud, A. (2019). Evaluation of colour change and surface roughness of two resin-based composites when exposed to beverages commonly used by children: An in-vitro study. *European Archives of Paediatric Dentistry: Official Journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 20(3), 267-276. <https://doi.org/10.1007/s40368-018-0393-1>
- Francois, P., Fouquet, V., Attal, J.-P., & Dursun, E. (2020). Commercially Available Fluoride-Releasing Restorative Materials: A Review and a Proposal for Classification. *Materials (Basel, Switzerland)*, 13(10), 2313. <https://doi.org/10.3390/ma13102313>

- Geurtsen, W., Leyhausen, G., & Garcia-Godoy, F. (1999). Effect of storage media on the fluoride release and surface microhardness of four polyacid-modified composite resins («compomers»). *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 15(3), 196-201. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(99\)00034-2](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(99)00034-2)
- Gonzalez, V., Hageraats, S., Wallez, G., Eveno, M., Ravaud, E., Réfrégiers, M., Thoury, M., Menu, M., & Gourier, D. (2020). Microchemical analysis of Leonardo da Vinci's lead white paints reveals knowledge and control over pigment scattering properties. *Scientific Reports*, 10(1), 21715. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78623-5>
- Goodacre, C. J., Eugene Roberts, W., & Munoz, C. A. (2023). Noncarious cervical lesions: Morphology and progression, prevalence, etiology, pathophysiology, and clinical guidelines for restoration. *Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists*, 32(2), e1-e18. <https://doi.org/10.1111/jopr.13585>
- Gutiérrez Cueva, G. E., & López Ríos, E. F. (2019). *Erosión de ionómeros de vidrio convencionales y resinosos sometidos a bebidas carbonatadas* [Universidad Central de Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14865>
- Ilie, N., & Hickel, R. (2011). Resin composite restorative materials. *Australian Dental Journal*, 56 Suppl 1, 59-66. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01296.x>
- Jiménez, A. D. P., Mora, V. S. A., Dávila, M., & Montesinos-Guevara, C. (2023). Dental caries prevention in pediatric patients with molar incisor hypomineralization: A scoping review. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 47(4), 9-15. <https://doi.org/10.22514/jocpd.2023.030>
- Karatas, O., Delikan, E., & Erturk Avunduk, A. T. (2024). Comparative evaluation of probiotic solutions on surface roughness and microhardness of different restorative materials and enamel. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 48(3), 107-119. <https://doi.org/10.22514/jocpd.2024.064>
- Klee, J. E., Renn, C., & Elsner, O. (2020). Development of Novel Polymer Technology for a New Class of Restorative Dental Materials. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 22(1), 35-45. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a43995>
- Moyin, S., Lahiri, B., Sam, G., Nagdev, P., & Kumar, N. N. (2020). Evaluation of the Impact of Acidic Drink on the Microhardness of Different Esthetic Restorative

- Materials: An In Vitro Study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 21(3), 233-237.
- Muñoz Jaramillo, R. E., & Benítez Pérez, M. G. (2021). *Microdureza vickers de un ionómero de vidrio híbrido frente a la acción de geles fluorados* [Universidad Nacional de Chimborazo]. <https://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8519>
- Nolazco Soto, C. (2022). Influencia de dos fuentes de calor en la microdureza superficial del ionómero de vidrio. *Repositorio Académico USMP*. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/10902>
- Novais, V. R., Quagliatto, P. S., Bona, A. D., Correr-Sobrinho, L., & Soares, C. J. (2009). Flexural modulus, flexural strength, and stiffness of fiber-reinforced posts. *Indian Journal of Dental Research: Official Publication of Indian Society for Dental Research*, 20(3), 277-281. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.57357>
- Rusnac, M. E., Gasparik, C., Irimie, A. I., Grecu, A. G., Mesaroş, A. Ş., & Dudea, D. (2019). Gionomers in dentistry – at the boundary between dental composites and glass-ionomers. *Medicine and Pharmacy Reports*, 92(2), 123-128. <https://doi.org/10.15386/mpr-1169>
- Sharafeddin, F., Jowkar, Z., & Bahrani, S. (2021). Comparison between the effect of adding microhydroxyapatite and chitosan on surface roughness and Microhardness of resin modified and conventional glass ionomer cements. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 13(8), e737-e744. <https://doi.org/10.4317/jced.55996>
- Sidhu, S. K., & Watson, T. F. (1995). Resin-modified glass ionomer materials. A status report for the American Journal of Dentistry. *American Journal of Dentistry*, 8(1), 59-67.
- Spajic, J., Par, M., Milat, O., Demoli, N., Bjelovucic, R., & Prskalo, K. (2019). Effects of Curing Modes on the Microhardness of Resin-modified Glass Ionomer Cements. *Acta Stomatologica Croatica*, 53(1), 37-46. <https://doi.org/10.15644/asc53/1/4>
- Sushma, B., Ganesh, S. B., & Jayalakshmi, S. (2022). Effect of carbonated beverages on flexural strength of composite restorative material. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 13(Suppl 1), S160-S163. https://doi.org/10.4103/japtr.japtr_264_22
- Tahmassebi, J. F., & BaniHani, A. (2020). Impact of soft drinks to health and economy: A critical review. *European Archives of Paediatric Dentistry: Official Journal of*

the European Academy of Paediatric Dentistry, 21(1), 109-117.
<https://doi.org/10.1007/s40368-019-00458-0>

Wei Su, L., Lin, D. J., & Yen Uan, J. (2019). Novel dental resin composites containing LiAl-F layered double hydroxide (LDH) filler: Fluoride release/recharge, mechanical properties, color change, and cytotoxicity. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 35(5), 663-672.
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.02.002>

Yang, H., Yang, S., Attin, T., & Yu, H. (2023). Effect of Acidic Solutions on the Surface Roughness and Microhardness of Indirect Restorative Materials: A Systematic Review and Meta-analysis. *The International Journal of Prosthodontics*, 36(1), 81-90. <https://doi.org/10.11607/ijp.7463>

Anexos

Anexo 01: Matriz de consistencia.

Pregunta de investigación	Objetivos	Hipótesis	Tipo y diseño de estudio	Población de estudio procesamiento de datos	Variables
<p>¿Cuál es la diferencia entre la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar la diferencia entre la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Evaluar la microdureza superficial un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina sometido a bebidas</p>	<p>H₀: Existe diferencia entre la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro.</p> <p>H₁: No existe diferencia entre la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina</p>	<p>Experimental, comparativo, in vitro, prospectivo y transversal</p>	<p>La población estuvo constituida por discos de giómeros y ionómeros de vidrio modificado con resina</p>	<p>Variables Dependientes</p> <p>Microdureza superficial</p> <p>Variables independientes</p> <p>Bebidas carbonatadas</p> <p>Giómeros</p> <p>Ionómeros modificados con resina</p>

	<p>carbonatadas - in vitro.</p> <p>Determinar la microdureza superficial de un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina sin ser sometido a bebidas carbonatadas - in vitro.</p> <p>Comparar la microdureza superficial un giómero y un ionómero vítreo modificado con resina sometidos y no sometido a bebidas carbonatadas - in vitro</p>	<p>sometidos a bebidas carbonatadas - in vitro.</p>			
--	--	---	--	--	--

Anexo 02. Operaciones variables

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR	MEDIDA	INSTRUMENTO	VALOR
Microdureza superficial	Resistencia de la superficie de un material a la indentación o penetración bajo una carga aplicada.	La dureza medida en una escala específica (Vickers)	Microdureza en unidades como HV (Vickers Hardness)	Microdurómetro, que aplica una pequeña carga sobre una punta de diamante y mide la huella resultante.	Razón
Giómeros	Materiales dentales compuestos híbridos que combinan propiedades de resinas compuestas y ionómeros de vidrio modificados con resina.	Composición química y propiedades físicas (como liberación de flúor)	Cantidad de flúor liberado (ppm)	-	Nominal
Ionómero modificado con resina	Material dental que combina un ionómero de vidrio con resina compuesta para mejorar sus propiedades.	Composición y características mejoradas como la adhesión y la liberación de flúor	Liberación de flúor (ppm), resistencia a la tracción (MPa)	-	Nominal
Bebidas carbonatadas	bebidas que contienen dióxido de carbono disuelto, lo que les da efervescencia.	Presencia de dióxido de carbono, acidez (pH), contenido de azúcar	Concentración de CO ₂ (g/L), pH, gramos de azúcar por litro (g/L)	-	Nominal

Anexo 03: Certificado de resultados de ensayos



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0115-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	05-09-2024
ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN MATERIALES ODONTOLÓGICOS					
1. DATOS DE LOS TESISTAS					
Nombre de tesis	*MICRODUREZA SUPERFICIAL DE UN GIOMERO Y UN IONOMERO VÍTREO MODIFICADO CON RESINA SOMETIDO A BEBIDAS CARBONATADAS *				
Nombre y Apellido	: DIANA KATHERINE NOVOA CARRERA				
Dni	: 43746756				
Dirección	: JR. HATUN COLLA 2066 URB. MANGOMARCA S/L				
2. EQUIPOS UTILIZADOS					
Instrumento	Marca	Aproximación	Los resultados del informe se reflejan al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.		
Microdureómetro Vickers Electrónico Vernier Digital	LO - HV-1000	1 µm - 40X			
	Mitutoyo - 200 mm	0.01mm			
3. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA					
Muestras de Materiales Odontológicos	Cantidad	: Cuarenta (40) muestras			HTL HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar al usuario, mediante de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	: Materiales odontológicos			
	Grupo 1	: Ionómero vítreo + Cloruro			
	Grupo 2	: Ionómero vítreo + Bebida carbonatada			
	Grupo 3	: Giomero + Cloruro			
	Grupo 4	: Giomero + Bebida carbonatada			
4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS					
Fecha de recepción de muestras	04 de setiembre del 2024				
Fecha de Ensayo	05 de setiembre del 2024				
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentha 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.				
El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.					
5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO					
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:					
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CAPÍTULO/NUMERAL			
ASTM E384-17	Método de prueba estándar para la dureza de materiales por microindentación	---			
6. CONDICIONES DE ENSAYO					
	Inicial	Final			
Temperatura	19.6 °C	19.6 °C			
Humedad Relativa	66 %HR	66 %HR			

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

Jr. Nepentha 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 / 543 050 662

ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe

www.ensayoshtl.pe

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0115-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	05-09-2024	
7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE MICRODUREZA VICKERS					
Grupo 1: Ionómero vítreo + Cloruro					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	16.4	15.4	15.4	15.7
2		12.8	14.3	13.3	13.5
3		15.7	15.7	15.4	15.6
4		13.8	14.3	14.0	14.0
5		12.8	12.5	12.7	12.7
6		11.9	13.4	12.4	12.6
7		13.9	15.8	15.1	14.9
8		14.1	15.6	14.1	14.6
9		18.1	14.3	16.6	16.3
10		16.4	15.4	15.8	15.9
Grupo 2: Ionómero vítreo + Bebida carbonatada					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	14.5	13.6	13.1	13.7
2		14.3	15.5	14.3	14.7
3		15.4	13.3	13.8	14.2
4		16.2	14.8	14.7	15.2
5		16.5	15.1	16.1	15.9
6		13.7	12.9	13.7	13.4
7		12.7	12.5	12.8	12.7
8		14.7	14.0	14.3	14.3
9		13.4	14.3	14.9	14.2
10		14.8	13.7	14.0	14.2
Grupo 3: Glómero + Cloruro					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	30.6	29.7	36.3	32.2
2		29.4	30.1	29.8	29.8
3		39.4	38.1	42.4	40.0
4		40.3	43.3	40.8	41.5
5		35.6	33.8	33.6	34.3
6		49.5	47.3	47.5	48.1
7		44.5	43.8	43.8	44.0
8		46.3	45.8	46.1	46.1
9		49.5	47.1	48.6	48.4
10		43.8	46.3	43.8	44.6



QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

Jr. Nepentia 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 682

ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe

www.ensayoshtl.pe

INFORME DE ENSAYO N°	IE-4115-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	05-09-2024	
Grupo 4: Gionero + Bebida carbonatada					
Especimen	Carga de Ensayo g (N)	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	50 (0.49033)	13.7	15.9	17.0	15.5
2		20.5	22.1	20.4	21.0
3		20.3	21.4	20.7	20.8
4		23.7	20.3	21.2	21.7
5		18.4	18.7	20.9	19.3
6		23.5	20.5	23.7	22.6
7		18.1	19.7	18.4	18.7
8		23.9	23.1	23.0	23.3
9		27.5	28.1	28.6	28.1
10		22.8	19.6	20.4	20.9






ROBERT NICK EUSEBIO TEJERAN
CIP: 193364
INGENIERO MECÁNICO
Jefe de Laboratorio



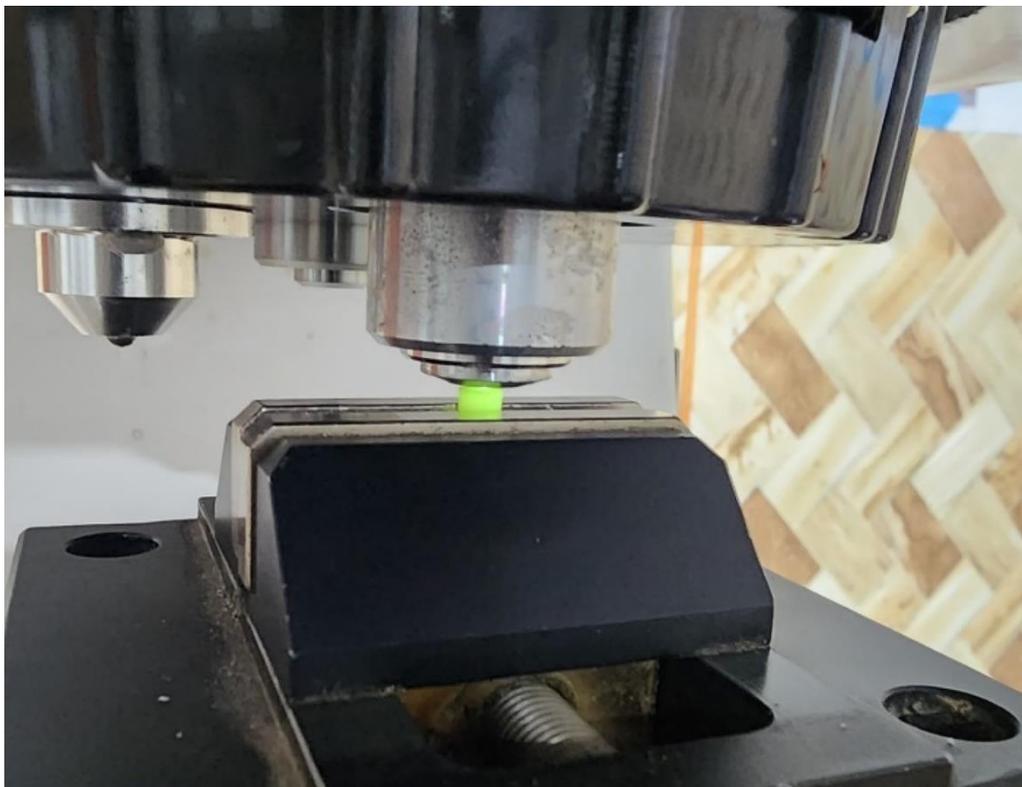
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.

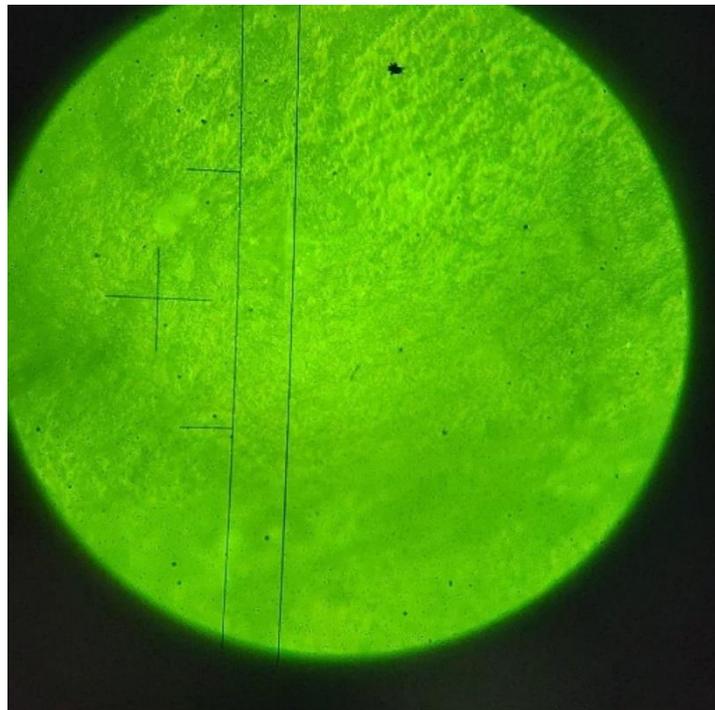
FIN DEL DOCUMENTO

Anexo 4. Registro fotográfico

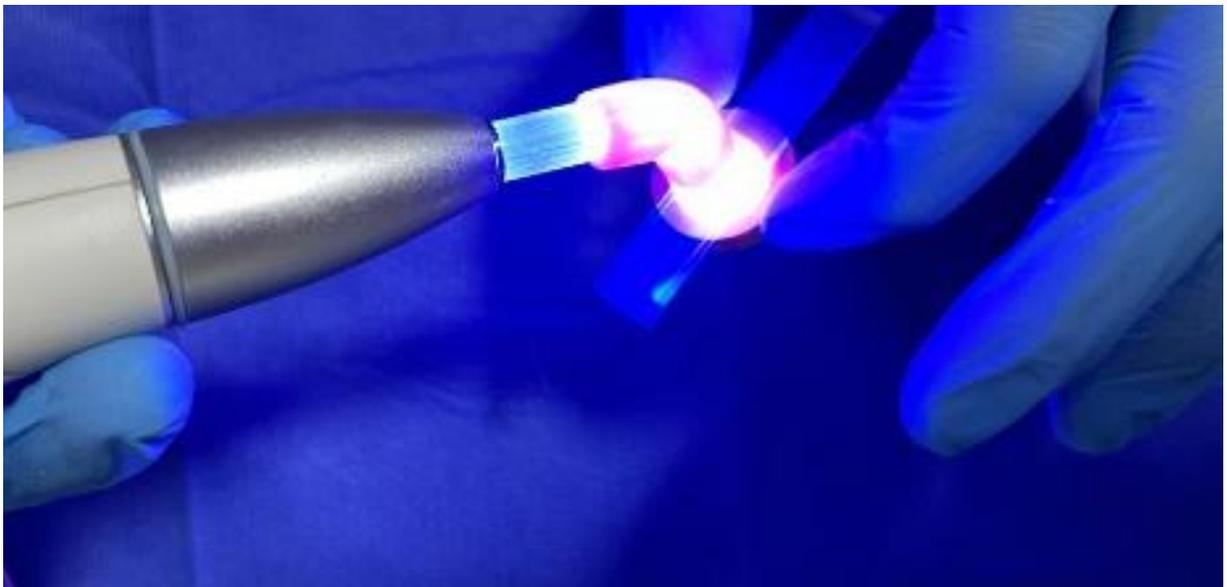
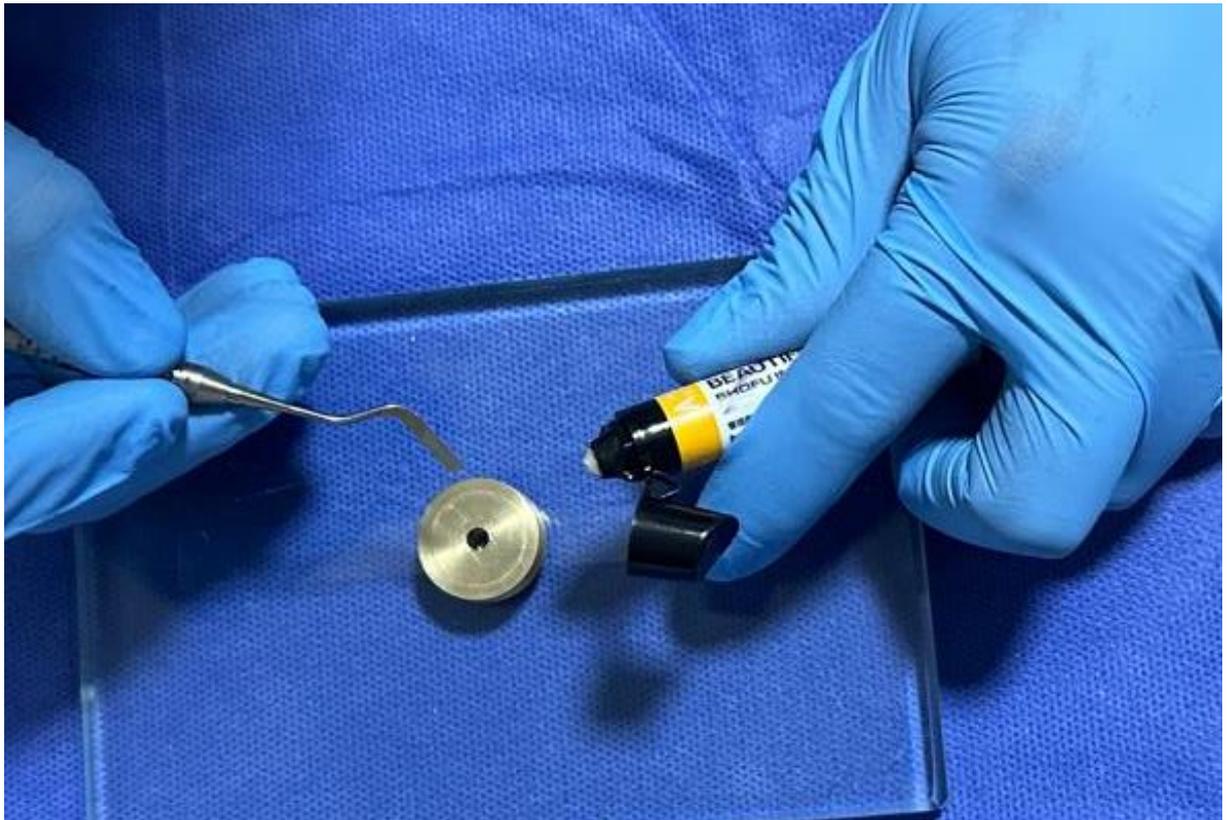
1. Ensayo de Microdureza Superficial



2. Registro fotográfico de indentación



3. Confección de especímenes



Anexo 5. Ficha de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

GRUPO	PROBETA	VALOR DE MICRODUREZA SUPERFICIAL
G1	N°1	
	N°2	
	N°3	
	N°4	
	N°5	
	N°6	
	N°7	
	N°8	
	N°9	
	N°10	
G2	N°1	
	N°2	
	N°3	
	N°4	
	N°5	
	N°6	
	N°7	
	N°8	
	N°9	
	N°10	