



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGIA**

**INFLUENCIA DEL TIPO DE IONÓMERO EN SU
SOLUBILIDAD ANTE EL LÍQUIDO IÓNICO,
CHIMBOTE 2017**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
CIRUJANO DENTISTA**

AUTOR

VILLAVICENCIO VARGAS, BRIGETTE STEPHANY

ORCID: 0000-0003-1061-7517

ASESOR

BERMEJO TERRONES, ALAN MAYKOL

ORCID: 0000-0003-0356-7937

CHIMBOTE – PERÚ

2020

1. TÍTULO DE LA TESIS

**INFLUENCIA DEL TIPO DE IONÓMERO EN SU SOLUBILIDAD
ANTE EL LÍQUIDO IÓNICO, CHIMBOTE 2017**

2. EQUIPO DE TRABAJO

AUTOR

Villavicencio Vargas, Brigette Stephany

ORCID: 0000-0003-1061-7517

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Bachiller en Estomatología,
Chimbote, Perú

ASESOR

Bermejo Terrones, Alan Maykol

ORCID: 0000-0003-0356-7937

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ciencias de la Salud,
Escuela Profesional de Odontología, Chimbote, Perú

JURADO

San Miguel Arce, Adolfo Rafael

ORCID: 0000-0002-3451-4195

Canchis Manrique, Walter Enrique

ORCID: 0000-0002-0140-8548

Angeles Garcia, Karen Milena

ORCID: 0000-0002-2441-6882

3. HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR

Mgtr. San Miguel Arce Adolfo Rafael

Presidente

Mgtr. Canchis Manrique Walter Enrique

Miembro

Mgtr. Angeles Garcia, Karen Milena

Miembro

Mgtr. Bermejo Terrones, Alan Maykol

Asesor

4. HOJA DE AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA

Agradecimiento

A Dios, a mi querida abuelita en el cielo, a mi madre por el apoyo, incentivo y contribuciones valiosas para esta investigación.

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mis seres queridos, quienes estuvieron siempre presentes en todo momento, dándome fuerzas y palabras de incentivo a lo largo de los años de estudios.

5. RESUMEN Y ABSTRACT

Resumen

La investigación tiene por **objetivo**: Determinar la influencia del tipo de ionómero en su solubilidad ante el líquido iónico, Chimbote 2017. **Metodología**: De tipo cuantitativo, experimental, prospectivo, longitudinal y analítico. La muestra estuvo conformada por 100 discos de cemento ionómero de vidrio fraguados, 50 de tipo convencional (Meron®) y 50 de tipo modificado con resina (GC Fuji PLUS®). Se dividieron subgrupos para evaluar la solubilidad ante el líquido iónico y ante el agua destilada (grupo control), obteniéndose un total de 4 grupos de 25 discos. Para el procedimiento se siguió los lineamientos según ISO 4049, se calcularon los pesos iniciales y finales de las muestras calibradas, se determinó su volumen y finalmente se aplicó el test de solubilidad. Los datos fueron sometidos a pruebas de normalidad y al análisis estadístico de Kruskal-Wallis. **Resultados**: El mejor valor hallado de efecto soluble fue el Ionómero Meron, el cual perdió en promedio 0,094 mg. de peso al estar 7 días en la solución iónica; así mismo se observó que el cemento ionómero de vidrio convencional (Meron®) y el modificado con resina (GC Fuji PLUS®) mantuvieron una mayor solubilidad en líquido iónico que en agua destilada, los cuales perdieron en promedio 0,53 y 0,29 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ de volumen. **Conclusión**: Existe solubilidad en los cementos ionómeros de vidrio ante el líquido iónico, en donde el cemento convencional resultó ser más soluble que el cemento modificado con resina.

Palabras clave: Cementación, ionómero de vidrio, líquido iónico, solubilidad.

Abstract

The research **aims** to: Determine the influence of the type of ionomer on its solubility to the ionic liquid, Chimbote 2017. **Methodology:** Quantitative, experimental, prospective, longitudinal and analytical. The sample consisted of 100 set glass ionomer cement discs, 50 of conventional type (Meron®) and 50 of resin modified type (GC Fuji PLUS®). Subgroups were divided to evaluate the solubility to ionic liquid and to distilled water (control group), obtaining a total of 4 groups of 25 discs. For the procedure, the guidelines according to ISO 4049 were followed, the initial and final weights of the calibrated samples were calculated, their volume was determined and finally the solubility test was applied. The data were subjected to normality tests and statistical analysis by Kruskal-Wallis. **Results:** The best value found of soluble effect was the Meron Ionomer, which lost in average 0.094 mg. of weight when being 7 days in the ionic solution; likewise it was observed that the conventional glass ionomer cement (Meron®) and the resin modified one (GC Fuji PLUS®) maintained a greater solubility in ionic liquid than in distilled water, which lost in average 0.53 and 0.29 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ of volume. **Conclusion:** There is solubility in the glass ionomer cements before the ionic liquid, where the conventional cement turned out to be more soluble than the resin modified cement.

Keywords: Cementation, glass ionomer, ionic liquid, solubility.

6. CONTENIDO

1. Título de la tesis.....	i
2. Equipo de Trabajo.....	ii
3. Hoja de firma del jurado y asesor.....	iii
4. Hoja de agradecimiento y dedicatoria.....	iv
5. Resumen y abstract.....	vi
6. Contenido.....	viii
7. Índice de tablas y gráficos.....	ix
I. Introducción.....	1
II. Revisión de literatura.....	4
III. Hipótesis.....	32
IV. Metodología.....	33
4.1 Diseño de la investigación.....	33
4.2 Población y muestra.....	34
4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores.....	37
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
4.5 Plan de análisis.....	42
4.6 Matriz de consistencia.....	42
4.7 Principios éticos.....	43
V. Resultados.....	45
5.1 Resultados.....	45
5.2 Análisis de resultados.....	49
VI. Conclusiones.....	51
Aspectos complementarios.....	52
Referencias bibliográficas.....	53
Anexos.....	57

7. ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Índice de tablas

Tabla 1.- Influencia del tipo de ionómero en su solubilidad ante el líquido iónico, Chimbote 2017.....	45
Tabla 2.- Test de solubilidad del ionómero de vidrio convencional frente al líquido iónico y agua destilada, Chimbote 2017.....	47
Tabla 3.- Test de solubilidad del ionómero de vidrio modificado con resina frente al líquido iónico y agua destilada, Chimbote 2017.....	48

Índice de gráficos

Gráfico 1.- Influencia del tipo de ionómero en su solubilidad ante el líquido iónico, Chimbote 2017.....	46
Gráfico 2.- Test de solubilidad del ionómero de vidrio convencional frente al líquido iónico y agua destilada, Chimbote 2017.....	47
Gráfico 3.- Test de solubilidad del ionómero de vidrio modificado con resina frente al líquido iónico y agua destilada, Chimbote 2017.....	48

I. INTRODUCCIÓN

La odontología moderna se desarrolló a pasos agigantados durante los últimos 30 años debido a las exigencias estéticas de los pacientes y como resultado se perfeccionaron los materiales dentales, las técnicas empleadas, así como los conceptos de restauración y conservación de la salud oral. Gracias a estos avances ahora es posible centrarse en la preservación del tejido dentario ofreciendo una excelente estética, forma y función.¹

Uno de los materiales más usado en la odontología es el cemento de ionómero de vidrio, el cual fue desarrollado por Wilson y Kent en el año 1972. Es fundamental tener presente que la principal ventaja de los ionómeros de vidrio es la adhesión química a la estructura dentaria, por tal motivo es muy utilizado por los odontólogos.²

Hoy en día el reto de la odontología es la preservación de las estructuras dentarias sanas, sin embargo la prevalencia de la caries dental constituye un problema de salud pública dentro de este contexto las estructuras dentarias más afectadas son las que se encuentran en el sector posterior debido a la irregularidad de su anatomía, de tal manera que es necesario la aplicación de materiales biocompatibles, que mantengan una integración íntima con el sustrato dentario, remineralicen, y devuelvan su función.

En tal razón los ionómeros de vidrio cumplen con estos requerimientos para brindar una terapéutica eficaz, siendo útil en tratamientos preventivos, restaurativos y en tratamientos de rehabilitación. Gracias al constante mejoramiento de propiedades y modificación en sus componentes han surgido

posteriormente los cementos vítreos de alta viscosidad, característica que se da, por el menor tamaño de la partícula y aumento en la proporción polvo/líquido. Los ionómeros de vidrio poseen ácido poliacrílico en el polvo, con el objetivo de superar su unión con la estructura dentaria y convertirlo en un material de fácil manipulación, además otro factor relevante para su utilización se refiere al menor tiempo de fraguado, muy importante en la atención a pacientes pediátricos.²

Actualmente, luego de cementar una corona o puente de forma definitiva, no existe un material muy aparte del extractor de corona para retirar dicha prótesis. En el caso que se requiera algún otro tratamiento a futuro de dicha pieza o simplemente un cambio de prótesis, la extracción de esta corona o puente será delicada y en muchos casos muy incómodo para el paciente, teniendo además el riesgo de fractura protésica o de tejido dental, produciendo también lesiones en el tejido blando y tejido duro del periodonto.³

Es por ello que el interés fundamental en realizar esta investigación se basa en un aporte a la odontología para crear nuevas técnicas de retiro de las prótesis sin causar daños o traumas que generan una gran problemática y costo para los pacientes. Lo que busca la investigación es lograr la solubilidad de los ionómeros de cementación a través de líquidos iónicos, es por ello que se estableció el siguiente enunciado del problema: ¿Cuál es la influencia del tipo de ionómero en su solubilidad ante el líquido iónico, Chimbote 2017? Así mismo se tuvo como objetivo general el determinar la influencia del tipo de ionómero en su solubilidad ante el líquido iónico, Chimbote 2017. Para llegar a responder el objetivo general se plantearon como objetivos específicos el determinar el test de

solubilidad del ionómero de vidrio convencional frente al líquido iónico y agua destilada; y el determinar el test de solubilidad del ionómero de vidrio modificado con resina frente al líquido iónico y agua destilada, Chimbote 2017.

El presente estudio permite conocer la solubilidad de dos tipos de ionómeros de cementación en líquido iónico, contribuyendo así a la mejora y solución de problemas suscitados en el momento de realizar los desprendimientos de prótesis fijas, por lo que posee aporte práctico y utilitario. Asimismo, el aporte social está relacionado al beneficio y calidad de atención para los pacientes, ya que se buscó la mejora de la práctica clínica y el confort del paciente al momento de extraer una prótesis fija cementada. Del mismo modo, posee valor teórico y utilidad metodológica, pues servirá para futuros investigadores como fuente de ideas, antecedentes, hipótesis y recomendaciones en sus estudios a realizar, demostrando siempre la aplicación del método científico.

La investigación consta de tres apartados; en primer lugar la introducción muestra la realidad problemática, el planteamiento del problema, los objetivos del estudio y su justificación; el segundo apartado detalla la revisión de la literatura para el presente estudio, abarcando desde antecedentes internacionales y nacionales, bases teóricas e hipótesis de investigación; en el tercer apartado se consideró el marco metodológico, donde se estableció el tipo, nivel y diseño de estudio, así como la muestra, técnica e instrumento de recolección de datos y los principios éticos considerados; finalmente el cuarto apartado contiene los resultados, conclusiones y recomendaciones pertinentes.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Internacionales:

Mehta S, et al. (India, 2020). “Evaluación de la solubilidad de distintos cementos dentales de cementación temporal y permanente en saliva artificial de diferentes valores de pH e intervalos de tiempo. Estudio in vitro”.

Objetivo: Evaluar la solubilidad de diferentes cementos dentales permanentes y temporales en saliva artificial de diferentes valores de pH Y en diferentes intervalos de tiempo. **Metodología:** Estudio de tipo cuantitativo, experimental. Se utilizaron ocho cementos de cementación comerciales, de los cuales cinco eran cementos permanentes (Rely X lute2, cemento de fosfato de zinc, cemento de policarboxilato de zinc, Rely X U-200, GC GIC) y tres cementos temporales (ZOE, Oratemp NE, Temposil). Se hicieron un total de 200 muestras en 25 muestras de cada cemento (cinco muestras para cada grupo de solución de estudio). Las muestras fueron hechas de dimensión 20 mm × 1,5 mm en el molde metálico. Una vez fraguados los cementos, se retiraron de los moldes para después de 3 minutos de remoción se colocaron en la incubadora a 37 ° C ± 1 durante 1 hora. Las muestras de cada tipo de cemento se separaron en cinco grupos para su evaluación y comparación en agua destilada y saliva artificial con cuatro valores de pH diferentes (pH 3, pH 5, pH 7 y pH 9). El porcentaje de solubilidad se calculó como 100% por peso. **Resultados:** Se observó que el cemento Rely X U-200 mostró la menor disolución incluso después de 28 días, seguido de Rely X lute-2, cemento de ionómero de vidrio, cemento de

policarboxilato de zinc y por último el cemento fosfato de zinc, quien mostró la máxima disolución. **Conclusión:** El cemento permanente Rely X U-200 y el cemento temporal Temposil mostraron menor disolución incluso después de 28 días.⁴

Bharali K, et al. (India, 2017). “Comparación y evaluación de la sorción y solubilidad de cuatro cementos de cementación después de la inmersión en saliva artificial de diferentes valores de pH”. **Objetivo:** Comparar la sorción y solubilidad de los cementos fosfato de zinc, cemento de ionómero de vidrio, cemento de ionómero de vidrio modificado con resina y cemento de resina, después de la inmersión en saliva artificial con valores de pH de 5 y 7. **Metodología:** Estudio de tipo cuantitativo, experimental. Se prepararon un total de 120 muestras de ensayo, 30 muestras para cada cemento de cementación; el Grupo A (cemento de fosfato de zinc), Grupo- B (cemento de ionómero de vidrio), Grupo-C (Cemento de resina modificada), Grupo-D (Cemento de resina). La inmersión a saliva artificial estuvo conformada por dos subgrupos dentro de cada grupo; 15 en un pH ácido (5) y otros 15 en un pH neutro (7). El volumen (V) de cada muestra se calculó mediante una fórmula matemática. **Resultados:** El fosfato de zinc exhibió una sorción de 7 días en la saliva artificial de pH 7 y pH 5 que fue significativamente mayor que cualquiera de los otros cementos de cementación probados. El cemento de resina mostró la menor sorción en saliva artificial de pH 7 y pH 5. La solubilidad de 7 días exhibida por el fosfato de zinc fue la más alta en saliva artificial de pH 7 y pH 5 entre todas las muestras de cemento de cementación probadas. El cemento de resina mostró la menor solubilidad

tanto en saliva artificial de pH 7 como de pH 5. **Conclusión:** El cemento de resina tuvo la mayor resistencia a la solubilidad y la sorción, seguido por el cemento ionómero de vidrio modificado con resina, el cemento ionómero de vidrio convencional y el fosfato de zinc, que exhibieron la menor resistencia a la solubilidad en saliva artificial de pH 5 y pH 7.⁵

Rojas J. (Ecuador, 2016). “Microfiltración en cavidades clase I. Estudio comparativo entre 3 cementos de ionómero de vidrio (convencional y de alta viscosidad). Estudio in vitro”. **Objetivo:** Determinar el grado de microfiltración de 3 cementos de ionómeros de vidrio (convencional y de alta densidad) en restauraciones con cavidades clase I. **Metodología:** Estudio de tipo cuantitativo, experimental. La muestra estuvo conformada por 60 terceros molares, con 3 grupos de 20 piezas dentarias cada uno. Distribuidos de la siguiente manera: Las piezas dentarias del Grupo A restauradas con Ionofil plus (Voco), los terceros molares del grupo B restaurados con Ketac molar easymix (3M) y las piezas dentarias del Grupo C restauradas con Fuji IX (GC corporation). Transcurridas 48 horas los cementos fueron pulidos, sometidos a termociclado y sumergidos en azul de metileno al 1% por 24 horas, luego fueron lavados, secados y seccionados en partes iguales, para posteriormente ser observados y medidos en un estereomicroscopio con ayuda de un calibrador digital. **Resultados:** Se observó mayores niveles de microfiltración para el Ionofil plus, en donde los datos de microfiltración en cavidades clase I para este cemento fueron de 1,9438 mm, mientras que en el caso del Ketac molar easymix fue de 1,7255mm y finalmente en el Fuji IX fue de 1,5072 mm. **Conclusión:** Los

cementos de alta viscosidad obtuvieron menor microfiltración en relación al convencional.⁶

Neira M. (Ecuador, 2015). “Evaluación del grado del sellado marginal en coronas metal-porcelana, cementadas con dos ionómeros de vidrio: Meron “Voco” y GC Fuji 1, in vitro”. **Objetivo:** Comparar in vitro el grado de sellado marginal de coronas de metal-porcelana cementadas con dos tipos de cementos de ionómero de vidrio, MERON y GC FUJII, observada a través de un estereoscopio. **Metodología:** Estudio de tipo cuantitativo, experimental; conformada por una muestra de 40 premolares dividida en 2 grupos, un grupo A que fue cementada con Meron y grupo B con GC Fuji. A las 24 horas las muestras fueron sometidas en la termocicladora a 10000 ciclos, y posterior a ello en azul de metileno por 24 horas, luego realizaron cortes en sentido mesio-distal obteniendo dos mitades que facilitó la extracción de la corona metálica, finalmente las muestras fueron observadas y calculadas en mm a través del estereoscopio. **Resultados:** Al observar mediante las pruebas el grado de solubilidad, las muestras demostraron solubilidad en las coronas de metal porcelana cementada con Meron, determinándose que el 0% de las piezas obtuvo un resultado muy bueno. En la solubilidad en las coronas de metal porcelana cementada con GC fuji1 se determinó que el 15% de las piezas obtuvo un resultado muy bueno también. **Conclusión:** No existe una significancia en los resultados, siendo el GC FUJII el material que exhibió menor grado de microfiltración en su sellado marginal en comparación con Meron.⁷

Quijije S. (Ecuador, 2015). “Comparación del ionómero de vidrio modificado vs ionómero de vidrio convencional utilizado como sellador temporario coronal”. **Objetivo:** Comparar el nivel de microfiltración coronal de dos materiales de restauración temporal coronarios: Ionómero de vidrio convencional vs ionómero de vidrio modificado. **Metodología:** Estudio de tipo cuantitativo, experimental; conformada por una muestra de 10 piezas extraídas unirradiculares, Estos dientes se los dividió en dos grupos de 5 muestras. Los especímenes fueron obturados con ionómero de vidrio convencional (5dientes) y ionómero de vidrio modificado (5 dientes) en la cavidad de acceso coronaria. Después de la preparación fueron sumergidos en tinta china durante 24 horas, después de ese periodo, los dientes fueron seccionados horizontalmente solo a nivel de la corona teniendo la precaución de realizar el corte en el ecuador del material sellador coronario. Luego fueron observados en un microscopio óptico para medir el nivel de filtración. **Resultados:** El ionómero de vidrio convencional permitió un mejor sellado a nivel de la corona al compararlo con el ionómero de vidrio + resina, pues la sustancia de tinción penetró en menor medida en los especímenes correspondientes al grupo obturado con el primer cemento mencionado. **Conclusión:** El cemento de ionómero de vidrio convencional es más efectivo contra la microfiltración coronaria, al contrario que el ionómero de vidrio modificado que fue de mayor nivel de microfiltración. Se encontraron diferencias significativas en cuanto a la microfiltración de cada tipo de cemento.⁸

Espinosa R, et al. (México, 2013). “Disolución de agentes dentales de cementación: Estudio in-vitro”. **Objetivo:** Determinar la disolución de ocho cementos comerciales de cinco tipos empleados en clínica, 2013. **Metodología:** Estudio de tipo cuantitativo, experimental; conformada por 8 grupos de 30 muestras cada una. Los 8 cementos evaluados fueron: Dos de ionómero de vidrio convencional, uno de carboxilato de zinc, uno de fosfato de zinc, 3 de ionómero de vidrio reforzado con resina y uno de resina. **Resultados:** En el análisis estadístico entre los 8 grupos realizado con la prueba K-S, se determinó que el grupo cemento de resina era estadísticamente diferente con los otros grupos, demostrándose que en este grupo no presenta disolución. Los cementos de ionómero de vidrio convencionales si mostraron diferencia significativa. **Conclusión:** El cemento de resina no mostró disolución y fue diferente estadísticamente a los otros 7 cementos, seguido del CIV convencional. No se registró ninguna diferencia estadística entre los 3 cementos de ionómero modificados.⁹

Geetha P, et al. (India, 2011). “Comparación de la solubilidad de cementos de cementación sumergidos en saliva artificial”. **Objetivo:** Comparar el efecto del contacto temprano del agua en la solubilidad del fosfato de zinc, cemento resinoso, CIV convencional y CIV reforzado con resina. **Metodología:** Estudio de tipo cuantitativo, experimental. La muestra estuvo conformada por 5 discos de cada cemento, cada uno con un diámetro de 5 mm y 2 mm de espesor. Se colocaron los discos en 50 ml de saliva artificial a 37°C. **Resultados:** A los 3 minutos de inmersión el CIV reforzado con resina fue el que presento mayor solubilidad, aunque luego de 9 minutos el

CIV convencional mostró mayor solubilidad. Los cementos que mostraron ser menos solubles y con sensibilidad temprana a la contaminación del agua fueron los cementos resinosos.¹⁰

Graciano A, et al. (Brasil, 2011) Evaluación de la solubilidad del cemento de ionómero de vidrio utilizado para la banda de ortodoncia cementación, 2011. **Objetivo:** Evaluar in vitro la resistencia a la solubilidad de tres CIVs comerciales (Vidrion C, Meron y Ionomaster). **Metodología:** Estudio de tipo cuantitativo, experimental y analítico. La muestra estuvo conformada por 45 discos de ionómeros de vidrio. Se confeccionaron discos de cada CIV, 15 por cada uno, 15 discos de cada cemento, con un diámetro de 8 mm y un espesor de 1,5 mm. La solubilidad se realizó analizando la pérdida de material con la diferencia de pesos, los discos se secaron y después se sumergieron en 18 ml de agua destilada a una temperatura de 36°C. La evaluación de la pérdida de peso del material se llevó a cabo a las 24, 48, 72h y una semana. **Resultados:** No se identificaron diferencias demostrativas, pero si se evidencio una resistencia a la solubilidad pasada una semana exacta. El cemento que mostro valores menores de solubilidad fue el Meron, a comparación de los otros cementos.¹¹

Nacionales:

Vega N, Regalado S. (Apurímac, Perú, 2019). “Efecto de sorción y solubilidad en diferentes ionómeros de vidrio utilizados en la Clínica Dental Especializada, de la UTEA-2018”. **Objetivo:** Determinar el efecto in vitro de sorción y solubilidad en dos ionómeros de vidrio utilizados en la clínica

dental especializada de la UTEA, los cuales fueron expuestos a soluciones de cemento de ionómero de vidrio y cemento de ionómero de vidrio modificado con resina, durante siete, quince y treinta días. **Metodología:** Estudio de tipo cuantitativo, experimental. Estuvo conformada por 24 muestras de discos ionómero de vidrio convencional y 24 muestras de ionómero de vidrio modificado con resina con medidas estandarizadas de $15,0 \pm 0,1$ mm de diámetro y $1,0 \pm 0,1$ mm de profundidad, de modo que estos discos fueron incorporados por una capa de cemento en 3 porciones y sumergidas en agua destilada en los días establecidos (7, 15 y 30 días). **Resultados:** El efecto de sorción y solubilidad del ionómero de vidrio convencional, del cual se evidencio una sorción con una media de $0,107 \text{ mm} \pm 0,082\text{mm}$, con un valor máximo de $0,515 \text{ mm}$ y mínimo de $0,080 \text{ mm}$. Asimismo se encontró una solubilidad con una media de $-0,052\text{mm} \pm 0,046\text{mm}$, con valor máximo de $-0,030\text{mm}$ y valor mínimo de -227mm . Se describe el efecto de sorción y solubilidad del ionómero de vidrio modificado con resina, del cual se comprobó una sorción con una media de $0,068\text{mm} \pm 0,036\text{mm}$, el valor máximo de $0,168\text{mm}$ y $0,040\text{mm}$ como valor mínimo. De igual forma la Solubilidad con una media de $-0,116\text{mm} \pm 0,091\text{mm}$, con un valor máximo de $-0,010\text{mm}$ y $-0,563$ como valor mínimo. **Conclusión:** Se concluye que no existen diferencias significativas de sorción y solubilidad in vitro de los 2 ionómeros de vidrio.¹²

Severino R. (Lima, Perú, 2015). “Sorción y solubilidad del cemento ionómero de vidrio y el cemento ionómero de vidrio modificado con resina 2018”. **Objetivo:** determinar las diferencias en la sorción y solubilidad de

un cemento ionómero de vidrio convencional y un cemento ionómero de vidrio modificado con resina a los 7, 15 y 30 días. **Metodología:** Estudio de tipo cuantitativo, experimental; en donde 24 discos de cada cemento fueron preparados y divididos en 3 subgrupos (7, 15 y 30 días) de 8 discos, seleccionados al azar. Se utilizó el protocolo establecido por la ISO 4049 para los test de sorción y solubilidad. Los discos fueron colocados en una estufa a 37 °C hasta obtener una masa constante (m_1), luego fueron inmersos en 10 ml de agua destilada. Los discos fueron retirados del agua destilada en los días indicados, y pesados (m_2), luego desecados y vueltos a pesar (m_3). Al finalizar estos procesos, se evaluaron su morfología en un microscopio electrónico de barrido. **Resultados:** Los test de Krustal Wallis, T-Student y U. de Mann-Whitney ($p < 0,05$), mostraron diferencias estadísticamente significativas en ambos grupos tanto para sorción como solubilidad. El cemento ionómero de vidrio modificado con resina presentó los valores más altos de sorción ($142,3195 \pm 13,9402$), mientras que el ionómero convencional obtuvo los valores más altos de solubilidad ($36,4286 \pm 14,5941$). **Conclusión:** El cemento ionómero de vidrio modificado con resina obtuvo los valores más altos de sorción en los 3 tiempos determinados (7,15 y 30 días), mientras que el cemento ionómero de vidrio convencional obtuvo los valores más altos de solubilidad en los 3 tiempos determinados (7,15 y 30 días).¹³

2.2. Bases teóricas de la investigación

2.2.1. Ionómero de vidrio de cementación

Cova J.¹ menciona que son materiales de obturación permanente que se Comenzaron a utilizar desde aproximadamente el año 1975, con una presentación de polvo y líquido, consiguiendo mejores resultados clínicos, estéticos y de sellados marginales.¹

Mezzomo E,³ indica que está desarrollado por un polvo que contiene vidrio de fluoraluminosilicato de calcio y óxidos de bario, zinc o lantano y un líquido formado por ácido tartárico disuelto o diluido en agua o ácido poliaquenóico, este cemento ionómero tiene la capacidad de acoplarse químicamente a los sustratos dentales, alcanza liberar y reincorporar flúor protegiendo el tejido dentinario a su alrededor, es biocompatible sin embargo se afirmó que sus elementos pueden ocasionar sensibilidad postoperatoria, ostenta acción antimicrobiana y buen sellado marginal para evitar o impedir la microfiltración.³

Masioli A.² menciona que este cemento es bastante soluble al inicio de su etapa de endurecimiento por lo que se sugiere preservar o proteger los márgenes de la restauración con una capa de vaselina para evitar la pérdida o adición de agua, el grosor de película es muy bueno, sin embargo el tiempo de endurecimiento del material es muy corto.²

Botino et al.¹⁴ refiere que se ha combinado el ionómero con resina para mejorar sus cualidades, disminuyendo su solubilidad durante la fase inicial de endurecimiento y facilitar su manipulación.¹⁴

Bala et al.¹⁵ señalan que son materiales muy utilizados en el tratamiento de piezas dentales, los que muestran diferentes usos, en especial manejados en piezas dentales temporales, del mismo modo sirven para reemplazar el tejido dentinario.^{15, 16} Posteriormente Hatrick C, et al.¹⁷ definieron a los ionómeros de vidrio como materiales que muestran coloración de la pieza dentaria y no demandan de un adhesivo pues en su composición se encuentra el ácido poliacrílico que beneficia a la adhesión. Debido al corto tiempo que las piezas primarias perduran en la cavidad bucal, se recomienda utilizar ionómeros de vidrio restauradores.¹⁸

a) Usos

Se utilizan primordialmente para restaurar erosiones sin preparación de cavidad, como cemento, sellante, obturación de conductos radiculares, cementación de ortodoncia (brackets) y bandas de ortodoncia.¹

b) Propiedades

- Tiempo de fraguado de 2 a 9 minutos.
- Grosor de película varía entre 1 y 25 micrones.
- Solubilidad es menor al 1%.
- Propiedades adhesivas de los ionómeros se unen a esmalte, dentina, cemento en forma similar a los cementos de policarboxilatos, y se unen a aleaciones no preciosas, metales.
- Propiedades anticariógenas, debido a que la matriz contiene fluoruro de calcio.

- Aspectos biológico, se puede utilizar en cavidades poco profundas sin causar irritación pulpar.¹

2.2.2. Evolución de los ionómeros de vidrio

Mc Lean y Wilson lo desarrollaron para uso clínico en 1974.; el primer ionómero de vidrio se implantó en Europa con la denominación de ASPA (aluminio, silicato, poli, acrilato) hacia 1975; luego se desarrolló el ASPA II, en el cual se incorporó ácido tartárico al 5%, este aumentaba su tiempo de trabajo y optimizaba su adhesión a la dentina y al esmalte. Aun así, su vida útil alcanzó a ser de (14 a 30 semanas); luego se elaboró el ASPA IV, el cual contenía un copolímero de ácido itacónico y acrílico, que solucionó el problema de durabilidad; fue introducido en Estados Unidos a inicios del año 1977, y en los países latinoamericanos se introdujo hacia fines de la década del 70, ya existían en el mercado otras marcas comerciales de ionómeros de vidrio.^{19, 20}

El ionómero de vidrio restaurador físicamente aprobado por primera vez fue el Fuji II el mismo que presentó superiores propiedades estéticas que los ionómeros convencionales; desde aquel instante la estructura básica de estos materiales se ha modificado, se incorporó polvo de aleación para amalgama al vidrio, para renovar un elemento denominado mezcla milagrosa. Otros han incorporado moléculas de plata; en estos se consiguió aumentar tanto la resistencia compresiva como la resistencia al desgaste. Consecutivamente otros

investigadores aducen que los ionómero de vidrio de cementación sufrieron un mejor cambio en su progreso hasta el momento: se añadieron componentes que consiguieron su endurecimiento a través de luz.^{21, 22}

La transformación más importante de los ionómero de vidrio de cementación, ha sido la incorporación de componentes resinosos, facilitando paso así a los nuevos ionómeros de vidrio modificados con resina los cuales fueron introducidos en el mercado entre los años 1993 y 1994 logrando ser utilizados como materiales de restauración; el primero que se comercializó el Vitrebond.²³

2.2.3. Composición del ionómero de vidrio

a) Polvo

Es fundido, templado, triturado y tamizado con cristales de aluminosilicatos, para conseguir partículas del tamaño de 4-50 um, de acuerdo a la diligencia clínica pronosticada para cada material; por lo general las partículas más finas se emplean en cementos adhesivos y ciertos cementos de revestimiento; las partículas de mayor volumen se emplean en materiales de restauración pues proveer más traslucidez.²⁴

Busato A, Gonzáles M.²⁵ indicaron con precisión la proporción de los cementos de vidrio, 29% de óxido de silicato, 16.6% de óxido de aluminio, 34.3% de fluoruro de calcio, 7.3% fluoruro de aluminio, 9.8% fosfato de aluminio, 3% de fluoruro de sodio.²⁵

b) Líquido

Solución de ácido poliacrílico al 30%, tartárico al 10% e itacónico al 15%.³⁸ Lanata³⁸ señaló que desde el principio el ionómero de vidrio surgió como un líquido desarrollado por una composición de ácido poliacrílico así se transformó en hidrófilo.³² Henostroza³², indica que mantuvo sus particularidades de adhesión en estado húmedo; el líquido es primordial para facilitar la polimerización (ácido - base).³² Un componente esencial es el fluoruro, pues su aparición ayudó a la remineralización de la sistema dental adyacente, igualmente poseían diversos efectos inhibidores ante la aparición de placa bacteriana en las periferias de la restauración.²⁶

c) Radio-opacadores

Se logra conferir radio-opacidad incorporando bario, estroncio o lantano, fundiendo metal con los átomos o partículas de vidrio, o fusionando con aleación de amalgama dental o con óxido de zinc. La proporción de los componentes de polvo y líquido varía de acuerdo a cada fabricante y a su indicación clínica.^{26, 27}

2.2.4. Clasificación de los ionómero de vidrio de cementación.

a) Composición y reacción de endurecimiento;

McLean J, Gasser O.²⁸ plantearon clasificarlos en Ionómeros de vidrio convencionales, que abarca dos divisiones: Alta densidad y Remineralizantes; y en Ionómeros de vidrio modificados con resinas

que contienen divisiones: Modificados con resinas fotopolimerizables, Modificados con resinas autopolimerizables y de alta densidad.

Mount G.²⁴ realizó una clasificación por el fraguado:

- "Autofraguado: reacción ácido base de fraguado químico."
- "Fraguado doble: inicia con una luz y continúa con una reacción ácido-básica."
- "Fraguado triple: reacción de autopolimerización de resina en lo que queda resina sin polimerizar."

b) Uso y consistencia:

El uso de los Ionómeros de Vidrio tipo I para cementado, tipo II para restauraciones, los tipo III como protectores dentino pulpares, y los tipo IV que tienen otras indicaciones.²⁰

Acorde a su consistencia encontramos; Condensable: Material restaurador temporario para clases I y II; para reconstrucción de muñones; restaurador permanente para clases I y II en dientes temporarios y Material restaurador con técnica ART (Técnica Restauradora Atraumática). Consistencia Fluida: Material de relleno permanente en clases V y III; Material de relleno para fisuras y Base; además de su primera indicación como material de restauración, hoy pueden emplearse ionómeros para lo siguiente: bases y rellenos cavitarios, reconstrucción de muñones dentarios, recubrimientos cavitarios, restauraciones intermedias e inactivación de lesiones de

caries, cementados o fijación de restauraciones de inserción rígida y cementada de bandas y Brackets de ortodoncia.²³

A ellos, actualmente se añadió la posibilidad de aplicar ionómeros para el sellado de fosas y fisuras, así como para remineralizar lesiones en el esmalte y en la dentina, surgida esta última indicación frente a la singular renovación de conceptos de Cariología, basada básicamente en el concepto de desmineralización/remineralización, que hace patente la naturaleza dinámica de la caries y consiguientemente el afán de revertir el proceso de desmineralización dentaria, particularmente en sus estadios incipientes.²³

2.2.5. Ionómero de vidrio de cementación FUJI

a) Indicaciones

GC Corporation-Hongo et al.²⁹ este cemento es oportuno para la cementación de todo tipo de metal: inlays de resina, onlays, coronas y puentes y toda clase de coronas de cerámica y puentes. Presentación del producto polvo 15g y líquido 8ml.²⁹

b) Contraindicaciones

En casos raros este producto puede ocasionar sensibilidad en algunas personas, en caso de que se produzca reacciones se recomienda interrumpir el uso de este producto y realizar consulta a un médico.²⁹

c) Ventajas

Es compatible con la pulpa, reducida sensibilidad postoperatoria, amplio tiempo de trabajo de 2 minutos a 4 minutos con 30 segundos y excelente adhesión que produce un buen sellado marginal.²⁹

2.2.6. Solubilidad

Se define por solubilidad a liberación o disolución de partículas, iones y/o sustancias orgánicas de un cuerpo, disminuyendo así el peso del mismo. En el caso de los materiales dentales, específicamente en el ionómero de vidrio, esta solubilidad es capaz de provocar modificaciones en su dimensión, las cuales pueden afectar a sus propiedades mecánicas, estéticas y de biocompatibilidad. Para determinar la solubilidad de estos materiales dentales, se utiliza un ensayo establecido en las Normas ISO 4049, la cual simplemente se denomina “Test de Solubilidad”, el mismo que se calcula dividiendo la diferencias del peso inicial y final con el volumen del cuerpo.^{12, 13}

2.2.7. Líquido iónico (LI)

Tokuda H, et al.³⁰ refieren que las grandes posibilidades científico-técnicas que muestran los líquidos iónicos han producido un enorme interés en la comunidad científica tal y como se pone de manifiesto en el incremento exponencial del número de publicaciones sobre este tema en los últimos años; justamente, si se ejecuta una búsqueda bibliográfica del término líquido iónico, logran encontrarse unos 50 artículos en el año 1990, multiplicándose por diez en menos de 6 años

y los cinco años siguientes multiplicándose por 100, incluso más de 9000 artículos publicados en el año 2014.³⁰

Este interés se debe especialmente a que estos materiales, usados inicialmente en aplicaciones electroquímicas, presentan una gran utilidad en diversas aplicaciones (disolventes y catalizadores, fluidos de transferencia de calor, lubricantes, componentes de membrana); los líquidos iónicos se han expuesto como una nueva clase de disolventes polares no acuosos; la ventaja más importante de éstos es su prácticamente nula presión de vapor.³⁰

Asimismo, presentan una alta estabilidad química y térmica lo que permite que puedan ser utilizados a altas temperaturas.³⁰

Los líquidos iónicos (LIs) pertenecen a un tipo de sales que se encuentran en estado líquido a temperaturas inferiores a 100 °C; desarrollados típicamente por la mezcla de un catión orgánico y un anión originando de esta manera un gran número de combinaciones y con ello una variación significativa en la propiedades físicas y químicas de los líquidos iónicos.³⁰

Una de las características propias que presentan los líquidos iónicos son sus puntos de fusión extremadamente bajos, los cuales les otorgan el nombre común de líquido iónico a temperatura ambiente, se comportan como líquidos en un extenso intervalo de temperatura.³⁰

2.2.7.1. Propiedades

El estudio de los líquidos iónicos ha adquirido especial interés tanto a nivel industrial como académico debido a las propiedades que estos poseen. A diferencia de los fluidos comunes, los líquidos iónicos se destacan por exhibir volatilidades extremadamente bajas y por ende presiones de vapor casi nulas; entre otras propiedades de los LIs se encuentran:^{31, 32}

- Bajo punto de fusión.
- Estabilidad química y térmica.
- No son inflamables.
- No son corrosivos.
- Posee conductividad iónica y térmica alta.
- Alta capacidad calorífica.
- Posee alta solubilidad en sustancias orgánicas e inorgánicas polares y no polares.
- Alta viscosidad. Mayor tensión superficial a la de los solventes normales.
- Polaridad similar a la de los alcoholes.^{31, 32}

Una de las particularidades de los líquidos iónicos que los hace atractivos como sucesores, es su baja presión de vapor, de igual forma tiene diversas particularidades que los vuelve atrayentes; justamente; su potencial aplicación, lo que los convierte en compuestos verdaderamente apreciables es la contingencia de modular sus

particularidades físicas y químicas alterando el ambiente de los cationes y aniones en su estructura.³¹

Particularidades y la correlación con su estructura.

- **Baja presión de vapor.** Los líquidos iónicos manifiestan una débil interacción coulombica entre iones, lo que restringe la creación de pares iónicos necesarios para que se origine la volatilización de las sales, dichas sustancias presentan presión de vapor muy baja; esta característica los vuelve fácilmente maleables, al no evaporarse, consiente el empleo de la destilación para recobrar los sustratos disueltos en el proceso donde actúen, como catálisis, extracciones líquido-líquido, etc.³⁰

- **Estabilidad térmica.** se hallan en estado líquido en un intervalo de temperaturas mayor otros disolventes convencionales; la temperatura máxima está fijado habitualmente por su temperatura de descomposición térmica, regularmente se ubica de 350° y 400°C en líquidos iónicos que contienen cationes inorgánicos.³²

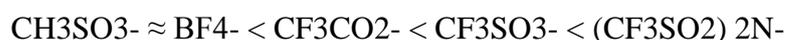
La temperatura de desintegración obedece de la naturaleza de los iones, catión y anión, que forman el líquido iónico; por ende la temperatura de desintegración es menor que las sales de tetralquilamonio, que en las fundadas en catión imidazolio; por ejemplos los casos del [C2C1Im] [BF4], es constante hasta 300°C, y del [C2C1Im] [NTf2], hasta los 400°C. Las sales basadas en cationes [CnC1Im]⁺ la firmeza para los diversos aniones decrece

en la serie $\text{NTf}_2^- > \text{BF}_4^- > \text{PF}_6^-$ y $\text{AsF}_6^- > \text{I}^-$, Br^- y Cl^- .³⁰ Los líquidos iónicos que contienen aniones más debilitadamente coordinados, son más constantes a la descomposición a altas temperaturas.³⁰

- **Estabilidad química.** Los líquidos iónicos basados en el catión 1,3-dialquilimidazolio son composiciones no inflamables e inertes. En contraste de los líquidos iónicos fundados en cloro-aluminatos, que son más perceptivos a la humedad, y por ende requieren ser salvaguardados de ella y de demás contaminaciones de óxido.³⁰ Estas sales reaccionan de manera muy exotérmica con los líquidos, ocasionando ácido clorhídrico (HCl) y un precipitado blanco, que se disuelve agitándolo. Asimismo, diversos complejos de metales de transición y sustratos orgánicos no son inertes a los cloroaluminatos, logrando reaccionar con ellos.³⁰
- **Bajo punto de fusión.** Los líquidos iónicos muestran un bajo punto de fusión, regularmente menor que la temperatura ambiente, logrando en ciertos casos ser de -100°C .³⁰ El punto de fusión acata al tamaño de líquido iónico, de su simetría, de su carga y de la distribución de la misma; al acrecentar el tamaño del anión y del catión, reduce el punto de fusión.³⁰ En los cationes imidazolio con sustituyentes alquilo, un acrecentamiento en la longitud de cadena imputa una reducción en el punto de fusión por el empaquetamiento estérico, consiguiendo un contexto de mínimo sobre los 6 - 8 átomos de carbono, en el que la predisposición se

invierte por la importancia de las interacciones hidrofóbicas entre las cadenas sustituyentes; asimismo, un acrecentamiento en la simetría de los iones presume un acrecentamiento del punto de fusión, pues consiente un mayor empaquetamiento.³⁰ En relación a la dependencia del punto de fusión con la carga, se logra exponer que la existencia de puentes de hidrógeno y la deslocalización conducen a un acrecentamiento del punto de fusión.³⁰

- **Densidad.** Es transcendental destacar que la densidad es la característica física menos sensible a la variación de la temperatura; asimismo, la presencia de impurezas muestra menos atribución en los valores de esta característica que en la viscosidad. Para un catión particular, la densidad para los diferentes aniones cambia:³⁰



En los cationes, la densidad decrece cuando el tamaño del anión se acrecienta.³⁰

- **Viscosidad elevada.** los líquidos iónicos presentan una viscosidad mayor que la de los disolventes convencionales, comprende de 10 y 500 cp. La viscosidad de los líquidos iónicos presenta una dependencia con la temperatura y se perturba por la aparición de impurezas percibidas en el líquido iónico.³⁰ Para el mismo catión, el cambio del anión inquieta de forma muy significativa a la viscosidad, minimizando su valor en la serie $\text{Cl}^- > \text{PF}_6^- > \text{BF}_4^- \approx$

NO₃⁻ > NTf₂⁻. Los parámetros indiscutibles de la viscosidad es el tamaño del anión y la basicidad del mismo. La reducción del tamaño del anión decrece las interacciones Van Der Waals, acrecentando la interacción electrostática por medio de puentes de hidrógeno; el catión orgánico aflige a los valores de viscosidad; esta predisposición no tiene correlación con el tamaño del anión, pues afectan distintos fenómenos como el establecimiento de puentes de hidrógeno con el catión; el predominio del catión en la viscosidad es mínima, un acrecentamiento en la longitud de cadena del sustituyente alquílico del catión imidazolio presume un acrecentamiento en los valores de viscosidad que se puede reducir por utilizar cadenas muy ramificadas.³⁰

2.2.7.2. Aplicaciones

Debido a sus particularidades, además de no ser contaminantes atmosféricos por no volatilizarse y poder ser reutilizados, los líquidos iónicos son empleados en diversos sectores industriales, tales como:³²

Tabla de aplicaciones en distintos sectores			
Química	Procesos	Materiales	Energía
– Síntesis Orgánica – Síntesis Inorgánica – Petroquímica	– Purificación de metales – Agentes separadores – Purificación de proteínas – Separación solido-liquido – Separación liquido-liquido – Separación de iones metálicos – Extracción supercrítica	– Nanomateriales – Polímeros – Cristales líquidos – Electrolitos – Agentes Antimicrobianos – Plastificantes – Surfactantes – Lubricantes	– Baterías – Capacitores – Paneles solares – Transferencia de calor – Celdas de combustible.

Fuente: Zhao H. Innovative application of ionic liquids as Green engineering liquids. Chemical Engineering Communications. 2006.³²

2.2.7.3. Ventajas

Ventajas que muestran los líquidos iónicos:³⁰

- Producción de diversas particularidades físicas y químicas por medio de la mezcla de cationes y aniones; se consigue diseñar el líquido iónico óptimo para cada proceso.
- No se volatilizan, no son contaminantes atmosféricos, por ende son un óptimo sustituto de los compuestos orgánicos volátiles (VOC's) en procesos disolventes.

- Son reutilizables, guardan sus particularidades iniciales, por ende disminuye en los costos de operación y la cuantía de residuos creados.
- Son empleados como medios de reacción; acrecentando el rendimiento y provecho de numerosos procesos.³⁰

Una ventaja primordial es su presión de vapor insignificante, que los convierte en una alternativa a los nocivos vapores de los solventes convencionales. Normalmente esta es la particularidad que los convierte en disolventes de estatus verde y el potencial de simbolizar una posibilidad más ecológica en diversas operaciones; son empleados en procesos de extracción y preparación de muestras, la capacidad que conservan para disolver celulosa.^{31, 32}

Del mismo modo, su capacidad de ser solventes de diseño simboliza una ventaja muy interesante, pues al aliviar el anión o el catión se alcanza transformar sus particularidades físicas y químicas; permitiendo crear un gran número de mezclas de aniones y cationes con diversas características de las cuales los líquidos iónicos logran ser preferidos para aplicaciones determinadas.^{31, 32}

2.2.7.4. Desventajas

Algunas desventajas a tener presente:³⁰

- La presencia de iones con halógenos y baja estabilidad en agua; logran crear especies tóxicas y corrosivas como HF o HCl.

- Numerosas particularidades físicas y de transporte de números líquidos iónicos aún no fueron concluyentes (viscosidad, densidad, punto de fusión, etc.).
- Su costo es elevado por motivo de su síntesis y mayormente son hidrofílicos.³⁰

Las técnicas empleadas para su síntesis aun no son capaces de instaurar compuestos libres de impurezas. Se demostró impurezas presentes en los líquidos iónicos que pueden alterar su comportamiento, siendo un problema en su uso, pues esto reduce la selectividad del compuesto.³⁰

No todos los líquidos iónicos son clasificados como ambientalmente amigables, ya que ciertos son indicados como tóxicos al incorporarse a un medio acuoso; se comprobó la ecotoxicidad de los líquidos iónicos en diversas variedades de organismos revelando desiguales niveles. Se ha percibido que las sales imidazolio con extensas cadenas alquil son tóxicas, y que las cadenas cortas son menos biodegradables. En un estudio se halló que los compuestos con sustituyentes alquil de cadena corta no presentaban actividad antimicrobiana ante las bacterias y mohos, mientras los líquidos iónicos que presentaban cadenas alquil de una longitud de 10 a 14 carbonos mostrando una actividad antimicrobiana significativa.^{30, 31}

Por tal motivo, existen ciertas tendencias enfocadas a mejorar los líquidos iónicos acoplado grupos funcionales favorables a sus

estructuras para formar compuestos inertes y consecuentemente verdes.³⁰

Sin embargo, no se puede deliberar de un disolvente verde de manera formal. Lo verde que un disolvente logra adquirir debe estimar en el contexto del proceso en el que se utilizará⁵⁴. El empleo de los líquidos iónicos es mejor en comparación con disolventes tradicionales, pues optimiza los rendimientos, selectividad y velocidad de extracción, ostenta un estatus de un disolvente verde, ya que disminuye los desperdicios y la energía empleada.³⁰

2.2.7.5. Toxicidad

Los líquidos iónicos muestran diversas particularidades por ello son disolventes verdes, su utilización es beneficioso para el ambiente, pues disminuye emisiones atmosféricas por evaporación, y la reducción de residuos ya que estos son reutilizados; asimismo al no evaporarse se reduce el consumo de energía. De igual forma es viable el diseño de líquidos iónicos no tóxicos y biodegradables por medio de una adecuada selección del catión y el anión.³³

Los líquidos iónicos evitan la contaminación atmosférica que originan los disolventes tradicionales, su relativa solubilidad en fase acuosa puede ocasionar problemas de contaminación del agua y por ende problemas a los seres vivos, no obstante, para un uso seguro de los líquidos iónicos se hace inevitable conocer su toxicidad y biodegradabilidad.³³

“Aunque los datos que se tienen no han sido concluyentes para muchos líquidos iónicos, la volatilidad habitualmente nula de estos reduce las potenciales vías de exposición, siendo el contacto directo con la piel y la ingestión habitualmente las únicas vías posibles. Es apropiado resaltar que se han ejecutado diferentes ensayos y estudios para determinar la toxicidad y la biodegradabilidad de los líquidos iónicos, en el que se muestra que algunos de estos pueden ser tóxicos así como bastante inofensivos y biodegradables, sin embargo, la mayoría de los líquidos iónicos que se han investigado son irritantes y tienen una toxicidad semejante a los disolventes orgánicos convencionales.³³”

III. HIPÓTESIS

Hipótesis nula:

H₀: No existe solubilidad en el ionómero de vidrio convencional y en el modificado con resina, ante el líquido iónico.

Hipótesis alternativa:

H_i: Si existe solubilidad en el ionómero de vidrio convencional y en el modificado con resina, ante el líquido iónico.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Diseño de la investigación

Tipo de investigación

De acuerdo al enfoque: Cuantitativa.

Según Supo, en su libro sobre los tipos de investigación, considera que un estudio es cuantitativo, cuando el investigador obtendrá resultados finales numéricos y porcentuales.³⁴

De acuerdo a la intervención: Experimental.

Según Supo, en su libro sobre los tipos de investigación, considera que un estudio es experimental cuando es controlado y tiene intervención del autor, el cual analizará el efecto producido por una o más variables independientes sobre una o varias variables dependientes.³⁴

De acuerdo a la planificación: Prospectivo.

Según Supo, en su libro sobre los tipos de investigación, considera que un estudio es prospectivo, porque los datos son recogidos a propósito de la investigación (primarios) y no son tomados por datos pasados (secundarios).³⁴

De acuerdo al número de ocasiones: Longitudinal.

Según Supo, en su libro sobre los tipos de investigación, considera que un estudio es longitudinal cuando la variable de estudio es medida en dos o más ocasiones.³⁴

De acuerdo al número de variables a estudiar: Analítico

Ya que el análisis estadístico a emplear es bivariado, el mismo que intentará explicar (finalidad cognoscitiva) las variaciones de una variable en función de otra(s); o establece la asociación entre factores (propósito estadístico).³⁴

Nivel de la investigación

La presente investigación es de Nivel Explicativo

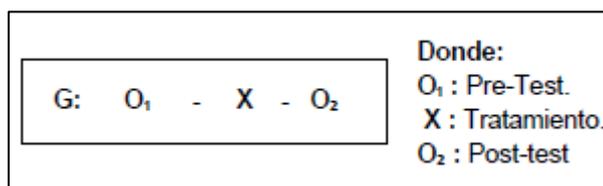
Según Hernández R, et al. (2014), este nivel tiene como finalidad poder explicar el comportamiento de una variable en función de otra(s), con relación de causa-efecto. Requiere de control tanto metodológico como estadístico.³⁵

Diseño de la investigación

La investigación es de diseño experimental.

Se realizan con la manipulación deliberada de variables para analizarlas.³⁵

- Esquema de investigación:



4.2. Población y muestra

Población

La población estuvo conformada por los discos de cemento ionómero de vidrio fraguados, tanto de tipo convencional (Meron®) como modificado con resina (GC Fuji PLUS®).

Criterios de inclusión

- Discos de cemento ionómero de vidrio convencional (Meron®) que tengan 15,0 (± 0,1 mm) de diámetro.
- Discos de cemento ionómero de vidrio modificado con resina (GC Fuji PLUS®) que tengan 15,0 (± 0,1 mm) de diámetro.
- Discos de cemento ionómero de vidrio convencional (Meron®) que tengan 1,0 (± 0,1 mm) de profundidad (altura).
- Discos de cemento ionómero de vidrio modificado con resina (GC Fuji PLUS®) que tengan 1,0 (± 0,1 mm) de profundidad (altura).

Criterios de exclusión

- Discos de cemento ionómero de vidrio que presenten algún tipo de fractura o fisura luego de haber fraguado.

Muestra:

La muestra estuvo conformada por 100 discos de cemento ionómero de vidrio fraguados, tanto de tipo convencional (Meron®) como modificado con resina (GC Fuji PLUS®). Los 100 discos estuvieron distribuidos en 4 grupos de estudio y para determinar el tamaño de muestra de cada grupo se hizo uso de la fórmula que nos brindó el diseño completamente al azar, cuando el interés es comparar dos o más grupos de estudio para variable cuantitativa:

$$n = \frac{2 * (Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 DE^2}{(d)^2}$$

α : Probabilidad de cometer error tipo I

β : Probabilidad de cometer error tipo II

Z: Coeficiente de la distribución normal estándar

$d = |\bar{x}_1 - \bar{x}_2|$: Diferencia que se desea detectar entre cualquier pareja de grupos.

Asumiendo las exigencias del 95% de confianza ($\alpha=0.05$; $Z=1.960$), una potencia de la prueba del 80% ($\beta= 0,20$; $Z = 0,842$) con una desviación estándar de $DE =11.44$ (Ruan), para detectar una diferencia mínima de $d=10$, se obtuvo:

$$n = \frac{2 * (1,96 + 0.842)^2 * (11.44)^2}{(10.0)^2} = 25$$

Es decir, en cada grupo de estudio la muestra estuvo conformada por 25 discos de cemento ionómero de vidrio.

Teniendo en cuenta que la muestra total estuvo conformada por 4 grupos homogéneos, se obtuvo:

$$n = 25 * 4$$

$$\mathbf{n = 100}$$

4.3. Definición y Operacionalización de variables e indicadores

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Tipo	Escala	Indicador	Valores
Cemento Ionómero de vidrio	Material que resulta de la combinación de una solución acuosa de ácidos policarboxílicos y de silicato de aluminio más otras partículas que es utilizado en los más diversos procedimientos de la odontología. ¹	Convencional	Cualitativa	Nominal	Nombre comercial, marca y composición.	Si No
		Modificado con resina				
Solubilidad	Capacidad de una sustancia o un cuerpo para disolverse al mezclarse con un líquido. ³⁰	Líquido iónico	Cuantitativa	Razón	Test de Solubilidad de la ISO 4049	$\mu\text{g}/\text{mm}^3$
		Agua destilada				

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: La técnica que se utilizó fue la observación experimental.

Instrumento: El instrumento que se empleó fue una ficha de registro de datos elaborado por la investigadora del presente estudio, la cual consta de un cuadro de llenado simple de los valores del Test de solubilidad ISO 4049 para cada grupo de estudio. (Anexo 1)

El instrumento fue validado a juicios de expertos y calibrado mediante un estudio piloto que se aplicó al 20% de la muestra establecida. (Anexo 2)

Procedimiento:

1. Procedimiento para obtener el permiso

Se dirigió a las autoridades pertinentes de la institución en donde se ejecutó la investigación mediante la Carta de Presentación firmada por el director de Escuela de Odontología de la ULADECH Católica. (Anexo 3)

2. Fase de preparación de la muestras.

Una vez obtenida la aprobación, se procedió a elaborar las muestras según los criterios de selección, con previa calibración y capacitación por parte del Cirujano Dentista del Centro de Salud Miraflores Alto, Mgtr. Bernabe Mendoza Elizabeth.

Los discos se confeccionaron de acuerdo a las indicaciones de preparación señaladas por ISO 4049, se hizo uso de un molde confeccionado según las medidas estandarizadas: $1,0 \pm 0,1$ mm de profundidad (altura) y $15,0 \pm 0,1$ mm de diámetro.³⁶

Se prepararon 50 discos de cemento ionómero de vidrio convencional (Meron®) de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Para el cemento ionómero de vidrio convencional se utilizó la presentación de polvo-líquido, la cual indica que para la preparación de una porción se utiliza 1 cucharada rasa de polvo y 2 gotas de líquido, vertidas del frasco en posición vertical. Una vez dispensado el polvo y líquido necesario (3 porciones) en el block de mezcla, se dividió el polvo en dos partes iguales, mezclando la primera parte con todo el líquido por 5 segundos con una espátula para cemento, para luego incorporar la segunda parte restante, mezclando todo por otros 15 segundos más (total 20 segundos).

Se prepararon 50 discos de cemento ionómero de vidrio modificado con resina (GC Fuji PLUS®) de acuerdo a las indicaciones del fabricante, la cual indica que para la preparación de una porción se utiliza 1 cucharada rasa de polvo y 3 gotas de líquido, vertidas de igual manera el frasco en posición vertical. Una vez dispensado el polvo y líquido necesario (3 porciones) en el block de mezcla, con una espátula para cemento se dividió el polvo en dos partes iguales, una parte se mezcló con todo el líquido por 15 segundos, luego se agregó la otra parte restante mezclando todo por otros 15 segundos más (total 30 segundos).

El molde fabricado se colocó encima de una platina de vidrio; las dos mezclas de cementos obtenidas se colocaron en el molde prefabricado y se colocó encima otra platina de vidrio y se esperó el periodo de fraguado de acuerdo a las indicaciones.

Una vez que se obtuvieron los discos, estos fueron pulidos con motor de baja velocidad y discos de carburo, para así poder retirar cualquier excedente que no haya fraguado, y medidos con un vernier manual para verificar el tamaño del disco. Se calculó el área del disco en milímetros cuadrados (mm^2), y luego el volumen en milímetros cúbicos (mm^3).

3. Fase de laboratorio.

Las pruebas de solubilidad se llevaron a cabo con la participación y apoyo del personal capacitado del Centro de Salud Miraflores Alto; Lic. María Elena Ruiz Cornejo, quien fue la encargada de realizar las mediciones de las muestras en la balanza analítica, para así minimizar el riesgo de error.

De acuerdo a los lineamientos del ISO 4049, los discos fueron transferidos a una estufa (Incucell MMM Group) a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, hasta obtener una masa con valor constante, denominada m1. Para tomar las medidas del peso inicial se utilizó una balanza ADAM.

Los discos se dividieron en 4 grupos: El grupo A, conformado por discos de cemento ionómero de vidrio convencional (Meron®), fueron inmersos individualmente en tubos de ensayos que contenían 10 ml de agua destilada; el grupo B, conformado por discos de cemento ionómero de vidrio convencional (Meron®), fueron inmersos individualmente en tubos de ensayos que contenían 10 ml de solución iónica; el grupo C, conformado por discos de cemento ionómero de vidrio modificado con resina (GC Fuji PLUS®), fueron inmersos individualmente en tubos de ensayos que contenían 10 ml de agua destilada; finalmente el grupo D, conformado por discos de cemento ionómero de vidrio modificado con resina (GC Fuji

PLUS®), fueron inmersos individualmente en tubos de ensayos que contenían 10 ml de solución iónica.

Los tubos de ensayos con las muestras contenidas dentro de ellas, fueron rotulados y transportados a una estufa a una temperatura de 37 °C, donde permanecieron durante una semana. La ISO 4049 considera un período de 7 días.

Una vez transcurridos los 7 días, los discos de ionómero se retiraron de las soluciones, se lavaron con agua destilada, se secaron dejándolos al aire hasta que no se visibilice humedad en su superficie. Por último, los discos fueron colocados en la estufa a 37 °C hasta obtener una masa constante nuevamente, a lo que se denominó m_2

Para determinar el volumen y el Test de solubilidad, se siguió lo establecido por el ISO 4049, el cual indica que determinar el volumen se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$V = \pi \times r^2 \times h \text{ (mm}^3\text{)}$$

Reemplazando, se obtiene:

$$V = 3,14 \times (7,5)^2 \times 1$$

$$V = 176,62 \text{ mm}^3$$

La solubilidad fue calculada en microgramos por milímetro cúbico ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$), aplicando la siguiente ecuación:

$$Wsl = (m_1 - m_2) / V \text{ (}\mu\text{g}/\text{mm}^3\text{)}$$

Por último, los datos obtenidos se registraron en la ficha de recolección de datos.

4.5. Plan de análisis

Los datos obtenidos en la ficha de registro de datos se ingresaron en una base de datos en Excel, una vez ordenados, tabulados, se analizaron según la naturaleza de las variables de estudio. La investigación siguió el análisis estadístico de acuerdo a los objetivos planteados, la estadística descriptiva y medidas de tendencia central se realizaron en el software estadístico SPSS versión 23; para su representación gráfica se utilizó gráficos de cajas.

Se realizó las pruebas de normalidad para corroborar que las muestras siguen una distribución normal o no. La prueba de hipótesis se realizó mediante el análisis de Kruskal-Wallis, ejecutado en MINITAB Statistical Software versión 17. (Anexo 4)

La discusión de los resultados se realizó mediante la confrontación de los mismos con los resultados de las investigaciones de los antecedentes y con los planteamientos de las bases teóricas. Las conclusiones se formularon acorde los objetivos planteados y los resultados obtenidos.

4.6. Matriz de consistencia

Enunciado del Problema	Objetivos de la investigación	Variables	Hipótesis	Metodología
<p>¿Cuál es la influencia del tipo de ionómero en su solubilidad ante el líquido iónico, Chimbote 2017?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar la influencia del tipo de ionómero en su solubilidad ante el líquido iónico, Chimbote 2017</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Determinar el Test de solubilidad del ionómero de vidrio convencional frente al líquido iónico y agua destilada, Chimbote 2017</p> <p>Determinar el Test de solubilidad del ionómero de vidrio modificado con resina frente al líquido iónico y agua destilada, Chimbote 2017</p>	<p>- Cemento Ionómero de vidrio</p> <p>- Solubilidad</p>	<p>H₀: No existe solubilidad en el ionómero de vidrio convencional y en el modificado con resina, ante el líquido iónico.</p> <p>H₁: Si existe solubilidad en el ionómero de vidrio convencional y en el modificado con resina, ante el líquido iónico.</p>	<p>Tipo y nivel de Investigación.</p> <p>El tipo de la investigación es cuantitativa, experimental, prospectiva, longitudinal y analítica. De nivel explicativo.</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>Experimental.</p> <p>Población y muestra</p> <p>La población y muestra estuvo conformada por 100 discos de cemento ionómero de vidrio fraguados, tanto de tipo convencional (Meron®) como modificado con resina (GC Fuji PLUS®).</p>

4.7. Principios éticos

La investigación toma en cuenta todos los principios y valores éticos estipulados por la ULADECH Católica.³⁷

- Protección a las personas.- Se respetó la dignidad humana, la identidad, la diversidad, la confidencialidad y la privacidad.
- Beneficencia y no maleficencia.- Se aseguró el bienestar de las personas que participaron en la investigación. La conducta del investigador responde a las siguientes reglas generales: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.
- Justicia.- El investigador ejerció un juicio razonable y ponderable, tomando las precauciones necesarias para otorgar equidad y justicia a todos los participantes e involucrados en la investigación, teniendo así mismo el derecho de acceder a sus resultados.
- Integridad científica.- La integridad del investigador resultó especialmente relevante cuando en función de las normas deontológicas de su profesión, se evaluaron y declararon los posibles daños, riesgos y beneficios potenciales que pudieron afectar a quienes participaron en la investigación.
- Consentimiento informado y expreso.- Se contó con la manifestación de voluntad informada, libre, inequívoca y específica; mediante la cual las personas que participaron en el estudio o el titular de los datos, consienten el uso de la información para los fines específicos establecidos en la investigación.³⁷

V. RESULTADOS

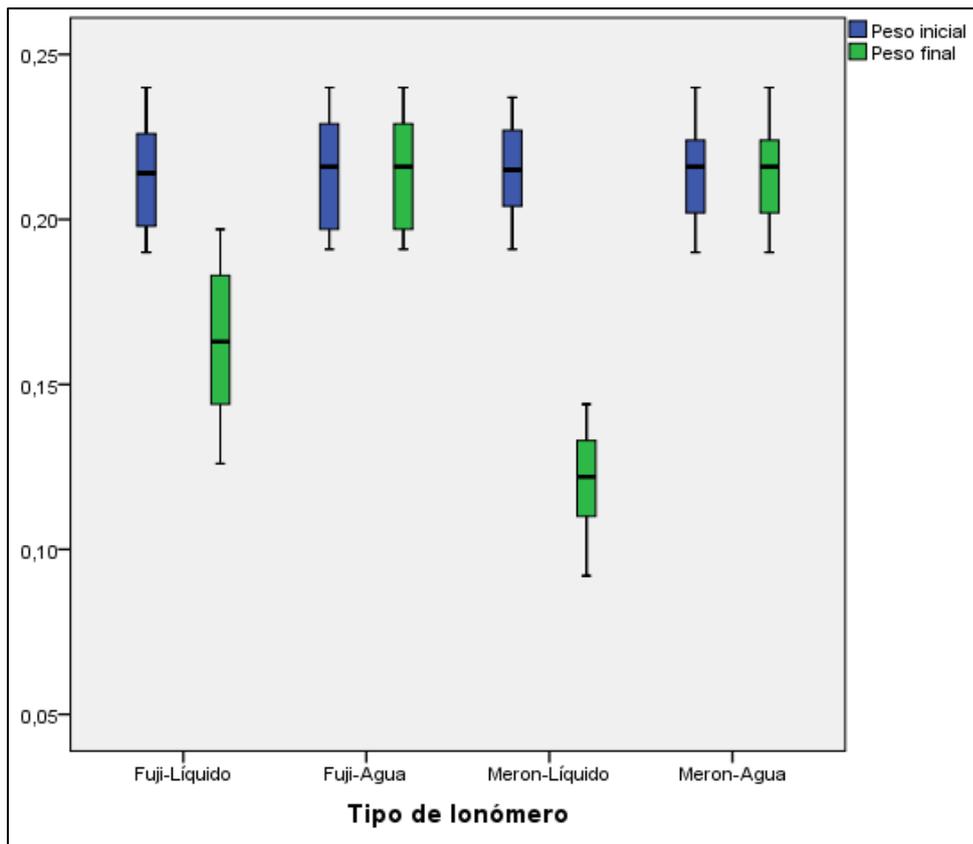
5.1. Resultados

Tabla 1.- Influencia del tipo de ionómero en su solubilidad ante el líquido iónico, Chimbote 2017

Cemento Ionómero de vidrio	n	Media Peso Inicial	Media Peso Final	Media de diferencias
Fuji PLUS®-Líquido iónico	25	,214	,162	,052
Fuji PLUS®-Agua destilada	25	,215	,215	0
Meron®-Líquido iónico	25	,215	,121	,094
Meron®-Agua destilada	25	,213	,213	0
Total	100	,214	0,178	,036

p = 0,00

Fuente: Ficha de recolección de datos.



Fuente: Datos de la tabla 1.

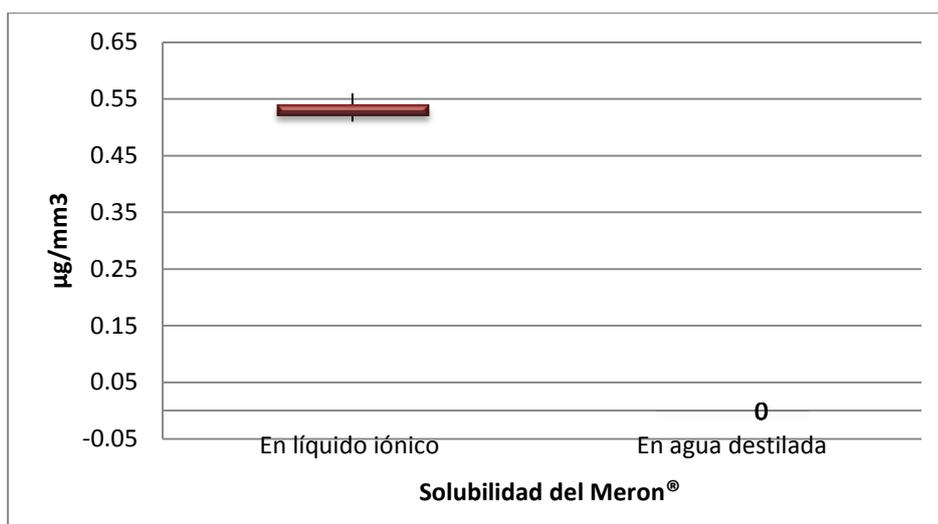
Gráfico1.- Influencia del tipo de ionómero en su solubilidad ante el líquido iónico, Chimbote 2017

Interpretación: Se pudo observar que el mejor valor hallado de efecto soluble fue el Ionómero Meron®-líquido iónico con una media de diferencia de 0,094, de tal forma se interpreta que este cemento perdió 0,094 mg. de peso al estar 7 días en una solución iónica. Así también se observa que el Ionómero Fuji PLUS®-Líquido iónico tuvo una media de diferencia de 0,052. Respecto a las muestras Fuji PLUS®-Agua destilada y Meron®-Agua destilada, se evidenció que no presentan efecto de solubilidad, por lo que se interpreta que ambas no perdieron masa o peso al estar sumergidas en agua destilada por 7 días.

Tabla 2.- Test de solubilidad del ionómero de vidrio convencional frente al líquido iónico y agua destilada, Chimbote 2017.

Ionómero de vidrio convencional (Meron®)				
	n	Media ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)	Mínimo ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)	Máximo ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)
Solubilidad en líquido iónico	25	,53	,52	,56
Solubilidad en Agua destilada	25	0	0	0
Total	50	,53	0,56	,52

Fuente: Ficha de recolección de datos.



Fuente: Datos de la tabla 2.

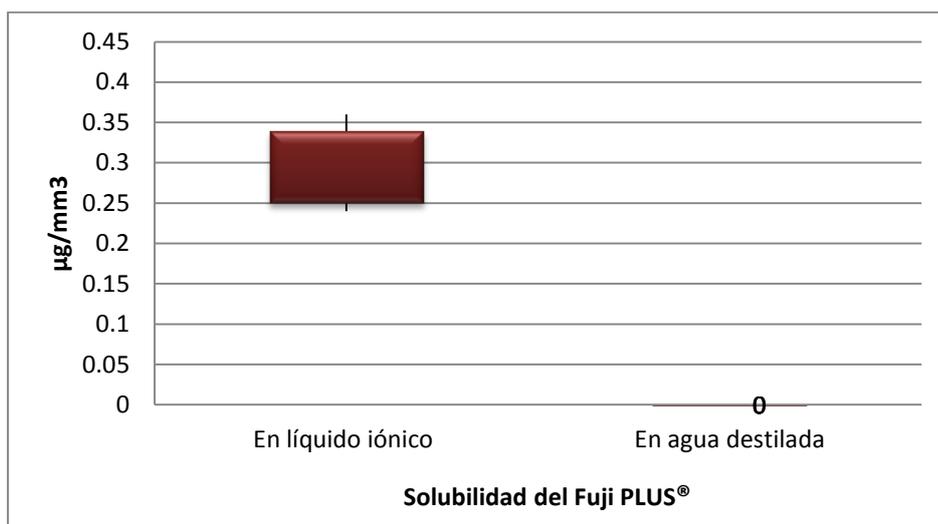
Gráfico 2.- Test de solubilidad del ionómero de vidrio convencional frente al líquido iónico y agua destilada, Chimbote 2017.

Interpretación: Al finalizar los 7 días y determinar el test de solubilidad, se observa que el cemento ionómero de vidrio convencional (Meron®) mantuvo una mayor solubilidad en líquido iónico que en agua destilada, observándose que perdió en promedio $0,53 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ de volumen.

Tabla 3.- Test de solubilidad del ionómero de vidrio modificado con resina frente al líquido iónico y agua destilada, Chimbote 2017.

Ionómero de vidrio convencional (GC Fuji PLUS®)				
	n	Media ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)	Mínimo ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)	Máximo ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)
Solubilidad en líquido iónico	25	,29	,24	,36
Solubilidad en Agua destilada	25	0	0	0
Total	50	,29	0,24	,36

Fuente: Ficha de recolección de datos.



Fuente: Datos de la tabla 3.

Gráfico 3.- Test de solubilidad del ionómero de vidrio modificado con resina frente al líquido iónico y agua destilada, Chimbote 2017.

Interpretación: Al finalizar los 7 días y determinar el test de solubilidad, se observa que el cemento ionómero de vidrio modificado con resina (GC Fuji PLUS®) mantuvo una mayor solubilidad en líquido iónico que en agua destilada, observándose que perdió en promedio $0,29 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ de volumen.

5.2. Análisis de resultados

Una vez realizada la aplicación del instrumento y el tratamiento estadístico inferencial de los datos, se obtuvieron resultados que permitió analizar los resultados:

Los resultados permitieron observar el efecto soluble del líquido iónico sobre los cementos ionómeros de vidrio convencional y modificado con resina, en donde ambos tipos de cementos perdieron peso y volumen al cabo de 7 días, esto a diferencia de las muestras sumergidas en agua destilada, en donde se evidenció que no hubo efecto de solubilidad dado a que no hubo pérdida de peso y volumen de los disco de ionómeros.

Al analizar y comparar cuál de los dos cementos tuvo mayor solubilidad, encontramos que el cemento convencional es el que perdió más masa y por ende volumen; estos datos coinciden con los resultados obtenidos por Geetha P, et al.¹⁰ y Severino R.¹³ quienes determinaron que ambos cementos son solubles, pero en especial el cemento convencional, encontrando diferencias significativas en ambos grupos.

Importante resaltar que el presente estudio se limitó a evaluar la solubilidad en ionómeros de vidrio para cementación, a diferencia de Mehta S, et al.⁴ y Bharali K, et al.⁵, quienes en sus investigaciones evaluaron también a otros cementos para fijación. Ellos encontraron que el cemento ionómero de vidrio por lo general es menos soluble que otros cementos para cementación.

Por otro lado, Neira M.⁷ al evaluar la solubilidad en distintas marcas de cementos, encontró que las coronas cementadas con Meron (convencional) fueron las más solubles a comparación que con las que fueron cementadas con Fuji; esto coincidiría también con los resultados encontrados en el presente estudio. Caso contrario sucede con los resultados obtenidos por Espinosa R, et al.⁹, quienes encontraron que los cementos modificados con resina no presentaron solubilidad alguna y que si bien es cierto encontraron niveles de solubilidad en los convencionales, estos serían bajos. Así mismo, Graciano A, et al.¹¹ determinaron también que los cementos convencionales, como el Meron, son pocos solubles.

Lo que hace diferente este estudio a sus antecedentes es que no se utilizó como solución para evaluar la solubilidad del ionómero de vidrio al agua destilada o a la saliva artificial, sino que se utilizó una solución iónica con el fin de poderlo utilizar para fines terapéuticos en la remoción de coronas o puentes. Esto sucedería siempre y cuando se determine su capacidad, por ello al aplicar las pruebas estadísticas en la investigación, se observó una significancia $p=0,000$ (menor al límite $p=0,05$) para el grupo de pesos finales de las muestras, tanto para el cemento convencional (Meron®) y para el cemento modificado con resina (GC Fuji PLUS®), lo que nos indica que existe solubilidad entre los grupos de cementos ionómeros de vidrio y el líquido iónico.

VI. CONCLUSIONES

1. Existe solubilidad en los cementos ionómeros de vidrio ante el líquido iónico, en donde el cemento convencional resultó ser más soluble que el cemento modificado con resina.
2. Mediante el Test de Solubilidad se concluye que el cemento ionómero de vidrio convencional (Meron®) mantuvo una mayor solubilidad ante el líquido iónico a comparación con el agua destilada, observándose que perdió en promedio $0,53 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ de volumen.
3. Mediante el Test de Solubilidad se concluye que el cemento ionómero de vidrio modificado con resina (GC Fuji PLUS®) mantuvo una mayor solubilidad ante el líquido iónico a comparación con el agua destilada, observándose que perdió en promedio $0,29 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ de volumen.

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS (RECOMENDACIONES)

- Se recomienda realizar más investigaciones sobre la solubilidad de ionómeros de vidrio, investigaciones comparativas con diferentes tipos de ionómeros, para analizar cuál es más soluble y cual es más resistente; ya que la información existente es poca.
- Se recomienda realizar un estudio in vivo para evidenciar el comportamiento clínico de los cementos a corto, mediano y largo plazo; y las variaciones o alteraciones que se puedan producir.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cova J. Biomateriales Dentales. 2 ed. Venezuela. Amolca. 2013.
2. Masioli A. Odontología Restauradora de la A a la Z. Sao Paulo, Brazil. Ponto. 2012.
3. Mezzomo E. Rehabilitación Oral Contemporánea. Lima, Perú. Amolca. 2013.
4. Mehta S, et al. To Evaluate the Solubility of Different Permanent and Temporary Dental Luting Cements in Artificial Saliva of Different pH Values at Different Time Intervals—An In Vitro Study. Dental Journal of Advance Studies. 2020; 8(3): 92-101.
5. Bharali K, Das M, Jalan S, Paul R, Deka A. Comparación y evaluación de la sorción y solubilidad de cuatro cementos de cementación después de la inmersión en saliva artificial de diferentes valores de pH. J Pharm Bioallied Sci [Internet]. 2017 [Consultado 23 de octubre de 2020]; 9(1): 103-106. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5730993/>
6. Rojas J. Microfiltración en cavidades clase I. Estudio comparativo entre 3 cementos de ionómero de vidrio (convencional y de alta viscosidad). Estudio in vitro [Tesis para optar el título profesional]. Ecuador: Universidad Central del Ecuador; 2016.
7. Neira M. Evaluación del grado del sellado marginal en coronas metal-porcelana, cementadas con dos ionómeros de vidrio: Meron “Voco” y GC Fuji 1, in vitro [Tesis para optar el título profesional]. Ecuador: Universidad Central del Ecuador; 2015.
8. Quijije S. Comparación del ionómero de vidrio modificado vs ionómero de vidrio convencional utilizado como sellador temporario coronal [Tesis para optar

- el título profesional]. Ecuador: Universidad de Guayaquil; 2015.
9. Espinosa R, Valencia R., Ceja I, Teyechea F. Disolución de agentes dentales de cementación: Estudio in-vitro. RODYB. 2013; 2(1):1-10.
 10. Geetha P, Manasali B, Biradar B. Comparison of the solubility of luting cements immersed in artificial saliva- An Invitro Study. Indian Journal of Dental Sciences. 2011; 3: 38-41
 11. Graciano A, Terada R, Terada H. Evaluation of solubility of glassa ionomer cements used for orthodontic band cementation. Ortodontia [Internet]. 2011 [Consultado 23 de octubre de 2020]; 44(4): 315-319. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/odontologia/resource/pt/lil-713822>
 12. Vega N, Regalado S. Efecto de sorción y solubilidad en diferentes ionómeros de vidrio utilizados en la Clínica Dental Especializada, de la UTEA-2018 [Tesis para optar el título profesional]. Apurímac, Perú: Universidad Tecnológica de los Andes; 2019.
 13. Severino R. Sorción y solubilidad del cemento ionómero de vidrio y el cemento ionómero de vidrio modificado con resina 2018 [Tesis para optar el título profesional]. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2015.
 14. Botino M. Ferreira A., MIyashita E, Giannini V. Estética en Rehabilitación Oral Metal Free. Sao Paulo, Brazil. Artes Médicas. 2014.
 15. Bala O. Arisu H, Yikilgan I, Arslan S, Gullu A. Evaluation of Surface roughness and hardness of different glass ionomer cements. European Journal of Dentistry. 2012; 6(1).
 16. Cerdas Y, Gallardo C, Morales S. Estudio comparativo de la microfiltración con tres materiales para base en piezas temporales. Científica Odontológica, 2013;

9(2).

17. Hatrick C, Eakle W, Bird W. Materiales dentales: Aplicaciones clínicas. México: Manual Moderno. 2012.
18. Burcak, S., Ebru, R., Yalcinkaya, Z. & Cehreli. Microleakage of newly developed glass carbomer cement in primary teeth. European Journal of Dentistry. 2013; 7(1).
19. De Guzmán A. Evaluación Clínica de un Ionómero de vidrio modificado en odontopediatría. Caracas: Acta odontológica venezolana. 2014.
20. Hernández M. Comparación de la resistencia compresiva entre diferentes tipos de ionómeros de vidrio. Costa Rica. 2012.
21. Carel D. Avances en cementos de ionómero de vidrio. Mínima intervención en odontología. 2015; pp 173-176.
22. Cuevas S. Zamarripa J. Cementos Dentales. Universidad Autonome del Estado de Hidalgo instituto de ciencias de la salud. 2013.
23. Cedillo J. ADM. Ionómero de Vidrio de alta densidad como base en la técnica restauradora de Sandwich. 2011; p 40-43.
24. Mount G. Conservación y restauración de la estructura dental. Madrid: Harcourt Brace. 2014.
25. Busato A, Gonzáles M. Dentística, Restauraciones estéticas. Sao Pablo: Artes Médicas. 2012.
26. Lanata J. Operatoria dental, estética y adhesión. Buenos Aires: Grupo Guía. 2013.
27. Lima M. Operatoria dental y Biomateriales. Lima: Multimpresos. 2012.
28. McLean J, Gasser O. Proposed nomenclature for glass Ionomer. Quintessense,

- 2014; p 587- 589.
29. GC Corporation-Hongo, Bunkyo-ku. GC American. 2013. Disponible en:
<http://www.gcamerica.com/company/GCcorporate/profile.php>
 30. Tokuda H. Hayamizu K, Watanabe M. Physicochemical Properties and Structures of Room Temperature Ionic Liquids. Variarion Of Anionic Species. J. Phys. Chem B. 2014; 10(8): 593-600.
 31. Galinski M. Lewandowski A. Stepniak I. Ionic Liquid as Electrolytes. Electrochimica. 2016; 51: 567-580.
 32. Zhao H. Innovative application of ionic liquids as Green engineering liquids. Chemical Engineering Communicatipons. 2016; 193: 660-677.
 33. Kunz W. Maurer E, Klein R, Tourad D, Rengstl D, Harrar A, Dengler S, Zech O. Low toxic liquids, liquids catanionics, and ionic liquid microemulsions. Journal of Dispersion Science and Technology. 2014; 32: 1694-1699.
 34. Supo J. Seminarios de Investigación Científica; 2014. Disponible en:
<http://seminariosdeinvestigacion.com>
 35. Hernández R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la investigación científica. 6ª ed. México: Mc Graw Hill; 2014.
 36. International Standard ISO 4049: Dentistry-Polymer-based restorative materials. Fourth Edition; 2010.
 37. ULADECH Católica. Código de ética para la investigación. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles; 2016.

ANEXOS

ANEXO 1: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

Ficha de Registro de datos

**“Influencia del tipo de ionómero en su solubilidad ante el líquido iónico,
Chimbote 2017”**

Autor: Villavicencio Vargas, Brigette Stephany

Muestra	GC Fuji PLUS®		Meron®	
	Líquido iónico	Agua destilada	Líquido iónico	Agua destilada
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2: PRUEBA PILOTO (VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO)

PRUEBA PILOTO (VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO)

Hernández R. Fernández C. Baptista M. (2010) reside en aplicar el instrumento a una muestra pequeña con el fin de probar su pertinencia y eficacia, así como las condiciones de la aplicación y los procedimientos implicados. A partir de esta prueba se calculan la confiabilidad y la validez iniciales del instrumento.

Malhora (2004) es la aplicación del instrumento a una pequeña muestra, para identificar y eliminar los posibles problemas de la elaboración del instrumento; rigiéndose en la confiabilidad y valides del instrumento.

Objetivo:

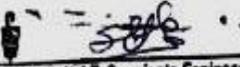
El objetivo de la investigación es determinar la influencia del tipo de ionómero en su solubilidad ante el líquido iónico, Chimbote 2017.

El objetivo de la aplicación de la prueba piloto es verificar la confiabilidad y valides de los instrumentos, confirmando que cumpla con las características de claridad, pertinencia y fácil aplicación. La prueba piloto se aplicó a 20 porciones (10 cemento Fuji y 10 cemento Meron).

FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA PRUEBA PILOTO

MUESTRA	FUJI		MERON	
	Líquido iónico	Agua destilada	Líquido iónico	Agua destilada
1	2.44	2.78	3.66	3.78
2	4.45	4.89	5.32	5.04
3	3.57	3.77	3.89	4.12
4	4.34	4.88	4.75	4.33
5	3.65	2.97	4.31	4.55

Fuente: Elaboración propia de la investigadora.


Mg. Soledad E. Sarmiento Espinoza
 QUÍMICO FARMACÉUTICO
 C.Q.F.P. 7337

71 
ARTEAGA SÁENZ PAMELA MARGARITA
 INGENIERO AGROINDUSTRIAL
 CIP N° 229882

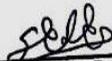
 MINISTERIO DE SALUD
 RED - PACÍFICO SURTE
 CLAS. NIVEL ORO / N.º 170

Elizabeth
 CIRUJANO DENTISTA
 C.O.P. N° 20788

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

MUESTRA	FUJI		MERON	
	Líquido iónico	Agua destilada	Líquido iónico	Agua destilada
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Fuente: Elaboración propia


 Mg. Sr. E. Sarmiento Espinoza
 QUÍMICO FARMACÉUTICO
 C.Q.F.P. 7337

70


 ARTEAGA SAEZ PAMELA MARGARITA
 INGENIERO AGROINDUSTRIAL
 CIP N° 229882

 MINISTERIO DE SALUD
 RED - PACIFICO NORTE
 CLASIFICACION ALTO

 Norma Estrella Sibeth
 ODONTÓLOGA DENTISTA
 C.O.P. N° 28748

ANEXO 3: CARTA DE PRESENTACIÓN



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

"Año del Dialogo y Reconciliación Nacional"

Chimbote, 24 de Octubre del 2017

CARTA N° 028-2020- DIR-EPOD-FCCS-ULADECH Católica

Sr.:
Dr. Marcos Dominguez Aguilar
Jefe Del Puesto de Salud de Miraflores Alto
Presente.

A través del presente, reciba Ud. el cordial saludo en nombre de la Escuela Profesional de Odontología de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, en esta ocasión en mi calidad de director de la Escuela Profesional de Odontología, para solicitarle lo siguiente:

En cumplimiento del Plan Curricular del programa de Odontología, la estudiante viene desarrollando la asignatura de Taller Co - Curricular, a través de un trabajo de investigación denominado **"INFLUENCIA DEL TIPO DE IONOMERO ANTE EL LÍQUIDO IONICO, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, DEPARTAMENTO DE ANCASH. AÑO 2017"**. Para ejecutar su investigación, la alumna ha seleccionado la institución que Ud. dirige, por lo cual, solicito brindarle las facilidades del caso a la estudiante: **Villavicencio Vargas Brigitte Stephany**; a fin de realizar el presente trabajo.

Es propicia la oportunidad, para reiterarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente.

UNIVERSIDAD CATÓLICA
LOS ÁNGELES - CHIMBOTE
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLÓGIA
M. C. D. Villavicencio Vargas Brigitte Stephany
DIRECTOR

ANEXO 4: ANÁLISIS ESTADÍSTICO

➤ **Criterio para determinar Normalidad:**

- **P-valor $\geq \alpha$ Aceptar H_0** = Los datos provienen de una distribución normal.
- **P-valor $< \alpha$ Aceptar H_i** = Los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 1.- Prueba de normalidad para influencia del tipo de ionómero en su solubilidad ante el líquido iónico, Chimbote 2017

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		Peso inicial	Peso final
N		100	100
Parámetros normales ^{a,b}	Media	,21438	,17774
	Desviación estándar	,015254	,042873
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,091	,123
	Positivo	,091	,104
	Negativo	-,087	-,123
Estadístico de prueba		,091	,123
Sig. asintótica (bilateral)		,038^c	,001^c

a. La distribución de prueba no es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

Fuente: Análisis de SPSS

Los resultados de la prueba Kolmogorov-Smirnov, expone que ambos grupos muestran un valor Sig. $\alpha < 0.05$, lo que permite aceptar H_i , dando a conocer que la muestra no proviene de una distribución normal; por ello se aplica la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis.

Tabla 2.- Estadístico de Kruskal-Wallis para influencia del tipo de ionómero en su solubilidad ante el líquido iónico, Chimbote 2017

Estadísticos de prueba^{a,b}		
	Peso inicial	Peso final
Chi-cuadrado	,406	80,706
gl	3	3
Sig. asintótica	,939	,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Tipo de Ionómero

Fuente: Análisis de SPSS

Al aplicar la prueba estadística Kruskal-Wallis, muestra una significancia $p=0.000$ para las muestras finales, siendo esta menor a la significancia límite $p=0.05$ lo que permite aceptar la hipótesis de investigación; El ionómero de vidrio es soluble frente al líquido iónico.

ANEXO 5: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

Para la investigación se utilizaron 100 muestras, los cuales fueron almacenados en un contenedor de vidrio para su posterior utilización.



Fotografía 01: Contenedor de vidrio para muestras

Para la elaboración de las muestras, se preparó el material (Meron® y GC Fuji PLUS®), según indicaciones del fabricante. Las muestras fueron fraguadas y pesadas en mg.



Fotografía 02: Cementos ionómero de vidrio.



Fotografía 03: Discos de cemento ionómero de vidrio dentro de sus contenedores



Fotografía 04: Capacitación por parte del Cirujano Dentista del Centro de Salud Miraflores Alto, Mgtr. Bernabe Mendoza Elizabeth.



Fotografías 05-10:
Procedimiento en fase de laboratorio.

ANEXO 6: DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Chimbote, 22 de octubre de 2020

Respecto a la presente investigación denominada: **"INFLUENCIA DEL TIPO DE IONÓMERO EN SU SOLUBILIDAD ANTE EL LÍQUIDO IÓNICO, CHIMBOTE 2017"** declaro que NO ha sido financiada, total o parcialmente, por ninguna empresa, marca comercial u otro organismo institucional con intereses económicos en sus productos, equipos o similares citados en la misma.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Brigette", written over a horizontal line.



Autor: Brigette Stephany Villavicencio Vargas

ORCID: 0000-0003-1061-7517

DNI: 46047801