

Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra
Vicerrectoría de Postgrado
Facultad de Ciencia de la Salud



Trabajo de Investigación Final para optar por el título de
Magíster en Prostodoncia e Implantología Oral

Comparar la sorción y solubilidad de los cementos resinosos, de tres marcas diferentes, utilizados para la cementación de prótesis fija. Estudio In Vitro

Sustentante(s):

Luis Acosta 2008-0418

Massiel Tejada 2008-1446

Asesor de Contenido:

Dr. Wilkin Medina

Asesor Metodológico:

Maria Guadalupe Silva

Santo Domingo, R.D.

Abril 2017

“Declaro, en mi calidad de autor de esta obra que cedo de manera formal, gratuita, permanente y absoluta a la PUCMM todos los derechos patrimoniales, de forma no exclusiva, que ostento sobre mi creación, pudiendo expresamente la PUCMM explotarla a su mejor conveniencia, recibiendo si así fuere el caso, regalías por usos onerosos; que como autor exonero a la PUCMM de cualquier responsabilidad por reclamos en contra de lo creado y que autorizo a que la misma sea protegida mediante las vías que a tales fines establece la ley, indicando siempre mi calidad de autor.”

Luis Acosta 2008-0418

Massiel Tejada 2008-1446

Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra
Vicerrectoría de Postgrado y Centro de Desarrollo Profesional
Maestría Prosthodontia e Implantología Oral



Comparar la sorción y solubilidad de los cementos resinosos, de tres marcas diferentes, utilizados para la cementación de prótesis fija. Estudio In Vitro

Nosotros, Luis Acosta y Massiel Tejada, a través del presente documento, autorizamos a la Biblioteca de la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra a reproducir total o parcialmente nuestra tesis, tanto en soporte físico como digital, y a ponerla a disposición del público, mediante cualquier medio conocido (físico, en línea) o por conocer. Cualquier reproducción de este documento, no debe ser para uso comercial o de lucro.

Firma del autor: _____

Firma del autor: _____

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| Resumen..... | 1 |
| Capítulo I: INTRODUCCIÓN..... | 2 |
| 1.1 Antecedentes del Problema..... | 3 |
| 1.1.1 Solubilidad de los cementos..... | 3 |
| 1.1.3 Sorción..... | 5 |
| 1.2 Planteamiento del Problema..... | 6 |
| 1.4 Objetivos..... | 8 |
| 1.4.1 Objetivo General..... | 8 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos..... | 8 |
| 1.5 Justificación de la Investigación..... | 8 |
| 1.6 Limitaciones y Delimitaciones de la Investigación..... | 9 |
| Capítulo II: MARCO TEÓRICO..... | 10 |
| 2.1 Sorción..... | 10 |
| 2.2 Solubilidad..... | 11 |
| 2.3 Polímeros dentales..... | 12 |
| 2.3.1 Ramificación y entrecruzamiento de las cadenas..... | 13 |
| 2.3.2 Organización molecular..... | 14 |
| 2.4 Cementos dentales..... | 15 |
| 2.4.1 Los cementos como agentes cementantes..... | 15 |
| 2.5 Propiedades de los cementos dentales..... | 15 |
| 2.6 Tipos de cementos dentales..... | 16 |
| 2.6.1 Cemento de fosfato de zinc..... | 17 |
| 2.6.2 Policarboxilato de zinc..... | 17 |
| 2.6.3 Cemento de ionómero de vidrio..... | 18 |
| 2.6.4 Cementos resinosos..... | 18 |
| 2.6.4.1 Tamaño de partículas..... | 20 |
| 2.6.4.2 Por su adhesividad..... | 20 |
| 2.7 Propiedades de los cementos resinosos..... | 23 |
| 2.7.1 Propiedades físicas y mecánicas de los cementos resinosos..... | 23 |
| 2.7.2 Propiedades biológicas de los cementos resinosos..... | 24 |
| 2.7.3 Propiedades de manipulación..... | 25 |

| | |
|--|----|
| 2.7.4 Propiedades estéticas | 26 |
| 2.8 Cementos utilizados en la investigación | 26 |
| 2.8.1 Relyx U200 | 26 |
| 2.8.1.1 Composición química y reacción de fraguado | 26 |
| 2.8.1.2 Propiedades mecánicas del cemento Relyx U200..... | 28 |
| 2.8.1.3 Estabilidad a largo plazo | 28 |
| 2.8.1.4 Indicaciones | 28 |
| 2.8.1.5 Indicaciones de uso | 29 |
| 2.8.2 Biscem | 29 |
| 2.8.2.1 Indicaciones | 29 |
| 2.8.2.2 Propiedades físicas..... | 29 |
| 2.8.2.3 Indicaciones de uso | 29 |
| 2.8.2.4 Información técnica | 30 |
| 2.8.3 Variolink Esthetic DC..... | 30 |
| 2.8.3.1 Ventajas | 30 |
| 2.8.3.2 Tiempo de trabajo | 31 |
| 2.8.3.3 Composición | 31 |
| 2.8.3.4 Contraindicaciones..... | 31 |
| Capítulo III: METODOLOGÍA | 31 |
| 3.1 Variables | 31 |
| 3.1.1 Variables dependientes | 31 |
| 3.1.2 Variables independientes | 31 |
| 3.2 Operacionalización de variables | 32 |
| 3.3 Población y muestra | 32 |
| 3.3.1 Criterios de inclusión | 33 |
| 3.3.2 Criterios de exclusión | 33 |
| 3.4 Instrumentos de recolección de datos | 33 |
| 3.4.1 Paso para la elaboración de las pastillas y el procedimiento | 33 |
| 3.5 Plan de análisis de datos | 35 |
| Capítulo IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS | 36 |
| Capítulo V: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 48 |
| Referencias Bibliográficas | 51 |

| | |
|---|----|
| Anexos | 56 |
| Anexos 1. Instrumento para la recolección de datos de Relyx U200..... | 56 |
| Anexos 2. Instrumento para la recolección de datos de Variolink..... | 57 |
| Anexos 3. Instrumento para la recolección de datos de Biscem. | 57 |
| Anexos 4.Imágenes de materiales, equipos, procedimientos de muestras..... | 59 |

Resumen

Con la creciente demanda de restauraciones cerámica, el procedimiento de cementación se vuelve más crítico, ya que dichas restauraciones demandan de un agente cementante que contenga las características ideales de un cemento. El objetivo de este estudio fue determinar la sorción y solubilidad de tres cementos resinosos diferentes. Luego de preparadas las muestras de los cementos Relyx U200, Biscem y Variolink estas fueron introducidas en una incubadora a 37°C hasta alcanzar un peso constante (m1), posteriormente, se introdujeron en agua destilada, por el lapso establecido. Se procedió a sacar las muestras para ser pesadas y obtener la masa (m2), luego se colocó en la incubadora para de esta manera obtener lo que sería la masa (m3). En conclusión el análisis estadístico demostró que el Variolink tiene menor sorción y solubilidad a los 30 días.

Palabras claves: Sorción, solubilidad, cementación, cemento dental

Capítulo I: INTRODUCCIÓN

El procedimiento de cementación es un pilar clave para el éxito a largo plazo de las rehabilitaciones fijas. La resistencia y la durabilidad del enlace entre la prótesis, el endosante y la interfaz esmalte / dentina desempeñan un papel importante en el resultado de la prótesis fija(1).

Con la creciente demanda de restauraciones estéticas y el aumento del uso de restauraciones de cerámica, el procedimiento de cementación se vuelve más crítico, ya que las restauraciones estéticas demandan un cemento que contenga diferentes tipos de tonalidades y al mismo tiempo que tenga las características adecuadas de un cemento ideal. Se han asociado altas tasas de fracaso con tales restauraciones, especialmente cuando se trata de una gran cantidad de dentina. Es por eso, que la importancia de la previsibilidad de los agentes resinosos de cementación ha aumentado (1). Estos últimos, cumplen con los objetivos para una buena cementación, ya que permiten un buen sellado marginal y una unión micromecánica de la prótesis con la pieza dentaria (2).

El sellado marginal deficiente y una mala adaptación de la prótesis dental, aumentará la tasa de fracaso del dispositivo protésico, ya que la cementación se verá perjudicada por la filtración marginal y esto conllevará a la sorción de líquido por el cemento y la solubilidad del mismo, llevando a una desunión de la prótesis con el órgano dentario(3).

La presente investigación, tiene como objetivo determinar la sorción y solubilidad de tres cementos resinosos, de diferentes marcas comerciales: Relyx U200, Variolink y Biscem, en un lapso de 7, 15 y 30 días, para saber cuál de estos ofrecen mejor propiedad.

El trabajo escrito está estructurado de la siguiente manera:

El *Capítulo I* introducción al proyecto de investigación establecidos, el cual abarca los antecedentes, el planteamiento del problema, las preguntas de investigación y los objetivos.

En el *Capítulo II* marco teórico, donde se plasmaron las bases teóricas, que ofrecen desarrollar la investigación de forma segura y fiable.

En el *Capítulo III* se definió la metodología usada para desarrollar la investigación, a fin de cumplir con los objetivos planteados, de manera objetiva.

En el *Capítulo IV* se exhibieron y se indagaron los resultados de la investigación, comprobando el cumplimiento de los objetivos formulados. Los resultados se recopilaron por instrumento de análisis mediante el uso de tablas.

En el *Capítulo V* se planteó la discusión y la conclusión de los resultados arrojados en esta investigación.

1.1 Antecedentes del Problema

1.1.1 Solubilidad de los cementos

Los cementos en estomatología deben ser invulnerables a la solubilidad y dispersión en la cavidad bucal, ya que si el material se disuelve, la migración bacteriana puede causar caries, sensibilidad, patología pulpar y el fracaso de la restauración (3).

En el 2010, Abdul et al.(4) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar y comparar los valores de solubilidad en agua de cementos resinosos con otros tres cementos convencionales. Los cementos bajo estudio fueron: el cemento de policarboxilato de zinc, el cemento de fosfato de zinc y un cemento resinoso. Los resultados arrojados en este estudio explican que no hay diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) en los valores de solubilidad entre los cuatro materiales de cementación, el cemento resinoso mostró tener la más alta resistencia a la solubilidad en comparación con los cementos convencionales.

En un estudio realizado por Geetta et al.(5) donde el objetivo era observar el efecto de la solubilidad de los cementos al contacto con el agua, se estudiaron 4 cementos (Fuji I, De Trey Zinc, Relyx ARC, y Fuji CEM) un cemento de fosfato de zinc, cemento de ionómero de vidrio, cemento de resina y el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina, los cuales fueron sumergidos en saliva artificial. Los autores concluyeron, que el aumento del tiempo de inicio de la mezcla hasta en la inmersión en saliva artificial, a partir de 3 y 9 minutos resultó en una disminución de la pérdida de sustancia, a partir de la superficie de los 4 cementos. Los cementos de resina fueron menos sensibles a la contaminación temprana del agua.

Espinosa et al.(6)en el 2013 hicieron un estudio In-Vitro sobre la disolución de agentes dentales de cementación, donde utilizaron 8 cementos comerciales de 5 tipos de cementos: uno de fosfato de zinc, uno de carboxilato de zinc, dos de ionómero de vidrio convencional, 3 de ionómero de vidrio modificado con resina y uno de resina, donde obtuvieron treinta muestras de cada uno y se sumergieron en ácido acético al 0.01% durante un tiempo de 18 meses. Las muestras fueron pesadas mensualmente, obteniendo las diferencias de peso. Los resultados revelaron que el cemento de resina no presentó disolución, y manifestó ser estadísticamente diferente a los 7 cementos estudiados, seguido del cemento de ionómero de vidrio convencional. Entre los 3 cementos de ionómero modificados no se encontró diferencia estadística, sin embargo, Yoshida et al.(7) realizaron un estudio similar, donde compararon 3 cementos resinosos y 3 cementos convencionales, donde los resultados indicaban que los cementos resinosos eran menos insolubles que los agentes de cementación convencional.

1.1.2 Tiempo de almacenamiento en solución acuosa

Geetta et al.(5) en su investigación observan el efecto de solubilidad de los cementos al contacto con saliva, estos estudiaron 4 tipos de cemento dentales y llegaron a la conclusión de que el aumento del tiempo de inicio de la mezcla hasta en la inmersión en saliva artificial, a partir de 3 y 9 minutos, resultó en una disminución de la pérdida de sustancia, a partir de la superficie de los 4 cementos. Sin embargo Cattani et al.(8) alegan

que el deterioro de las propiedades físicas de los cementos después de almacenamiento a largo plazo en un entorno acuoso, puede estar relacionado con la absorción de agua de los cementos resinosos.

En el 2009 en un estudio titulado water absorption and HEMA release of resin-modified glass-ionomers, donde el objetivo era evaluar la absorción de agua y el nivel de la cantidad de metacrilato de hidroxietil (HEMA), liberados por los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina, los cementos estudiados fueron: Advance, Vitremer y Protec-Cem, dichos materiales se sumergieron en agua desionizada, en un lapso de tiempo de 1 hora, 24 horas y 7 días en agua, respectivamente. Los resultados obtenidos mostraron que el Vitremer mostró los valores más altos de liberación HEMA y de absorción de agua y de Protec-Cem mostró los valores más bajos(9).

1.1.3 Sorción

La sorción acuosa, es un proceso controlado de difusión dentro de la matriz resinosa, que puede provocar degradación y fractura de la unión, entre el relleno y la matriz. Pudiendo así, originar la disolución de partículas del relleno, iones y sustancias orgánicas. Una muestra de esto pueden ser: los monómeros residuales; este fenómeno provoca una disminución del peso, y se denomina solubilidad(3).

Según Vaca et al.(10) se realizó un estudio con el objetivo de determinar la sorción y solubilidad de cuatro resinas compuestas: Tetric Ceram (Vivadent), Ecusit (DMG), Degufill (Degussa) y Z-250 (3M-Espe); y dos resinas modificadas con poliácido: Luxat (DMG) e Ionosit (DMG). Los resultados arrojados en este estudio, muestran que el Ionosit obtuvo los valores más elevados de sorción, mientras que Tetric Ceram y Ecusit presentaron los valores más inferiores. La sorción del cemento Luxat fue superior en comparación a la Degufill, sin embargo, ambos materiales fueron similares a la del Z-250. La solubilidad de Ionosit se mostró significativamente más elevada que la de los otros materiales. Las resinas compuestas estudiadas y Luxat mostraron valores de solubilidad similares. Sin embargo, en un estudio similar, Gerdolle, et al.(11) realizaron

una investigación *in vitro* para evaluar la sorción y solubilidad en agua de los cementos actuales; el objetivo de esta investigación era evaluar las características de sorción de agua y el comportamiento de solubilidad de 4 agentes cementantes, 2 resinas compuestas (CRS), una resina compuesta modificada con poliácidos (PMCR), y un cemento modificado con resina de ionómero de vidrio (CIV-RM), de acuerdo con la norma ISO 4049. Los cementos estudiados fueron: Variolink II, Panavia F, Resinomer y el Fuji Plus. Los autores concluyeron que debido a su naturaleza hidrófila, así como a las características de relleno, el ionómero de vidrio modificado con resina (Fuji Plus) exhibió los valores más elevados de sorción y solubilidad en agua. De los 3 cementos a base de resina, la resina compuesta modificada con poliácidos, la llamada compómero (Resinomer), tiene mayor sorción de agua y solubilidad en agua que los cementos de resina compuesta (Variolink II y Panavia F), que mostraron valores bajos y no estaban significativamente diferentes entre sí.

Sin embargo, Yap et al.(12) hablan de que la absorción de agua depende del producto, y está influenciada por el contenido de estos, demostrado en un estudio, donde comparan la absorción de agua y solubilidad de varios cementos de polialquenoato modificados con resina; donde no hubo correlación aparente entre la absorción de agua y solubilidad.

Asímismo Knobloch et al.(13) compararon la absorción, la solubilidad en agua y ácido láctico de tres cementos resinosos y tres cementos de ionómero de vidrio modificados con resina; donde se encontraron discrepancias significativas ($p < 0,05$) entre los cementos investigados para cada una de las propiedades establecidas. Los cementos de ionómero de vidriomodificados con resina, mostraron significativamente mayor absorción de agua en comparación con los cementos de resina compuesta.

1.2 Planteamiento del Problema

Los cementos resinosos proporcionan una alta resistencia de adherencia a los materiales y a los tejidos dentales duros, menor solubilidad, gran estabilidad y biocompatibilidad; el cual, puede verse alterado en un ambiente oral húmedo, con saliva que contiene

sustancias orgánicas e inorgánicas, siendo probable que acelere la degradación con el tiempo(2).

En un ambiente húmedo, la naturaleza hidrófila de los polímeros determina el nivel de capacidad de absorción de agua. Esta característica se debe a la constitución química de monómeros con cadenas principales de carbono y de oxígeno, asociados a grupos de éster hidrolíticamente susceptibles; la humedad se difunde en los polímeros en diferentes grados, dependiendo de un número de arreglos moleculares y microestructurales(14). Como resultado entre estos factores, el mecanismo de difusión de agua se puede resumir en dos teorías principales: la teoría de volumen libre, según la cual, el agua se difunde a través de los huecos dentro del polímero y la teoría de la interacción del agua, que se une a grupos iónicos específicos de la cadena de polímero(3).

El proceso de difusión dentro de la matriz resinosa, mediante el cual se produce una degradación y ruptura de la unión entre el relleno y la matriz, se le conoce como: sorción de agua; además, se puede producir tanto la liberación, como disolución de partículas del relleno, como pueden ser: los monómeros residuales, produciendo una disminución del peso, al que se denomina solubilidad (10).

Los procesos de sorción y solubilidad pueden provocar cambios en los materiales, como son: afectar sus propiedades mecánicas, químicas y estéticas(10).

Por lo anteriormente mencionado, se plantearon las siguientes preguntas:

- ¿Cuál de los cementos resinosos estudiados tiene mayor o menor solubilidad en agua destilada?
- ¿Cuál de los cementos resinosos estudiados tiene mayor o menor sorción en agua destilada?
- En un lapso de tiempo de 7, 15 y 30 días, ¿cuál de los tres cementos obtuvo mayor o menor sorción y solubilidad?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Comparar la sorción y la solubilidad de tres cementos resinosos de cementación de prótesis fija de diferentes marcas comerciales.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la sorción y solubilidad de los cementos resinosos duales en un lapso de tiempo de 7, 15 y 30 días.
- Determinar proporción de sorción de tres cementos resinosos duales de diferentes marcas comerciales.
- Determinar proporción de solubilidad de tres cementos resinosos duales de diferentes marcas comerciales.

1.5 Justificación de la Investigación

A causa de las actuales exigencias en la práctica clínica de la odontología restauradora, fue ineludible la aparición de nuevos materiales dentales que ayudaran a aumentar la tasa de éxito en los tratamientos; por ello, los cementos resinosos se han convertido en uno de los materiales idóneos para las restauraciones estéticas(15).

Los cementos resinosos se están utilizando cada vez más en la práctica clínica, para las cementaciones de carillas de porcelana, coronas de cerámicas sin metal y restauraciones indirectas, estos constituyen un eslabón importante en la técnica de cementación adhesiva en prostodoncia. El uso de estos, crece significativamente, por lo cual es fundamental para el odontólogo conocer las propiedades de estos materiales(15).

El objetivo de esta investigación radica en comparar la sorción y solubilidad de tres cementos resinosos, de diferentes marcas comerciales, y por ende, saber cuál de estos ofrece mejores propiedades; lo que llevaría a obtener mejores resultados en los tratamientos, específicamente en el aspecto referido a la cementación de un material restaurador a la estructura dentaria.

Una investigación con criterios diagnósticos bien definidos y una muestra representativa ayudaría al éxito de la cementación de las restauraciones indirectas.

1.6 Limitaciones y Delimitaciones de la Investigación

En este estudio se incluyeron algunos de los cementos resinosos utilizados en la cementación de prótesis fija. Es por esto, que la delimitación del estudio se comprende en: el conocimiento de la sorción y solubilidad de los cementos resinosos duales a evaluar.

Se utilizaron para la investigación cementos dentales que fueron adquiridos en las diferentes tiendas dentales que representan la marca en el país y para la confección de las muestras se adquirió en la ferretería un molde con las características de estandarización ISO 049.

La parte experimental de este estudio, se realizó en la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM) campus Santiago, en los laboratorios de Ciencias Básicas los cuales disponen de las maquinarias e instrumentales necesarios. Las pruebas de macrometría de las imágenes fueron realizadas en el microscopio electrónico, ejecutadas en el laboratorio de Nanociencias del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC).

Dentro de las limitaciones del estudio se tuvieron:

- El traslado de las muestras a las instalaciones, donde se encuentran los instrumentos para la realización del estudio.
- Tiempo de procesamiento de las muestras.
- Estandarización de las muestras.

Capítulo II: MARCO TEÓRICO

Actualmente, existen varias alternativas en el momento de elegir los agentes cementantes, según el tipo de restauración; por tal razón, su correcta elección es de vital importancia para la longevidad de la rehabilitación, el bienestar del paciente y la satisfacción del profesional.

En la presente investigación, de estudio experimental, se abordaron la sorción y solubilidad de los cementos resinosos, de tres marcas diferentes: Relyx U200, Variolink, Biscem.

2.1 Sorción

La sorción es el proceso donde interactúa una fase líquida con una sólida, y comprende dos mecanismos: adsorción, y absorción(16). La adsorción, es el mecanismo por el cual, átomos, iones o moléculas, son encapsulados sobre la superficie de un sólido. La teoría del fenómeno de adsorción desarrollada por Langmuir, considera que la superficie del adsorbente contiene un número fijo de lugares de adsorción y cada lugar puede adsorber una sola molécula, esta adsorción se da por enlaces débiles de Van der Waals y dipolares. Además, las moléculas del adsorbato no son restringidas a sitios específicos y son libres para cubrir la superficie total del adsorbente y se origina por la atracción entre dipolos(17).

La absorción, es el proceso donde el solvente succiona la sustancia hacia su interior, pudiendo así ocasionar alteraciones dimensionales, pigmentación, ingreso de microorganismos, y favorece la liberación de compuestos solubles del interior de la estructura, con lo cual pueden verse afectadas las condiciones relativas a la compatibilidad del material con el medio con el que contacta(18).

Es factible que suceda la adsorción y absorción simultáneamente para hablar de sorción. Para cuantificar la sorción de un material es necesario monitorear la variación de masa que este experimenta, durante un lapso de inmersión en un líquido(19).

2.2 Solubilidad

La solubilidad se puede definir como la capacidad que tiene una sustancia para disolverse en un solvente, disolviéndose así una cantidad de soluto en una cantidad dada de solvente a una temperatura específica(20). Esta propiedad química afecta a los materiales dentales, ya que durante sus usos, estos pueden contactar con diferentes agentes químicos, provenientes del organismo, como son los fluidos orales u otros materiales. Los materiales pueden interactuar de diferentes maneras con el medio, pudiendo diluirse, liberar componentes tóxicos, corroerse o pigmentarse(21).

La solubilidad depende de la estructura química de los diferentes materiales, del medio y de la relación entre estos dos factores; observándose así por ejemplo, los materiales orgánicos de alto peso molecular que pueden considerarse inertes ante las soluciones acuosas, pero son fácilmente disueltos por el alcohol(11).

Ciertos compuestos, sobre todo los polímeros, acostumbran a absorber agua del ambiente y desprenden materiales solubles. La absorción podría ser la responsable de alteraciones dimensionales, tales como la expansión del material, factibilidad de la entrada de microorganismos y pigmentos, que hace posible la liberación de elementos solubles desde adentro de su estructura, con lo cual, pueden verse afectadas las condiciones relativas a la compatibilidad del material con el medio biológico que contacta(10).

La temperatura, es uno de los factores que pueden perjudicar la solubilidad de los materiales. Al acrecentar la temperatura, prácticamente aumenta la solubilidad para varias sustancias; no obstante, para otras puede existir una disminución. Una manera para determinar la relación que guarda la temperatura con la solubilidad de un soluto, es

preciso establecer una gráfica de solubilidad versus temperatura para conseguir lo que se denomina una “curva de solubilidad”(19).

2.3 Polímeros dentales

Según Anusavice(20) los polímeros son compuestos químicos que constan de grandes moléculas orgánicas, formadas por la unidad de muchas unidades monoméricas más pequeñas y que se repiten.

En la actualidad, los polímeros son empleados con selladores profilácticos, como materiales de unión, material de restauración, base protésica, material de revestimiento y materiales de toma de impresión(19).

Según su naturaleza, los polímeros se caracterizan por estar constituidos por grandes moléculas en su estructura molecular, pudiendo así adoptar configuraciones y conformaciones casi ilimitadas. La longitud y el entrecruzamiento de la cadena, la extensión de la ramificación y la organización de las cadenas son características fundamentales de los polímeros, las cuales estipulan las propiedades de los materiales poliméricos(19,20). Las macromoléculas de los polímeros, pueden estar constituidas por polímeros inorgánicos, como es la red de dióxido de silicio que se encuentra en las cerámicas y composite de resinas(19).

Las cadenas moleculares se forman en un material polimérico y constan de cadenas con distintas longitudes; mientras más largas son las cadenas de los polímeros, mayor será el número de conexiones entre las cadenas. Por consiguiente, será más difícil alterar el material polimérico. Es por esto, que propiedades como la resistencia, la rigidez y la temperatura de fusión, aumentarán al acrecentar la longitud de las cadenas(21).

Usualmente, se utilizan dos tipos de valores medios para expresar el peso molecular de los polímeros, donde M_n es el número de las unidades monoméricas de las cadenas de polímeros y M_p es el peso molecular de una cadena media(22). Por otra parte, el peso

molecular medio de los polímeros puede oscilar entre 8.000 y 39.000, aunque se han obtenido pesos moleculares de hasta 600.000(20).

2.3.1 Ramificación y entrecruzamiento de las cadenas

A la formación o el incremento de cadenas, mediante la unión de eslabones, dígame los monómeros y la cadena, se le denomina proceso de polimerización. Si se producen macromoléculas en una sola dirección, se les denomina estructuras lineales, las cuales, en condiciones muy controladas consiguen tener polímeros con cierto grado de cristalización. (Figura 1A)(20). Las estructuras ramificadas y entrecruzadas, son formadas cuando las unidades estructurales de los polímeros se conectan entre sí. Mediante el empleo de moléculas adecuadas, es posible que al formarse un polímero, se produzcan en zonas un crecimiento lateral, a partir de una estructura lineal, denominándose así, a las estructuras ramificadas (Figura 1B)(22). Y por último las estructuras entrecruzadas, que consisten en cadenas de polímeros que se unen transversalmente por medio de uniones primarias en algunas zonas (Figura 1C)(22).

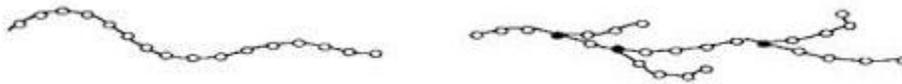


Figura 1A.Cadena lineal (14)Figura 1B. Cadena ramificada(14)



Figura 1C. Cadenas entrecruzadas (14)

Los polímeros que sólo poseen un tipo de unidad monomérica que se repiten, son denominados homopolímeros; los que poseen dos o más unidades monoméricas, se denominan copolímeros(20,23). Existen 3 tipos de copolímeros:

- Copolímeros aleatorios: no tienen un orden de secuencia entre las dos unidades monoméricas, a lo largo de la cadena de polímeros.

...ABBABABABAAABAAABABBBABAAABA...

- Copolímeros en bloques: se forman, al unir por medio de enlaces covalentes dos o más cadenas de polímeros de estructuras diferentes(24).

...AAAABBBBAAAAAABBBBBBAAAAABBBBB...

- Copolímeros ramificados: continuidad de un tipo de unidad monomérica, en donde

se le conecta un injerto a la estructura principal de un segundo tipo de unidad monomérica(24).

...AAAAAAAAA...

B B

B B

2.3.2 Organización molecular

Los polímeros poseen dos formas de organización molecular, denominadas estructuras amorfas y estructuras cristalinas. Las primeras, son cadenas que están entrelazadas aleatoriamente de una forma muy desordenada y en la segundas las cadenas se alinean para formar estructuras cristalinas muy ordenadas. Es característico, que en los polímeros dentales lineales sean más predominantes las estructuras amorfas y menos, los cristalinos. La mayoría de los materiales poliméricos combinan las dos formas de organización, en mayor y menor proporción (Figura 2)(20,25).

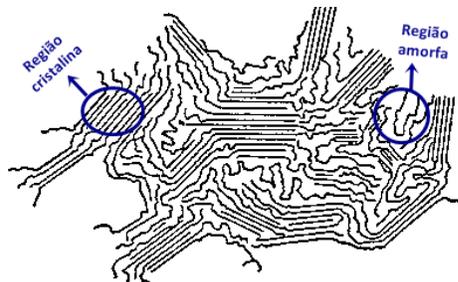


Figura 2. Presentación de cadenas poliméricas de un polímero semi-cristalino, donde hay regiones cristalinas y amorfas(13).

2.4 Cementos dentales

Los cementos dentales, son un grupo de materiales que se utilizan en todas las ramas de la odontología. Dichas sustancias son empleadas en la unión de dos superficies como son: las prótesis fijas dentarias y las estructuras dentales u otros materiales(26,27).

Según la presentación comercial de los cementos dentales, pueden ser: polvo/ líquido o pasta / pasta(19,20).

2.4.1 Los cementos como agentes cementantes

Existen diferentes alternativas de tratamientos dentales, que requieren de un agente cementante que permita la unión de los dispositivos y estructuras dentales. Dentro de ellos, se encuentran: las restauraciones fijas, ortodónticas, pernos y restauraciones de resina compuesta(20). Cabe destacar ,que el agente cementante ideal, debe de poseer características de resistencia y ser insoluble en la saliva o fluidos orales(3).

Para obtener un rendimiento clínico plausible, los agentes cementantes deben poseer las siguientes características: resistencia a la disolución, fuerte vínculo a través de retención mecánica y adhesiva, alta resistencia a la tensión, fácil manipulación, y ser biológicamente compatible con el sustrato(28).

2.5 Propiedades de los cementos dentales

Todo agente cementante final, debe poseer lo que son características ideales para que cumplan con su función. Dentro de estas, se podrían citar: resistencia a la ruptura, biocompatibilidad, buena adherencia, viscosidad, insolubilidad en los fluidos orales, propiedades bactericidas, adecuado sellado marginal, alta resistencia a la tracción y a compresión, radiopacidad y excelentes propiedades ópticas(19,20,29).

- **Biocompatibilidad:** Los agentes cementantes deben ser biocompatibles, y por ende, sus principios activos no pueden ocasionar alteraciones inflamatorias irreversible sobre la dentina la pulpa (30).

- **Adhesión:** Los materiales deben poder entrelazarse químicamente y mecánicamente al órgano dentario, logrando así la longevidad de la rehabilitación (3).
- **Espesor de película:** El espesor de película no debe ser mayor de 25 micrones, ya que este puede interferir directamente en el éxito clínico de la restauración, pues la cantidad de cemento retenida en la interfase oclusal, es un determinante directo de la adaptación cervical (20).
- **Solubilidad:** Esta debe ser baja o nula, pues los cementos están continuamente expuestos a una variedad de ácidos, como son los producidos por los microorganismos, por la degradación de alimentos y las continuas fluctuaciones del PH y la temperatura(19,31).
- **Propiedades antibacterianas:** Un agente ideal de cementación debe ser resistente a la microfiltración, ya que la penetración de microorganismo alrededor de las restauraciones está directamente relacionada con diversas respuestas pulpares y consecuentemente con la reducción de la longevidad(6,20).
- **Resistencia de unión:** Según Gerdolle, las propiedades mecánicas deben ser bastante resistentes a las rupturas y fatiga por estrés(11).
- **Espatulación:** El cemento ideal debe presentar fácil espatulación y el tiempo de trabajo adecuado, ya que el desempeño clínico depende considerablemente del método de manipulación. Si esta se realiza de manera inapropiada, afectará la durabilidad clínica del trabajo(3).
- **Radiopacidad:** Es una propiedad que deben tener los agentes de cementación, permitiendo de esta manera, que el clínico observe a través del examen radiográfico la línea de cementación y la presencia de caries recurrentes o excesos marginales del cemento(3).

2.6 Tipos de cementos dentales

Con el avance tecnológico y el crecimiento del interés en la investigación científica de los cementos, existen varios productos disponibles para la cementación final(3,32).

Hoy en día, se encuentran seis tipos de agentes cementantes finales disponibles: cemento de fosfato de zinc, cemento de policarboxilato de zinc, cemento de ionómero vítreo, cemento de ionómero vítreo modificado por resina, cemento resinoso, y cemento de resina modificado por poliácidos(27,28).

2.6.1 Cemento de fosfato de zinc

El cemento de fosfato de zinc, es el agente de cementación más antiguo en uso, utilizado para la cementación de prótesis metal, metal-cerámica y cerámica(33). Se presenta en forma de polvo y líquido, que se mezclan mediante espatulación. El uso odontológico de este agente posee como ventaja un bajo costo, facilidad de trabajo, buenas propiedades mecánicas y pequeño espesor de la película (34). Este agente cementante, posee como desventajas: falta de adhesión, técnica de mezcla crítica y baja resistencia a la tensión(28). Este, sólo presenta retención mecánica, por lo que, no promueve la adhesión química. El éxito dependerá de la forma, altura y el área de la pieza dental preparada(3,19).

2.6.2 Policarboxilato de zinc

En 1968, el cemento de policarboxilato fue desarrollado por Smith DC, el cual, presenta la combinación de resistencia y propiedades adhesivas(35). Estos cementos se adhieren químicamente tanto a la estructura del diente, así como al acero, latón y plata, aleaciones de Ni-Cr por quelantes de iones metálicos; pero no al oro, por la interacción de grupos de ácidos carboxílicos libres con calcio(33,35). Sin embargo, la adhesión de este cemento a la dentina es inferior a la del esmalte, lo cual, puede deberse a la naturaleza porosa de la dentina, ya que esta posee una capacidad inferior de calcio(36).

Los cementos de policarboxilato, exhiben mayor de formación plástica y se sugiere no usarse en regiones de alta tensión masticatoria. Este cemento presenta mayor biocompatibilidad con la pulpa dental, a diferencia de otros (9, 32,33).

2.6.3 Cemento de ionómero de vidrio

El cemento de ionómero de vidrio, se introdujo en 1971 por Wilson y Kent.(35) Este material es el resultado de una mezcla de reacción ácido-base, que resulta de la porción líquida, la cual consiste en copolímeros de polialquenoico y el polvo, que contiene partículas de vidrio de fluorosilicato de aluminio. Se adhiere a la estructura dental por la formación de enlaces iónicos en la interfaz diente-cemento, como consecuencia de la quelación de los grupos carboxilo del ácido, con iones de calcio y/o apatita de fosfato en el esmalte y la dentina. Los cementos de ionómero de vidrio, poseen baja solubilidad y mejor biocompatibilidad en comparación con el fosfato de zinc y, además, libera fluoruro(11). Sin embargo, si se expone a la humedad y la saliva en el momento, puede tener alta solubilidad y degradación marginal(35,37).

Según Suárez et al(30). Los ionómeros de vidrio, de acuerdo a su composición son:

- Ionómero de vidrio convencional.
- Ionómero de vidrio modificado con resina.
- Ionómero de vidrio reforzado con resina.
- Compómeros.

2.6.4 Cementos resinosos

Los cementos resinosos, se desarrollaron inicialmente en la década de 1950 para fijar restauraciones indirectas, como coronas y prótesis parciales fijas, sin embargo, en aquella época el material presentaba un alto grado de contracción de polimerización y excesiva microfiltración, a causa de su bajo contenido de carga. Además, exhibían un acentuado cambio de color por el elevado nivel residual de las aminas, responsables por la reacción de polimerización. Estos problemas quedaron resueltos con la evolución de los materiales de restauración y de los cementos resinosos (3).

Actualmente, los cementos resinosos tienen una composición semejante a las resinas compuestas, aunque tienen una matriz orgánica, monómeros de bajo peso molecular, como es el TEGDMA (trietilenoglicol dimetacrilato) y poseyendo también,

agrupamientos funcionales hidrofílicos para promover la adhesión a la dentina, como el HEMA (hidroxietil metacrilato), el 4-META (4-metacriloxietil trimelitano anhidro) y el MDP (10-metacriloxidecil dihidrógeno fosfato)(38,39).

Los monómeros de metacrilato que poseen la matriz orgánica de los cementos resinosos son(40):

- Bisfenol A glicidilmetacrilato (BISGMA)
- Oligómero de uretano de BISGMA
- Dimetacrilato de uretano (UDMA)
- Monómero 2- hidroxietil metacrilato (HEMA)
- Dimetacrilado de glicerol (GDMA)
- Trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA)
- Trimetilpropano trimetacrilato (TMPTMA).

La adhesión a la superficie del diente está dada, por los ácidos monoméricos funcionales, los cuales tienen la capacidad de desmineralizar y facilitar la adhesión a la superficie del diente. Entre ellos tenemos(40):

• **Grupos ácidos carboxilo:**

- Anhídrido trimelítico 4-metacriloxietil (4-META)
- Dimetacrilato glicerol piromelítico (PMGDM)

• **Grupos de ácidos fosfóricos:**

- Metacriloxietil hidrógeno fosfato fenilo (fenil p)
- 10 metacriloxietil dihidrógeno fosfato (MPD)
- Bis (2 metacriloxietil) ácido fosfato (BMP)
- Dipentaeritritol monofosfato penta acrilato (penta-P)

Dentro de la composición de los cementos resinosos, podemos encontrar los Rellenos, que son las partículas o fibras de refuerzo que forman una fase dispersa. Dentro de los cementos resinosos se pueden encontrar rellenos de(40):

- Vidrio fluoroaluminosilicato de bario.
- Vidrio de estroncio aluminosilicato cálcico.
- Cuarzo
- Sílice coloidal
- Fluoruro de Iterbio y otros rellenos de vidrio.

Los cementos resinosos se pueden clasificar de acuerdo a varios criterios, entre los que se destacan: el tamaño de las partículas, la adhesividad y el sistema de activación(3,40).

2.6.4.1 Tamaño de partículas

Cuando se utilizan cementos de resina, se debe tener en cuenta una serie de consideraciones referentes a los ajustes. La capa de un cemento de resina, debe de estar entre las 25 y las 150 micras (2). Por tal motivo, según el grosor de sus partículas, pueden ser:

- **Microparticulados:** Sus partículas inorgánicas de relleno presentan un tamaño promedio de 0,04 μm y su porcentaje es de aproximadamente 50 %(3).
- **Micro-híbridos:** El tamaño promedio de sus partículas inorgánicas de relleno es de alrededor de 0.04 μm a 15 μm , las cuales están incorporadas en un porcentaje de aproximadamente 60 a 80 % en volumen(3,40). Los cementos micro- híbridos, presentan mejores resultados debido a que su contracción de polimerización es más baja y presentan una viscosidad media, lo cual permite un adecuado asentamiento de la restauración (15).

2.6.4.2 Por su adhesividad

Los cementos según su adhesividad, se unen al diente y al material restaurador facilitando así la unión micro-mecánica (41).

En general los sistemas resinosos necesitan de un sistema adhesivo para adherirse a la estructura dentaria, y de otros sistemas para hacerlo a las piezas que se cementan. Existe un pequeño grupo de cementos resinosos, que además del BIS-GMA o UDMA, poseen monómeros adhesivos, que se adhieren químicamente al metal (Metacrililoixidecildihidrogenofosfato). Ciertos monómeros, se unen muy favorables a los óxidos, principalmente a los estaño, garantizando una gran adhesividad de dichos cementos a los metales(3). Actualmente existen tres categorías:

- **Sistema de grabado total:** Donde se encuentra por separado el grabado, el agente cementante y el sistema adhesivo de cemento(41).
- **Sistema de autograbado sin ácido fosfórico:** El cual consiste, en desmineralizar al diente utilizando una combinación del grabado y adhesivo, y posteriormente, la aplicación del cemento(42).
- **Sistema de autograbado:** Tienen incluido en el cemento, todos los materiales antes mencionados(41).

2.6.4.3 Sistema de activación

La diferencia entre los modos de polimerización, es el sistema de iniciación. De acuerdo a su modo de activación, los cementos resinosos pueden clasificarse(3):

- **Cementos resinosos activados químicamente**

Estos cementos son la mejor opción dentro de los cementos resinosos, ya que logran una alta conversión de monómeros en polímeros, ayudando así, a una mejor cementación en las prótesis metálicas o postes(43). Cuando se mezcla la pasta base con el catalizador, se crea una reacción peróxido-amina que inicia una reacción para el endurecimiento(3).

Este tipo de material por lo general no es estético, ya que no presenta opciones de colores, su aspecto es blanco opaco(43).

- **Cementos resinosos fotoactivados**

Los cementos resinosos fotoactivados tienen foto iniciadores (canforquinona) que reaccionan con la luz de longitud de ondas de 460-470nm(3,42). Este tipo de cemento, fue creado para la cementación de carillas cerámicas, aunque no es recomendable en coronas completas de cerámicas; ya que estas necesitan un tallado más profundo, pudiendo disminuir en la entrada de luz y por consiguiente, en la reducción del fotocurado(3,41); además, podría aumentar el estrés entre la unión cerámica-cemento, resultando así, en el inicio de grietas y por consiguiente, el fracaso de la misma(3,41).

Si el grosor de la cerámica impide una completa polimerización del cemento, este se vuelve más susceptible a la fractura, mediante una hidrólisis o un ataque bacterial(3). Por otra parte, el tiempo de exposición a la luz, en los cementos fotoactivados debe ser de 30-40 segundos, en cada una de las superficies (oclusal, palatino, vestibular); pudiendo influir en el éxito de la cementación(3).

Los cementos fotoactivados, disponen de una gran variedad de colores y opacidades, su formulación hace que este cemento tenga buena adherencia a cualquier tipo de sustrato(43). Además, su mayor ventaja, es que no hay necesidad de mezclar dos pastas, protegiéndola de una incompleta homogenización de los componentes(3).

- **Cementos resinosos duales**

Estos cementos pueden ser activados tanto químicamente como fotoactivados. Se utilizan para la cementación definitiva de las coronas libres de metal y a base de metal. Los cementos de polimerización dual están caracterizados por sus propiedades estéticas y su alta resistencia mecánica. Su conformación química, le permite la adhesión a diversos tipos de sustratos(3,42).

En los cementos de polimerización dual, se encuentran foto iniciadores (canforquinona y amina), siendo esto una forma adicional al sistema de iniciadores de endurecimiento(44).

2.7 Propiedades de los cementos resinosos

2.7.1 Propiedades físicas y mecánicas de los cementos resinosos

- **Adhesión:** Los cementos resinosos se utilizan en asociación con los sistemas adhesivos y de esa forma, se unen con predictibilidad a la estructura dental y a los diversos tipos de materiales. Estos cementos producen fuerzas de adhesión superior a los cementos convencionales y así aumentan la resistencia a la fractura del conjunto diente/restauración, por el fortalecimiento de la estructura remanente y a la distribución más uniforme de las tensiones que se producen en la interfase diente-restauración(39,43).
- **Contracción de polimerización:** Los cementos experimentan contracción durante su reacción de polimerización. Los cementos resinosos activados químicamente, se contraen menos que los cementos fotoactivados. La contracción de polimerización puede originar la formación de fisuras, que promueven la microfiltración, sensibilidad postoperatoria, decoloración marginal, caries secundaria; pudiendo así, provocar el fracaso del procedimiento de restauración(20,42).
- **Radiopacidad:** Es imprescindible que estos cementos posean más radiopacidad que las estructuras dentales, para poder confirmar la línea de cementación, posibles caries recurrentes y excedentes proximales. A pesar de haber variaciones entre las diversas marcas, los cementos resinosos disponibles tienen un nivel de radiopacidad satisfactoria(20).
- **Resistencia a la abrasión:** Numerosas veces, la línea de cementación queda expuesta al medio oral, tanto en los márgenes oclusales como en los márgenes proximales, y estas están sometida a la abrasión, que puede resultar en la submarginación, induciendo al conjunto de manchas marginales y a la acumulación de placa. La resistencia al desgaste puede tener la influencia de diversos factores, entre ellos: el tamaño de las partículas, el espesor de película, el grado de conversión del cemento utilizado y la manipulación. La correcta manipulación del cemento es importante, para evitar que se produzcan burbujas y porosidades. Como las partículas de los cementos resinosos microparticulados son

de menor tamaño, el espesor de película también es menor, el pulimiento mejora y es por eso, que son más resistentes a la abrasión en comparación con los demás cementos (44,45).

- **Solubilidad:** Ya que los cementos resinosos están expuestos a la cavidad bucal y sometidos a las variaciones de pH de ese ambiente oral, estos deben poseer bajo grado de solubilidad. Los cementos resinosos, pueden considerarse prácticamente insolubles en el medio bucal, en comparación con los demás cementos, favoreciendo el desempeño clínico de estos materiales(10,12).
- **Absorción de agua:** Estos cementos tienen la capacidad para absorber agua. Los cementos con menor cantidad de carga, así como los cementos fotoactivados de manera incorrecta (sub-polimerizados), por su menor grado de conversión, están sujetos a absorber una cantidad mayor de agua, lo que puede afectar negativamente sus propiedades mecánicas. No obstante, la expansión resultante de esa absorción puede ser beneficiosa, porque compensa en parte, la contracción de la polimerización (9,45).

2.7.2 Propiedades biológicas de los cementos resinosos

- **Biocompatibilidad:** Es imprescindible, que el cemento utilizado no provoque reacciones adversas en la pulpa. Los materiales dentales de hoy en día, disponen de buena compatibilidad biológica, sin embargo, existen algunos efectos adversos causados por los cementos resinosos, relacionados con el grado de conversión (polimerización incompleta), la contracción de polimerización y la subsiguiente microinfiltración, que puede resultar en sensibilidad post-operatoria. La sensibilidad post-operatoria se relaciona más con las fallas técnicas que con las propiedades de los materiales utilizados. El uso meticuloso de los sistemas adhesivos, la manipulación correcta y la fotoactivación de los cementos resinosos disminuyen esta posibilidad(39,45)
- **Liberación de flúor:** Algunos cementos resinosos tienen flúor en su composición y por esto, contienen algún potencial anticariógeno(46).

- **Microinfiltración:** La microinfiltración por los márgenes de las restauraciones, puede provocar respuestas pulpares adversas, sensibilidad post-operatoria y afectar la durabilidad del procedimiento de restauración. La capacidad de los cementos resinosos de resistir a la microinfiltración está directamente relacionada con el uso correcto de los materiales seleccionados. Los cementos resinosos utilizados en asociación con los sistemas adhesivos, tienen una capacidad de sellado superior a los cementos convencionales(3,45).

2.7.3 Propiedades de manipulación de los cementos resinosos

- **Espesor de película:** Los cementos resinosos actuales tienen una fluidez satisfactoria, de modo, que es posible obtener una película suficientemente fina capaz de proporcionar buena adaptación de la restauración a la estructura dental. Un gran espesor de película puede ocasionar la desadaptación de la restauración y como consecuencia dejará más cemento expuesto al medio bucal, predisponiendo la interfase adhesiva al desgaste y a la pigmentación, dificultará la distribución homogénea de las tensiones sobre la restauración, dejándola susceptible a la fractura, y perjudicando su durabilidad clínica(39,42,45).
- **Tiempo de trabajo:** El control del tiempo total de trabajo, sólo se obtiene cuando se utilizan cementos resinosos fotoactivados; cuando se utilizan cementos activados químicamente, el tiempo de trabajo oscila entre 2 y 4 minutos y el tiempo final de la reacción entre 4 y 8 minutos. Con los cementos de activación doble, el tiempo de trabajo durante la reacción química antes de ejecutar la fotoactivación y en la mayoría de los productos oscila entre 4 y 7 minutos(3,43).
- **Viscosidad:** Hay varias consistencias disponibles entre los cementos resinosos. La mayoría de los sistemas dispone al menos de dos consistencias, una de baja viscosidad y otra de gran viscosidad(46,47). Algunos sistemas tienen pastas modificadoras de viscosidad que permiten alterar la consistencia del cemento(12)

2.7.4 Propiedades estéticas de los cementos resinosos

- **Colores:** Los cementos resinosos presentan varias opciones de color y opacidad. Los que son químicamente activados, tienen color universal o dos colores, uno más claro y otro más opaco; en cambio, la mayoría de los cemento fotopolimerizables o de activación doble, tienen numerosas opciones de color y pueden llegar a 10 por sistema(43,46). Algunos sistemas, tienen modificadores de color para el ajuste personalizado(11). Estas opciones, son importantes en las restauraciones de dientes anteriores como carillas y coronas, en las que el color del cemento utilizado puede tener algún efecto sobre el resultado estético final(2).
- **Estabilidad del color:** Los cementos resinosos fotoactivados, tienen más estabilidad de color que los cementos químicamente activados o de activación doble, por la ausencia del activador (amina), que puede provocar alteraciones del color, con el tiempo. La estabilidad del color se relaciona con fallas técnicas, como la contaminación por humedad durante el procedimiento de cementación, o por una fotoactivación insuficiente (2,43).

2.8 Cementos utilizados en la investigación

2.8.1 Relyx U200

Relyx U200 (3M) es un cemento dual, autoadhesivo; posee dos sistemas de dispersado: clicker y automix con niveles de adhesión en esmalte y dentina, mejorados(48). Está indicado para la cementación definitiva de: Inlays, onlays, coronas, puentes, postes, pines, tornillos de cerámicas, composite y metal. No está indicado para la cementación de carillas(49).

2.8.1.1 Composición química y reacción de fraguado

RelyX™ U200 se basa química en metacrilatos bifuncionales, monómero de adhesión, el sistema iniciador y la tecnología de relleno especial que proporciona el único comportamiento de neutralización, sin presentar cambios(48).

El porcentaje de relleno inorgánico es de aproximadamente 43% en volumen, el tamaño de partícula (D90%) es de aprox. 12,5 um. la proporción de mezcla en volumen que dispensa el clicker es de 1:1(50).

Para RelyX U200 se añadió un monómero adicional y un nuevo modificador de reología a la mezcla y se optimizó el procesamiento de las partículas de carga. Todo ello, conduce a una formulación con mayores propiedades mecánicas y un excelente comportamiento de adherencia total(48).

| Pasta Base | Pasta Catalizadora |
|---|----------------------------|
| Monómeros de metacrilato que contienen grupos ácido fosfórico | Monómeros de metacrilato |
| Monómeros de metacrilato | Cargas alcalinas (básicas) |
| Cargas silanadas | Cargas silanadas |
| Componentes iniciadores | Componentes iniciadores |
| Estabilizadores | Estabilizadores |
| Aditivos reológicos | Pigmentos |
| | Aditivos reológicos |

El ajuste del cemento RelyX U200 es la reacción que se inicia por luz y / o por una reacción química del sistema iniciador (doble curado). Simultáneamente, se producen reacciones de neutralización, que son importantes para la estabilidad a largo plazo del cemento RelyX U200(49).

El rendimiento de estos, debe equilibrarse con muchos criterios clínicos relevantes, para ayudar a que la restauración se convierta en un éxito clínico. Estos criterios van mucho más allá de la fuerza de unión de los dientes o al material restaurador solo, e incluyen la longevidad, la estética y la calidad marginal. La generación de RelyX U200 eleva aún

más el alto estándar: uso fácil, combinado con una excelente resistencia mecánica y excelentes propiedades mecánicas(49).

2.8.1.2 Propiedades mecánicas del cemento Relyx U200

| | |
|---|------|
| Resistencia a la flexión [MPa] | 99 |
| Resistencia a la compresión [MPa] | 291 |
| Módulo de elasticidad [GPa] | 6.6 |
| Dureza superficial [MPa] | 190 |
| Grosor de la película [μm] | 13 |
| Sorción de agua [$\mu\text{g} / \text{mm}^3$] | 28 |
| Solubilidad [$\mu\text{g} / \text{mm}^3$] | 0 |
| Expansión después de 1 mes [%] | 0.63 |

2.8.1.3 Estabilidad a largo plazo

El valor del pH, aumenta durante la mezcla del RelyX U200, debido a que la pasta del cemento es muy ácida. Posteriormente al mezclado, el valor del pH comienza a aumentar y en 24 horas alcanza un nivel neutro. Después de aplicado al diente, el valor bajo del pH del cemento RelyX U200 es crucial para el mecanismo autoadhesivo, mientras que el aumento del pH es un requisito esencial para la estabilidad a largo plazo del cemento(48,49).

La formulación química única de RelyX U200 eleva su pH a un nivel neutral, después de la aplicación. Esto contribuye a que el material se vuelva hidrófobo, lo que significa que es capaz de resistir la absorción de agua, la tinción y el agrietamiento(49).

2.8.1.4 Indicaciones

Este cemento resinoso dual está indicado en restauraciones indirectas de cerámica completa, Composite o metal y para postes radiculares(50).

2.8.1.5 Indicaciones de uso

- Mezcla: Mezcle por 20 segundos. Tiempo de trabajo: 2:00 minutos(49).
- Aplique el cemento ya mezclado en la restauración(48).
- Fotopolimerice cada superficie por 20 segundos o espere el auto curado por 6 minutos (desde el inicio de la mezcla)(48).
- Retiro de excedentes (48).

2.8.2 Biscem

El cemento Biscem (Bisco), es un material resinoso autograbante y autoadhesivo, con una polimerización dual, es de fácil uso, y su fórmula pasta-pasta en jeringa de automezcla para una colocación directa en la rehabilitación. Además, es un cemento radiopaco, lo que permite una fácil identificación en las radiografías (51).

2.8.2.1 Indicaciones

Este cemento contiene una fuerte adhesión a todos los sustratos. Está indicado en coronas metálicas, puentes fijos, restauraciones libres de metal, pernos colados y pernos de fibra(51).

2.8.2.2 Propiedades físicas

El cemento resinoso Dual BisCem exhibe las mayores resistencias de unión (metal, dentina y compuesto) entre varios materiales de su clase. Las estadísticas incluyen una resistencia a la flexión de 42 MPa cuando se curan a la luz y una resistencia a la tracción diametral de 34 MPa. Para satisfacer las necesidades estéticas de la amplia variedad de indicaciones, Biscem está disponible en 2 tonos, translucido y opaco(52).

2.8.2.3 Indicaciones de uso

- Retire de la jeringa dual el tapón de la jeringa o boquilla mezcladora.
- Colocar una pequeña cantidad de material en un mezclador para eliminar los vacíos existentes en las cámaras de la jeringa dual.

- Sujeta un extremo mezclador a la jeringa dual alineando la llave con la ranura. A continuación girar el mecanismo de cierre marrón en el sentido de las agujas del reloj.
- Al apretar el embolo se procederá a la mezcla y a la dispensación del BisCem.
- Tiempo de fotopolimerización es de 30-40 segundos.

2.8.2.4 Información técnica

El tiempo de trabajo y el tiempo de fraguado dependerán de la temperatura del ambiente. En un entorno a una temperatura de 20°C- 25°C el tiempo de trabajo será de mínimo 1 minuto y 15 segundos y el tiempo de fraguado de máximo 8 minutos (51).

2.8.3 Variolink Esthetic DC

El cemento Variolink (Ivoclar) es un composite de fotopolimerización dual con grabado total, es decir que tanto el grabado, el adhesivo y el cemento vienen por separado. Este cemento, cuenta con una amplia gama de colores para un equilibrio de la restauración con el tipo de sustrato(53). Está indicados para la cementación permanente de cerámica vítrea, cerámica vítrea de disilicato de litio y restauraciones de composite (inlays, onlays, coronas parciales, coronas, puentes)(53).

2.8.3.1 Ventajas

- Excelente estabilidad del color, gracias al patentado fotoiniciador reactivo Ivocerin, el cual está un 100% libre de amina.
- Equilibrado y sencillo sistema de efecto de color.
- Fluorescencia natural.
- Eliminación de excesos, sencilla y precisa.
- Consistencia situacional flexible, combinación ideal de fluidez y estabilidad.
- Impresionante radiodiagnóstico(53).

2.8.3.2 Tiempo de trabajo

El tiempo de trabajo y polimerización dependen de la temperatura ambiente. El Variolink tendrá un aproximado de 5 minutos de tiempo de trabajo a una temperatura de 23 °C y 2 minutos a 37 °C que es la temperatura intraoral(53).

2.8.3.3 Composición

La matriz de monómero de Variolink Esthetic está compuesta por dimetacrilato de uretano y otros monómeros de metacrilato. Los rellenos inorgánicos son trifluoruro de iterbio y óxido mixto esferoide. Iniciadores, estabilizadores y pigmentos son ingredientes adicionales(53).

2.8.3.4 Contraindicaciones

La aplicación del Variolink Esthetic está contraindicada en los siguientes casos:

- Cuando no se puede establecer un campo de trabajo seco.
- Si se conoce que el paciente es alérgico a algunos de los componentes de Variolink Esthetic(53).

Capítulo III: METODOLOGÍA

3.1 Variables

3.1.1 Variables dependientes

- Sorción
- Solubilidad

3.1.2 Variables independientes

- Cemento resinoso
- Tiempo de medición

3.2 Operacionalización de variables

| Variable | Definición | Indicador | Dimensiones |
|------------------|---|--|---------------------------|
| Cemento resinoso | Material utilizado para la cementación de restauraciones indirectas. | Nombre comercial, marca y composición. | Cemento resinoso 1 |
| | | | Cemento resinoso 2 |
| | | | Cemento resinoso 3 |
| Tiempo | Magnitud física con la que medimos la duración de eventos. | Días | 7,15 y 30 días |
| Sorción | Ganancia de masa sobre el volumen de las muestras sumergidas en agua. | Microgramos de ganancia de masa | $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ |
| Solubilidad | Pérdida de masa de las muestras sumergidas en agua | Microgramos de pérdida de masa. | $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ |

3.3 Población y muestra

De acuerdo con el problema y los objetivos planteados, este es un estudio In vitro, de tipo experimental. En el cual, se realizó un análisis para determinar la sorción y solubilidad de tres cementos resinosos, en diferentes lapsos de tiempo.

La muestra estuvo constituida por 63 pastillas de cementos resinosos, de tres marcas diferentes; en donde cada grupo, estuvo constituido por 21 pastillas, y fueron divididas en 3 subgrupos de 7. Cada grupo se dividió dependiendo el tiempo; un grupo 7, 15 y 30 días.

Estas marcas son: Relyx u200, Variolink y Biscem. Se buscó con esta investigación, conocer los grados de solubilidad y sorción en estas marcas. Al cumplirse el tiempo establecido, se midieron y calcularon los índices de solubilidad y sorción de cada cemento resinoso.

3.3.1 Criterios de inclusión

- Muestras de cemento resinoso duales pulidos.
- Muestras de los cementos resinosos duales: Relyx u200, Variolink Esthetic DC y Biscem.
- Muestras de cementos resinosos duales sumergidas en agua destilada.
- Muestras de cementos resinosos duales de 2-3mm de altura y 10-12mm de circunferencia.

3.3.2 Criterios de exclusión

- Muestras de otros tipos de cementos.
- Muestras con tamaños fuera de los rangos establecidos.

3.4 Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de los datos, se utilizó una ficha en Microsoft Word, en la cual, se anotaron los datos obtenidos con las medidas de las pastillas, el volumen y el peso, en los días establecidos para cada subgrupo, y así obtener el valor final de sorción y solubilidad (Anexos 1, 2,3)

3.4.1 Paso para la elaboración de las pastillas y el procedimiento

Las muestras fueron realizadas, siguiendo las indicaciones establecidas por la ISO 4049.

- Se utilizó un molde plástico de forma circular con unas medidas de 12 mm de diámetro y 2 milímetros de profundidad (Figura 10), para la fabricación de las pastillas de los diferentes cementos resinosos (Figura 7-9), luego, se posicionaron los discos sobre una tableta de cristal, donde se inyectaron los

cementos resinosos, se colocó otra tableta de cristal encima y se procedió a fotopolimerizar con una lámpara inalámbrica LED B de la casa Woodpecker por 60 segundos.

- Luego de la obtención de las pastillas, se procedió a pulirlas con un micro motor de baja velocidad, utilizando un disco de carburo para retirar los excesos y se procedió a medir con un calibrador de Vernier digital (Figura 12), para verificar que el tamaño de las pastillas se encontrara dentro de las medidas establecidas y obtener de esta forma el volumen adecuado de las muestras (Figura 10).
- Se llevaron las pastillas a una incubadora, a 37 °C (Figura 4), para ser pesadas en una balanza analítica (Figura 5) y poder obtener el valor de una masa constante (m_1).
- Se colocaron las pastillas en tubos de ensayos rotulados (Figura 4), los cuales poseían 10 mililitros de agua destilada; estos tubos de ensayos, fueron colocados en una incubadora a 37 °C, donde permanecieron los días establecidos (7, 15 y 30 días).
- Luego de ser sumergidas las pastillas, por los días establecidos para cada subgrupo, se procedió a retirarlas del agua destilada, secar la superficie con papel absorbente y dejarlas al aire libre por 1 minuto, para luego pesar nuevamente la pastilla en un peso cuya masa es m_2 .
- Para la obtención de la masa constante nuevamente (m_3) se llevaron las pastillas a la incubadora a una temperatura de 37 °C.
- Para la obtención del volumen, se utilizó la siguiente fórmula:
$$V = \pi \times r^2 \times h \text{ (mm}^3\text{)}$$
- Para la obtención del test de sorción, se calculó con la siguiente ecuación:
$$W_{sp} = (m_2 - m_3) / V \text{ (}\mu\text{g/mm}^3\text{)}$$
- Para la obtención del test de solubilidad, se calculó con la siguiente ecuación:
$$W_{sl} = (m_1 - m_3) / V \text{ (}\mu\text{g/mm}^3\text{)}$$
- Por último, se tomaron las pastillas maestras que no fueron sumergidas y una de las pastillas de cemento que se encontraban dentro del lapso de 30 días, para ser

pasadas por el microscopio electrónico y observar sus cambios estructurales(Figura ,13-18).

3.5 Plan de análisis de datos

Se utilizó una base de datos en Excel para procesar la información. Esta base de datos fue completada con la información recopilada de los instrumentos de recolección. Ya creada la base de datos, se procedió al análisis e interpretación de los datos. Para estos fines, se utilizó el programa estadístico SPSS v. 23.0.

Al ser variables cuantitativas divididas, clasificadas en grupos por variables cualitativas, se optó por la prueba ANOVA, la cual permite establecer diferencias significativas entre grupos. En el proceso de análisis, se compararon las medias de sorción y solubilidad de los cementos resinosos a los 7, 15 y 30 días entre las diferentes marcas.

El primer paso para realizar la prueba ANOVA es realizar la prueba de normalidad entre los grupos. Se realizó la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov para confirmar si los datos mostraban distribución normal. En los resultados, los datos se comportaron de manera normal, por tal motivo se procedió a realizar la prueba paramétrica ONEWAY-ANOVA con el objetivo de buscar diferencias significativas entre los grupos. Las variables dependientes fueron la sorción y solubilidad a los 7, 15 y 30 días y la variable de agrupación fue el tipo de cemento.

Como la prueba de ANOVA solo nos dice si existe diferencia significativa entre los grupos pero no nos dice cuales grupos son diferentes, se aplica la prueba post hoc de Turkey para buscar cuales grupos son diferentes entre sí.

Capítulo IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El análisis de los resultados de la presente investigación sobre la sorción y solubilidad de tres cementos resinosos de diferentes marcas comerciales, se presenta en el siguiente orden:

- Resultados de sorción según los cementos resinosos.
- Resultados de la solubilidad según los cementos resinosos.
- Analisis de sorción según el tiempo de duración.
- Analisis de solubilidad según el tiempo de duración.

Tabla 1. Distribución de sorción de Cemento Relyx u200 a los 7,15 y 30 días

| Tiempo de Duración | N | Media | Desviación típica | Error típico | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Mínimo | Máximo |
|--------------------|---|----------|-------------------|--------------|---|-----------------|--------|--------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| 7 días | 7 | 0.018614 | 0.0047168 | 0.0017828 | 0.014252 | 0.022977 | 0.0093 | 0.0223 |
| 15 días | 7 | 0.009571 | 0.0101808 | 0.0038480 | 0.000156 | 0.018987 | 0.0031 | 0.0307 |
| 30 días | 7 | 0.017229 | 0.0079592 | 0.0030083 | 0.009868 | 0.024590 | 0.0062 | 0.0285 |

Fuente:propia del autor.

En la Tabla 1 se muestran los datos de sorción del cemento resinoso Relyx u200. Se observa que la media de sorción a los 7 días fue de 0.018 con una desviación típica de 0.004. El segundo grupo la sorción a los 15 días mostro una media de 0.009 con una desviación típica de 0.01. El tercer grupo, la sorción a 30 días mostro una media de 0.017 con una desviación típica de 0.007. La sorción de Relyx U200 a través del experimento fue relativamente constante, mostrando una gran estabilidad y una disminuida sorción, lo cual trae como beneficio cambios reducidos a la estructura del cemento una vez colocados y expuestos a medios acuosos.

Tabla 2. Distribución de sorción de Cemento Variolink a los 7,15 y 30 días.

| Tiempo de duración | Media | Desviación típica | Error típico | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Mínimo | Máximo |
|--------------------|----------|-------------------|--------------|---|-----------------|--------|--------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| 7 días | 0.055871 | 0.0312847 | 0.0118245 | 0.026938 | 0.084805 | 0.0092 | 0.0969 |
| 15 días | 0.021686 | 0.0198328 | 0.0074961 | 0.003343 | 0.040028 | 0.0033 | 0.0515 |
| 30 días | 0.018500 | 0.0047494 | 0.0017951 | 0.014108 | 0.022892 | 0.0127 | 0.0269 |

Fuente: *propia del autor*

La Tabla 2 muestra los resultados respecto al cemento resinoso Variolink. La sorción a los 7 días, presento una media de 0.055 con una desviación típica de 0.03. La sorción a los 15 días tuvo una media de 0.02 con una desviación típica de 0.019. La sorción a los 30 días tuvo una media de 0.018 con una desviación típica de 0.004. Respecto al cemento resinoso Variolink las medias de sorción fueron mayores con respecto al cemento Relyx U200. A los 7 días la media de Relyx U200 fue de 0.018 y Variolink 0.055. Por lo tanto Variolink ofrece una sorción superior, por lo cual, no brinda tanta estabilidad estructural y resistencia a la absorción de agua, como lo hace el cemento Relyx U200.

Tabla 3. Distribución de sorción de Biscem a los 7, 15,30 días.

| Tiempo de duración | Media | Desviación típica | Error típico | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Mínimo | Máximo |
|--------------------|----------|-------------------|--------------|---|-----------------|--------|--------|
| | | | | Límite inferior | Límite inferior | | |
| 7 días | 0.0502 | 0.0258146 | 0.009757 | 0.026325 | 0.074075 | 0.0245 | 0.0974 |
| 15 días | 0.039386 | 0.0173990 | 0.0065762 | 0.023294 | 0.055477 | 0.0176 | 0.0612 |
| 30 días | 0.015829 | 0.0079849 | 0.0030180 | 0.008444 | 0.023213 | 0.0085 | 0.0281 |

Fuente: *propia del autor*

La Tabla 3 muestra los resultados respecto al cemento resinoso Biscem. Respecto a la sorción a los 7 días la media fue de 0.05 con una desviación típica de 0.025. A los 15 días la media fue de 0.039 con una desviación típica de 0.017. A los 30 días la media fue de 0.015 con una desviación típica de 0.007.

De los 3 cementos resinosos comparados, respecto a sorción, Relyx u200 mostro medias menores en comparación a Variolink y Biscem. Los 3 cementos poseen índices de sorción cercanos menores a 1 en todos los casos. Lo cual significa que son resistentes a la sorción de líquidos y a mantener su integridad una vez expuestos a medio acuoso; permitiendo así un mejor enlace entre prótesis y estructura dental.

Tabla 4. Distribución de los datos respecto a la solubilidad de Relyx u200 a los 7, 15 y 30 días.

| Tiempo de duración | Media | Desviación típica | Error típico | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Mínimo | Máximo |
|--------------------|-----------|-------------------|--------------|---|-----------------|---------|---------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| 7 días | -0.062343 | 0.0268777 | 0.0101588 | -0.087201 | -0.037485 | -0.1019 | -0.0417 |
| 15 días | -0.063743 | 0.0250125 | 0.0094538 | -0.086876 | -0.040610 | -0.0917 | -0.0298 |
| 30 días | -0.071357 | 0.0193946 | 0.0073305 | -0.089294 | -0.053420 | -0.0962 | -0.0427 |

Fuente: propia del autor

En la Tabla 4 el valor negativo de solubilidad se refiere a que el cemento resinoso gana masa mientras estuvo en contacto con el ambiente acuoso, aquí se muestran los datos de solubilidad del cemento resinoso Relyx u200. La media de solubilidad a los 7 días fue de -0.06 con una desviación típica de 0.026. A los 15 días la media de solubilidad fue de -0.06 con una desviación típica de 0.025. A los 30 días la media de solubilidad fue de -0.07 con una desviación típica de 0.019. Por lo tanto el cemento resinoso Relyx u200 mantuvo una constante de solubilidad de aproximadamente -0.06 con una desviación típica entre 0.02 y 0.03.

Tabla 5. Distribución de los datos respecto a la solubilidad de Variolink a los 7, 15 y 30 días.

| Tiempo | Media | Desviación típica | Error típico | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Mínimo | Máximo |
|---------|-----------|-------------------|--------------|---|-----------------|---------|---------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| 7 días | -0.014557 | 0.0617315 | 0.0233323 | -0.071649 | 0.042535 | -0.1424 | 0.0411 |
| 15 días | -0.023771 | 0.0166848 | 0.0063063 | -0.039202 | -0.008341 | -0.0531 | -0.0061 |
| 30 días | -0.025400 | 0.0098597 | 0.0037266 | -0.034519 | -0.016281 | -0.0381 | -0.0099 |

Fuente: *propia del autor*

La Tabla 5 muestra los datos de solubilidad respecto al cemento resinoso Variolink. A los 7 días la media fue de -0.014 con una desviación típica de 0.06. El valor máximo obtenido fue de 0.041, fue el único caso en donde obtuvo solubilidad con valores positivos respecto a Variolink. A los 15 días la media de solubilidad fue de -0.02 con una desviación típica de 0.016. Respecto a los 30 días la media de solubilidad fue de -0.025 con una desviación típica de 0.009. Es beneficioso que entre las características de estos cementos resinosos, tengan baja solubilidad. Una baja solubilidad se traduce en mantenimiento de su estructura y menos desprendimiento de la misma, manteniendo así su forma.

Tabla 6. Distribución de los datos respecto a la solubilidad de Biscem a los 7, 15 y 30 días.

| Tiempo | Media | Desviación típica | Error típico | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Mínimo | Máximo |
|---------|-----------|-------------------|--------------|---|-----------------|---------|---------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| 7 días | -0.002743 | 0.0376698 | 0.0142379 | -0.037582 | 0.032096 | -0.0703 | 0.0436 |
| 15 días | -0.040914 | 0.0390688 | 0.0147666 | -0.077047 | -0.004782 | -0.1079 | 0.0092 |
| 30 días | -0.071814 | 0.0272478 | 0.0102987 | -0.097014 | -0.046614 | -0.1067 | -0.0259 |

Fuente: *propia del autor*

La Tabla 6 muestra los datos de solubilidad respecto al cemento resinoso Biscem. La media de solubilidad a los 7 días fue de -0.003 con una desviación típica de 0.04. En este caso el valor máximo obtenido fue de 0.03. Por lo que a los 7 días hubo variación marcada de la solubilidad de este cemento resinoso. Respecto a la solubilidad a los 15 días la media fue de -0.04 con una desviación típica de 0.039. El valor máximo obtenido fue de 0.009. Por lo que también tuvo pérdida de masa al igual que en los 7 días. La solubilidad a los 30 días fue de -0.07 con una desviación típica de 0.027. Todos los cementos mostraron datos de ganancia de masa respecto a solubilidad, esto viene dado por los valores negativos obtenidos al calcular la misma.

Con el objetivo de buscar diferencia estadísticamente significativa respecto a la sorción y la solubilidad entre los 3 tipos de cementos, se utilizó la prueba de ANOVA y la prueba post HOC de Tukey, para identificar cuáles grupos mostraron las diferencias significativas.

Tabla 7. ANOVA con respecto a la sorción, a los 7 días.

| Prueba de ANOVA | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------------|--------------|-------------------|----|------------------|-------|-------|
| | Inter-grupos | .006 | 2 | 0.003 | 5.075 | 0.018 |
| | Intra-grupos | .010 | 18 | 0.001 | | |
| | Total | .016 | 20 | | | |

Fuente: propia del autor

Tabla 8. Prueba Post hoc-Tukey para comparaciones múltiples con respecto a la sorción, a los 7 días.

| (I) Cemento | (J) Cemento | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|----------------|----------------|----------------------------|--------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Relyx u200 | Variolink | -.0372571* | .0126015 | .022 | -.069418 | -.005096 |
| | Biscem | -.0315857 | .0126015 | .055 | -.063747 | .000575 |
| Variolink | Relyx u200 | .0372571* | .0126015 | .022 | .005096 | .069418 |
| | Biscem | .0056714 | .0126015 | .895 | -.026490 | .037832 |
| Biscem | Relyx u200 | .0315857 | .0126015 | .055 | -.000575 | .063747 |
| | Variolink | -.0056714 | .0126015 | .895 | -.037832 | .026490 |

Fuente: propia del autor

En la Tabla 7 y Tabla 8, respecto a la sorción a los 7 días, existe diferencia significativa entre los grupos, como fue determinado por la prueba de ANOVA $F=5.075$, $p=0.018$.

La prueba Tukey Post Hoc reveló que no hubo diferencia significativa en la sorción a los 7 días del Relyx u200 en comparación al Biscem y Variolink ($p=0.895$).

Tabla 9. ANOVA con respecto a la sorción, a los 15 días.

| Prueba de ANOVA | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------------|--------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| | Inter-grupos | .003 | 2 | .002 | 5.904 | .011 |
| | Intra-grupos | .005 | 18 | .000 | | |
| | Total | .008 | 20 | | | |

Fuente: *propia del autor*

Tabla 10. Prueba Post-Hoc Tukey para comparaciones múltiples respecto a la sorción, a los 15 días.

| (I) Cemento | (J) Cemento | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|-------------|-------------|----------------------------|--------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Relyx u200 | Variolink | -.0121143 | .0087271 | .368 | -.034387 | .010159 |
| | Biscem | -.0298143* | .0087271 | .008 | -.052087 | -.007541 |
| Variolink | Relyx u200 | .0121143 | .0087271 | .368 | -.010159 | .034387 |
| | Biscem | -.0177000 | .0087271 | .134 | -.039973 | .004573 |
| Biscem | Relyx u200 | .0298143* | .0087271 | .008 | .007541 | .052087 |
| | Variolink | .0177000 | .0087271 | .134 | -.004573 | .039973 |
| | Variolink | -.0171429 | .0152139 | .511 | -.055971 | .021686 |

Fuente: *propia del autor*

En la Tabla 9 y Tabla 10, respecto a la sorción a los 15 días, existe diferencia significativa entre los grupos, como fue determinado por la prueba de ANOVA $F=5.904$, $p=0.011$. La prueba Tukey Post Hoc reveló que la sorción a los 15 días de Relyx u200

fue significativamente menor a la de Biscem (sorción a los 15 días 0.01+/-0.01, p=0.008), pero no hubo diferencia significativa respecto a Variolink (0.02+/-0.09,p=0.368). No hubo diferencia significativa entre la sorción a los 15 días de Biscem y Variolink (p=0.134).

Tabla 11. ANOVA con respecto a la sorción, a los 30 días.

| Prueba de ANOVA | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------------------|--------------|-------------------|----|------------------|------|------|
| Sorción a los 30 días | Inter-grupos | .000 | 2 | .000 | .251 | .781 |
| | Intra-grupos | .001 | 18 | .000 | | |
| | Total | .001 | 20 | | | |

Fuente: propia del autor

Tabla 12. Prueba post hoc Tukey para comparaciones múltiples con respecto a la sorción a los 30 días.

| (I) Cemento | (J) Cemento | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|----------------|----------------|----------------------------|--------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Relyx u200 | Variolink | -.0012714 | .0037754 | .940 | -.010907 | .008364 |
| | Biscem | .0014000 | .0037754 | .927 | -.008235 | .011035 |
| Variolink | Relyx u200 | .0012714 | .0037754 | .940 | -.008364 | .010907 |
| | Biscem | .0026714 | .0037754 | .762 | -.006964 | .012307 |
| Biscem | Relyx u200 | -.0014000 | .0037754 | .927 | -.011035 | .008235 |
| | Variolink | -.0026714 | .0037754 | .762 | -.012307 | .006964 |

Fuente: propia del autor

En la Tabla 11 y Tabla 12, respecto a la sorción a los 30 días, no existe diferencia significativa entre los grupos, como fue determinado por la prueba de ANOVA F=0.251.

p=0.781. Por lo tanto, la sorción a los 30 días no mostró diferencia significativa. La prueba post hoc de Tukey no mostró diferencias significativas entre los grupos.

Tabla 13. ANOVA con respecto a la solubilidad, a los 7 días.

| Prueba de ANOVA | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------------------|--------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Solubilidad a los 7 días | Inter-grupos | .014 | 2 | .007 | 3.514 | .051 |
| | Intra-grupos | .036 | 18 | .002 | | |
| | Total | .050 | 20 | | | |

Fuente: propia del autor

Tabla 14. Prueba post-hoc Tukey para comparaciones múltiples con respecto a la solubilidad, a los 7 días.

| (I) Cemento | (J) Cemento | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|-------------|-------------|----------------------------|--------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Relyx u200 | Variolink | -.0477857 | .0238092 | .139 | -.108551 | .012979 |
| | Biscem | -.0596000 | .0238092 | .055 | -.120365 | .001165 |
| Variolink | Relyx u200 | .0477857 | .0238092 | .139 | .012979 | .108551 |
| | Biscem | -.0118143 | .0238092 | .874 | -.072579 | .048951 |
| Biscem | Relyx u200 | .0596000 | .0238092 | .055 | .001165 | .120365 |
| | Variolink | .0118143 | .0238092 | .874 | -.048951 | .072579 |

Fuente: propia del autor

En la Tabla 13 y Tabla 14, respecto a la solubilidad a los 7 días, no existe diferencia significativa entre los grupos, como fue determinado por la prueba de ANOVA F=3.514,

p=0.051. La prueba Tukey Post Hoc no reveló diferencias significativas entre los grupos. Lo cual significa, que son los 3 cementos son resistentes a la solubilidad en ese periodo de tiempo, una vez expuestos a medios acuosos; permitiendo así un mejor enlace entre prótesis y estructura dental.

Tabla 15. ANOVA con respecto a la solubilidad, a los 15 días.

| Prueba de ANOVA | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------------|--------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| | Inter-grupos | .006 | 2 | .003 | 3.475 | .053 |
| | Intra-grupos | .015 | 18 | .001 | | |
| | Total | .020 | 20 | | | |

Fuente: *propia del autor*

Tabla 16. Prueba Post-Hoc Tukey para comparaciones múltiples con respecto a la solubilidad, a los 15 días.

| (I) Cemento | (J) Cemento | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|----------------|----------------|----------------------------|--------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Relyx u200 | Variolink | -.0399714* | .0152139 | .043 | -.078800 | -.001143 |
| | Biscem | -.0228286 | .0152139 | .314 | -.061657 | .016000 |
| Variolink | Relyx u200 | .0399714* | .0152139 | .043 | .001143 | .078800 |
| | Biscem | .0171429 | .0152139 | .511 | -.021686 | .055971 |
| Biscem | Relyx u200 | .0228286 | .0152139 | .314 | -.016000 | .061657 |
| | Variolink | -.0171429 | .0152139 | .511 | -.055971 | .021686 |

Fuente: *propia del autor*

En la Tabla 15 y Tabla 16, respecto a la solubilidad a los 15 días, no existe diferencia significativa entre los grupos, como fue determinado por la prueba de ANOVA F=3.475,

p=0.053. La prueba Tukey Post Hoc reveló que la solubilidad a los 15 días Relyx u200 fue significativamente menor a la de Variolink (solubilidad a los 15 días -0.06+/-0.03, p=0.43). No hubo diferencia significativa respecto a la solubilidad, a los 15 días entre Biscem y Variolink (p=0.511).

Tabla 17. ANOVA con respecto a la solubilidad, a los 30 días.

| Prueba de ANOVA | | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------------|--------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| | Inter-grupos | .010 | 2 | .005 | 12.282 | .000 |
| | Intra-grupos | .007 | 18 | .000 | | |
| | Total | .017 | 20 | | | |

Fuente: propia del autor

Tabla 18. Prueba Post-hoc Tukey para comparaciones múltiples con respecto a la solubilidad, a los 30 días.

| (I) Cemento | (J) Cemento | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|----------------|----------------|----------------------------|--------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Relyx u200 | Variolink | -.0459571* | .0107606 | .001 | -.073420 | -.018494 |
| | Biscem | .0004571 | .0107606 | .999 | -.027006 | .027920 |
| Variolink | Relyx u200 | .0459571* | .0107606 | .001 | .018494 | .073420 |
| | Biscem | .0464143* | .0107606 | .001 | .018951 | .073877 |
| Biscem | Relyx u200 | -.0004571 | .0107606 | .999 | -.027920 | .027006 |
| | Variolink | -.0464143* | .0107606 | .001 | -.073877 | -.018951 |

Fuente: propia del autor

En la Tabla 17 y Tabla 18, respecto a la solubilidad a los 30 días, existe diferencia significativa entre los grupos, como fue determinado por la prueba de ANOVA F=12.282, p=0.000. La prueba Tukey Post Hoc reveló que la solubilidad a los 30 días de Relyx u200 fue significativamente menor a la de Variolink (solubilidad a los 30 días -

0.07+/-0.02, p=0.001), pero no hubo diferencia significativa respecto a Biscem (-0.03+/-0.01+/-p=0.999). La prueba de Turkey Post hoc reveló, además, que la solubilidad a los 30 días de Variolink fue significativamente mayor a la de Biscem (solubilidad a los 30 días -0.001 +/- 0.004, p=0.001).

Capítulo V: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para obtener un rendimiento clínico plausible, los agentes cementantes deben poseer las siguientes características: resistencia a la disolución, fuerte vínculo a través de retención mecánica y adhesiva, alta resistencia a la tensión, fácil manipulación, y ser biológicamente compatible con el sustrato (27). Estos cementos, una vez en el entorno de la cavidad bucal, pasan por un proceso de sorción y solubilidad que tiene como resultado una degradación de los mismos, afectando la calidad y la duración de los tratamientos (16).

La cavidad oral tiene un rol importante en la modificación de las propiedades de los compuestos dentales de resina, ya que la sorción y la solubilidad del agua comprometen las propiedades mecánicas y físicas de los materiales que los componen. La sorción y la solubilidad de agua dan lugar a que se liberen de componentes de estos compuestos dentales tales como monómeros residuales (48). Por lo tanto al estudiar los cementos dentales, a menores valores de sorción y solubilidad, mayor es la calidad del cemento.

La solubilidad y la sorción de los cementos de resina, tienen un impacto en la estabilidad estructural y su compatibilidad; al igual que la velocidad de disolución, la cual, puede verse afectada tanto por las condiciones del ambiente como de trabajo, en la realización de este experimento. En este estudio, se puso a prueba la solubilidad y la sorción de 3 cementos resinosos, de diferentes marcas: Relyx U200, Biscem y Variolink; para determinar si existen diferencias significativas entre sus valores resultantes. La sorción de agua, es la ganancia neta en peso de un espécimen como resultado de la entrada de moléculas de agua y la salida de monómeros y otras moléculas pequeñas (20). Desde un punto de vista atómico, los mecanismos de difusión son una migración gradual de los átomos de un sitio a otro. Generalmente se conocen dos patrones para la difusión de agua a través de un material polimérico: la teoría volumétrica libre, en el cual, el agua se difunde a través de microvidrios sin ninguna relación mutua con las moléculas polares en el material; y la teoría de la interacción, en la que, el agua se difunde a través del material, uniéndose sucesivamente a los grupos hidrófilos. Cabe destacar, que ambos enfoques pueden ser válidos para una familia de espécimen definido (13, 21).

Los resultados obtenidos en este estudio experimental, muestran las diferencias de la sorción y solubilidad de los cementos resinosos; resaltando, que los trabajos publicados, referentes al tema presentan variaciones en la metodología (tiempo y cementos), lo que dificulta la comparación de los resultados obtenidos. Entre ellos tenemos la publicación de Abdul (4), que midió solamente solubilidad de cementos de ionómero de vidrio, polycarboxilato de zinc, fosfato de zinc, y resinosos, y solo se hicieron mediciones a los 15 días, en comparación con este estudio los valores del cemento resinoso fueron más bajos con una diferencia de 0.01. Sin embargo Geetta (5), realizó su estudio en saliva artificial, comparando 4 diferentes tipos de cementos, entre ellos Fuji I, Trey de ZINC, Rely X ARC y Fuji CEM en lapsos de 3 a 9 minutos, obteniendo como resultado que el cemento resinoso Relyx ARC, poseían los valores más bajos. A diferencia de esta investigación que se realizó a los 7, 15 y 30 días presentando menor sorción y solubilidad el cemento resinoso Variolink.

Basado en los objetivos de esta investigación, los valores medios de la sorción, a los 7 días fueron: para Variolink (0.06 \pm 0.03), Biscem (0.05 \pm 0.03), y Relyx u200 (0.02 \pm 0.001), presentando esta última los niveles más bajos, a diferencia de los hallazgos encontrados por Silverino (16), que comparó la sorción de los cementos de ionómero de vidrio con el ionómero de vidrio modificado con resina, obtuvo un resultado menor en el primero, pero estos difieren de los resultados de esta investigación, ya que los cementos de este estudio son menos fluidos y presentan menos estabilidad que el cemento resinoso. Por su parte, Vaca et al. (10), al igual que Cattani, se centran en el ionómero de vidrio, concluyendo este último, que los valores de sorción del cemento Ketac-fill fueron menores que el Photac-fill; el primer autor a su vez, los comparó con la sorción de los cementos resinosos, que resultaron con valores mayores a la de esta investigación, luego de 7 días, ya que los cementos del estudio de Vaca son menos fluidos y tienen menos estabilidad. Por su parte, Gerdolle et al. (11) se orientaron por los mismos protocolos utilizados en esta investigación, en donde obtuvieron un valor mayor, de 17.9 \pm 1 respecto a la sorción media del Variolink. Klönbloch et al (13) comparó la solubilidad y sorción de 6 cementos resinosos a los 7 días. Entre sus cementos resinosos, el que obtuvo el valor de sorción más bajo fue Enforce con 31.4 de sorción. Y el de mayor sorción fue Vitremer Luting con 287.6 de sorción a los 7 días. Por lo tanto, los cementos comparados en el presente estudio son superiores a los utilizados en nuestros antecedentes. Esto se debe a que los cementos resinosos, utilizados en este estudio, tienen como característica mayor estabilidad y resistencia a la disolución.

En cuanto a los hallazgos, Silverino (16), midió solubilidad a los 7, 15 y 30 días de cementos de ionómero de vidrio y cementos de ionómero de vidrio modificados con resina. En sus resultados el cemento de ionómero de vidrio a los 7 días obtuvo una solubilidad de 23.3426, en comparación al ionómero de vidrio modificado con resina que obtuvo un valor de 0.2121. El valor mínimo del ionómero de vidrio modificado con resina fue de -9.62. Se observa entonces, que al compararlos con los cementos resinosos de la presente indagación, según el tiempo a los 7 días, los utilizados por Severino(54). Modificados con resina, presentan ganancia de masa, ya que se obtuvieron valores de solubilidad negativos.

Entre las características obtenidas de los cementos resinosos en este estudio tenemos, una sorción menor a 1. Por lo tanto Relyx, Variolink y Biscem muestran una calidad de sorción superior a los obtenidos por Silverino (16). Por otro lado presentan valores de solubilidad medios negativos, por lo tanto mostraron ganancia de masa. Entre la solubilidad y la sorción se muestra una relación, debido a que la absorción de agua trae como consecuencia reacciones por parte del material, esto produce una separación y su liberación. La estabilidad de los materiales en frente a la solubilidad es uno de los factores de mayor relevancia a la hora de valorar la calidad de un material. En el caso de los cementos utilizados en este estudio, la sorción fue en todos los casos menor a 1 y con ganancia de masa neta respecto a la solubilidad. Se determinó que el cemento el Variolink fue el cemento que mostró mejor resultado, presentando menor solubilidad, aunque igual sorción en comparación a los demás cementos utilizados en este estudio. En conclusión, según los hallazgo del presente estudio se puede considerar que este cemento resinoso es el de mejor calidad respecto a solubilidad.

Referencias Bibliográficas

1. Sadaaki M, Hirotada K, Sayaka H, Yoshito M, Tadashi O, Takuo T. Bonding durability of commercially-available luting systems for ceramic restoration to dental zirconia. *J Japan Prosthodont Soc.* 2007;51:733–40.
2. Díaz P, Orejas J, López J, Veny T. Cementado adhesivo de restauraciones totalmente cerámicas. *Científica Dent Rev científica Form Contin* [Internet]. 2009;6(2):137–51. Available from: <http://europa.sim.ucm.es/compludoc/AA?articuloId=709645>
3. Henostroza G. Adhesión en odontología restauradora. Brazil: Maio; 2003. p. 367–94.
4. Abdul A. Solubility of four dental luting cements. *J Int Dent Med Res.* 2010;3(3):104–7.
5. Geetta P, Bheema M, Baswaraj B. Comparison of the solubility of luting cements immersed in artificial saliva - an invitro study. *Indian J Dent Sci.* 2012;4(4):123–6.
6. Espinosa R, Valencia R, Ceja I, Teyechea F. Disolucion de agentes dentales de cementación : estudio in-vitro. *RODYB.* 2013;2:1–11.
7. Yoshida K, Tanagawa M, Atsuta M. In-vitro solubility of three types of resin and conventional luting cements. *J Oral Rehabil.* 1998;25(4):285–91.
8. Cattani M, Dupuis V, Payan J, Moya F, Meyer J. Effect of water on the physical properties of resin-modified glass ionomer cements. *Dent Mater.* 1999;15:71–8.
9. Celebi N, Nalbant D. Water absorption and hema release of resin-modified glass-ionomers. *Eur J Dent.* 2009;3(4):267–72.
10. Vaca M, Ceballos L, Fuentes M, Osorio R, Toledano M, García F. Sorción y solubilidad de materiales formulados con resina. *Av Odontoestomatol.* 2003;19(6):283–9.
11. Gerdolle D, Mortier E, Jacquot B, Panighi M. Water sorption and water solubility of current luting cements: An in vitro study. *Quintessence Int (Berl)* [Internet]. 2008;39(3):107–14. Available from: <http://han.bg.umed.lodz.pl/login/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?>

direct=true&db=edb&AN=35446897&lang=pl&site=eds-live\nhttp://content.ebscohost.com.ebsco.han.bg.umed.lodz.pl/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=35446897&S=R&D=ddh&EbscoContent=dGJ

12. Yap A, Lee C. Water sorption and solubility of resin- modified polyalkenoate cements. *J Oral Rehabil.* 1997;24:310–4.
13. Knobloch L, Kerby R, McMillen K, Clelland N. Solubility and sorption of resin-based luting cements. *Oper Dent.* 2000;25:434–40.
14. Seymour R, Garraher C. Introducción a la química de los polímeros [Internet]. Reverte E, editor. Barcelona; 2002. Available from: https://books.google.com.do/books?id=FOobaAs4Wp4C&pg=PA94&dq=el+peso+molecular+de+los+polimeros+se+expresa&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiCzKrryr_QAhWBQyYKHQsWCM4Q6AEIITAB#v=onepage&q=el+peso+molecular+de+los+polimeros+se+expresa&f=false
15. Sosa B. “Cementos resinosos.” Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2010.
16. Silverino R. Sorción y solubilidad del cemento ionómero de vidrio y el cemento ionómero de vidrio con resina. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2015.
17. Bellenger V, Morel E, Verdu J. Structure-properties relationships for densely crosslinked epoxide-amine systems based on epoxide or amine mixtures. *J Mater Sci* [Internet]. Kluwer Academic Publishers; 1988 Dec [cited 2016 Dec 4];23(12):4244–50. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/BF00551914>
18. Braga R, Cesar P, Gonzaga C. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehabil.* 2002;29(3):257–62.
19. Macchi R. *Materiales dentales*. 4ta ed. Panamericana M, editor. Buenos Aires; 2013. 137-156 p.
20. Anusavice K. *PHILLIPS ciencia de los materiales dentales*. 11ma ed. Travessera de G, editor. Barcelona; 2004. 443-493 p.
21. Lafuente S, Burguete M, Altava B. Introducción a la química orgánica [Internet]. 2011. 292 p. Available from: <https://books.google.com.do/books?id=b3FTKVWYjP4C&pg=PA206&lpg=PA206&dq=Mientras+m?s+largas+son+las+cadenas+de+los+pol?meros&source=bl&ot>

s=YEjKcOv8UW&sig=1Ln4bjR88AvrhEz24eKQNbw_nBI&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj9yqPaxr_QAhUKJCYKHa4bB2U4ChDoAQgxMAY#v=onepage

22. Casanova J. Introducción a la ciencia de los materiales. Calamo; 2002.
23. Baez J. El crecimiento en los extremos: reactividad de grupos terminales en polimeros para la síntesis de copolimeros bloque. *Educ Química*. 2016;27:89–104.
24. Gomez L, Vega D, Harrison C, Trawick M, Angelescu D, Chaikin PM. Mecanismo de ordenamiento en copolímeros bloque con patrones de simetria hexagonal. 2003;XXII:1985–97.
25. Canevarolo S. Ciencia dos polimeros [Internet]. 2do ed. Artliber, editor. Sao Pablo; 2006. Available from: <https://es.scribd.com/doc/142872051/Ciencia-dos-polimeros-Canevarolo-Jr-Sebastiao-V-pdf>
26. Meza A, Dib A, Soberanes E. La indispensable presencia de los agentes cementales en la odontología. *Rev Oral*. 2003;4:187–92.
27. Orozco M, Junes V, Latorre F. Influencia de los materiales de cementación en la distribución de los esfuerzos en un incisivo central superiorrehabilitado con poste. análisis de elementos finitos. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia*. 2011;23:56–73.
28. Reyes M. Materiales y técnicas de cementación en coronas total cerámicas. PUCMM; 2012.
29. Rodriguez M. Agentes cementantes definitivos. PUCMM; 2004.
30. Suarez T, Garcias M, Ureña M. Ionómero de vidrio : el cemento dental de este siglo. *Rev Electron Dr Zoilo E Mar Vidaurreta*. 2016;41(7).
31. Berrios E, Porto S. Respuesta pulpar frente a diferentes agentes cementantes. *Rev Estomatol Hered*. 2004;14:84–8.
32. Alves VF, Cristine I, Freire M. Agentes cimentantes permanentes em restauracoes indirectas : qual materil usar ? *Brazilian J Surg Clin Research - BJSCR*. 2016;15:113–7.
33. Hill E. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. *Dent Clin North Am*. 2007;51:643–58.
34. Namoratto L, De Souza R, Raimundo V, Helio R, Fernanda P. Cimentação em

- cerâmicas: evolução dos procedimentos convencionais e adesivos. *Rev bras odontol*, Rio Janeiro. 2013;70:142–7.
35. Lad P, Kamath M, Tarale K, Kusugal P. Practical clinical considerations of luting cements: a review. *J Int oral Heal*. 2014;6(1):116–20.
 36. Baig N. Retentive properties of luting cements : a review. *Clin Dent Mumbai*. 2015;(May):14–21.
 37. Parameswari D, Rajakumar M, Lambodaran G, Sundar S. Comparative study on the tensile bond strength and marginal fit of complete veneer cast metal crowns using various luting agents: *An. J Pharm Bioallied Sci*. 2016;8:138–44.
 38. Paradella T. Cimentos de ionômero de vidro na odontologia moderna. *Rev Odontol UNESP*. 2004;33(4):157–16.
 39. Santana G, Costa R, Braz R. Cemento resinoso: todo cemento resinoso debe ser foto activado? *ACTA Odontol Venez*. 2009;47:1–9.
 40. Rodriguez D, Pereira N. Evolución y tendencias actuales de resinas compuestas. *Acta Odontol Venez* [Internet]. 2008;46. Available from: http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compuestas.asp
 41. Calatrava L. Protocolo para selección de un cemento adhesivo. *Rev Odontol LOS ANDES*. 2009;4:79–88.
 42. Ferrari M. Self-adhesive resin cements : a literature review. *Journal Adhes Dent*. 2008;10:251–8.
 43. Toledano M, Osorio R, Sanchez F, Osorio E. Arte y ciencia de los materiales odontológicos. 2003.
 44. Attar N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent*. 2003;89(2):127–34.
 45. Hua X-H, Kern M. Marginal discrepancies and leakage of all-ceramic crowns: influence of luting agents and aging conditions. *Int J Prosthodont*. 2003;16(2):109–16.
 46. Nazareno R, Figueiredo A, Giannini M. Effect of activation mode of dual-cured resin cements and low-viscosity composite liners on bond strength to dentin. *J*

- Dent. 2007;35(7):564–9.
47. Monroy T, Guerrero J, Alvarez C, Celis L. Encogimiento por polimerización de cementos duales a través de distintos grosores de cerámica. *Rev Odontol Mex.* 2012;16(4):237–41.
 48. Relyx U200 [Internet]. 2011 [cited 2016 Dec 2]. Available from: http://multimedia.3m.com/mws/media/742338O/relyx-u200-technical-data-sheet-2-clicker-and-automix-syringe.pdf?fn=RelyX_U200_TDS2_APAC_CEEMEA.pdf
 49. 3M. Relyx U200 [Internet]. [cited 2016 Dec 2]. p. 3msalud. Available from: <http://www.3msalud.cl/odontologia/files/2012/11/Ficha-Producto-U200-CLICKER-.pdf>
 50. Ugalde C. Universidad de Chile facultad de odontología departamento de odontología restauradora [Internet]. universidad de Chile; 2014. Available from: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130771/Estudio-comparativo-in-vitro-de-la-resistencia-al-cizallamiento-de-diferentes-tipos-de-cerámicas.pdf?sequence=1>
 51. BisCem dual cured self- adhesive resin cement. p. 1–3.
 52. Dental Product. BisCem | BisCem | Bisco, Inc [Internet]. 2014 [cited 2017 Feb 20]. Available from: <http://www.dentalproductshopper.com/article/biscem>
 53. Variolink+Esthetic.pdf [Internet]. Available from: <http://www.ivoclarvivadent.com/es-es/variolink-esthetic>
 54. Severino R, Ayala G, Lazo F. Sorción y solubilidad del cemento iónomero de vidrio y el cemento ionómero de vidrio modificado con resina. 2015;2:95–103.

Anexos

Anexos 1. Instrumento para la recolección de datos de Relyx U200.

| Relyx u200 | Muestra 1 | | | Muestra 2 | | | Muestra 3 | | | Muestra 4 | | | Muestra 5 | | | Muestra 6 | | | Muestra 7 | | | | | |
|---------------|-----------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|--|--|--|
| | V= | M | M | | | |
| 7 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexos 2. Instrumento para la recolección de datos de Variolink.

| Variolink | Muestra 1 V= | | | Muestra 2 V= | | | Muestra 3 V= | | | Muestra 4 V= | | | Muestra 5 V= | | | Muestra 6 V= | | | Muestra 7 V= | | |
|-----------|-----------------|---|---|-----------------|---|---|-----------------|---|---|-----------------|---|---|-----------------|---|---|-----------------|---|---|-----------------|---|---|
| | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M |
| 7 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexos 3. Instrumento para la recolección de datos de Biscem.

| Biscem | Muestra 1 | | | Muestra 2 | | | Muestra 3 | | | Muestra 4 | | | Muestra 5 | | | Muestra 6 | | | Muestra 7 | | |
|---------|-----------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|
| | V= | | | V= | | | V= | | | V= | | | V= | | | V= | | | | | |
| | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 7 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexos 4. Imágenes de materiales, equipos, procedimientos de muestras.

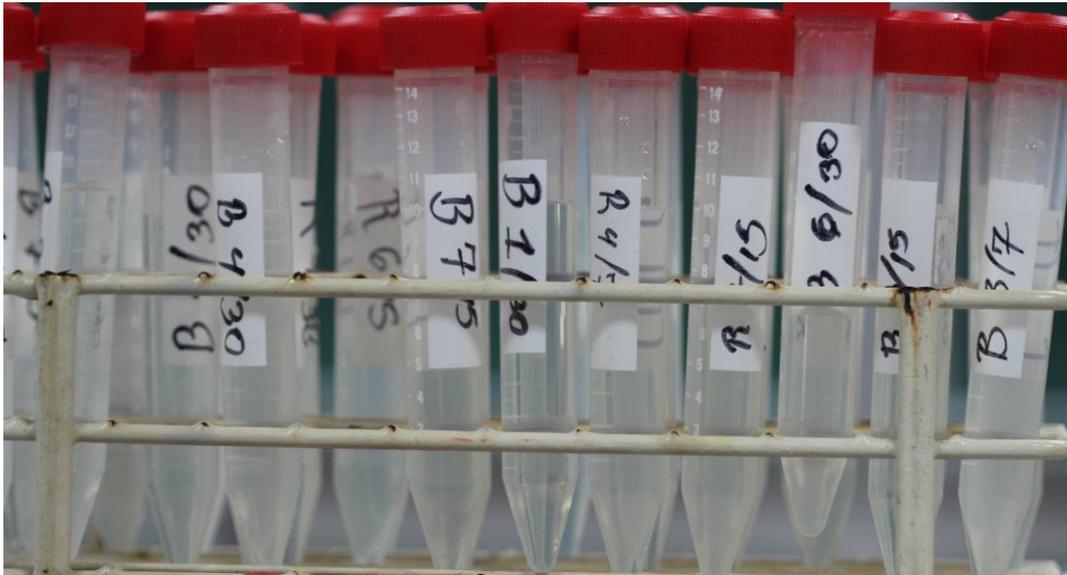


Figura 3. Muestras sumergidas en agua destilada



Figura 4. Incubadora model 10-14E incubator.

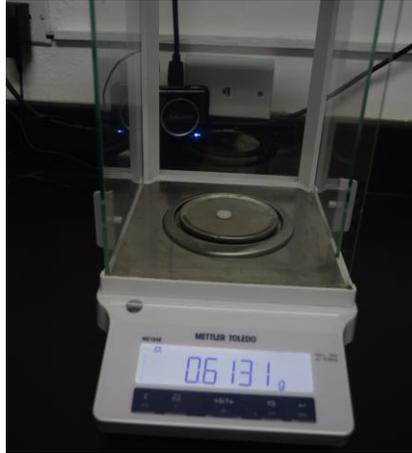


Figura 5. Balanza analítica Mettler Toledo



Figura 6. Microscopio Electronico Quanta Feg 250.



Figura 7. Cementos reinoso Biscem.



Figura 8. Cemento Relyx U200



Figura 9. Cemento Variolink.



Figura 10. Molde para la creación de la muestra.



Figura 11. Muestras.

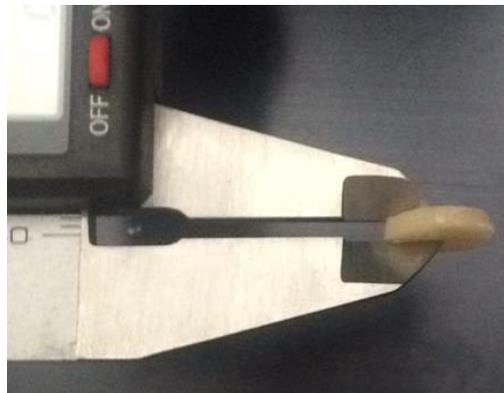


Figura 12. Calibración de la muestra.

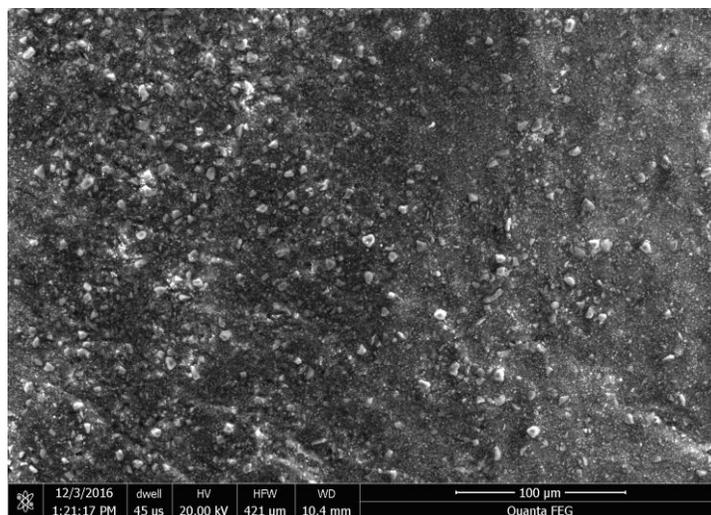


Figura 13. Imagen microscópica del cemento Biscem antes de sumergir a los 30 días.

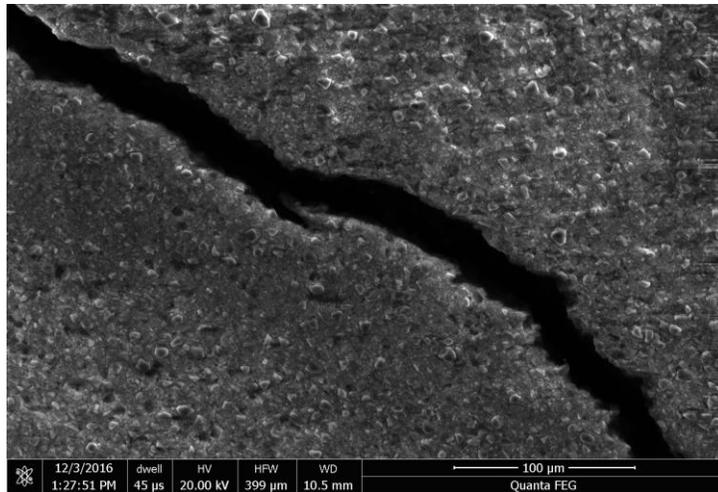


Figura 14. Imagen microscópica del cemento Biscem después de sumergir a los 30 días.

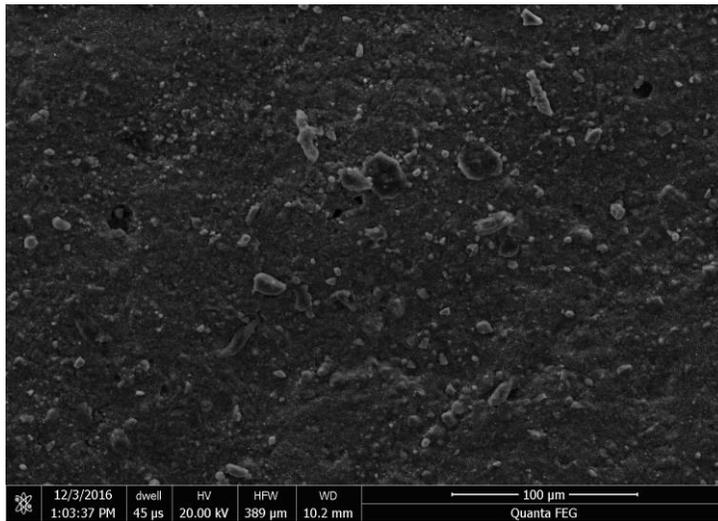


Figura 15. Imagen microscópica del cemento Variolink antes de sumergir a los 30 días.

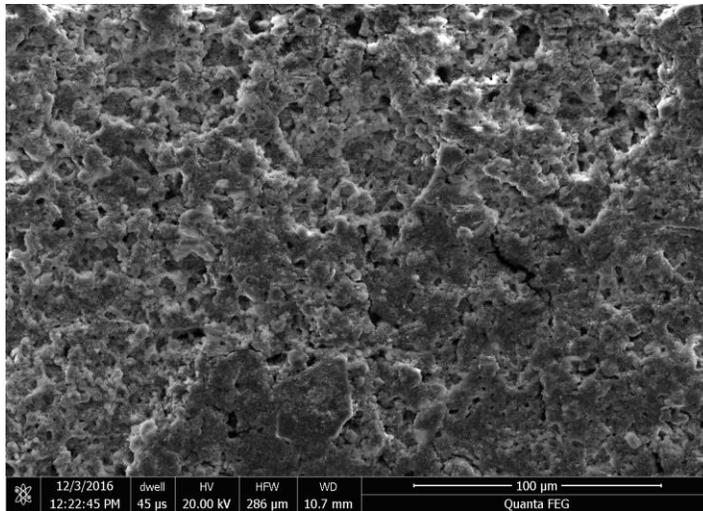


Figura 16. Imagen microscópica del cemento Variolink después de sumergir a los 30 días.

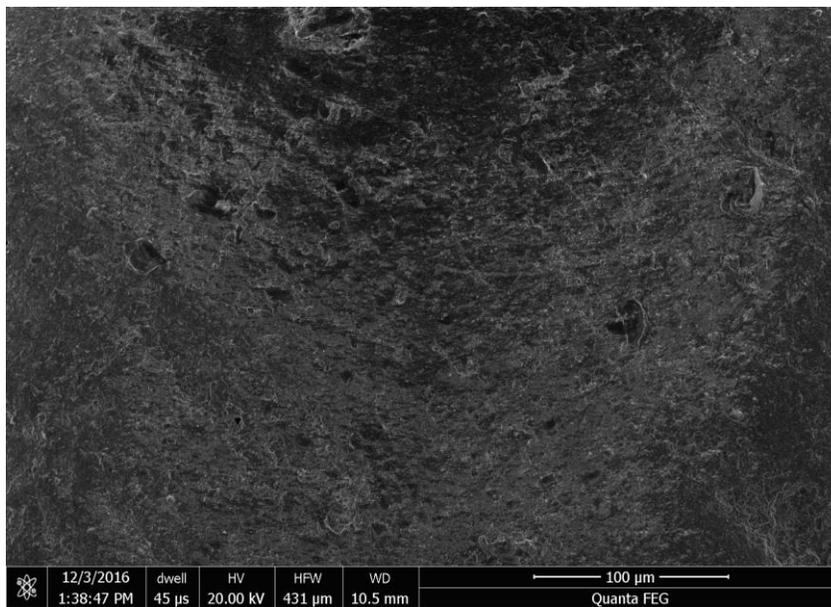


Figura 17. Imagen microscópica del cemento Relyx U200 antes de sumergir a los 30 días.

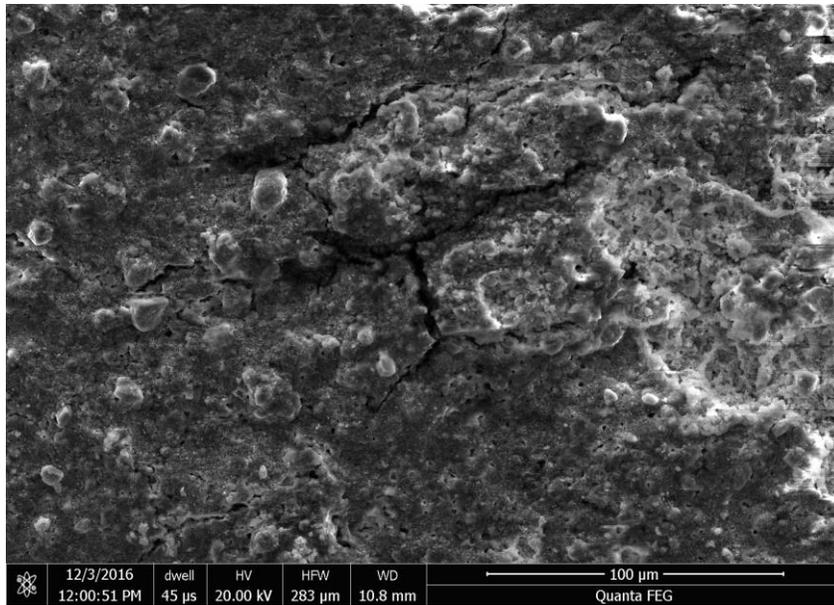


Figura 18. Imagen microscópica del cemento Relyx U200 después de sumergir a los 30 días.