

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA**



TESIS

**EFFECTOS DE LA FLUORIZACIÓN BARNIZ EN LA MICRODUREZA
SUPERFICIAL DE UN CEMENTO DE IONÓMERO DE VIDRIO
RESTAURADOR. ESTUDIO *INVITRO*.**

PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA

PRESENTADO POR EL:

C.D. Robert Alexander CARPIO ZEGARRA

ASESOR:

DR. C.D. Marlon Remuzgo Huamán.

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi familia, que a pesar de las adversidades, siempre estuvieron conmigo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por la vida.

Al equipo de laboratorio de Ingeniería Mecánica de la PUCP

Al Mg. CD. Arnaldo Munive, por su amistad y apoyo incondicional a la realización de este estudio.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN	x
CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACION	1
1.1. MARCO HISTÓRICO.....	1
1.2 MARCO TEÓRICO	2
1.2.1 COMPOSICIÓN DE LOS IONÓMEROS DE VIDRIO	2
1.2.2 REACCIÓN DE FRAGUADO.....	3
1.2.3 FACTORES QUE AFECTAN LA REACCIÓN DE FRAGUADO.....	6
1.2.4 ENSAYOS DE DUREZA VICKERS CONSIDERACIONES TEÓRICAS GENERALES. 7	
1.3 ESTUDIOS PREVIOS	8
1.3.1 ESTUDIOS NACIONALES:	8
1.3.2 ESTUDIOS EXTRANJEROS:.....	9
1.4 MARCO CONCEPTUAL	16
CAPÍTULO II: EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES... 17	
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:.....	17
2.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	17
2.1.2. ANTECEDENTES TEÓRICOS	17
2.1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:	19
2.1.3.1 PROBLEMA PRINCIPAL.....	19
2.1.3.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS	19
2.2 FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:	19

2.2.1 FINALIDAD.....	19
2.2.2 OBJETIVO GENERAL	20
2.2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
2.2.4 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO.....	20
2.2.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO.	20
2.3 HIPÓTESIS Y VARIABLES	21
2.3.1 SUPUESTOS TEORICOS.....	21
2.3.2 HIPÓTESIS GENERAL	21
2.3.3 HIPÓTESIS ESPECIFICAS.....	22
2.3.4 VARIABLES E INDICADORES.....	22
2.3.5 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES.....	22
CAPÍTULO III: MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTOS.....	24
3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.	24
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.5
3.3 DISEÑO, TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	¡ERROR!
MARCADOR NO DEFINIDO.5	
3.3.1 DISEÑO.....	25
3.3.2 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	27
3.3.3 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	29
3.4 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	30
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	31
4.1 PRESENTACION DE RESULTADOS.....	31
4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	411
4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	444
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXOS.....	56

	ÍNDICE DE TABLAS	Pág.
Tabla N° 01	Valores de Microdureza Vickers (HV) obtenidos según la concentración de flúor barniz aplicado para grupos estudiados al primer día y día 7 de fraguado.	31
Tabla N° 02	Distribución de Frecuencias para Grupo Control Ketac Molar® + 0 ppm de flúor.	34
Tabla N° 03	Distribución de Frecuencias para Grupo Flúor Protector® Ketac Molar® + 7000 ppm de flúor	35
Tabla N° 04	Distribución de Frecuencias para Grupo Climpro White Varnish® Ketac Molar® + 22600 ppm de flúor	36
Tabla N°05	Influencia de la fluorización barniz según su concentración en la microdureza superficial del Cemento De Iónomero de Vidrio Ketac Molar ®	37
Tabla N°06	Influencia de la fluorización barniz según el tiempo de fraguado de la microdureza superficial del cemento de iónomero de vidrio Ketac molar ®	38
Tabla N°07	Comparativa del efecto del agente fluorizante sobre la microdureza superficial del Cemento de Ionómero de vidrio Ketac Molar®.	40
Tabla N°08	Análisis de aceptación de la Hipótesis General como respuesta inductiva a los resultados estadísticos de sus Hipótesis Específicas.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura N°01	Huella dejada en la superficie a indentar de forma piramidal	8
Figura N°02	Distribución gráfica de frecuencias para grupo control Ketac Molar +0ppm de flúor.	34
Figura N°03	Distribución gráfica de frecuencias para grupo Flúor Protector® Ketac Molar® + 7000 ppm de flúor	35
Figura N°04	Distribución gráfica de frecuencias para grupo Flúor Clinpro White Varnish® Ketac Molar® + 22600 ppm de flúor.	36
Figura N°05	Cuadro comparativo de microdureza superficial del Cemento De Iónomero de Vidrio Ketac Molar ® Según grupo de estudio por la concentración de flúor aplicado.	37
Figura N°06	Microdureza superficial del cemento de iónomero de vidrio Ketac molar ® según el tiempo de fraguado por grupo de estudio.	39

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la fluorización barniz en la microdureza superficial de un cemento de ionómero de vidrio restaurador.

Materiales y método: Se utilizó un frasco de Cemento de Ionómero de vidrio Ketac Molar®. Una pipeta de Flúor Barniz Flúor Protector® a 7000 ppm y un sachet de flúor barniz Climpro White varnish® a 22600 ppm. Se confeccionó un molde de dos placas de acero inoxidable de 38 mm x 105mm de longitud cada una, atravesadas por dos tornillos de acero inoxidable de 30 mm cada una y que contengan unidas 10 cavidades con unas mediciones de 4 y 6 mm de profundidad como indica la norma ISO 4049 española de 2009. De tal manera que obtuvimos 30 muestras uniformes de Cemento de Ionómero de Vidrio que luego distribuimos en 3 grupos de 10 cada una, a los cuales, se les sometió a dos capas de revestimiento de Flúor Protector® y a Climpro White Varnish® con un grupo control. El almacenamiento de las muestras fue por 24 horas a 37°C en un ambiente fresco y seco. Una vez culminado el tiempo se procedió a realizar el ensayo de dureza a las 24 horas y luego de 7 días de conservación en las mismas condiciones. Finalmente los valores obtenidos de cada indentación se trasladaron a una tabla de valores de microdureza superficial en unidades HV para cada muestra.

Resultados: La variación porcentual en microdureza para el grupo Control al día 1 y día 7 promedio fue de 1.84%. Para el grupo Flúor Protector® fue -3.98% y para Climpro White Varnish® fue de -8.72%.

Conclusión: Se observaron diferencias estadísticamente significativas $p < 0.05$ entre cada grupo de muestras expuestas a Flúor Protector® 7000ppm y a Climpro White Varnish® 22600ppm encontrándose una mayor pérdida en microdureza en esta última y a los 7 días de fraguado.

Palabras Clave: Microdureza superficial. Ionómero de vidrio. Fluorización barniz.

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the effect of varnish fluoridation on the surface microhardness of a restorative glass ionomer cement. Materials and method: A bottle of Ketac Molar® Glass Ionomer Cement was used. A pipette of Fluorine Varnish Fluor Protector® at 7000 ppm and a sachet of Fluorine varnish Climpro White varnish® at 22600 ppm. A mold was made of two stainless steel plates of 38 mm x 105 mm in length each, crossed by two stainless steel screws of 30 mm each and containing 10 cavities joined with measurements of 4 and 6 mm deep as indicated the Spanish ISO 4049 standard of 2009. In such a way that we obtained 30 uniform samples of Glass Ionomer Cement that, we then distributed into three groups of 10 each, which were subjected to two layers of Fluor Protector® coating and Climpro White Varnish® with a control group. The samples were stored for 24 hours at 37 ° C in a cool and dry environment. Once the time was over, the hardness test was carried out at 24 hours and after 7 days of conservation under the same conditions. Finally, the values obtained from each indentation were transferred to a table of surface microhardness values in HV units for each sample.

Results: The percentage variation in microhardness for the Control group on average day 1 and day 7 was 1.84%. For the Fluor Protector® group it was -3.98% and for Climpro White Varnish® it was -8.72%.

Conclusion: Statistically significant differences were observed $p < 0.05$ between each group of samples exposed to Fluor Protector® 7000ppm and Climpro White Varnish® 22600ppm, finding a greater loss in microhardness in the latter and 7 days after setting.

Keywords: Microhardness surface, Glass ionomer, Varnish fluoridation.

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la década de los 70, con Mc. Lean, los ionómeros han ocupado un lugar importante en la odontología restauradora y preventiva. Sin embargo, este material ha presentado modificaciones no solo en su composición y estructura química original, sino también en sus indicaciones y aplicaciones clínicas.

Actualmente más del 50% de los dentistas a nivel mundial usan algún tipo de ionómero de vidrio, respecto a las razones por las cuales emplean este material, 39% lo hace por su facilidad de aplicación. Los ionómeros vítreos, están basados en ácidos polialquenoicos (ácido poliacrílico, maléico, tartárico, itacónico, etc.) y la mezcla de éstos con sus sales, por ello es que un ionómero convencional se presenta en forma de un líquido (ácido) y un polvo (base), que al ser mezclados forman un cemento de ionómero de vidrio. Los verdaderos ionómeros vítreos endurecen mediante una reacción ácido-base, y la reacción se produce cuando el ácido ataca al vidrio, de éste salen iones de calcio, flúor y aluminio, y queda como núcleo la estructura silíceo de vidrio.

El ionómero de vidrio restaurador físicamente aceptado por primera vez fue el Fuji II el mismo que presentó mejores propiedades estéticas que los ionómeros convencionales. Desde ese momento la estructura básica de estos materiales se ha modificado, por ejemplo: se ha incorporado polvo de aleación para amalgama al vidrio, para renovar un componente llamado "Mezcla Milagrosa". Otros han agregado moléculas de plata. En estos se logró aumentar tanto la resistencia compresiva como la resistencia al desgaste. Posteriormente los cementos de ionómero de vidrio sufrieron la mejor variante en su progreso hasta el momento: se añadieron componentes que permitieron su endurecimiento por medio de luz.

Sin embargo, debido precisamente a su estructura y a sus composiciones, los ionómeros de vidrio serían los materiales más complejos y de especial manejo a la hora de obtener los resultados deseados. Tal es así que la sola presencia de un agente externo, como la humedad, la resequeidad, o incluso agentes químicos

tales como el flúor bucal podrían causar interferencias a la hora de conseguir la máxima dureza y la permanencia en boca.

Estudios comparativos en la microdureza superficial de distintos autores a nivel nacional e internacional encontraron diferencias estadísticamente significativas en estudios con resinas modificadas y en agentes acidificantes y fluorizantes. Por lo que el motivo de este estudio es poner a prueba la capacidad de desnaturalización en la estructura del fraguado, medido mediante su microdureza, de un iónomero de vidrio muy utilizado en la odontología a nivel nacional en presencia de dos agentes fluorizantes.

En el Capítulo II se planteó el problema principal y los problemas secundarios, así como la finalidad de la presente investigación, referida a determinar los efectos de la fluorización barniz en la microdureza superficial de un cemento de iónomero de vidrio restaurador. Se estableció como hipótesis general que la fluorización barniz tiene efectos negativos en la microdureza superficial de un cemento de iónomero de vidrio restaurador, además de otras hipótesis específicas destinadas a confirmar que el flúor barniz tiene efectos negativos en la microdureza superficial de un cemento de iónomero de vidrio restaurador, según la concentración usada y el tiempo de exposición a la misma.

En el capítulo III se describió la metodología de la investigación, técnicas y forma de procesamiento de datos. La población de estudio estuvo conformada por muestras de cemento de iónomero de vidrio de la marca Ketac Molar®, de las cuales siguiendo los criterios de selección adecuados y eliminando aquellas que presentaran irregularidades en su superficie o en su forma, se optó por tomar 30 discos cilíndricos perfectos con las especificaciones de la norma ISO4049 para materiales odontológicos. Por el periodo de estudio, fue de tipo longitudinal ya que los datos fueron obtenidos en dos momentos. Uno de manera inmediata y otro a 7 días del fraguado inicial. Fue de tipo prospectivo pues los datos se obtuvieron en el momento de la indentación micro computarizado y se analizaron pasados 7 días de fraguado. Fue de tipo comparativo pues los datos de las variables se relacionaron y resaltaron los mejores datos entre sí. Y finalmente es de tipo Experimental pues los datos se obtuvieron de muestras manipuladas en

un antes y después. Los datos fueron procesados mediante el programa estadístico STATA versión 13, y se estableció una significancia estadística de valor $p < 0.05$.

En el Capítulo IV se presentaron los resultados con el apoyo de tablas y figuras y se realizó la discusión de los mismos considerando los resultados obtenidos en investigaciones similares y por diversas publicaciones de la bibliografía consultada.

En el Capítulo V se realizaron las conclusiones y recomendaciones del presente estudio.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Marco Histórico

Los ionómeros de vidrio surgieron gracias a las investigaciones llevadas a cabo por Wilson y Kent en 1969. Más tarde fueron desarrollados y divulgados por McLean y Wilson 1970. ⁽²¹⁾ La idea original era mezclar un vidrio y un ácido poliacrílico en un intento de obtener un material que retuviera las cualidades estéticas del vidrio y las adhesivas del ácido poliacrílico. Además se querían evitar los inconvenientes que tenían otros cementos: – Los silicatos, achacados al ácido ortofosfórico (entonces se pensaba que la acidez era el problema) – Los policarboxilatos (poco estéticos debido al óxido de zinc, que daba opacidad) – El fosfato de zinc (por su acidez y opacidad) Para ser considerado como un IV, el material en cuestión debe contener ácidos polialquenoicos o policarboxílicos, sales de silicato de aluminio fluorado y agua (esto último actualmente en discusión). ⁽⁸⁾

1. Ionómeros convencionales.
2. Ionómeros modificados con resina.

Existen otras variables o materiales que se suelen incluir en este grupo, pero en realidad son resinas con distintos rellenos o a veces, propiedades parecidas a los ionómeros. (Ejemplo: compómeros, ionosites, glassosites, etc.). ⁽²²⁾ Los iones bivalentes (calcio y estroncio primero) y los de aluminio después, constituirán la matriz de la estructura nucleada del ionómero como policarboxilatos de calcio y de aluminio, y el flúor, que queda en libertad y puede salir del ionómero como fluoruro de sodio (fenómeno de liberación de flúor). En los ionómeros convencionales, este proceso lleva un tiempo prolongado, particularmente cuando el ionómero contiene más aluminio para que sea menos soluble, como es el caso de los materiales fabricados para restauraciones estéticas y cementación, por otro lado, la reacción es más rápida en productos diseñados para base o relleno cavitario, debido a que la

formulación ha sido modificada y contienen menos aluminio y otros óxidos.
(11)

El primer ionómero de vidrio el cual se introdujo en el mercado Europeo con el nombre de ASPA (alúmino-silicato-poli-acrilato) hacia 1975. Luego se creó ASPA II, en el cual se incorporó ácido tartárico al 5%, lo que aumentaba su tiempo de trabajo y mejoraba su adhesión a la dentina y al esmalte. Aun así, su vida útil llegó a ser de (10 a 30 semanas). En consecuencia se elaboró el ASPA IV, el cual contenía un copolímero de ácido itacónico y acrílico, que resolvió el problema de durabilidad. Luego fue introducido en EE.UU. a principios de 1977, y en los países Latinoamericanos hacia fines de la década del '70, cuando ya existían en el mercado otras marcas comerciales de ionómeros vítreos. (16)

La modificación más importante de los cementos de ionómero de vidrio, ha sido la incorporación de componentes resinosos, dando paso así a los nuevos ionómeros de vidrio modificados con resina los cuales fueron introducidos en el mercado entre los años 1993 y 1994, pudiendo ser utilizados como materiales de restauración. De estos el primero en comercializarse fue el Vitrebond. (9)

1.2 Marco Teórico

1.2.1 Composición De Los Ionómeros De Vidrio

Polvo: El polvo de “La mezcla es fundida, templada, triturada y tamizada con cristales de aluminosilicatos, para obtener unas partículas de 4-50 un de tamaño, dependiendo de la aplicación clínica prevista para cada material. Generalmente las partículas más finas se utilizan para cementos adhesivos y para algunos cementos de revestimiento; las partículas de más tamaño se usan para materiales de restauración ya que suelen proporcionar mayor translucidez. (16)

En el año 2002 Mallat y col. detalló con exactitud la proporción de los cementos de vidrio así: 29% de óxido de silicato, 16.6% de óxido de aluminio, 34.3% de fluoruro de calcio, 7.3% fluoruro de aluminio, 3% de fluoruro de sodio, 9.8% de fosfato de aluminio. ⁽²¹⁾

Líquido: El líquido es una solución acuosa de ácido poliacrílico al 30%, tartárico al 10% e itacónico al 15%. En el año 2003 se mencionó que desde sus inicios los ionómeros vítreos surgieron con un líquido formado por una mezcla de ácido poliacrílico que lo convirtió en hidrófilo. ⁽¹⁶⁾

A un así Henostroza manifestó que conservó sus características de adhesión en estado de humedecimiento. El agua es fundamental para que se dé la reacción de polimerización (ácido-base). Los fluoruros son un componente esencial su presencia favoreció la remineralización de la estructura dental circundante, también tenían algunos efectos inhibidores sobre la formación de la placa bacteriana en las proximidades de la restauración.

Radio-Opacadores: Se puede conferir radio- opacidad incorporando bario, estroncio o lantano, fundiendo metal con las partículas de vidrio o mezclando con aleación de amalgama dental o con óxido de cinc. La proporción de los componentes de polvo y líquido cambia, de acuerdo al fabricante y a su indicación clínica. ⁽¹⁶⁾

1.2.2 Reacción De Fraguado

El fraguado consiste en una reacción ácido-base entre los ácidos policarboxílicos del líquido (ácido) y las partículas de vidrio de silicato de aluminio fluorado del polvo (base) que genera una sal (policarboxilato) y agua: Ac.Policarboxílicos+Vidrio (fluoroaluminosilicato)→Sal (policarboxilato)+Agua Dicha sal forma un

entramado que retiene las partículas de vidrio sin reaccionar. Se trata, por tanto, de un material no homogéneo sino compuesto.

Estas partículas presentan una capa externa a partir de la cual se realiza el intercambio iónico. En este sentido, el poliácido libera protones que atacan la capa externa, que contiene iones metálicos, liberándose éstos al medio al tiempo que la capa externa queda con un claro predominio de sílice y protones.

Por todo ello, esta capa se denomina "capa de gel silícico hidratado". Además, esta reacción es escasamente exotérmica y conlleva una muy ligera contracción, que se ve compensada por la expansión higroscópica posterior. Aunque no se conocen algunos detalles íntimos, clásicamente se sabe que la reacción comienza cuando los protones provenientes de los ácidos poliacrílico, itacónico y tartárico (que se disocian al estar en un medio hídrico) atacan la superficie de las partículas de vidrio liberándose cationes (Ca^{++} , Al^{+++}) y iones fluoruro. Los iones calcio se liberan en las fases iniciales de la reacción y, en las fases más tardías y de forma más lenta, los iones aluminio (debido a su mayor peso molecular). ⁽²¹⁾

Así pues, el fraguado según Mallat 2002 tiene lugar en dos fases distintas:

1. La primera fase es el endurecimiento de la matriz, se produce a los pocos minutos de realizar la mezcla y se produce el fraguado aparente del IV. ⁽²¹⁾

2. En la segunda fase se produce la unión entre la matriz y el relleno. Comienza esta segunda fase después de pasados 5-30 minutos y prácticamente se completa a las 24 horas, aunque persiste en el tiempo durante semanas e incluso meses. En esta reacción, el agua sirve de medio a través del cual tiene lugar el transporte de iones. Por

lo tanto, en medios no acuosos la reacción del ionómero de vidrio no puede ser tan significativa (sería el caso de los compómeros). ⁽²¹⁾

Después de repasar la reacción de fraguado podemos darnos cuenta de dos hechos que son remarcables y no pueden pasar desapercibidos:

- Es necesaria la presencia de agua (aproximadamente el 24% de la composición del IV fraguado es agua).
- Es una reacción lenta. Esta lentitud se debe a la dificultad que tienen los iones liberados de los cristales para difundir a través de la matriz. La progresiva rigidez que se desarrolla hará que, sobre todo los iones con pesos moleculares y/o valencias mayores, tengan mayores dificultades. Serán estos iones precisamente, los que produzcan un mayor grado de entrecruzamiento entre las diferentes moléculas dando lugar a una red más estable y resistente. Posiblemente, el mayor problema en cuanto al uso de los sistemas de IV, hasta la aparición de los IV reforzados con resina, era el hecho de ser enormemente sensibles a la hidratación y deshidratación durante su fraguado, sobre todo durante la primera fase.

Debido a que esta reacción es lenta, el tiempo durante el cual son susceptibles a los cambios hídricos es amplio. En los primeros momentos de fraguado (formación de complejos con los iones calcio) hay una gran capacidad de absorción de agua. Posteriormente durante la formación de complejos con los iones de aluminio disminuye esta capacidad, siendo más intensa la posibilidad de pérdida de agua. ⁽¹¹⁾

Así pues, no deben desecarse ni humedecerse durante las primeras horas. El efecto no es el mismo al secarlos en exceso (resquebrajamiento) que al mojarlos (disolución). Lo ideal para su correcta aplicación es difícil de concretar ya que el dique de goma, en principio idóneo, podría provocar una excesiva desecación, por ello

no se considera imprescindible aunque otra cosa es permitir que los fluidos orales entren en contacto con el material en esta primera fase. (11)

1.2.3 Factores que afectan la Reacción De Fraguado

Muchos factores químicos y físicos afectan la característica de fraguado de los materiales de ionómero de vidrio. Aunque estamos tratando con una reacción ácido-base, esta es muy compleja debido a los diferentes mecanismos de reacción descritos anteriormente. Esto se aplica tanto a la liberación y precipitación de los iones de calcio y de aluminio como a la gelificación causada por los iones de flúor y tartratos. (14)

Mientras que algunos factores, tales como la temperatura, el tamaño de las partículas de la relación polvo/líquido aceleran o disminuyen la velocidad de las reacciones, ciertas influencias químicas tienen un mayor efecto y juegan un papel predominante en la modificación de las mismas reacciones. (17)

Los factores químicos más importantes que influyen son el flúor y el ácido tartárico. (9)

La función del flúor Durante el desarrollo de los materiales de ionómero de vidrio, Wilson y Kent 1989 observaron que el vidrio sin flúor daba como resultado pastas inútiles que eran difíciles de trabajar. Y más tarde Caldeira y cols en 2013, demostraron claramente que las características de trabajo se correlacionan con la cantidad del flúor liberado por el vidrio. 13 El efecto del flúor es atribuido a su capacidad de formar complejos con los metales. Esto retrasa la unión de los cationes (Ca^{2+} , Al^{3+}) a los sitios cargados negativamente de la cadena de polielectrolitos mediante la cual la gelificación es retrasada.

Este mecanismo proporciona al dentista un tiempo suficiente de trabajo. ⁽¹³⁾

1.2.4 Ensayos de dureza Vickers Consideraciones teóricas generales.

Se entiende por dureza la propiedad de la capa superficial de un material de resistir la deformación elástica, plástica y destrucción, en presencia de esfuerzos de contacto locales inferidos por otro cuerpo, más duro, el cual no sufre deformaciones residuales (indentador o penetrador), de determinada forma y dimensiones. ⁽¹⁹⁾

Durante las mediciones estandarizadas de dureza Vickers se hace penetrar un indentador de diamante en forma de pirámide de cuatro caras (ver figura 1) con un ángulo determinado en el vértice. La utilización de una pirámide de diamante tiene las siguientes ventajas:

- 1) Las improntas resultan bien perfiladas, cómodas para la medición.
- 2) La forma de las improntas es geoméricamente semejante (figura 1), por lo cual la dureza para un mismo material es constante, independientemente de la magnitud de la carga.
- 3) La dureza con la pirámide coincide con la dureza Vickers para los materiales de dureza media.
- 4) Este método es aplicable con igual éxito para los materiales blandos y duros, y sobre todo para los ensayos de probetas delgadas y las capas superficiales. ⁽⁴⁾

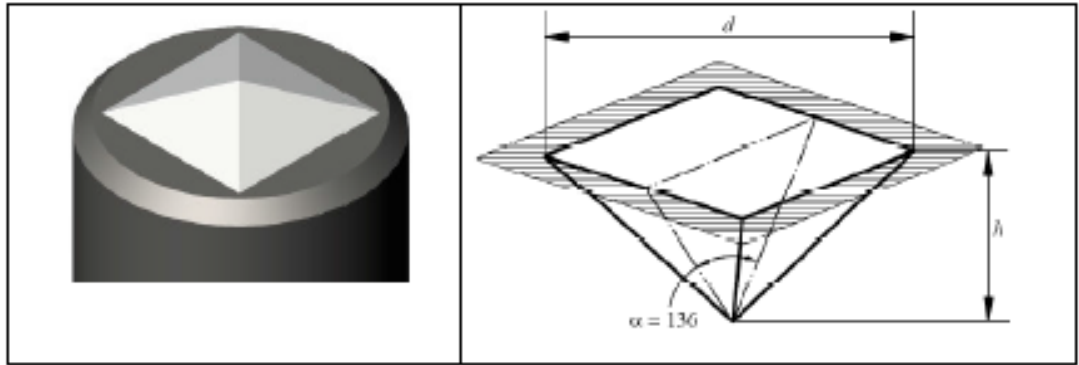


FIGURA 1: Huella dejada en la superficie a indentar de forma piramidal.

1.3 Estudios Previos

1.3.1 Estudios Nacionales:

1. **Zambrano C. y col. (2017):** En su estudio denominado: Influencia de dos revestimientos protectores sobre la propiedad de liberación de flúor del Ionómero de vidrio convencional tipo II. Estudió la forma en la que influye el agente protector en este caso, Vaselina y adhesivo en la capacidad química de del Ionómero de vidrio. En el que usaron los Métodos, conocidos Invitro, mediante muestras de control y exposición a dichos agentes y mediciones de fragmentación de flúor de 1 a 15 días. Concluyendo que una exposición mínima de vaselina y/o adhesivo sobre un Ionómero de vidrio acarrea sobre sus propiedades químicas de liberación de flúor.

2. **Vargas K. y col. (2017):** En su estudio denominado: Efectividad de tres agentes fluorados, para la remineralización in situ de superficies de esmalte desmineralizados in vitro. Estudiaron la efectividad remineralizante de 3 clases de flúor utilizados en consulta dental. Métodos: contaron con 6 muestras 2 de las cuales expuestos a la acción del flúor barniz de distintas marcas y 1 expuesta al flúor gel de fosfato acidulado al 1.23%. Concluyendo que los grupos sometidos a la acción remineralizadora de esmalte por distintas

marcas de flúor barniz fueron más homogéneos respecto al grupo que fue sometido a la acción del flúor gel de fosfato acidulado.

3. Robles E. y col (2008): En su estudio: Efecto de la microdureza superficial de un Ionómero de vidrio bajo la influencia de dos agentes fluorados en gel a diferentes concentraciones. El método utilizado consistió en seleccionar 3 grupos de 15 piezas de Ionómero de vidrio Vitremer a los cuales se les expuso al efecto fluorizante de dos fluoruros en gel de 1.23% y 2% y un grupo control sin exposición. Las piezas se expusieron por 4 minutos como indica el protocolo de fluorización dental. Encontraron en los resultados valores de diferencia significativa en la disminución de la microdureza superficial de los especímenes que fueron expuestos a mayor cantidad de acidulante. Con la consiguiente mayor dureza en el grupo control. Concluyendo que el flúor, influye de manera negativa en la microdureza superficial del Ionómero de vidrio a mayor concentración de acidulante.

1.3.2 Estudios Extranjeros:

1. Fatemeh M. (2021): En su estudio titulado Effect of fluoride varnish on glass ionomer microhardness changes in endogenous acid erosion challenge. Evaluaron los cambios producidos en la microdureza superficial de dos materiales restaurativos utilizados en odontología, como el Ionómero de vidrio restaurativo y el modificado con resina, Los Métodos utilizados fueron 40 discos de estudio, 10 para cada espécimen. Expuestos a saliva artificial, barniz y saliva artificial, barniz y ácido gástrico sintético y por último a ácido gástrico sintético. Los resultados obtenidos evidenciaron un efecto potenciador de erosión en las muestras combinadas entre ácido gástrico y barniz de flúor para el caso de las muestras de Ionómero convencional. Más no para las modificadas de resina pues mostraba un aparente refuerzo en su dureza. Concluyendo que se encontró un efecto

preventivo en la microdureza de las muestras modificadas con resinas y un efecto erosivo en las convencionales.

2. Seung-Hwan Ong. y col. (2021): Estudiaron los cambios en la composición de la superficie de un cemento de iónomero de vidrio modificado con resina sumergido en una solución de fluoruro de sodio al 2%. Se prepararon 120 especímenes de RMGI y se distribuyeron 30 en 4 sub grupos de soluciones de almacenamiento por 4 semanas: Saliva artificial con o sin fluoruro de sodio al 0.2%, de una marca distinta, saliva artificial con o sin fluoruro de sodio al 0.2% de otra marca distinta. Las muestras se observaron mediante espectrofotometría electrónica y se observaron cambios profundos en las superficies de los materiales de restauración debido a la desintegración de la matriz polisil, según concluye, este estudio sugiere que el uso excesivo de terapia de flúor podría causar graves degradaciones en RMGI.

3. Cueva J. y col. (2021): en su estudio titulado Resistencia flexural de ionómeros de vidrio mezclados con diferentes espátulas (plástico, metal) sobre varias superficies (vidrio, papel encerado). Análisis comparativo in vitro, estudiaron si existe alguna variación en las reacciones de fraguado de dos tipos de cemento de iónomero de vidrio: Convencional y resinoso, al mezclarse con distintas espátulas. Para lo cual, siguiendo el perfil técnico del material fueron elaboradas 160 muestras, divididas en grupos de 40 especímenes a los cuales se les midió la resistencia flexural en distintos tiempos (24 horas, 7, 15 y 30 días), posteriormente se subdividieron en 8 grupos de 5 discos según el material, espátula y superficie de mezcla, los ejemplares se mantuvieron en estufa a 37 ° C con 100 % de humedad relativa, posterior a cada tiempo se realizó la prueba de resistencia a la flexión biaxial en la máquina de ensayos universal INSTRON. Finalmente se concluye que hay mejores bondades con el CIV marca B (modificado con resina) concluyendo además que el tipo de superficie y espátula no alteran de forma significativa la reacción de fraguado.

4. Ivonne J. y col. (2018): En su estudio titulado Influencia del cepillado dental con dos dentífricos diferentes sobre la microdureza de tres materiales de restauración, uno de ellos el cemento de iónomero de vidrio modificado con resina. Para lo cual necesito de 24 discos con medidas de 10 mm de diámetro y 2mm de espesor fueron construidos a partir de compómeros Twinky Star (Vocco), resina (Filtex Z250, 3M, ESPE) y ionómero de vidrio modificado con resina (Vitremmer 3M, ESPE) elaborados siguiendo las instrucciones del fabricante y evaluados en cuanto a su microdureza. Los discos según el material se subdividieron aleatoriamente en seis subgrupos cada uno, sometidos a un proceso de cepillado mecánico empleando un mismo cepillo dental y pasta Colgate máxima protección anticaries, (1450 ppm de flúor) y Colgate Smiles 6+ (1000ppm) o agua durante 6 horas o 11 horas según el grupo realizándose al final del tiempo determinado la medición de microdureza. Concluyendo que: la microdureza varía según el material, el ionómero de vidrio modificado con resina fue quien mostró mayor inestabilidad y la pasta Colgate Smiles 6+ ocasionó menor cambio en la microdureza en los tres materiales.

5. Silva RC. y col. (2017): En su estudio titulado *In vitro* microhardness of glass ionomer cements. Estudiaron las propiedades mecánicas, mediante indentaciones, la microdureza de 4 ionómeros de vidrio Fuji IX, Ketac Molar, Vidrion R, Vitromolar y Z 250) con 1 día y a los 7 días de reacción de fraguado. Los resultados, después de someterlos a pruebas de Tukey $p < 0.05$, demostraron que aun sin realizar ninguna exposición química, los valores de microdureza aumentaron a la semana. Con excepción de las muestras de Fuji IX. Las muestras con mayores valores de microdureza las obtuvieron las muestras de resina z250.

6. Samir Mansuri y Cols. (2014): Publicaron en una revista dental un estudio titulado: In vitro Evaluation of Topical Fluoride ph and their

Effect on Surface Hardness of Composite Resin-based Restorative Materials, en el cual evaluaron el efecto negativo del pH del flúor sobre la microdureza de materiales de restauración a base de resina y ionómero actuales. Se realizaron 40 muestras entre CIV Vitremer, Resinas Filtex z350 y compómeros Dryract, sumergieron dichas muestras en enjuague bucal con fluoruro de sodio al 0.9%, Flúor gel al 1.23%, flúor Neutro al 2% y agua destilada, después de 36 horas se llevan a indentar. Concluyendo que todas las muestras disminuyeron su microdureza superficial significativamente en especial las muestras de CIV Vitremer y las sumergidas en flúor gel al 1.23%.

7. Mazaheri R. y col. (2014): En su estudio: Comparing the Effect of Topical Acidulated Phosphate Fluoride on Microhardness of Two Fissure Sealants and One Flowable Composite. Estudiaron el efecto del Flúor en la microdureza superficial de dos Ionómeros de vidrio tipo 4 y 1 resina fluida. Métodos: En este estudio experimental, 81 especímenes de dos selladores de fisuras y una resina fluida. Utilizando moldes para polímero especial en tres grupos de 27, incluyendo resina sin relleno sellador (Fissurite M, Vocco), sellador de resina cargada (Fissurit FX, Vocco) y un cómposite fluido (Flujo Arabesk, Voco). A continuación, estos tres grupos se dividieron en tres subgrupos de 9 como sigue: Grupo 1, 4, 7 (control): No Grupo de tratamiento- 2, 8, 5: Se aplicó una sola vez, usando APF (flúor Fosfato acidulado)- Grupo 3, 6, 9: Se aplicó seis veces usando APF. El MPA se aplicó en las muestras experimentales cada vez durante 4 minutos. A continuación, las muestras se almacenaron en el agua destilada. Por último, la superficie fue analizada con la Microdureza Vickers. El análisis estadístico fue realizado por ANOVA de 2 vías y pruebas de ANOVA de una vía. Se obtuvieron los siguientes Resultados: Tipo de materiales (sin relleno, con relleno y cómposite fluido) fue eficaz en la microdureza superficial y la diferencia entre tres tipos de materiales fue estáticamente significativa ($p < 0,001$) .El Ionómero de vidrio mostró microdureza de superficie mínima y la resina fluida mostró

máxima microdureza superficial. Además, la frecuencia de uso de gel (una o muchas veces), no tuvieron efecto sobre la microdureza promedio de la superficie de los materiales objeto de examen ($P > 0,05$). Concluyendo: Los tres materiales fueron resistentes a los efectos destructivos de la APF gel y no lo hicieron hacer unos cambios significativos de microdureza.

8. Veloz K. (2014): Estudiaron la microdureza knoop de un ionómero de vidrio híbrido bajo la acción de dos agente fluorizantes en forma de gel y a concentraciones de 1.23% y 2% respectivamente. En los Métodos utilizados, figuran 45 discos de ionómero de vidrio híbrido (Fuji II) distribuidos aleatoriamente y expuestos a 0.05ml de flúor gel 1.23%, 0.05ml de flúor gel al 2% y un tercer grupo expuesto a agua destilada. Para luego de ello ser sometidos a fuerzas knoop y verificar su grado de dureza. Los resultados que obtuvieron reforzaron su hipótesis central, encontrándose que las muestras que fueron sometidas a la presencia del flúor, disminuyeron significativamente la microdureza superficial del ionómero de vidrio. Más aún la muestras expuestas a la acción del agente más acidulante 1.23% Concluyendo así que el flúor en su forma de gel, fue determinante a la hora de endurecer el ionómero de vidrio.

9. Machado E. y cols. (2013): En su estudio: The influence of protective varnish on the integrity of orthodontic cements. Estudiaron la influencia del barniz de flúor en la integridad de los cementos de ionómeros de ortodoncia. El Método: 48 muestras se prepararon mediante la inserción de 3 tipos de cementos de ionómero de vidrio en matrices metálicas estandarizados de 10 mm de diámetro y 2 mm de profundidad. Los cementos utilizados fueron: Meron (VOCO), Ketac-Cem (3M ESPE) y Vidrion C (DFL), todos los cuales comprendía los grupos A, B y C, respectivamente. Subgrupos A1, B1 y C1 de muestras comprendidas sin protección de la superficie, mientras que los subgrupos A2, B2 y C2 compone muestras de que la superficie se revistió con Cavitine barniz (SS White), después de la

manipulación y aplicación de cemento con el fin de proteger el cemento aplicado. Todas las muestras se almacenaron en saliva artificial durante 24 horas a 37 ° C. Un diamante Vickers microdurómetro se utilizó para producir muescas en el grupo no tratado (no barnizada) y el tratado grupo (barnizado). Resultados: materiales barnizados tenían valores de microdureza significativamente mayores en comparación con los no barnizados. Ketac-Cem tenía el valor más alto entre microdureza los materiales barnizados. Conclusión: la aplicación del barniz es necesaria para preservar el cemento y evitar la descalcificación del esmalte. De los cementos de ionómero de vidrio deben estar protegidas con el fin de mantener completamente sus propiedades, por lo tanto, contribuir a la salud dental durante el tratamiento de ortodoncia.

10. Gill NC, y col. (2010): Realizaron un estudio en el que compararon el efecto de los fluoruros tópicos sobre la microdureza de varios materiales de restauración: (Fuji II, GC Corporation, Tokio, Japón y Ketac Fil Plus, 3M ESPE, Seefeld, Alemania), cementos de ionómero de vidrio convencionales de alta viscosidad (Ketac Molar Easymix, 3M ESPE, Seefeld, Alemania y Fuji IX GP, GC Corporation, Tokio, Japón) y cementos de ionómero de vidrio modificados con resina (Vitremmer, 3M ESPE, St. Paul, MN, EE. UU. Y Fuji II LC, GC Corporation, Tokio, Japón). Se prepararon 21 cilindros de cada material y se almacenaron a 37° durante 48 horas. A continuación se procedieron a fluorizarlos tópicamente con gel de flúor a 1.23% y 2%. Concluyendo que el uso de gel de APF al 1,23% puede ser perjudicial para la durabilidad a largo plazo de las restauraciones de Ionómero de vidrio.

11. Prabhakar Ara y cols (2009): En su estudio titulado: Efeito do tratamento de superfície na estabilidade de core aspereza em materiais restauradores estéticos. Estudiaron el efecto del barniz de flúor sobre la aspereza, estabilidad y color de los materiales de restauración estéticos. OBJETIVOS: El objetivo del estudio fue

evaluar y comparar el efecto in vitro de fluoruro barniz, gel de APF y la pasta de MI en la estabilidad del color y rugosidad de la superficie de la restauración estética materiales. Para ello utilizaron 60 discos de cada uno de ionómero de vidrio y resina convencional compuesta. Se realizaron mediante moldes de 1,2 cm x 2 mm. Todas las muestras se suspendieron en saliva durante 48 horas a 37°C. Posteriormente, el barniz de flúor, APF gel y pasta de MI se aplicaron a todos los subgrupos excepto los controles. Todas las muestras se suspendieron de nuevo en saliva artificial y se incubaron a 37 ° C durante 24 horas. Después de la incubación, se limpiaron usando un cepillo de dientes y pasta de dientes, y almacenado en la saliva artificial durante 1 semana. Durante este período, las muestras fueron sometidas a color y medición de la rugosidad superficial. RESULTADOS: Las mediciones se expresan como media \pm norma la desviación y la comparación entre dos grupos de prueba de la t de Student. CONCLUSIÓN: el deterioro del material del cemento de Ionómero de vidrio fue más rápido en comparación con los compuestos de barniz de fluoruro cuando se usaron geles de flúor ácidos. El uso de agentes remineralizante en materiales provoca cambios en el color y la textura superficial.

12. Ribeiro J. y col. (2006): En su estudio titulado: Avaliação da solubilidade e desintegração de cimentos de ionômero do vidro modificados por resina e compômeros em função de proteção superficial. Evaluaron comparativamente la solubilidad y la desintegración del cemento de ionómero de vidrio modificado y la necesidad o no de la aplicación de agentes protectores sobre sus superficies. Los materiales utilizados fueron: M1-Vitremer (3M Co.); M2-Fuji II LC (GC America Inc.); M3-Dyract (Dentsply); y M4-Compoglass (Vivadent). Los agentes de protección de superficies utilizadas fueron: P1-Fluroshield (Dentsply) y P2-Acabado Gloss (3M Co.). Estos materiales se sometieron a pruebas de solubilidad y desintegración según la norma ISO 7489, 1986. Para resultados se aplicaron transformaciones angulares y se sometieron a análisis de

varianza ($p < 0,05$) a partir de dos criterios fijos y prueba de homogeneidad. Los cementos de ionómero de vidrio modificado por resina y compómeros mostraron diferentes valores de solubilidad y desintegración. El valor más bajo se obtuvo por Dyract, seguido de Fuji II LC y Compoglass con intermedio y Vitremer valores con el valor más alto. Se concluyó que los materiales sometidos a protección de la superficie mostraron valores más bajos de solubilidad y la desintegración sin protección; agentes protectores, Brillo Acabado y Fluroshield Ellos fueron eficaces para la protección de superficies de cementos de ionómero vítreo modificado resina y compómeros.

1.4 Marco conceptual

1.4.1 Microdureza.- Se entiende por dureza la propiedad de la capa superficial de un material de resistir la deformación elástica, plástica y destrucción, en presencia de esfuerzos de contacto locales inferidos por otro cuerpo, más duro, el cual no sufre deformaciones residuales (indentador o penetrador), de determinada forma y dimensiones. ⁽⁸⁾

1.4.2 Cemento de Ionómero de Vidrio.- El término ionómero de vidrio está reservado para aquel material que consiste en un vidrio que se descompone por ácido, y un ácido soluble en agua que se fragua mediante una reacción ácido-base en la presencia de agua. ⁽²⁰⁾

1.4.3 Barniz de Flúor.- El barniz de flúor es una capa protectora que se pinta sobre los dientes a fin de prevenir caries y para detener caries que ya se comenzaron a formar. ⁽¹⁷⁾

CAPÍTULO II: EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Planteamiento del Problema:

2.1.1 Descripción de la realidad Problemática

El cemento de Ionómero de vidrio restaurador se ha usado como material de elección básico en las restauraciones dentales de diferente índole. En especial en aquellas en las que se requiere aprovechar su beneficio de inhibidor y liberador de flúor. El flúor por otro lado, se ha usado a la largo del tiempo en beneficiar el potencial remineralizante tanto en tejido dental como en restauraciones.

A pesar del avance de la tecnología y de las bondades de los materiales de restauración, es sabido que el cemento de Ionómero de vidrio posee sensibilidad a su reacción de fraguado. Más aún si éste está en contacto con agua. Para minimizar sus deficiencias en este aspecto es que se recomiendan usar revestimientos a base de barnices, vaselinas o incluso resinas de fotocurado justo después de su reacción de fraguado para inhibir la humedad.

El uso del flúor desde su descubrimiento en la odontología, ha generado el interés por descubrir más interacciones y posibles reacciones conforme avanza la tecnología restaurativa. Sin conocer la influencia de estos productos en la resistencia y duración del cemento de ionómero de vidrio y como podría afectar el protocolo clínico actual.

2.1.2. Antecedentes Teóricos

El fraguado consiste en una reacción ácido-base entre los ácidos policarboxílicos del líquido (ácido) y las partículas de vidrio de silicato de aluminio fluorado del polvo (base) que genera una sal

(policarboxilato) y agua: Ac.Policarboxílicos+ Vidrio (fluoroaluminosilicato)→Sal (policarboxilato)+Agua Dicha sal forma un entramado que retiene las partículas de vidrio sin reaccionar. Se trata, por tanto, de un material no homogéneo sino compuesto. Aunque no se conocen algunos detalles íntimos, clásicamente se sabe que la reacción comienza cuando los protones provenientes de los ácidos poliacrílico, itacónico y tartárico (que se disocian al estar en un medio hídrico) atacan la superficie de las partículas de vidrio liberándose cationes (Ca^{++} , Al^{+++}) y iones fluoruro. Los iones calcio se liberan en las fases iniciales de la reacción y, en las fases más tardías y de forma más lenta, los iones aluminio (debido a su mayor peso molecular).⁽¹¹⁾

Según Densply 2011; Muchos factores químicos y físicos afectan la característica de fraguado de los materiales de ionómero de vidrio. Aunque estamos tratando con una reacción ácido-base, esta es muy compleja debido a los diferentes mecanismos de reacción descritos anteriormente. Esto se aplica tanto a la liberación y precipitación de los iones de calcio y de aluminio como a la gelificación causada por los iones de flúor y tartratos. Mientras que algunos factores, tales como la temperatura, el tamaño de las partículas de la relación polvo/líquido aceleran o disminuyen la velocidad de las reacciones, ciertas influencias químicas tienen un mayor efecto y juegan un papel predominante en la modificación de las mismas reacciones.⁽¹⁷⁾

Los factores químicos más importantes que influyen son el flúor y el ácido tartárico.⁽²⁰⁾

La función del flúor durante el desarrollo de los materiales de ionómero de vidrio, Wilson y Kent 1989 observaron que el vidrio sin flúor daba como resultado pastas inútiles que eran difíciles de trabajar. Y más tarde Caldeira y cols en 2013, demostraron claramente que las características de trabajo se correlacionan con la cantidad del flúor liberado por el vidrio. El efecto del flúor es atribuido a su capacidad de formar complejos con los metales. Esto retrasa la unión de los

cationes (Ca^{2+} , Al^{3+}) a los sitios cargados negativamente de la cadena de poli electrolitos mediante la cual la gelificación es retrasada. Este mecanismo proporciona al dentista un tiempo suficiente de trabajo. ⁽¹³⁾

2.1.3 Definición del problema:

2.1.3.1 Problema Principal

- ¿Qué efecto tiene la fluorización barniz en la microdureza superficial de un cemento de ionómero de vidrio restaurador?

2.1.3.2 Problemas Secundarios

- ¿Cómo influye la fluorización barniz según su concentración en la microdureza superficial de un cemento de ionómero de vidrio restaurador?
- ¿Cómo influye la fluorización barniz según el tiempo de fraguado de un cemento de ionómero de vidrio restaurador?
- ¿Cuál de los dos agentes fluorados produce o no variaciones en la microdureza superficial de un cemento de ionómero de vidrio restaurador?

2.2 Finalidad y Objetivos de la Investigación:

2.2.1. Finalidad

Este estudio tuvo como finalidad, conocer los efectos de la aplicación del flúor según su presentación y concentración, en la microdureza superficial de un cemento de ionómero de vidrio restaurador muy usado en operatoria dental; de tal manera, actualizar los

conocimientos y protocolos sobre el manejo clínico correcto del Cemento de Ionómero de vidrio restaurador.

2.2.2 Objetivo General

- Determinar el efecto de la fluorización barniz en la microdureza superficial de un cemento de ionómero de vidrio restaurador.

2.2.3 Objetivos Específicos

- Determinar la influencia de la fluorización barniz según su concentración en la microdureza superficial de un cemento de ionómero de vidrio restaurador
- Determinar la influencia de la fluorización barniz según el tiempo de fraguado de un cemento de Ionómero de vidrio restaurador.
- Comparar el efecto de los dos agentes fluorados en la microdureza superficial de un cemento de ionómero de vidrio restaurador.

2.2.4 Delimitación del estudio.

El presente estudio se encontró comprendido dentro del área de biomateriales dentales, específicamente en aquellos que estudian las bases restaurativas de las piezas dentales. Estuvo delimitado dentro de las normas Española ISO 4049 para manipulación de material odontológico y comprendido en el periodo de tiempo de julio a agosto de 2021.

2.2.5 Justificación e Importancia del estudio.

El presente trabajo de investigación estuvo justificado plenamente por su originalidad, ya que al usar protocolos utilizados en otros estudios y por regirse a normas internacionales, aún existe la interrogante sobre la influencia de agentes químicos sobre la reacción de fraguado de los cementos de ionómeros de vidrio.

Además resultó necesario realizar la investigación para disipar dudas respecto al manejo correcto que le debemos dar a los materiales restaurativos como el ionómero de vidrio. Y por servir como referente para estudios posteriores de microdureza.

2.3 Hipótesis Y Variables

2.3.1 Supuestos teóricos.

Partiendo de la idea que la presencia de la humedad y del flúor juegan un papel muy importante a la hora de conseguir un máximo fraguado en los cementos de ionómero de vidrio. Tal es así que un desequilibrio en este último retrasaría el proceso de gelificación misma.

El efecto del flúor es atribuido a su capacidad de formar complejos con los metales. Este mecanismo proporciona al dentista un tiempo suficiente de trabajo.

Se conoce además que los ionómeros de vidrio convencionales son muy susceptibles a cambios en su proceso químico de endurecimiento, es por eso que el uso de adhesivos, revestimientos o barnices podría generar alteraciones.

2.3.2 Hipótesis General

La fluorización barniz afecta significativamente sobre la microdureza superficial del cemento de ionómero de vidrio.

2.3.3 Hipótesis específicas

La fluorización barniz, según su concentración, influye significativamente en la microdureza superficial de un cemento de ionómero de vidrio restaurador

La fluorización barniz, según el tiempo de exposición, influye significativamente en la microdureza superficial de un cemento de ionómero de vidrio restaurador.

El agente fluorado Climpro White Varnish® produce mayor diferencia significativa de microdureza superficial del cemento de ionómero de vidrio restaurador.

2.3.4 Variables e indicadores.

- **Variable independiente:**

Fluorización barniz

Indicador:

Partes por millón de flúor. Datos entregados por los fabricantes.

Días de exposición al agente fluorizante.

- **Variable dependiente:**

Microdureza superficial

Indicador:

Unidad de indentación Vickers 500g/cm²

2.3.5 Definición Operacional de Variables:

EFEECTO DEL FLÚOR BARNIZ EN LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE UN CEMENTO DE UN IONOMERO DE VIDRIO RESTAURADOR. ESTUDIO IN VITRO

		CD. Robert Carpio Zegarra						
OPERACIONALIZACION DE VARIABLES								
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFENICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA	VALOR FINAL
Fluorización Barniz	Es una laca protectora con fluoruro. Se distribuye con facilidad y fluye rápidamente a las estructuras superficiales complejas. Se seca con rapidez y muestra una adhesión excelente a los dientes.	Fluor Protector. Es una laca protectora con propiedad remineralizante y desensibilizante. Climpro white Varnish. Gel de fluoruro con mayor tixotropía remineralizante y desensibilizante.	INDEPENDIENTE	Concentración de fluor.	7000 ppm 22600 ppm	Partes por millón de fluor.	Razón	CAPACIDAD REMINERALIZANTE 220ppm - Muy baja capacidad. 7000ppm - baja capacidad. 9000ppm - Mediana capacidad. 12300ppm - Alta Capacidad. 22600ppm - Muy Alta Capacidad. Capacidad. Dia 1 :Exposición inicial a fraguado inicial. Dia 7: Exposición Final a fraguado final.
				Tiempo de exposición	1 y 7 días.	Dias transcurridos.	Razón	290HV - Se raya fácil con la uña. 433HV - Se raya con la uña. 478HV - Se raya con un cobre. 716HV - Se raya fácil con navaja. 838HV - Se raya con navaja. 1080HV - Se raya con lima de acero. 1544HV - Raya el vidrio. 2481HV - Muy duro. 2766HV - Muy duro. -34565103HV - La más dura.
Microdureza superficial	La dureza es una condición de la superficie del material, no representa ninguna propiedad de la materia y está relacionada con las propiedades elásticas y plásticas del material.	Resistencia que posee un material a la indentación o rayado.	DEPENDIENTE	Resistencia a la Penetración del indentador.	Carga de 500g/cm ²	Hardnes Vickers (HV)	Razón	

CAPÍTULO III: MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTOS

3.1 Criterios de Inclusión y Exclusión:

Se tomó un cemento de ionómero de vidrio restaurador más usado en la práctica clínica como es el Ketac Molar® de la casa 3M. Así mismo se realizaron las mezclas siguiendo los protocolos clínicos que indica el fabricante para tal acción: platina de plástico y espátula de cemento de plástico.

3.1.1 Criterios de Inclusión:

- 30 especímenes de cemento de ionómero de vidrio Ketac Molar® de una medida 4 mm x 6mm autocurados en su totalidad.
- Toda muestra que se encuentre con dureza superficial a los 5 minutos de fraguado indicado por el fabricante y pasado el tiempo de almacenamiento.
- Muestras cubiertas por agentes fluorizantes experimental.

3.1.2. Criterios de Exclusión:

Se descartaron muestras que contenían:

- Grietas
- Fisuras
- Fracturas
- Ausencia de curado superficial o profundo.
- Muestras que no hayan sido cubiertas por el Agente Fluorizante experimental.

3.2 Población y Muestra.

3.2.1 Población:

Todos los especímenes de cemento de ionómero de vidrio restaurador de la marca Ketac Molar® que resultaron necesarios confeccionar para obtener la muestra deseada.

3.2.2 Muestra:

Consistió en 30 especímenes de cemento de ionómero de vidrio restaurador de la marca Ketac molar® de un tamaño y grosor de acuerdo a la norma ISO 4049 española para biomateriales dentales que cumplieron los criterios de selección.

3.3 Diseño, Técnica e Instrumento de Recolección de datos.

3.3.1 Diseño:

3.3.1.1 Propósito

Aplicada: Según Alvares, en 2020 menciona que este tipo de investigación está orientada a conseguir un nuevo conocimiento que permita obtener soluciones prácticas. ⁽²⁴⁾ En ese sentido, es aplicada porque en la investigación se buscó utilizar el conocimiento teórico, en base a los componentes físicos y químicos de los materiales usados. Observar su interacción mediante fenómenos físicos y registrarlos a lo largo del tiempo.

3.3.1.2 Enfoque

Cuantitativo: Desde este punto de vista es un proceso sistemático y ordenado que se lleva a cabo siguiendo determinados pasos. ⁽²⁵⁾ Debido a que el investigador centró su investigación en aspectos objetivos y puntuales, los cuales fueron obtenidos en base a un muestreo no probabilístico por conveniencia basados en los apartados de la norma ISO 4049 para investigaciones de material Odontológicos.

3.3.1.3 Secuencia Temporal

Longitudinal: Este tipo de estudios se miden en una o más ocasiones la o las variables estudiadas. Se compara los valores de las variables en diferentes ocasiones ya sea a futuro o presente y pasado. ⁽²⁴⁾ Por ese motivo, ya que los datos fueron obtenidos en dos momentos: Uno de manera inmediata y otro a 7 días del fraguado inicial, se considera en este aspecto.

3.3.1.4 Temporalidad

Prospectivo: Cuando el fenómeno a estudiarse tenga la causa en el presente y efecto en el futuro. ⁽²⁴⁾ En ese sentido lo es entonces pues los datos se obtuvieron en el momento de la indentación micro computarizado y se analizaron pasados 7 días de fraguado.

3.3.1.5 Finalidad

Experimental: Cuando los datos se obtienen por observación de hechos condicionados por el investigador, en donde se manipula una sola variable y se espera respuesta de otra. ⁽²⁴⁾ Pues una de las variables de estudio fue manipulada con compuestos químicos de otra, analizando los datos obtenidos y vinculándolos entre sí.

3.3.1.6 Nivel

Comparativo: Conoce la relación o grado de asociación o superación de las variables. ⁽²⁴⁾ Pues la investigación estuvo orientada a establecer la vinculación entre las variables de estudio y resaltar los mejores datos entre sí.

3.3.1.7 Aspectos Éticos

Para el desarrollo del presente estudio, se contó con la autorización correspondiente y la colaboración de la facultad de Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica del Perú, para lo cual se brindó toda la información respecto a la investigación y materiales usados. Se dejó en claro que se respetó la privacidad del personal verificador al no aparecer en registros fotográficos. Resguardando así en privado su identidad. En esta investigación no se pusieron en riesgo la vida de animales ni personas ya

que se trabajó con material en la que se especifica constantemente las marcas comerciales utilizadas.

3.3.2 Técnica de Recolección de Datos.

Se gestionaron los permisos necesarios mediante una carta de presentación dirigida al departamento de Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica del Perú, indicando el nombre del investigador, el título de la tesis, los tipos de ensayos y la cantidad de muestras a analizar.

Para la recolección de los datos se empleó la observación directa y toma de fotografías de las pruebas de microdureza por medio del monitor de la computadora.

La elaboración de las probetas para prueba de ensayo de dureza superficial, estuvo basadas en la norma ISO 4049: Española denominada: "Materiales de Restauración y Pruebas Mecánicas", establecidas para materiales poliméricos, ya que es importante basarse en métodos internacionales para hacer el estudio más preciso.

Se utilizó un frasco de Cemento de Ionómero de vidrio Ketac Molar® de la casa 3M. Una pipeta de Flúor Barniz de la marca flúor Protector® de Ivoclar vivadent a 7000 ppm y un sachet de flúor barniz Clinpro White varnish® de la casa 3M a 22600 ppm.

1. Se realizó el dispensado de la muestra de Cemento de ionómero de vidrio Ketac molar®, en los moldes confeccionados, a una proporción de 6/6 con la ayuda de una espátula y platina plastificada proporcionados por el fabricante por 45 segundos.

2. Con la ayuda de la espátula se tuvo cuidado del vertido de las muestras en el molde previamente cerrado y limpiado de acero inoxidable, cuidando de la presencia de burbujas de aire. Se tuvo especial cuidado de no ingresar instrumentos ajenos al cilindro para evitar cualquier contaminante. Se llenó

hasta el tope indicado y se procedió al sellado en la parte superior con una cinta celuloide transparente y una platina de vidrio, se eliminaron los excesos colocando una pesa de 1kg sobre la platina durante 5 minutos, tiempo recomendado por el fabricante.

3. Después de 5 minutos de colocado, tiempo de fraguado indicado por el fabricante, se procedió a separar ambas placas aceradas con especial cuidado de no maltratar las muestras, en todo el tiempo usando guantes quirúrgicos para evitar contaminantes.

4. Los bloques cilíndricos son verificados y se proceden a continuar con las muestras para los 20 siguientes especímenes.

5. Las muestras fueron seleccionadas aleatoriamente y se procedió a colocar en 10 subgrupos como indica en el gráfico

GRUPO CONTROL:

GRUPO I SIN REVESTIMIENTO (GC)	Ionómero de vidrio restaurador Ketac Molar®. (10)
--------------------------------	---

GRUPO EXPERIMENTAL:

GGRUPO II CON FLÚOR PROTECTOR® 7000PPM (GFP)	Ionómero de vidrio restaurador Ketac Molar® recubierto de flúor Protector®. (10)
GRUPO III CON FLUOR CLIMPRO WHITE VARNISH® 22600PPM (GFCW)	Ionómero de vidrio restaurador Ketac Molar® recubierto con flúor Clinpro White varnish® (10)

6. Se tuvo cuidado de cubrir toda la parte superior e inferior que se indentará en el durómetro teniendo la precaución unas 2 veces.

7. El almacenamiento de las muestras, debió ser tratado mediante frascos rotulados las cuales fueron almacenadas por 24 horas a 37°C en un ambiente fresco y seco. Para garantizar la estandarización de la muestras.

8. Una vez culminado el tiempo se procedió a realizar el ensayo de dureza Vickers. 1Kg de fuerza por 10 segundos.

9. Finalmente los valores obtenidos de cada indentación se trasladaron a una tabla de valores de microdureza superficial en unidades HV para cada muestra.

10. Se tomaron fotografías de las muestras de microdureza con la ayuda de la cámara semiprofesional canon Pro1 de 7mp.

3.3.3 Instrumento de Recolección de Datos.

El instrumento lo constituyó una Ficha de Recolección de datos que estuvo comprendida por:

- Tipo de material utilizado.
- Tipo de agente fluorizante y sub grupo
- Cantidad de muestras utilizadas.
- Tiempo de exposición al agente fluorizante.
- Valores de microdureza registrados.

Además de la fabricación y calibración de un molde de acero inoxidable como se indica en la norma ISO 4049 del año 2020.

1. Con la ayuda de un torno industrial de precisión se confeccionó un molde de dos placas de acero inoxidable de 38 mm x 105mm de longitud cada una, atravesadas por dos tornillos de acero inoxidable de 30 mm cada una y que contengan unidas 10 cavidades con unas mediciones de 4 y 6 mm de profundidad como indica la norma ISO 4049 española en sus apartados referente a los moldes de acero para estudios de cómposite.

2. Los moldes se crearon para facilitar la manipulación de las muestras de cementos de ionómeros de vidrio Ketac Molar® y se puedan llevar al durómetro con una superficie plana y recta, para evitar la fractura al momento del desencofrado.

De tal manera que obtuvimos 30 muestras uniformes de Cemento de Ionómero de Vidrio que luego distribuimos en 3 grupos de 10 cada una.

El 2do instrumento fue facilitado por el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Para lo cual se contó con un microdurómetro digital (ZHV ZwickRoell, Alemania) calibrado a 1kg y a 10 segundos lo cual ayudó a las pruebas de 24 horas y luego de 7 días de conservación en las mismas condiciones.

3.4 Procesamiento de Datos.

Se realizaron las tablas y cuadros en el programa Microsoft Word y en Excel Windows office 2010. Utilizando programas interactivos por su facilidad gráfica y didáctica. Se usó un ordenador con programa estadístico Stata Version13 por su versión más dinámica y rápida al momento de descargar los cuadros y pruebas estadísticas. Debido a las variables cuantitativas, se realizaron pruebas de normalidad a todas las grupos estudiados de tipo Shapiro Wilk a los resultados obtenidos según indentaciones registradas y se establecieron valores de significancia $p < 0.05$. Posterior a eso se realizaron pruebas comparativas de significancia por grupo, debido a que un grupo no poseía aparente normalidad, se realizó prueba no paramétrica de signos de rangos de Wilcoxon y se establecieron valores de significancia $p < 0.005$. Posterior a eso se realizó pruebas paramétricas para muestras dependientes de tipo T, y se establecieron valores de significancia $p < 0.05$ para los grupos restantes. Posterior a ello se realizaron estudios comparativos de significancia para 3 grupos generales mediante las pruebas de Kruskal-Wallis y prueba post-hoc de Dunn con un nivel de significancia estadístico $p < 0.05$.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Presentación de Resultados.

Tabla 01: Valores de Microdureza Vickers (HV) obtenidos según la concentración de flúor barniz aplicado para grupos estudiados al primer día y día 7 de fraguado.

Nombre del Grupo de Estudio	Microdureza Inicial (día 1)	Microdureza Final (Día 7)	Delta %
Grupo Control Ketac Molar® + 0 ppm de flúor.			
GC1	78HV	80HV	2.5
GC2	78HV	80HV	2.5
GC3	78HV	79HV	1.2
GC4	77HV	79HV	2.5
GC5	79HV	81HV	2.4
GC6	75HV	77HV	2.5
GC7	79HV	81HV	2.4
GC8	78HV	79HV	1.2
GC9	77HV	78HV	1.2
GC10	78HV	78HV	0
Grupo Flúor Protector® Ketac Molar® + 7000 ppm de flúor			
GFP1	76HV	73HV	-4.1
GFP2	74HV	72HV	-2.7
GFP3	78HV	76HV	-2.6
GFP4	77HV	74HV	-4.05
GFP5	71HV	68HV	-4.4
GFP6	76HV	71HV	-7.04
GFP7	75HV	73HV	-2.7
GFP8	75HV	71HV	-5.6
GFP9	76HV	73HV	-4.01
GFP10	77HV	75HV	-2.6

Grupo Clinpro White Varnish® Ketac Molar® + 22600 ppm de Flúor			
GFCV1	75HV	69HV	-8.6
CGCV2	74HV	66HV	-12.1
CFCW3	71HV	67HV	-5.9
CFCW4	77HV	71HV	-8.4
CFCW5	71HV	65HV	-9.2
CFCW6	73HV	65HV	-12.3
CFCW7	74HV	68HV	-8.8
CFCW8	72HV	68HV	-5.8
CFCW9	75HV	69HV	-8.6
CFCW10	71HV	66HV	-7.5

De acuerdo al análisis univariado y luego de proceder a someter las muestras de Cemento de Ionomero de vidrio Ketac Molar a las fuerzas de indentación encontramos que:

Para el grupo control, obtuvimos una microdureza inicial de 78HV (muestra 1) y una microdureza final de 80HV con una variación porcentual de 2.5%; para la muestra 2, encontramos una microdureza inicial de 78HV y una final de 80HV con una variación porcentual de 2.5%; para la muestra 3, encontramos una microdureza inicial de 78HV y una microdureza final de 79HV con una variación porcentual de 1.2%; para la muestra 4 encontramos una microdureza inicial de 77HV y una final de 79HV con una variación porcentual de 2.5%; para la muestra 5 encontramos una microdureza inicial de 79HV y una final de 81HV con una variación porcentual de 2.4%; para la muestra 6 encontramos una microdureza inicial de 75HV y una final de 77HV con una variación porcentual de 2.5%; para la muestra 7 encontramos una microdureza inicial de 79HV y una final de 81HV con una variación porcentual de 2.4%; para la muestra 8 encontramos una microdureza inicial de 78HV y una final de 79HV con una variación porcentual de 1.2%; para la muestra 9 encontramos una microdureza inicial de 77HV y una final de 78HV con una variación porcentual de 1.2% y para la muestra 10 encontramos una microdureza inicial de 78HV y una final de 78HV con una variación porcentual de 0%.

Por el lado de las muestras que fueron sometidas al agente fluorizador del Flúor Protector®, se encontró que para la muestra 1 una microdureza inicial de 76HV y una final 73Hv con una variación porcentual de -4.1%; se encontró que para la muestra 2 una microdureza inicial de 74HV y una final 72Hv con una variación porcentual de -2.7%; para la muestra 3 una microdureza inicial de 78HV y una final 76Hv con una variación porcentual de -2.6%; para la muestra 4 una microdureza inicial de 77HV y una final 74Hv con una variación porcentual de -4.05%; para la muestra 5 una microdureza inicial de 71HV y una final 68Hv con una variación porcentual de -4.4%; para la muestra 6 una microdureza inicial de 76HV y una final 71Hv con una variación porcentual de -7.04%; para la muestra 7 una microdureza inicial de 75HV y una final 73Hv con una variación porcentual de -2.7%; para la muestra 8 una microdureza inicial de 75HV y una final 71Hv con una variación porcentual de -5.6%; para la muestra 9 una microdureza inicial de 76HV y una final 73Hv con una variación porcentual de -4.01%; para la muestra 10 una microdureza inicial de 77HV y una final 75Hv con una variación porcentual de -2.6%

Por el lado de las muestras que fueron sometidas al agente fluorizador del Clinpro White Varnish®, se encontró que para la muestra 1 una microdureza inicial de 75HV y una final 69Hv con una variación porcentual de -8.6%; para la muestra 2 una microdureza inicial de 74HV y una final 66Hv con una variación porcentual de -12.1%; para la muestra 3 una microdureza inicial de 71HV y una final 67Hv con una variación porcentual de -5.9%; para la muestra 4 una microdureza inicial de 77HV y una final 71Hv con una variación porcentual de -8.4%; para la muestra 5 una microdureza inicial de 71HV y una final 65Hv con una variación porcentual de -9.2%; para la muestra 6 una microdureza inicial de 73HV y una final 65Hv con una variación porcentual de -12.3%; para la muestra 7 una microdureza inicial de 74HV y una final 68Hv con una variación porcentual de -8.8%; para la muestra 8 una microdureza inicial de 72HV y una final 68Hv con una variación porcentual de -5.8%; para la muestra 9 una microdureza inicial de 75HV y una final 69Hv con una variación porcentual de -8.6% y para la muestra 10, una microdureza inicial de 71HV y una final 66Hv con una variación porcentual de -7.5%.

Tabla 02: Distribución de Frecuencias para Grupo Control Ketac Molar® + 0 ppm de flúor.

Stats	Microdureza inicial (1Día)	Microdureza Final (7Día)
Mean	77.7	79.2
P50	78	79
Sd	1.159502	1.316561
Min	75	77
max	79	81

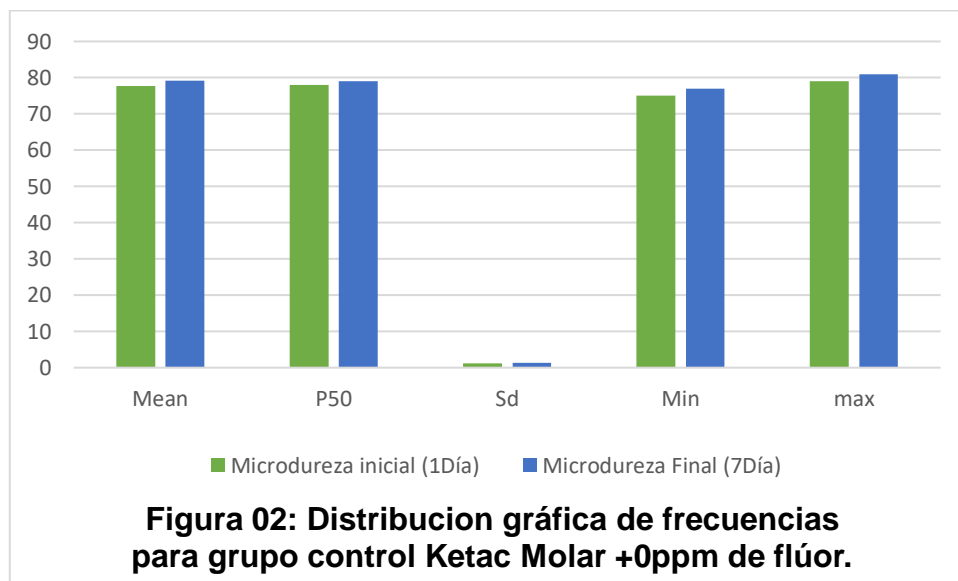
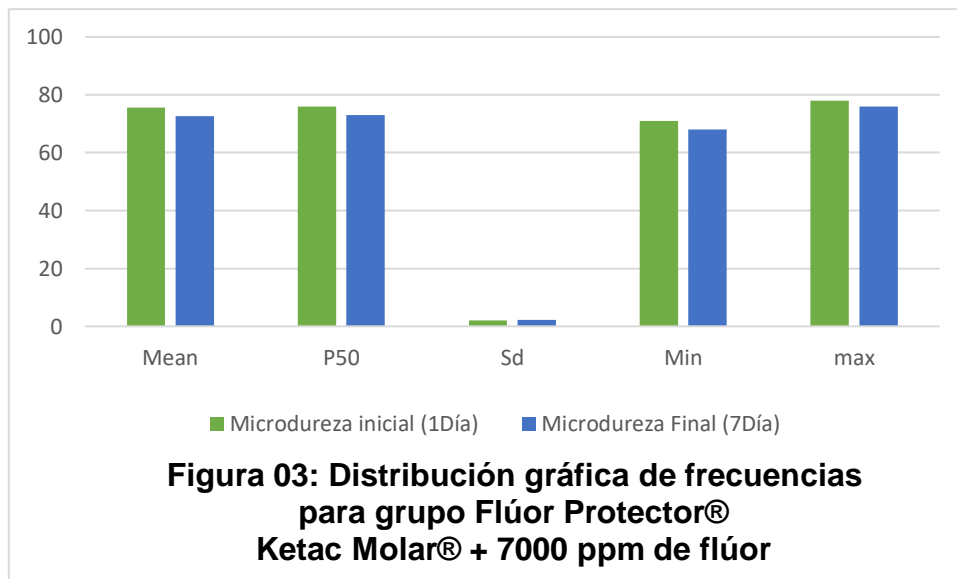


Figura 02: Distribucion gráfica de frecuencias para grupo control Ketac Molar +0ppm de flúor.

Tabla de distribución de frecuencia para el grupo Control Ketac Molar® + 0 ppm de flúor. Se encontró que la media para una microdureza inicial al 1er día de fraguado, fue de 77.7 HV. Mientras que para el día 7 fue de 79.2. La Mediana encontrada al 1er día de fraguado fue de 78 HV mientras que para el día 7 fue de 79 HV. Los Valores mínimos de microdureza inicial al 1er día fueron de 75 HV y para el día 7 de 77 HV. Los valores máximos de microdureza inicial al 1er día fueron de 79 HV y para el día 7 de 81 HV.

**Tabla 03: Distribución de Frecuencias para Grupo Flúor Protector®
Ketac Molar® + 7000 ppm de flúor**

Stats	Microdureza inicial (1Día)	Microdureza Final (7Día)
Mean	75.5	72.6
P50	76	73
Sd	1.95789	2.270585
Min	71	68
max	78	76



Tras el análisis de la información recolectada se encontró que la media para una microdureza inicial al 1er día de fraguado, fue de 75.5 HV. Mientras que para el día 7 fue de 72.6. La Mediana encontrada al 1er día de fraguado fue de 76 HV mientras que para el día 7 fue de 73 HV. Los Valores mínimos de microdureza inicial al 1er día fueron de 71 HV y para el día 7 de 68 HV. Los valores máximos de microdureza inicial al 1er día fueron de 78 HV y para el día 7 de 76 HV.

**Tabla 04: Distribución de Frecuencias para Grupo Flúor Clinpro
White Varnish®
Ketac Molar® + 22600 ppm de flúor**

Stats	Microdureza inicial (1Día)	Microdureza Final (7Día)
Mean	73.3	67.4
P50	73.5	67.5
Sd	2.057507	1.95505
Min	71	65
max	77	71

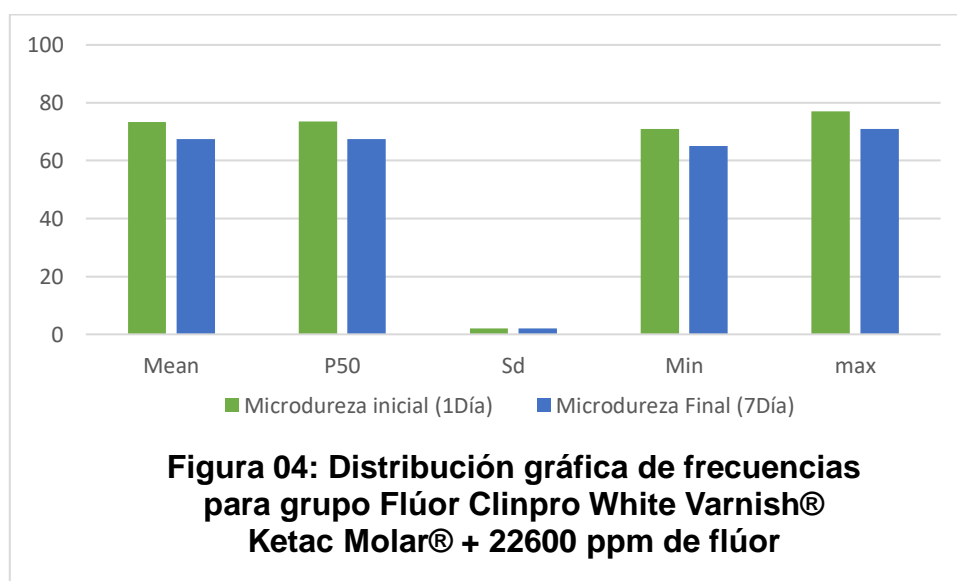


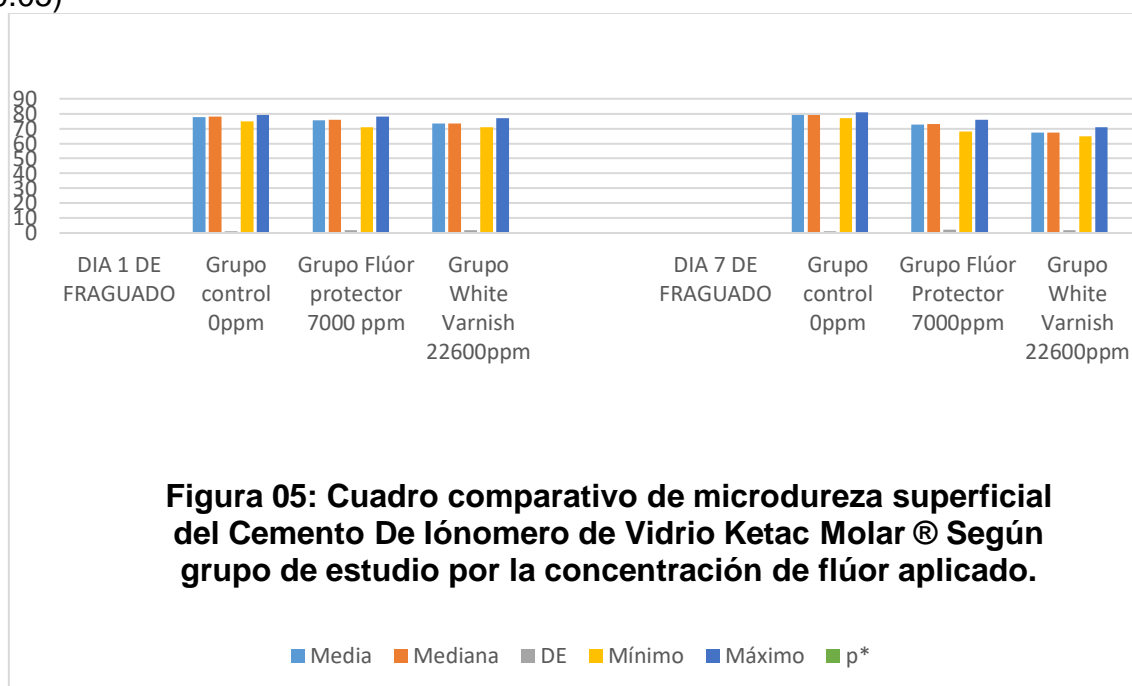
Figura 04: Distribución gráfica de frecuencias para grupo Flúor Clinpro White Varnish® Ketac Molar® + 22600 ppm de flúor

Tras el análisis de la información recolectada se encontró que la media para una microdureza inicial al 1er día de fraguado, fue de 73.3 HV. Mientras que para el día 7 fue de 67.4. La Mediana encontrada al 1er día de fraguado fue de 73.5 HV mientras que para el día 7 fue de 67.5 HV. Los Valores mínimos de microdureza inicial al 1er día fueron de 71 HV y para el día 7 de 65 HV. Los valores máximos de microdureza inicial al 1er día fueron de 77 HV y para el día 7 de 71 HV.

Tabla 05: Influencia de la fluorización barniz según su concentración en la microdureza superficial del Cemento De Iónomero de Vidrio Ketac Molar ®

	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo	<i>p</i> *
Microdureza al día 1 de fraguado.						
Grupo control 0ppm	77.7	78	1.16	75	79	0.03385
Grupo Flúor protector® 7000 ppm	75.5	76	1.96	71	78	0.36860*
Grupo White Varnish® 22600ppm	73.3	73.5	2.06	71	77	0.47141*
Microdureza al día 7 de fraguado						
Grupo control 0ppm	79.2	79	1.12	77	81	0.94731*
Grupo Flúor Protector® 7000ppm	72.6	73	2.27	68	76	0.91141*
Grupo White Varnish® 22600ppm	67.4	67.5	1.96	65	71	0.53038*

*Prueba de Shapiro-Wilk
Nivel de significancia estadística
($p < 0.05$)



Microdureza superficial del cemento de iónomero de vidrio Ketac molar ® según la concentración de flúor aplicado por marca comercial independientemente de

los días de etapa de fraguado. Tras la recopilación de los datos obtenidos de los grupos de estudio, se procedieron a realizar las pruebas de normalidad de tipo Shapiro Wilk y se establecieron valores de significancia $p < 0.05$ a cada grupo. Donde, en el grupo de muestras analizadas al primer día de fraguado, para el grupo control, se encontraron valores p en 0.034; seguido por el Grupo Flúor Protector® 0.369 y para el grupo Clinpro White Varnish® 0.471. Mientras que para el grupo de muestras analizadas al día 7 de fraguado, para el grupo control se encontraron valores p en 0.947; seguido por el grupo Flúor Protector® 0.911 y para el grupo Clinpro White Varnish® 0.530.

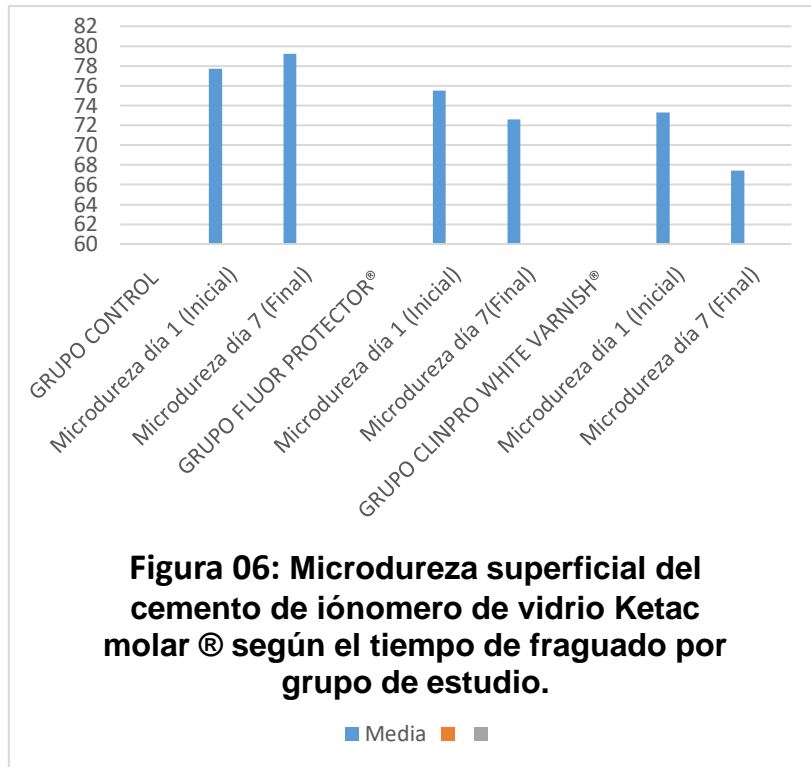
Tabla 06: Influencia de la fluorización barniz según el tiempo de fraguado de la microdureza superficial del cemento de iónomero de vidrio Ketac molar ®

	Media	DE	P
Grupo control			
Microdureza día 1 (Inicial)	77.7	1.16	0.005*
Microdureza día 7 (Final)	79.2	1.12	
Grupo flúor Protector®			
Microdureza día 1 (Inicial)	75.5	1.96	<0.05**
Microdureza día 7(Final)	72.6	2.27	
Grupo Clinpro White Varnish®			
Microdureza día 1 (Inicial)	73.3	2.06	<0.05**
Microdureza día 7 (Final)	67.4	1.96	

*Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

** Prueba T para muestras dependientes

Nivel de significancia estadística ($p < 0.05$)



Tras el análisis de normalidad de las muestras analizadas, se prosiguió analizar la prueba de diferencias estadísticas de tiempos por grupos. Debido a que el primer grupo Control no poseía normalidad, se realizó una prueba no paramétrica de signos de rangos de wilconxon, con un valor $p < 0.005$ encontrando un valor $p = 0.0045$. Para los grupos siguientes, se realizaron pruebas T para muestras dependientes con valor $p < 0.05$ Encontrando para el grupo Flúor Protector® un valor $p = 0.000$ y para el grupo Clinpro White Varnish® un valor $p = 0.000$.

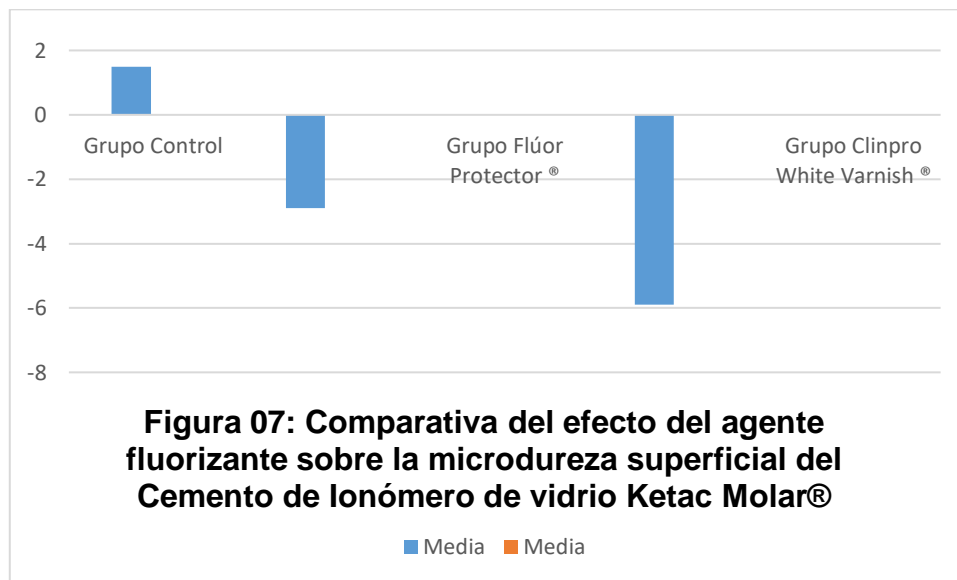
Tabla 07: Comparativa del efecto del agente fluorizante sobre la microdureza superficial del Cemento de Ionómero de vidrio Ketac Molar®. Nivel de significancia representativa entre grupos específicos.

Diferencia (Día 7 –Día 1 de fraguado)	Media	DE	<i>p</i> *	<i>p</i> **
Grupo Control 0ppm	1.5	0.707		<0.05
Grupo Flúor Protector 7000ppm	-2.9	0.994	<0.05	<0.05
Grupo Clinpro White Varnish 22600ppm	-5.9	1.370		<0.05

* Prueba Kruskal-Wallis

** Prueba post-hoc de Dunn

Nivel de significancia estadística ($p < 0.05$)



Tras el análisis de pruebas T para muestras dependientes, se realizaron las comparaciones representativas por parejas de Dunn's y Kruskal-Wallis entre grupos de estudio con un valor $p < 0.05$ para determinar el nivel de significancia representativa entre grupos, encontrando valores p para Kruskal-Wallis de 0.001 y para Dunn's 0.0040, 0.000 y 0.0085 respectivamente.

4.2 contrastación de hipótesis.

Para las muestras correspondientes al primer día de fraguado, se inició evaluando si los datos encontrados correspondientes a su microdureza superficial presentaban distribución normal utilizando la prueba de Shapiro-Wilk, y se hallaron valores p de 0.034 para el grupo control, estos resultados conducen a un rechazo de la hipótesis nula ($p < 0.05$) indicando que el grupo mencionado no presenta distribución normal en sus datos observados. Con la misma prueba se obtuvieron valores p de 0.369 para el grupo con muestras de Flúor Protector® y valores p de 0.471 para el grupo con muestras de Flúor Clinpro White Varnish®, estos resultados conducen a aceptar la hipótesis nula, indicando que los grupos observados sí presentan una distribución normal en sus datos. (Tabla 05).

Para las muestras correspondientes al 7mo día de fraguado, se inició de la misma manera, evaluando si los datos encontrados correspondientes a su microdureza superficial presentaban distribución normal, utilizando la prueba de Shapiro-Wilk, se hallaron valores p de 0.947 para el grupo control, valores p de 0.911 para grupo con muestras de Flúor Protector® y valores p de 0.530 para el grupo con muestras de Flúor Clinpro White Varnish®. Estos resultados conducen a aceptar la hipótesis nula, indicando que los grupos observados si presentan distribución normal en sus datos. (Tabla 05).

Tras el análisis de normalidad de las muestras analizadas, se prosiguió analizar la prueba de diferencias estadísticas de tiempos por grupos, mediante la prueba no paramétrica de signos de rangos de Wilcoxon para el caso de las muestras que no poseían normalidad (grupo Control) encontrando un valor p de 0.0045 lo que supone un rechazo de la hipótesis nula ($p < 0.005$) lo que significa que existen diferencias estadísticamente significativas en ganancia de microdureza de las muestras de grupo control desde el día 1 hasta el día 7 de fraguado sin aplicación de flúor barniz. (Tabla 06).

Luego de ello, siguiendo el estudio de tiempos entre grupos de muestras dependientes, se decide aplicar la prueba T, en este caso, para el grupo correspondiente a Flúor Protector® y cuyas muestras si poseían normalidad.

Encontrando valores p de 0.000 lo que supone un rechazo de la hipótesis nula ($p < 0.05$) y lo que significa que existen diferencias estadísticamente significativas en pérdida de microdureza superficial desde el día 1 hasta el día 7 de fraguado con aplicación de flúor barniz de 7000 ppm. (Tabla 06).

Luego de ello, siguiendo el estudio de tiempos entre grupos de muestras dependientes, se decide aplicar la prueba T, en este caso, para el grupo correspondiente a Clinpro White Varnish® y cuyas muestras si poseían normalidad. Encontrando valores p de 0.000 lo que supone un rechazo de la hipótesis nula ($p < 0.05$) y lo que significa que existen diferencias estadísticamente significativas en pérdida de microdureza superficial desde el día 1 hasta el día 7 de fraguado con aplicación de flúor barniz de 226000 ppm. (Tabla 06).

Tras el análisis de pruebas T para muestras dependientes, se realizaron las comparaciones representativas por parejas de Dunn's y Kruskal-Wallis entre grupos de estudio con un valor $p < 0.05$ para determinar el nivel de significancia representativa entre grupos, encontrando valores p para Kruskal-Wallis de 0.001 lo que significa que existen diferencias estadísticamente significativas entre todos los grupos de estudio. Posteriormente se realizó la prueba por parejas de Dunn's, entre el grupo control y el grupo Flúor Protector® donde se encontró un valor p de 0.0040, siendo menor al valor $p < 0.05$ estimado, se asume que existen diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos. Posteriormente se realizó la prueba por parejas de Dunn's, entre el grupo Control y el grupo Flúor Clinpro White Varnish® donde se encontró un valor p de 0.000, siendo menor al valor $p < 0.05$ estimado, se asume que existen diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos. Posteriormente se realizó la prueba por parejas de Dunn's, entre el grupo Flúor Protector® y el grupo Clinpro White Varnish® donde se encontró un valor p de 0.0085, siendo menor al valor $p < 0.05$ estimado, se asume que existen diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos. (Tabla 07).

Podemos agrupar las hipótesis generales y específicas con sus resultados estadísticos en la siguiente tabla:

Tabla 08: Análisis de aceptación de la Hipótesis General como respuesta inductiva a los resultados estadísticos de sus Hipótesis Específicas.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	RESULTADO ESTADISTICO
<p>La fluorización barniz, según su concentración, influye significativamente en la microdureza superficial de un cemento de Ionómero de vidrio restaurador.</p>	<p>SE ACEPTA</p>
<p>La fluorización barniz, según el tiempo de exposición, influye significativamente en la microdureza superficial de un cemento de ionómero de vidrio restaurador.</p>	<p>SE ACEPTA</p>
<p>El agente fluorado Climpro White Varnish® produce mayor diferencia significativa de microdureza superficial del cemento de iónomero de vidrio restaurador.</p>	<p>SE ACEPTA</p>
HIPÓTESIS GENERAL	RESULTADO INDUCTIVO
<p>La fluorización barniz afecta significativamente sobre la microdureza superficial del cemento de ionómero de vidrio.</p>	<p>SE ACEPTA</p>

4.3 Discusión de Resultados.

La importancia de conocer la estructura de los ionómeros de vidrio, usados actualmente como el mejor material de restauración por sus amplias ventajas, con la interacción del medio bucal, factores extrínsecos como la humedad, la presencia del flúor, etc., nos sirve para aprender su manejo y las condiciones ideales para su correcta longevidad y objetivo deseado.

La historia nos ha puesto de manifiesto que los materiales de reconstrucción o restauración con ionómeros de vidrio, siempre se han mantenido en constante actualización y estudio. Por ello es importante conocer los factores que afectan las reacciones de fraguado.

Uno de los ionómeros de vidrio de restauración más usados a nivel de políticas públicas en sector salud es el ionómero de vidrio Ketac Molar® 3MESPE y adicionalmente a esto, los agentes fluorizantes Flúor Protector® con una carga de flúor de 7000ppm IVOCLAR y Clinpro White Varnish® 3MESPE con una carga de flúor de 22600ppm a nivel tópico superficial.

El objetivo central del presente estudio fue evaluar la interacción tópica del flúor barniz de acuerdo a la cantidad de flúor concentrada por millón y sus implicancias en la microdureza superficial del ionómero de vidrio de restauración Ketac Molar® evaluando por tiempo transcurrido, por concentración y haciendo una comparación final del producto. Para lo cual se usaron 30 muestras de Cemento de Ionómero de Vidrio Ketac Molar® fabricados a partir de un molde de acero inoxidable con las medidas y parámetros indicados en la norma ISO4049 Española para materiales odontológicos a los cuales se les dividió, respetando los criterios de selección, en grupos de acuerdo a la concentración de flúor del agente tópico fluorizante y un grupo control. Se les sometió a dos capas de revestimiento de Flúor Protector® y a Climpro White Varnish® con un grupo control. El almacenamiento de las muestras fue por 24 horas a 37°C en un ambiente fresco y seco, tomando como base el estudio de Cueva. J. (2021) Una vez culminado el tiempo se procedió a realizar el ensayo de dureza a las 24 horas y luego de 7 días de conservación en las mismas condiciones.

Los datos encontrados refuerzan los encontrados en estudios nacionales y extranjeros. Que tuvieron como base central de estudio averiguar si el efecto fluorizante, en muchos casos, acidificante, o causante de alguna interferencia de fraguado, causaban algún patrón de alteración sobre la superficie de fraguado de los ionómeros de vidrios, entre puros y modificados con resina, encontrando que, en su gran mayoría, las combinaciones con este último ayudan significativamente en la capacidad de mantener su estructura final.

Para confirmar si era realmente efectivo realizar algún estudio con barnices de flúor se encontró que Vargas K. y col. (2017) pusieron a prueba la capacidad remineralizante de algunas marcas analizadas en este estudio, sobre una base dental de esmalte, probando su efecto a nivel más cercano. Se realizó adicionando flúor en su forma ácida, al 1.23% encontrando que las formas tópicas en barniz mantenían la superficie más homogénea respecto a las demás muestras. Confirmando que la presencia del flúor barniz es necesaria si lo que se quiere es prevenir algún tipo de pérdida en estructura dental y mineral con la consiguiente motivación al investigador. ⁽⁶⁾

Tal es así que dentro del marco de estudios nacionales, nuestro estudio, refuerzan los datos encontrados por Zambrano C. y col. (2017), dentro del estudio realizado, con metodología similar de análisis a 1 y 15 días, confirmaban que la presencia de un agente protector, como la vaselina y el adhesivo químico acarrea sobre las propiedades químicas de liberación de flúor del ionómero de vidrio al desintegrar su estructura química. ⁽⁵⁾

De igual manera, nuestros datos refuerzan los datos encontrados por un estudio muy similar como el de Robles E. y col (2008) en su estudio llamado Efecto de la microdureza superficial de un Ionómero de vidrio bajo la influencia de dos agentes fluorados en gel a diferentes concentraciones, y usando un método que consistió en seleccionar 3 grupos de 15 piezas de Ionómero de vidrio de la marca Vitremer® a los cuales se les expuso al efecto fluorizante de dos fluoruros en gel de 1.23% y 2% y un grupo control sin exposición. En el que concluyeron, que el flúor influye de manera negativa en la microdureza superficial del Ionómero de vidrio a mayor concentración de acidulante. ⁽⁸⁾

Dentro del marco de estudios extranjeros que se tomaron como referencia para este estudio tenemos al de Fatemeh M. (2021) y su estudio titulado Effect of fluoride varnish on glass ionomer microhardness changes in endogenous acid erosion challenge. En la cual evaluaron los cambios producidos en la microdureza superficial de dos ionómeros de vidrio restaurativo y el modificado con resina, expuestos a saliva artificial, flúor barniz y ácido gástrico sintético. Sus resultados obtenidos y los nuestros confluyen en que existe un efecto negativo en la microdureza superficial de los ionómeros de vidrio con la diferencia que encontraron un efecto mayor en aquellos que presentaban la presencia de ácido gástrico. ⁽²⁾

Siguiendo la misma línea de investigación en el estudio de Seung-Hwan Ong y col. (2021) luego de haber analizado los cambios en la composición de la superficie de un cemento de iónomero de vidrio modificado con resina sumergido en una solución de fluoruro de sodio al 2% y observar cambios profundos en las superficies de los materiales de restauración debido a la desintegración de la matriz polisil, según concluye, se refuerzan los datos encontrados en la presente investigación. ⁽³⁾

Por otra parte la presente investigación también coincide, de alguna manera, con los datos encontrados por Cueva J. y col. (2021) en su estudio titulado Resistencia flexural de ionómeros de vidrio mezclados con diferentes espátulas (plástico, metal) sobre varias superficies (vidrio, papel encerado). Ya que no se encontraron datos de conservación de dureza en favor de las muestras mezcladas para flúor Protector® ni Clinpro White Varnish® al haber sido mezcladas con platinas y espátula de plástico. Por el contrario se hallaron disminuciones. ⁽¹⁾

Los datos encontrados en la presente investigación refuerzan los encontrados por Ivonne J. y col. (2018) ya que en su estudio titulado Influencia del cepillado dental con dos dentífricos diferentes sobre la microdureza de tres materiales de restauración, uno de ellos el cemento de iónomero de vidrio modificado con resina y analizando esta vez desde la perspectiva de la concentración de flúor

con pastas dentales de 1450ppm y de 1000ppm, encontraron que la microdureza varía según el material y que el ionómero de vidrio modificado con resina fue quien mostró mayor inestabilidad a nivel de dureza. Además la pasta Colgate Smiles 6+ que mostraba menor concentración de iones de flúor por millón (1000ppm) ocasionó menor cambio en la microdureza en los tres materiales. ⁽⁴⁾

Analizando desde la variable tiempo de exposición, encontramos que los valores de microdureza para nuestro grupo control, grupo que no tuvo ninguna exposición a flúor, al primer día y al día 7 de fraguado sufrieron un incremento significativo en su dureza superficial, coincidiendo y reforzando los datos encontrados por Silva RC. y col. (2017) en su estudio titulado *In vitro* microhardness of glass ionomer cements donde estudiaron las propiedades mecánicas y microdureza de 4 ionómeros de vidrio Fuji IX®, Ketac Molar®, Vidrion R®, Vitromolar® y Z 250®) con 1 día y a los 7 días de reacción de fraguado y demostraron que aun sin realizar ninguna exposición química, los valores de microdureza aumentaron a la semana. ⁽⁷⁾

Los datos encontrados en el presente estudio refuerzan los datos encontrados por Samir Mansuri y Cols. (2014) en su estudio titulado *In vitro* Evaluation of Topical Fluoride pH and their Effect on Surface Hardness of Composite Resin-based Restorative Materials, en el cual evaluaron el efecto negativo del flúor sobre la microdureza de materiales de restauración a base de resina y ionómero actuales. El método usado fue por inmersión de dichas muestras en enjuague bucal con fluoruro de sodio al 0.9%, Flúor gel al 1.23%, flúor Neutro al 2% y agua destilada, después de 36 horas se llevan a indentar. En este caso, la muestra que se sumergió en mayor concentración de flúor al igual que el presente estudio, fueron las que presentaron menores valores de microdureza significativamente. ⁽¹²⁾

La frecuencia de uso de gel de fluoruro o barniz (una o varias veces) no fue un determinante que afecte la microdureza superficial según Mazaheri R. y col. (2014) dónde estudiaron el efecto comparativo del flúor tópico fosfato acidulado en la microdureza de dos sellantes ionoméricos y una resina fluida. En el

presente estudio no se puso énfasis en hallar si una o dos veces en las que se barnizaron las muestras tenían repercusiones sobre la microdureza superficial de las muestras estudiadas pero refuerzan los datos encontrados en microdureza a nivel ionomérico al encontrar disminución en su microdureza mas no significativa. Esto debido a que en estudios anteriores, estos materiales llevan consigo otros de origen resinoso que podrían aportar cierta resistencia. ⁽¹¹⁾

En el presente estudio, donde se evaluaron los datos de microdureza de cemento de iónomero Ketac Molar® con un Microdurómetro de unidad de medida Vickers se encontraron que existe variación significativa de dureza en aquellas muestras expuestas a flúor barniz a diferentes concentraciones. Veloz K. (2015) lo hizo estudiando la microdureza con otra unidad de medida knoop de un iónomero de vidrio bajo la acción de dos agentes fluorizantes en forma de gel y a concentraciones de 1.23% y 2% respectivamente. Los resultados que obtuvieron reforzaron los resultados encontrados en la presente investigación encontrándose que las muestras que fueron sometidas a la presencia del flúor, disminuyeron significativamente la microdureza superficial del iónomero de vidrio. Más aún las muestras expuestas a la acción del agente más acidulante 1.23%. ⁽¹⁰⁾

En cuanto al estudio hecho por Machado E. y cols. (2013) y Ribeiro J. y Col (2006) en el cual estudiaron la influencia del barniz cavitario en la integridad de los cementos de ionómeros de ortodoncia y los barnices como impermeabilizadores respectivamente, Utilizando matrices de solo 2mm de profundidad y revestidos con un flúor barniz cavitario de la marca Cavitine barniz (SS White), en este caso las muestras fueron almacenadas en saliva artificial por 24 horas. Los resultados que obtuvieron, al encontrar mayores valores de microdureza en las muestras barnizadas respecto de las que no fueron barnizadas, esto difiere con los resultados del presente estudio y del resto de estudios vertidos en la presente investigación en cierta medida. Se sabe que los barnices cavitarios son excelentes reductores de la acción ácida de los cementos de obturación por su composición química neutralizándolos y mejorando sus propiedades. ⁽¹³⁾⁽¹⁹⁾

Al estudiar una comparativa de varias marcas como son CIV Fuji II® (GC Corporation), Ketac Fil Plus® (3MESPE), Ketac Molar® (3MESPE), CIV Seefeld® (Alemania) y Fuji IX GP® (GC Corporation) y CIV modificados con resina como son Vitremer® (3MESPE), St. Paul® (MNUSA) y Fuji II LC (GC Corporation), como en el estudio de Gill NC, y col. (2010), entre cementos tipo I y modificados con resina, luego de comparar con 2 presentaciones de flúor distintas al 1.23% y 2% y concluir afirmando que una presentación de 1.23% es perjudicial para los cementos, se refuerza los datos encontrados en el presente estudio al encontrar una disminución en la microdureza de un cemento de iónomero de vidrio usando dos concentraciones distintas. ⁽¹⁵⁾

En el presente estudio no se analizaron otras variables como estabilidad dimensional y color, más se podría considerar aspereza como sinónimo de microdureza como en el estudio de Prabhakar Ara y cols (2009) donde luego de analizar dichas variables y comparando los efectos del flúor barniz con el flúor acidulado al 1.23%, se determinó que fue más rápida la degeneración de la superficie en este último, seguido de las muestras de barniz con cambios en el color y por el contrario todas las muestras de control aumentaron como en el presente estudio reforzando tanto la disminución en cuanto a flúor y el aumento en los grupos que no obtuvieron exposición. ⁽¹⁶⁾

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

1. La fluorización barniz afecta significativamente sobre la microdureza superficial del cemento de ionómero de vidrio restaurador Ketac Molar®.
2. La fluorización barniz, según su concentración a 7000ppm y a 22600ppm influye significativamente en la microdureza superficial del cemento de ionómero de vidrio restaurador Ketac Molar®.
3. La fluorización barniz a mayor tiempo de fraguado, de 7 días, influye significativamente en la microdureza superficial del cemento de ionómero de vidrio restaurador Ketac Molar®.
4. El agente fluorado Clinpro White Varnish® produce mayor diferencia significativa de microdureza superficial del cemento de ionómero de vidrio restaurador.

Recomendaciones.

1. Se recomienda para mejorar esta investigación, someter las muestras de estudios a otras variables físicas de medición.
2. Se recomienda realizar estudios comparativos de afectación de flúor con otras marcas comerciales sobre los ionómeros de vidrio de restauración, ampliando variedades.
3. Se recomienda analizar el estudio de comparación de microdureza superficial del cemento de ionómero de vidrio restaurador Ketac Molar® con revestimientos cavitarios antihumedad y Glossfinsh.
4. Se recomienda realizar estudios comparativos de microdureza superficial del cemento de ionómero de vidrio restaurador Ketac Molar® utilizando pastas dentales de distintas concentraciones de flúor.
5. Se recomienda realizar estudios de microdureza superficial del cemento de ionómero de vidrio restaurador Ketac Molar® a lo largo del tiempo.
6. Se recomienda realizar mayor énfasis en la manipulación y aplicación clínica de los biomateriales dentales y sus interacciones de compatibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ojeda Cueva, J. N. (2021). *Resistencia flexural de ionómeros de vidrio mezclados con diferentes espátulas (plástico, metal) sobre varias superficies (vidrio, papel encerado). Análisis comparativo in vitro.* [Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Odontólogo. Carrera de Odontología]. UCE.
2. Moharramkhanian F. Ranjbar Omranib L. Abbasib M. Javad M. Ahmadib E. (2021). *Effect of fluoride varnish on glass ionomer microhardness changes in endogenous acid erosion challenge.* *Biomaterial investigations in dentistry*, 8(1), 18–23.
3. Seung-Hwan O. Seung-Hoon Y. (2021). *Surface roughness and chemical composition changes of resin-modified glass ionomer immersed in 0.2% sodium fluoride solution.* *J Dent Sci.* Jan; 16(1), 389–396.
4. Simbaña Gallardo I.J. (2018). *Influence of dental brushing with two different dentifrices on the microhardness of three restoration materials. In-Vitro stud.* [Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Odontólogo. Carrera de Odontología]. UCE.
5. Zambrano Capcha, S. L. (2017). *Influencia de dos revestimientos protectores sobre la propiedad de liberación de flúor del ionómero de vidrio convencional tipo II.* [Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Odontólogo. Carrera de Odontología]. UNMSM.
6. Vargas Cutipa K. P. (2017). *Efectividad de tres agentes fluorados, para la remineralización in situ de superficies de esmalte desmineralizados in vitro.* [Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Odontólogo. Carrera de Odontología]. UAP.

7. Silva, R.C., Zuanon, A.C.C., Esberard, R.R. et al. (2017). *In vitro microhardness of glass ionomer cements*. J Mater Sci Mater Med. Jan; 18(1):139-42.
8. Calle G. Henao E. (2016). *Dureza Vickers*. Guía de trabajo sobre ensayos de microdureza. Revista Jumpu. 1-7.
9. Ketac™ Molar Easymix. (2016). *Material de Obturación de Ionómero de Vidrio. Perfil técnico del producto*. .Revista 3M ESPE. 1-35.
10. Veloz k. (2015). *Microdureza knoop de un ionómero de vidrio híbrido: estudio comparativo in vitro de la acción del fluoruro de sodio en gel al 2% y del fluoruro de fosfato acidulado en gel al 1,23%*. [Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Odontólogo. Carrera de Odontología]. UCE.
11. Mazaheri R, Pischevar L, Keyhanifard N, Ghasemi E. (2014). *Comparing the Effect of Topical Acidulated Phosphate Fluoride on Micro-Hardness of Two Fissure Sealants and One Flowable Composite*. J Dent Sch; 32(2): 103-110.
12. Mujeeb A, Mansuri S. Hussain SA, Ramaswamy K. (2014). *In vitro Evaluation of Topical Fluoride pH and their Effect on Surface Hardness of Composite Resin-based Restorative Materials*. J Contemp Dent Pract; 15(2): 190-194.
13. Machado Caldeira E, Moraes Izquierdo A. Giacomet F. (2013). *The influence of protective varnish on the integrity of orthodontic cements*. Dental Press J Orthod; 18(6):45-50.
14. Los Ionómeros de vidrio en la Odontología de hoy. (2011). Bolet. Densply Sirona. Mexico.4-6.

15. Gill N.C. Pathak A. (2010). *Evaluación comparativa del efecto de los fluoruros tópicos sobre la microdureza de varios materiales de restauración: un estudio in vitro*. J Indian Soc Pedod Prev Dent; 28(1): 193-9.
16. Prabhakar A. Mahantesh T. Vishwas T. Aparna K. (2009). *Efeito do tratamento de superfície na estabilidade de core aspereza em materiais restauradores estéticos*. Revista Clín Pesq Odontol. 5 (1); 19-27.
17. Granholm J. Olszewski J. (2008, Julio) *Verniz de Flúor*. Oral Health Program Division of Family and Community Health Washington Square. FVB-CC. 1-2.
18. Robles E. (2008). *Efecto del fluorofosfato acidulado en gel al 1,23% y del fluoruro de sodio en gel al 2% en la microdureza del ionómero de vidrio modificado con resina*. J Kiru; 5(2): 80-88.
19. Ribeiro J. Fontana U. Reis A. Dias S. Ribeiro J. (2006). *Evaluation of the solubility and disintegration of resin modified glass ionomer cements and compomers using surface protection*. J Dent Scielo Braz; 14(2).
20. Stuardo J.A. Ortuondo M. Culaciati P. Garretón R. (2013). *Los Ionómeros de Vidrio*. Revista Infodent. 3M ESPE Magazine núm. 66. Recuperado de enero-marzo 2013, de www.infodent.cl.
21. Mallat E. (2002). *Ionómeros de vidrio*. Art. Rev. Recuperado el 20 de febrero de 2002 de, <http://www.geodental.net/article5598.html>.
22. Badrawy W.A. McComb D. Wood R.E. (1993). *Effect of home-use fluoride gels on glass ionomer and composite restorations*. Dent Mater Jan; 9(1): 63-7
23. Wilson A, Kent B. (1989). *Glass ionomer cements*. J Mater Sci: Mater Med 4, 95–101.

24. Álvarez Risco A. (2020). *Clasificación de las investigaciones*, Universidad de Lima, FCEE. Nota académica. (2). Recuperado el 18 de abril de 2021 de, <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10818>.
25. Monje Alvares C. (2017). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa – Guía didáctica*. Universidad Sur Colombiana. FCSH. Nota académica (1). Tomado de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE COHERENCIA INTERNA

EFEECTO DEL FLÚOR BARNIZ EN LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE UN CEMENTO DE UN IONOMERO DE VIDRIO RESTAURADOR. ESTUDIO IN VITRO				
Autor: CD. ROBERT CARPIO ZEGARRA				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
PROBLEMA PRINCIPAL ¿Qué efecto tiene la fluorización barniz en la microdureza superficial de un cemento de ionomero de vidrio restaurador?	OBJETIVO GENERAL Determinar el efecto de la fluorización barniz en la microdureza superficial de un cemento de ionómero de vidrio restaurador.	HIPOTESIS PRINCIPAL La fluorización barniz tiene efectos negativos sobre la microdureza superficial del cemento de ionomero de vidrio.	VARIABLE INDEPENDIENTE Fluorización barniz INDICADOR Partes por millón de flúor -7000 ppm -22600 ppm Tiempo de fraguado día1 y día 7	TIPO DE INVESTIGACIÓN Experimental DISEÑO DE LA INVESTIGACION Prospectivo, longitudinal comparativo POBLACIÓN Todos los especímenes de Cemento de Ionómero de vidrio que resulten necesarios para obtener la muestra. MUESTRA No provabilística, por conveniencia. 30 especímenes de cemento de ionomero de vidrio restaurador de la marca comercial Ketac Molar divididos en tres grupos grupos. 10 expuestos a flúor barniz con 7000ppm; 10 expuestos a flúor barniz con 22600ppm y 10 de grupo control sin exposición. TECNICA 1, Norma Iso internacional 4049 para materiales Odontológicos. 2, Microindentación computarizada. INSTRUMENTO Lista de cotejo.
PROBLEMA SECUNDARIOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE Microdureza superficial del Cemento de ionómero de vidrio INDICADOR Vickers 500g/cm2	
1.- ¿Cómo influye la fluorización barniz según su concentración en la microdureza superficial de un cemento de ionomero de vidrio restaurador?	1.- Determinar la influencia de la fluorización barniz según su concentración en la microdureza superficial de un cemento de ionomero de vidrio restaurador?	1.- La fluorización barniz, según su concentración, influye negativamente en la microdureza superficial de un cemento de ionomero de vidrio restaurador		
2.- ¿cómo influye la fluorización barniz según el tiempo de fraguado de un cemento de ionomero de vidrio restaurador?	2, Determinar la influencia de la fluorización barniz según el tiempo de fraguado de un cemento de ionómero de vidrio restaurador.	2. La fluorización barniz, según el tiempo de fraguado de un cemento de ionomero de vidrio restaurador, influye negativamente.		

ANEXO 02: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

EFECTO DEL FLÚOR BARNIZ EN LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE UN CEMENTO DE UN IONOMERO DE VIDRIO RESTAURADOR. ESTUDIO IN VITRO								
						CD. Robert Carpio Zegarra		
OPERACIONALIZACION DE VARIABLES								
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFENICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA	VALOR FINAL
Fluorización Barniz	Es una laca protectora con fluoruro . Se distribuye con facilidad y fluye rapidamente a las estructuras superficiales complejas. Se seca con rapidez y muestra una adhesión excelente a los dientes.	Flúor Protector. Es una laca protectora con propiedad remineralizante y desensibilizante. Climpro white Varnish. Gel de fluoruro con mayor tixotropía remineralizante y desensibilizante.	INDEPENDIENTE	Concentración de fluor.	7000 ppm 22600 ppm	Partes por millón de flúor.	Razón	CAPACIDAD REMINERALIZANTE 220ppm - Muy baja capacidad. 7000ppm - baja capacidad. 9000ppm - Mediana capacidad. 12300ppm - Alta Capacidad. 22600ppm - Muy Alta Capacidad. Día 1 : Exposición inicial a fraguado inicial. Dia 7: Exposición Final a fraguado final.
				Tiempo de exposición	1 y 7 días.	Dias transcurridos.	Razón	
Microdureza superficial	La dureza es una condición de la superficie del material, no representa ninguna propiedad de la materia y está relacionada con las propiedades elásticas y plásticas del material.	Resistencia que posee un material a la indentación o rayado.	DEPENDIENTE	Resistencia a la Penetración del indentador.	Carga de 500g/cm ²	Hardnes Vickers (HV)	Razón	290HV - Se raya fácil con la uña. 433HV - Se raya con la uña. 478HV - Se raya con un cobre. 716HV - Se raya fácil con navaja. 838HV - Se raya con navaja. 1080HV - Se raya con lima de acero. 1544HV - Raya el vidrio. 2481HV - Muy duro. 2766HV - Muy duro. -34565103HV - La más dura.

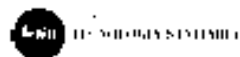
ANEXO 03: NORMA ISSO INTERNACIONAL 4049 2020.



Norma Española
UNE-EN ISO 4049
Abril 2020

Odontología Materiales de restauración a base de polímeros (ISO 4049:2019)

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico
CTN 106 Odontología, cuya secretaría desempeña
FENIN.



UNE

Asociación Española
de Normalización
Céntrica, 6 - 28004 Madrid
913 294 900
info@une.org
www.une.org

ANEXO 04: INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

EFECTOS DE LA FLUORIZACIÓN BARNIZ EN LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE UN CEMENTO DE IONÓMERO DE VIDRIO RESTAURADOR. ESTUDIO INVITRO				
CD. ROBERT ALEXANDER CARPIO ZEGARRA.				
TIPOS DE MUESTRA	MUESTRA	CONCENTRACION DE FLUOR	TIEMPO DE EXPOSICION	
			1 DIA	7 DIAS
			DUREZA VICKERS (HV)	
GRUPO CONTROL	GC1	0ppm	78	80
	GC2		78	80
	GC3		78	79
	GC4		77	79
	GC5		79	81
	GC6		75	77
	GC7		79	81
	GC8		78	79
	GC9		77	78
	GC10		78	78
GRUPO CON FLUOR PROTECTOR	GFP1	7000ppm	76	73
	GFP2	7000ppm	77	72
	GFP3	7000ppm	78	76
	GFP4	7000ppm	77	74
	GFP5	7000ppm	77	68
	GFP6	7000ppm	76	71
	GFP7	7000ppm	75	73
	GFP8	7000ppm	75	71
	GFP9	7000ppm	76	73
	GFP10	7000ppm	77	75
GRUPO CON FLUOR CLIMPRO WHITE VARNISH	GFCW1	22600ppm	75	69
	GFCW2	22600ppm	74	66
	GFCW3	22600ppm	77	67
	GFCW4	22600ppm	77	71
	GFCW5	22600ppm	77	65
	GFCW6	22600ppm	73	65
	GFCW7	22600ppm	74	68
	GFCW8	22600ppm	72	68
	GFCW9	22600ppm	75	69
	GFCW10	22600ppm	77	66

ANEXO 05: CARTA AL RESPONSABLE DE LABORATORIO

San Miguel, 25 de junio de 2021

Dr. Anibal Rozas Gallegos, Jefe de Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Yo, Robert Alexander Carpio Zegarra, Identificado con DNI: 46520816 Telf.: 997656761 Ex alumno del Programa de Maestría de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega 2016-III. Con código 465208160 Me dirijo a Ud. con el debido respeto para solicitar las facilidades para ejecutar, en el mes de junio, el trabajo de investigación titulado: "Efectos de la fluorización barniz en la microdureza superficial de un cemento de ionómero de vidrio restaurador. Estudio Invitro". Para optar el grado de Maestro correspondiente a dicha Universidad. Para lo cual se requiere hacer uso de las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Mecánica y del microdurómetro para ensayos de dureza Vickers Examinando 30 muestras en dos momentos de tiempo con diferencia de 7 días haciendo un total de 60 ensayos, los mismos que serán de responsabilidad entera del investigador.

Esperando contar con su apoyo y pronta respuesta, no sin antes expresar mis sentimientos de consideración hacia su persona. Me despido.


Robert Alexander Carpio Zegarra
CIRUJANO DENTISTA
- D 3502F

ANEXO 06: REGISTRO FOTOGRAFICO

Foto 1. Recorte de placa de acero inoxidable para confección de matriz metálica.



Foto 2. Cepillado por torno industrial de matriz metálica.



Foto 3. Matriz de acero inoxidable 38 mm x 105mm con unas mediciones de 4 y 6 mm de profundidad.

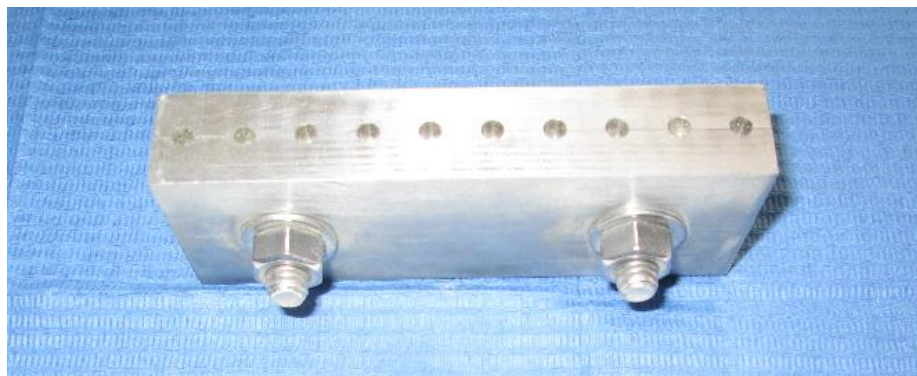


Foto 4. Materiales utilizados durante el estudio.



Foto 5. Proceso de dispensado de muestras de Cemento de ionómero de vidrio.



Foto 6. Muestras de cemento de ionómero de vidrio Ketac Molar® vertidos y dispensados.



Foto 7. Uniformizado de muestras por presión de 1kg.

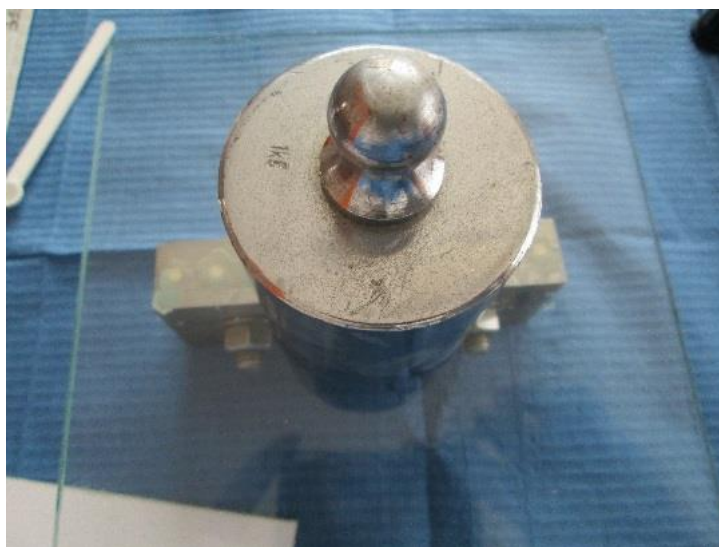


Foto 8. Apertura de matriz metálica.



Foto 9. Topicación con flúor barniz Flúor Protector®



Foto 10. Topicación con flúor Clinpro White Varnish®.



Foto 11. Almacenamiento y rotulado de muestras.



Foto 12. Laboratorio de Ingeniería mecánica PUCP.



Foto 13. Microdurómetro ZwickRoell Vickers.



Foto 14. Momento de la Indentación.

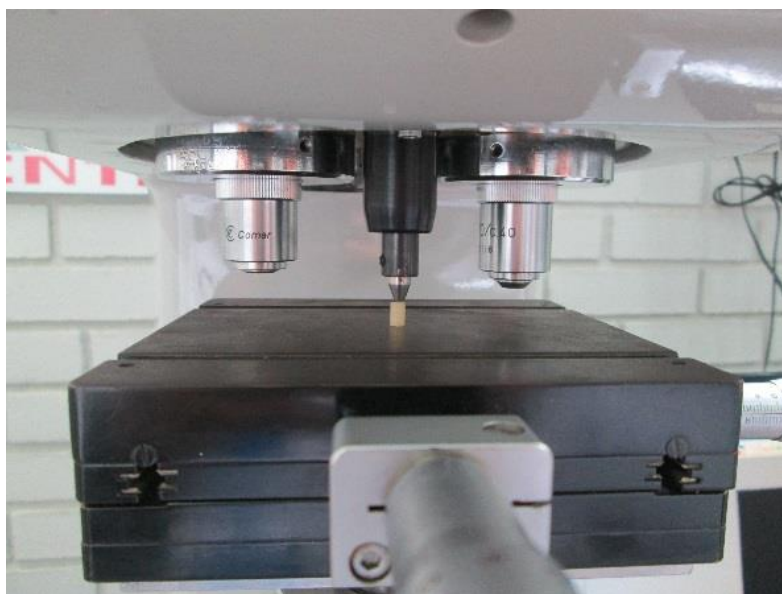


Foto 15. Huella promedio dejada por el indentador sobre superficies.

