



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE DOS IONÓMEROS DE VI-  
DRIO (FUJI IX Y KETAC MOLAR) EN DENTINA DE DIENTES PREMOLARES IN  
VITRO

**Línea de investigación:  
Biomateriales**

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

### **Autor**

Ramirez Ruiz, Edwin Alexanders

### **Asesor**

Ladera Castañeda, Marysela Irene

ORCID: 0000-0001-5390-8256

### **Jurado**

Paucar Rodriguez de Granados, Elizabeth

Chacon Gonzales, Doris Maura

Peltroche Adrianzen, Nimia Olimpia

**Lima - Perú**

**2025**



# COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE DOS IONÓMEROS DE VI-DRIO (FUJI IX Y KETAC MOLAR) EN DENTINA DE DIENTES PREMOLARES IN VITRO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	12%	1%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	2%
3	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.dspace.uce.edu.ec">www.dspace.uce.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.upsjb.edu.pe">repositorio.upsjb.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://www.fodo.ucr.ac.cr">www.fodo.ucr.ac.cr</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.cientifica.edu.pe">repositorio.cientifica.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe:8080">repositorio.unfv.edu.pe:8080</a> Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes Trabajo del estudiante	<1%
10	Submitted to Universidad Autónoma de Chile Trabajo del estudiante	<1%
11	<a href="http://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE DOS IONÓMEROS DE VI-  
DRIO (FUJI IX Y KETAC MOLAR) EN DENTINA DE DIENTES PREMOLARES IN  
VITRO**

Línea de Investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

**Autor**

Ramirez Ruiz, Edwin Alexanders

**Asesor**

Ladera Castañeda, Marysela Irene

(ORCID: 0000-0001-5390-8256)

**Jurado**

Paucar Rodriguez de Granados, Elizabeth

Chacon Gonzales, Doris Maura

Peltroche Adrianzen, Nimia Olimpia

Lima – Perú

2025

## **DEDICATORIA**

Dirigido a Dios y a mis Padres por darme esa fortaleza y motivación de seguir adelante y demostrarme que con esfuerzo se puede llegar lejos.

### **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios sobre todas las cosas, a mi familia por apoyarme en todo mi camino universitario. A mi asesora por su tiempo y paciencia para poder guiarme satisfactoriamente en mi elaboración de mi tesis.

## ÍNDICE

Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción y formulación del problema.....	2
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Justificación.....	6
1.5 Hipótesis.....	7
II. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	8
2.1.1 Evolución de los ionómeros en el tiempo.....	8
2.1.2 Uso del ionómero de vidrio.....	8
2.1.3 Composición de los ionómeros de vidrio.....	9
2.1.4 Clasificación de los ionómeros de vidrio.....	9
2.1.5 Propiedades de los ionómeros de vidrio.....	11
2.1.6. Contraindicaciones de los Ionomeros de vidrio.....	11
2.1.7 Tipos de ionómeros de restauración.....	12
2.2 Adhesión.....	14
2.2.1 Mecanismos de adhesión.....	15
2.2.2 Principios generales de adhesión.....	15
2.2.3 Fuerzas de adhesión a dentina.....	16
2.2.4 Características del adhesivo.....	16

2.3	Adhesión en estructuras dentarias.....	17
2.3.1	Adhesión en dentina.....	17
2.4	Dentina.....	19
2.4.1	Composición de la dentina.....	19
2.4.2	Propiedades físicas de la dentina.....	19
2.4.3	Medición de la adhesión.....	19
III.	MÉTODO.....	20
3.1	Tipo de investigación.....	20
3.2	Ámbito temporal y espacial.....	20
3.3	Variables.....	20
3.3.1	Variables principales.....	20
3.3.2	Operacionalización de las variables.....	21
3.4.	Población y muestra.....	22
3.4.1	Población.....	22
3.4.2	Muestra.....	22
3.4.3	Criterios de inclusión.....	22
3.4.4	Criterios de exclusión.....	22
3.5	Instrumentos.....	22
3.6	Procedimientos.....	23
3.6.1	Preparación.....	23
3.7	Análisis de datos.....	25
3.8	Consideraciones Éticas.....	26
IV.	RESULTADOS.....	27
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	29

VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES.....	34
VIII. REFERENCIAS.....	35
IX. ANEXOS.....	40
9.1    Anexo A.....	40
9.1.1    Matriz de consistencia.....	40
9.2    Anexo B.....	41
9.2.1    Ficha de Recolección de datos.....	41
9.3    Anexo C.....	42
9.3.1    Imágenes del procedimiento.....	42
9.4    Anexo D.....	51
9.4.1    Resultados del Laboratorio.....	51
9.5    Anexo E.....	54
9.5.1    Prueba Piloto.....	54
9.6    Anexo F.....	55
9.6.1    Análisis complementario.....	55

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1:</b> Valores descriptivos y comparación de la fuerza de adhesión (MPa) entre dos ionómeros de vidrio.....	27
--	----

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1:</b> Valores promedios de la fuerza adhesiva (MPa) de los ionómeros de vidrio GC Fuji IX GP y Ketac Molar Easymix al 95% de confianza.....	28
--	----

## RESUMEN

**Objetivo:** Comparar la fuerza de adhesión de los ionómeros de vidrio Ketac Molar y Fuji IX, en dentina de dientes premolares in vitro. **Método:** La Investigación es de diseño Experimental in vitro, analítico y prospectivo. Se realizaron pruebas de fuerzas de adhesión de 20 piezas dentarias premolares, restauradas con ionómero de vidrio Ketac Molar Easymix, y de otras 20 piezas dentarias restauradas con ionómero vítreo GC Fuji IX GP, dichas pruebas se realizaron con la máquina universal de ensayos, en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. **Resultados:** De acuerdo al primer objetivo, las piezas restauradas con ionómero de vidrio GC Fuji IX GP, presentaron una fuerza de adhesión de 3,27 (Mpa), con una Desviación Estándar de 0.79 y Error Estándar de 0.18. Los resultados del segundo objetivo indican que, la fuerza de adhesión de piezas restauradas con ionómero de vidrio Ketac Molar, presentan un promedio de 3,75 (Mpa), con una DE: de 0.98 y EE: de 0.22. No se encontró diferencias significativas entre ambos ionómeros GC Fuji IX GP y Ketac Molar Easymix ( $p = 0.096$ ). **Conclusión:** Las muestras tratadas con ionómero GC Fuji IX GP y Ketac Molar Easymix, ambos resultaron ser buenos, según sus propiedades y componentes químicos, de tal manera no hubo diferencias estadísticamente significativas.

*Palabras clave:* adhesión, ionómero de vidrio, fuerza de adhesión.

## ABSTRACT

**Objective:** Compare the adhesion strength of the glass ionomers Ketac Molar and Fuji IX, in dentin of premolar teeth in vitro. **Method:** The research is of an in vitro experimental, analytical and prospective design. Adhesion strength tests were carried out on 20 premolar teeth, restored with Ketac Molar Easymix glass ionomer, and another 20 teeth restored with GC Fuji IX GP glass ionomer, these tests were carried out with the universal testing machine, in the laboratory High Technology Laboratory Certificate S.A.C. **Results:** According to the first objective, the pieces restored with GC Fuji IX GP glass ionomer, presented an adhesion strength of 3.27 (Mpa), with a Standard Deviation of 0.79 and Standard Error of 0.18. The results of the second objective indicate that the adhesion strength of pieces restored with Ketac Molar glass ionomer presents an average of 3.75 (Mpa), with a SD: 0.98 and EE: 0.22. No significant differences were found between both GC Fuji IX GP ionomers and Ketac Molar Easymix ( $p = 0.096$ ). **Conclusion:** The samples treated with GC ionomer Fuji IX GP and Ketac Molar Easymix, both turned out to be good, according to their properties and chemical components, so there were no statistically significant differences.

*Keywords:* adhesion, glass ionomer, adhesion strength.

## I. INTRODUCCIÓN

Los ionómeros de vidrio (IV) son materiales restaurativos utilizados como provisionales de larga duración, caracterizados por ser menos invasivos y más conservadores, lo que los hace adecuados para la reconstrucción de muñones; además, actúan como una base que protege la pulpa dental de cambios térmicos (Chávez et al., 2016). Estos materiales presentan propiedades que favorecen su adhesión a los tejidos dentales, lo cual es beneficioso en tratamientos que requieren una combinación de durabilidad y estética (Chávez et al., 2016).

Los IV ostentan características favorables, dando actividad bacteriostática y cariostática, así como una adhesión química potencial a los tejidos duros; además su coeficiente de expansión térmica es compatible con las piezas dentales, y su compatibilidad química con la humedad del sustrato contribuye a su eficacia en aplicaciones dentales (Brenna et al., 2010).

Asimismo, Los IV son altamente valorados en odontología por varias razones. Se destacan por su resistencia a las fuerzas oclusales, su capacidad de adhesión a las estructuras dentales, y su baja irritación y alta biocompatibilidad; además son fáciles de manipular, lo que facilita su aplicación clínica para asegurar una correcta adhesión en las obturaciones, es crucial que la preparación minimice la microfiltración, protegiendo así la dentina en cavidades profundas, los ionómeros deben establecer una unión química con la dentina para evitar la formación de una interfase entre ambos materiales, pues esto no solo mejora la retención del material restaurador, sino que también contribuye a la prevención de caries secundarias al reducir el riesgo de filtraciones. (Chávez et al., 2016).

### 1.1. Descripción y formulación del Problema

A nivel molecular los IV presentan propiedades protectoras contra las caries gracias a su propiedad de liberación de flúor; además, poseen características antisépticas y

mineralizantes que favorecen la homeostasis dentino-pulpar, mejorando así la adhesión para la restauración de piezas dentales vitales; esta propiedad contribuye a la prevención eficiente de la filtración de fluidos, reduciendo el riesgo de caries secundarias (Chávez et al., 2016).

Sin embargo, a pesar de las ventajas que ofrecen, los ionómeros de vidrio presentan desventajas significativas en términos de adhesión; la capacidad de unión es relativamente baja en estructuras dentales en contraste con materiales de resinas compuestas, lo que puede comprometer la durabilidad de las restauraciones (Lafuente et al., 2012). Además, el ionómero, al ser utilizado como base para restauraciones con resina, requiere el uso de ácido grabador; aunque este es necesario para mejorar la adhesión de la resina, su aplicación incorrecta puede debilitar la estructura del ionómero, lo que aumenta el riesgo de fallos en la restauración (Chávez et al., 2016). Por último, su sensibilidad a la humedad durante la colocación puede afectar negativamente su rendimiento adhesivo, lo que limita su eficacia en situaciones clínicas donde las condiciones no son ideales (Chávez et al., 2016).

La valoración de la adhesión de los IV es fundamental en restauraciones dentales, ya que garantiza la estabilidad y durabilidad de las mismas; una buena adhesión reduce significativamente el riesgo de fallos, como la filtración de fluidos y la formación de caries secundarias, además la adhesión química del IV a la dentina previene la caries secundaria al sellar los márgenes de la restauración, lo cual es crucial en áreas propensas a la acumulación de placa bacteriana; esto mejora la resistencia a las cargas oclusales, manteniendo la integridad de la restauración; la evaluación adecuada de la adhesión también facilita la aplicación clínica, reduciendo el tiempo necesario al no requerir un protocolo de grabado ácido (Chávez et al., 2016).

Por ello se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál es la diferencia de las fuerzas de adhesión de los ionómeros de vidrio Ketac Molar Easymix y Fuji IX GP, en dentina de piezas premolares in vitro?

## 1.2. Antecedentes

Ramachandran et al. (2018) realizaron una investigación con la intención de evaluar la adhesión de los IV a la dentina. El tipo de estudio fue experimental in vitro. Para lo cual se seleccionaron 48 premolares maxilares, distribuidos en cuatro grupos, los 3 primeros fueron restaurados con Ketac Universal, Fuji IX y Ketac Molar universal respectivamente después del acondicionamiento y en un grupo fue restaurado con el Ketac Universal sin acondicionamiento. La fuerza de adhesión se midió a través de la máquina de ensayo universal (INSTRON) con una velocidad de cruceta de 0.5 mm/min realizando la medición en Mpa. Los resultados señalan que el valor medio de fuerza de adhesión fue el más alto para el Ketac Molar (3,40 Mpa), seguido del Ketac universal con acondicionador (3,30 Mpa) y por último el Fuji IX (3,20 Mpa), juntamente con el Ketac Universal sin acondicionador 3,02 Mpa. En conclusión, todos los materiales restauradores utilizados en el estudio mostraron valores significativos, resaltando el efecto de la adhesión del ionómero Ketac Molar.

Patel et al. (2018) realizaron una investigación con el objetivo de realizar la evaluación comparativa de la resistencia a la compresión y a la tracción diametral del IV, Zirconomer, Ketac Molar 3M ESPE y Fuji Tipo IX. El estudio fue de tipo experimental in vitro. Los tres grupos de estudio fueron evaluados respecto a la resistencia a la compresión (RC) y la resistencia a la tracción (RT) diametral, se prepararon 120 especímenes utilizando moldes cilíndricos, 40 por cada grupo. Todos los especímenes fueron sometidos a la Máquina Universal de Ensayos. Los datos obtenidos del estudio fueron recopilados, tabulados y analizados estadísticamente. Los resultados muestran que el IV convencional (Fuji IX) tiene mayor resistencia a la compresión (9,40) Mpa. y pero reduce su resistencia a la tracción (2,30) Mpa, a comparación del Ketac Molar que su RC (7,60) Mpa, mientras su RT es de (2,60) Mpa; concluyendo que el IV convencional (Fuji IX) tiene mejor RC, pero el Ketac

Molar tiene una mayor resistencia a la tracción, seguido por Zirconomer, sin embargo no se encontró diferencias significativas.

Lafuente et al. (2012) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar el efecto de la fuerza de adhesión de IV en dentina con la adición de un agente desinfectantes y sin agente desinfectante. El estudio fue de tipo experimental in vitro. Se seleccionaron 30 piezas dentales que fueron divididas en tres grupos, el Vitremer (3M-ESPE), Ketac Molar (3M ESPE) y Fuji IX GP (GC Corporation). Cada grupo de material fue fraccionado en dos subgrupos, uno absorbió el desinfectante Ultra Cid F y el otro no; la fuerza de adhesión se midió a través de la maquina universal de ensayos con una velocidad de 0.01 cm/min realizando la medición en Mpa. Dentro de los resultados se observó que hubo una gran variación de datos obtenidos, los cuales el Vitremer consiguió fuerzas de adhesión (FA) entre 4,80 y 5,20 MPa, Fuji IX de 3,30 y 3,50 MPa, y Ketac Molar de 2,50 a 2,60 MPa. No se encontró diferencia significativa entre las muestras evaluadas con y sin acondicionador desinfectante. En conclusión, la adhesión a dentina de los IV evaluados, no genera mayor beneficio con la utilización del acondicionador desinfectante.

Carvalho et al. (2011) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la FA al cizallamiento de tres IV para esmalte y dentina. El estudio fue de tipo experimental in vitro. Se seleccionaron 72 piezas dentales que fueron divididas en tres grupos, el Maxxion (MX – FGM), Fuji IX GP y Ketac Molar easymix (3M ESPE). Cada grupo de material fue dividido en dos subgrupos, para el esmalte y la dentina, la FA al cizallamiento se midió a través de la maquina universal de ensayos realizando la medición en Mpa. Los resultados muestran que el IV Maxxion una fuerza de adhesión en el esmalte y dentina de (4,20 - 4,90 Mpa), a comparación del Fuji IX GP (5,90 – 6,0 Mpa), teniendo el Ketac Molar Easymix la mayor fuerza de adhesión al cizallamiento (6,4 – 7,6 Mpa). Hubo una diferencia estadísticamente

significativa. En conclusión, el Ketac Molar Easymix tiene la mejor adherencia tanto al esmalte como a la dentina, seguida del Fuji IX GP y Maxxion.

Yildirim et al. (2009) realizaron una investigación con el propósito de evaluar la resistencia a la adhesión de los IV convencionales. El estudio fue de tipo experimental in vitro. Para lo cual se seleccionaron 48 premolares, cada grupo se dividió para el Ketac Molar Easymix y el Fuji IX. La fuerza de adhesión se midió a través de la máquina de ensayo universal y compararon mediante un análisis de varianza unidireccional, realizando la medición en Mpa. Los resultados señalan que el valor medio de fuerza de adhesión fue el más alto para el Ketac Molar (3,40 Mpa), mientras el Fuji IX (3,10 Mpa), no hubo diferencias significativas. En conclusión, el Ketac Molar lleva una breve ventaja en la fuerza de adhesión a comparación del Fuji IX que manifestó una ligera desventaja.

Yesilyurt et al. (2008) realizaron una investigación con el propósito de evaluar la FA de IV convencionales a irradiados y dentina no irradiada. El estudio fue de tipo experimental in vitro. Para lo cual se seleccionaron 60 premolares maxilares, distribuidos en cuatro grupos, dividiendo 1 grupo con dentina irradiada en un laboratorio oncológico de radioterapia y el otro grupo con dentina normal para cada ionómero, utilizando los IV el Ketac Molar Easymix y el Fuji IX. La fuerza de adhesión se midió a través de la máquina de ensayo universal, con una velocidad de cruceta de 1 mm/min realizando la medición en Mpa. Los resultados señalan que el valor medio de fuerza de adhesión fue ligeramente más alto para el Ketac Molar (3,40 Mpa), irradiado (1,90 Mpa) a comparación del Fuji IX (3,20 Mpa), irradiado (1,90 Mpa). no hubo diferencias significativas a comparación de los resultados de los dientes irradiados. En conclusión, que la irradiación puede perturbar la sustancia química de la unión de los ionómeros de vidrio a la dentina, por el contrario, si esto es adherido después de aplicar la radiación, la FA de los ionómeros no se verá afectado negativamente.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo General***

Comparar las fuerzas de adhesión de los ionómeros de vidrio Ketac Molar Easymix y Fuji IX GP, en dentina de piezas premolares in vitro.

#### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

1. Determinar la fuerza de adhesión del ionómero de vidrio Fuji IX GP, en dentina de piezas premolares in vitro.
2. Determinar la fuerza de adhesión del ionómero de vidrio Ketac Molar Easymix, en dentina de piezas premolares in vitro.

### **1.4. Justificación**

#### ***1.4.1. Teórica***

Desde una perspectiva teórica, esta investigación proporciona evidencia científica que permita a los odontólogos seleccionar el material más adecuado en función a la situación específica de cada paciente, contribuyendo así a mejorar los resultados clínicos y la satisfacción del paciente, en particular, los IV destacan por sus propiedades de adhesión, resistencia y flexibilidad pues estos materiales mantienen la característica de unirse químicamente al tejido dental mediante un proceso de intercambio iónico entre fosfato y calcio, lo que garantiza una adhesión efectiva; esta característica adhesiva permite realizar restauraciones conservadoras sin necesidad de diseños previos para su retención, promoviendo procedimientos menos invasivos y más respetuosos con la estructura dental (Caso et al., 2021).

#### ***1.4.2. Metodológica***

Desde un punto de vista metodológico esta investigación siguió todo el proceso metodológico que exige la investigación, asimismo se utilizaron técnicas e instrumentos y procedimientos para realizar dicha investigación lo cual se podrá repetir en diversos estudios.

### **1.4.3. Práctica**

Desde un enfoque práctico, esta investigación permitirá a los cirujanos dentistas en ejercicio, así como a estudiantes de pregrado y posgrado, seleccionar el ionómero más adecuado para su aplicación clínica, al comprender las diferencias en la fuerza de adhesión (FA) entre los IV, como el GC Fuji IX GP y el Ketac Molar Easymix, los profesionales podrán tomar decisiones informadas que optimicen los resultados de sus tratamientos; este conocimiento es esencial para mejorar la efectividad de las restauraciones dentales y garantizar una atención de calidad a los pacientes (Caso et al., 2021).

### **1.5. Hipótesis**

Existen diferencias significativas entre la fuerza de adhesión de los ionómeros de vidrio Ketac Molar Easymix y Fuji IX GP, en dentina de piezas premolares in vitro.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1. *Evolución de los ionómeros en el tiempo*

La evolución de los ionómeros de vidrio ha sido significativa desde su desarrollo inicial; al principio, presentaban ciertas desventajas, como la sensibilidad inicial a la humedad y la debilidad, reduciendo el tiempo de vida útil en la restauración; sin embargo, con el tiempo, se han realizado mejoras en sus propiedades (Cosió, 2020). Por ejemplo, se ha demostrado que tienen una buena capacidad a la liberación de flúor, lo que los hace adecuados para diversas aplicaciones en odontología (Cosió, 2020).

Algunos de los avances más destacados incluyen, por ejemplo, mejores en la resistencia al desgaste, se han creado IV de gran viscosidad que han llegado a obtener mayor firmeza al desgaste y liberación de flúor (Cosió, 2020). También la reducción de la sensibilidad posoperatoria, ya que se ha reportado que la compactación del ionómero al desarrollar la restauración puede reducir la sensibilidad posoperatoria (Cosió, 2020). Además, se sabe que los materiales hechos por IV se utilizan actualmente en diversas aplicaciones, como material de reparación temporal, restauraciones de clase I y II y reconstrucción de muñones (Cosió, 2020).

#### 2.1.2. *Uso del ionómero de Vidrio*

Los IV se utilizan especialmente en los dientes primarios, utilizando la técnica TRA (Técnica Restaurativa Atraumática), siendo su mecanismo de acción al unirse químicamente con las piezas dentales, demostrando su biocompatibilidad liberando fluoruro por extensos periodos de tiempo; la fluorapatita que genera la liberación del flúor genera mayor resistencia y menor solubilidad en medios ácidos, por ello se considera su utilidad como sellador de fosetas y fisuras (Delgado et al., 2014).

Gracias a la unión química del IV con la pieza dentaria subyacente, la microfiltración marginal se somete mediante la técnica sándwich (ionómero- composite), obteniéndose resultados bajos en microfiltración, estos tienen un poder de remineralización de los ionómeros de vidrio, la asociación entre los iones estroncio y flúor tiene la capacidad creadora de apatita, incluso puede llegar a ser aplicado sobre la dentina con caries; por tener la función bactericida y menos dañina biológicamente, los IV son una importante elección para la defensa indirecta del complejo dentinopulpar (Jiménez et al., 2015).

### **2.1.3. Composición de los Ionómeros de Vidrio**

**2.1.3.1. Polvo.** El polvo está compuesto por calcio y aluminio y fluoruro de calcio, denominándose silicato muy complejo; la composición del polvo es: 29 % de óxido de silicato, 17% de óxido de aluminio, 34% de fluoruro de calcio, 5% de fluoruro de aluminio, 5% fluoruro de sodio, 10% de fosfato de aluminio, las partículas de 20 a 50 micras de tamaño son para obturaciones, cuando tienen menos de 25 micras se usa como cemento (Jiménez et al., 2015).

**2.1.3.2. Líquido.** En la solución líquida que contiene un homopolímero de ácido acrílico, en ocasiones se añade ácido itacónico y/o ácido tartárico que tiene como finalidad de regular el tiempo de fraguado; también en vez de ácido poliacrílico se usa ácido polimaleico; otras veces se puede liofilizar el ácido (que se enfría y deseca) para mezclarlo al polvo, por otro lado el líquido es agua destilada; teniendo de composición: Polímero de ácido acrílico-ácido itacónico 47%, Agua 47,5 %, Ácido tartárico 5,0 % (Jiménez et al., 2015). Al incorporar el líquido con el polvo, se crea una masa homogénea que se llega a solidificar, dando como resultado el fraguado (Jiménez et al., 2015).

### **2.1.4. Clasificación de los Ionómeros de Vidrio**

**2.1.4.1. Según su Composición.** De acuerdo a su composición y reacción de endurecimiento lo dividieron en IV Convencionales, estos son los ionómeros tradicionales

que consisten en un polvo de vidrio y un líquido ácido, como el ácido poliacrílico. Se caracterizan por su capacidad para endurecerse mediante una reacción ácido-base y son utilizados en diversas aplicaciones clínicas (Jiménez et al., 2015). También tenemos los IV modificados con resina. Estos materiales incorporan resinas que mejoran sus propiedades mecánicas y estéticas. Son ideales para restauraciones donde se requiere una mayor resistencia y una mejor apariencia estética (Jiménez et al., 2015).

**2.1.4.2. Según su Uso Clínico** se dividen en, IV restaurativos que están diseñados para restauraciones directas en dientes afectados por caries. Son adecuados para restauraciones de clases I, II, III y V, y se utilizan tanto en dientes temporales como permanentes; también tenemos los IV cementantes que son utilizados para la cementación de prótesis, coronas e incrustaciones. Proporcionan una buena retención y son especialmente útiles en situaciones donde se requiere una unión duradera (Jiménez et al., 2015) y por último los IV para base cavitaria, estos son empleados como forros o bases en cavidades dentales ofrecen protección a la pulpa dental y pueden actuar como sustrato para otras restauraciones (Jiménez et al., 2015).

**2.1.4.3. Según su propiedad mecánica.** Tenemos los IV de Alta Densidad que tienen una mayor resistencia y son utilizados en situaciones que requieren un material más robusto; también tenemos los IV de Baja Viscosidad que se caracterizan por ser más fluidos, lo que facilita su colocación en cavidades profundas o de difícil acceso (Jiménez et al., 2015).

**2.1.4.4. Clasificación según normativas.** El Tipo I es considerado Cemento para restauraciones indirectas; el Tipo II para restauraciones directas que pueden reforzar la estructura o tener función estética y el Tipo III es para materiales protectores o bases cavitarias (Jiménez et al., 2015).

### **2.1.5. Propiedades de los ionómeros de vidrio**

**2.1.5.1. Propiedades biológicas.** Son biocompatibles y no causan irritación o reacción adversas en la mayoría de los pacientes; no son citotóxicos y no dañan las células dentales o gingivales y por último algunos ionómeros tienen propiedades antibacterianas, lo que puede prevenir la presencia de placa y la gingivitis (Dixon et al., 2016).

**2.1.5.2. Propiedades químicas.** Los IV pueden adherirse químicamente, lo que mejora la retención de la restauración; libera iones de flúor, lo que ayuda a disminuir la presencia de caries dental y por último su estabilidad química no se degrada fácilmente en la boca (Dixon et al., 2016).

**2.1.5.3. Propiedades Físicas.** Comprende de resistencia a la compresión moderada, lo que los hace convenientes para restauraciones dentales no cargadas; su dureza relativamente baja a comparación de otros materiales dentales; y su solubilidad es baja en agua y soluciones orales (Dixon et al., 2016).

**2.1.5.4. Propiedades clínicas.** Fácil de manipular, pueden ser moldeados y esculpidos fácilmente; Son de rápida polimerización, lo que reduce el tiempo de tratamiento; también son adecuados para restauraciones pequeñas, como llenados de superficie o restauraciones de dientes primarios (Dixon et al., 2016).

### **2.1.6. Contraindicaciones de los IV**

Dentro de las contraindicaciones tenemos la alergia al ácido acético ya que algunos ionómeros contienen ácido acético, lo que puede ser problemático para pacientes con alergia conocida; otra contraindicación es cuando el paciente presenta sensibilidad a los componentes de ionómero de vidrio como el flúor o los monómeros; también están contraindicados en caries activas, ya que no proporciona una barrera efectiva contra la progresión de la caries; lesiones pulpares no son adecuados para este tipo de restauraciones porque no proporciona una protección adecuada para la pulpa (Jiménez et al., 2015).

### 2.1.7. Tipos de ionómeros de restauración

Estos tipos de ionómeros son materiales de restauración dental que se utilizan ampliamente en odontología debido a sus propiedades únicas y beneficios clínicos (Caso et al., 2021). Se clasifican en varios tipos, cada uno diseñado para cumplir funciones específicas en tratamientos dentales (Caso et al., 2021). En el mercado tenemos varios tipos de ionómero de vidrio.

Cervical Cement	GC América	Auto curable
Chem-fill	De Trey/Dentsply	Auto curable
Chem-fill II Express	De Trey/Dentsply	Auto curable
Ketac Endo Aplicap Endodoncia	ESPE	Auto curable
Fuji II	GC América	Auto curable
Fuji IX GP	GC	Auto curable
Geristore	Dent - Mat	Auto curable
Glastonomer Type II	Shofu	Auto curable
Ionofil	Voco	Auto curable
Ketac Fill	ESPE - Premier	Auto curable
Aqua Ionofil	Voco	Auto curable
Ketac Molar Easymix	3M ESPE	Auto curable

**2.1.7.1. Ketac Molar Easymix (3M ESPE).** Es un IV de alta densidad, su composición comprende: Polvo: Vidrio micronizado Sr, (vidrio de fluorosilicato Al, Ca, La) y pigmento (dióxido de Ti y óxido de aluminio; Líquido: 5% copolímero de ácido acrílico, ácido maleico, agua y ácido tartárico (Caso et al., 2021). La proporción Polvo/líquido es de 4,5g:1ml; el material disponible en el Perú es Ketac Molar Easymix® (3M ESPE) (Caso et al., 2021).

**2.1.7.2. Ionómero Fuji IX GP.** Es un IV restaurador, radiopaco, de uso exclusivo para uso odontológico, según las recomendaciones brindadas (Caso et al., 2021). El material disponible en Perú es Fuji IX GP®, GC, su composición química es: Polvo: Vidrio micronizado de (aluminio-fluoro-silicato); líquido: ácido poliacrílico, agua destilada, ácido carboxílico polibásico; la proporción Polvo/líquido es de 3,6g:1ml (Caso et al., 2021).

**A. Indicaciones generales recomendadas.** El IV se emplea en diversas aplicaciones clínicas, incluyendo la realización de restauraciones de Clase I y II en piezas dentarias temporales, así como en áreas de dientes que están sometidos a fuerzas no significativas, además se emplea como material intermedio en restauraciones y como base en zonas de Clase I y II que requieren mayor resistencia; también es adecuado para la restauración de la superficie radicular y para el tratamiento de cavidades de Clase V, asimismo se utiliza en la reconstrucción de muñones dentarios, proporcionando el soporte estructural necesario antes de la colocación de coronas o prótesis. (Caso et al., 2021).

**B. Contraindicaciones.** Cofias en pulpa dental, sensibilidad de la persona al utilizar el material y si el paciente manifiesta dichas reacciones al utilizar el producto se debe interrumpir el procedimiento (Caso et al., 2021).

**C. Preparación de polvo y líquido.** La formulación estándar del material se basa en una proporción específica de polvo y líquido, establecida en 3,6 gramos de polvo por 1,0 gramo de líquido, lo que equivale aproximadamente a una cucharada rasa de polvo y una gota de líquido, aunque es importante tener en cuenta que esta proporción puede variar ligeramente según las especificaciones del fabricante (Caso et al., 2021). Para asegurar una homogeneización óptima y una administración precisa del material, se recomienda golpear suavemente el preparado con la mano, evitando así movimientos bruscos o inversión del recipiente, lo que podría comprometer la estabilidad y la eficacia del material, se tiene que

mantener en posición vertical el frasco y presionarlo tenuemente, también cerrar ambos frascos después de haber utilizado (Caso et al., 2021).

**D. Técnica de restauración.** La preparación del diente mediante técnicas estándar no exige una retención mecánica amplia. En el caso de cofias para pulpa dental, se debe aplicar un cemento de hidróxido de calcio y, posteriormente, acondicionar las superficies de unión durante 20 segundos utilizando una bolita de algodón, asegurándose de enjuagar adecuadamente con agua, seque suavemente con algodón o una jeringa de aire, obteniendo buenos efectos cuando las superficies parecen húmedas y brillantes. Mezcle la proporción suficiente de ionómero de vidrio durante aproximadamente 2 minutos a 23°C (73.4°F); a mayor temperatura, el tiempo de trabajo disminuirá, después se introduce el cemento en la preparación con una jeringa, evitando burbujas de aire, y envuelva con una matriz si es necesario, después al fraguar, aplique inmediatamente el acondicionador según las instrucciones del fabricante (Mederos et al., 2022).

**E. Acabado.** Finalizando los 5 minutos de la mezcla se puede iniciar con el acabado final, con un spray mediante la técnica standard, a esto aplicamos una capa final de acondicionador, indicando al paciente que no ejerza presión en el periodo de una hora (Mederos et al., 2020).

**F. Conservación.** Almacenar en lugar fresco y oscuro (4-25°C) (39.2-77.0°F). (tiempo: 3 años) con colores A2, A3, A3.5.

## **2.2. Adhesión**

La adhesión implica interacciones moleculares en la interfaz entre materiales, donde los átomos o moléculas de diferentes sustancias se unen mediante fuerzas físicas o químicas (Mederos et al., 2020). Este proceso es fundamental en aplicaciones donde se requiere una unión duradera y efectiva, como en la construcción, la fabricación de productos y,

específicamente en odontología, en la unión de materiales restauradores a las estructuras dentales (Mederos et al., 2020).

### ***2.2.1. Mecanismos de adhesión***

**2.2.1.1 Adhesión química.** Implica la formación de enlaces químicos entre las superficies unidas, lo que puede aumentar significativamente la resistencia de la unión (Brenna et al., 2010).

**2.2.1.2 Interacciones moleculares.** La adhesión puede ser resultado de varios tipos de interacciones, incluyendo las fuerzas de Van der Waals, enlaces iónicos y covalentes, pues estas interacciones determinan la fuerza y durabilidad de la unión entre los materiales (Brenna et al., 2010).

**2.2.1.3 Adhesión mecánica.** Este tipo de adhesión se logra mediante la creación de micro retenciones en la superficie del sustrato, lo que permite que el material se ancle físicamente; en odontología, Esto se logra comúnmente mediante el grabado ácido de las superficies de esmalte y dentina (Brenna et al., 2010).

### ***2.2.2. Principios Generales de adhesión***

Para obtener adhesión, el adhesivo tiene que estar en estrecho contacto con el sustrato. La adhesión depende de una serie de principios generales que son la tensión superficial, pues este es el resultado de la atracción que ejercen los átomos hacia la zona central del material en los líquidos (Brenna et al., 2010). También cuenta con la Energía superficial esto es cuando los átomos y moléculas existe una fuerza de atracción en la superficie de cada estructura; en odontología se considera la energía superficial de las piezas dentarias y la tensión superficial del adhesivo para humedecer los bordes superficiales (Brenna et al., 2010). Por último, el Mojado o humectancia y ángulo de contacto, es la habilidad de un líquido de humectar un material, su función adhesiva depende de la

viscosidad del material, de la heterogeneidad de su superficie para la adhesión y del ángulo de contacto que el adhesivo forma con la estructura (Brenna et al., 2010).

En la adhesión química el adhesivo debe humectarse con la superficie con la finalidad de se mantenga su unión, dicha capacidad logra formar con la superficie un ángulo de contacto que sirve para evaluar la humectancia; si este ángulo es más pequeño, es mayor la humectación y si el ángulo es más grande, la humectancia será disminuida, entonces la adherencia será deficiente (Brenna et al., 2010).

### ***2.2.3. Fuerzas de adhesión a dentina***

La FA a la dentina se refiere a la capacidad de un material restaurador para adherirse a la superficie dentinaria, resistiendo fuerzas mecánicas y evitando el fracaso de la unión, esta fuerza es medida en MPa. y varía según el tipo de sistema adhesivo utilizado (Brenna et al., 2010). De los cuales existen las Fuerzas físicas de adhesión, estas FA de van der Waals son uniones de hidrógeno, que influyen en la adhesión incrementando la resistencia de los adhesivos (Brenna et al., 2010). Y las Fuerzas químicas de adhesión, estas interacciones que permiten la unión entre moléculas de diferentes sustancias cuando entran en contacto. Estas fuerzas son fundamentales en diversos campos y son esenciales para entender cómo se forman las uniones entre materiales en aplicaciones prácticas (Brenna et al., 2010).

### ***2.2.4. Características del adhesivo***

**2.2.4.1 Viscosidad.** Un buen adhesivo debe tener como característica una baja viscosidad, capaz de adecuarse rápidamente y penetrar dentro de las microirregularidades de la superficie (Mederos et al., 2020).

**2.2.4.2 Contracción de polimerización.** El endurecimiento del adhesivo genera contracción, se forman tensiones dentro de la unión que si son grandes causan fracaso prematuro (Mederos et al., 2020).

**2.2.4.3 Espesor del adhesivo.** Esta en relación con la viscosidad. Capas gruesas de los adhesivos dan uniones más frágiles que las capas delgadas, se distribuye mejor la tensión (Mederos et al., 2020).

**2.2.4.4 Tensión superficial.** La tensión en la superficie del adhesivo debe ser igual o inferior que el del sustrato (Mederos et al., 2020).

### **2.3. Adhesión en estructuras dentarias**

Es un proceso fundamental en la odontología moderna, que permite la unión efectiva de materiales restauradores a los tejidos dentales, como el esmalte y la dentina; este proceso es esencial para asegurar la durabilidad y eficacia de las restauraciones, minimizando el riesgo de fallos clínicos (Mederos et al., 2020). La unión a las estructuras dentarias se puede conseguir por estas vías, que es el grabado ácido y enjuague, la formación de puntos de anclaje fuertes en la superficie, mediante procesos micromecánicos y químicos, también en uniones químicas a las estructuras orgánicas e inorgánicas de las piezas dentarias (Mederos et al., 2020).

#### **2.3.1. Adhesión en dentina**

La adhesión a la dentina implica la interacción entre los sistemas adhesivos y el tejido dentario, donde se busca crear una unión efectiva que reduzca el riesgo de microfiltración y la aparición de caries secundarias; la técnica de adhesión se basa en la formación de una capa híbrida, que consiste en una mezcla de colágeno dentinario y resina del adhesivo, esta capa se forma cuando los monómeros del adhesivo penetran en los espacios intersticiales del colágeno expuesto tras el grabado ácido, creando una estructura mixta que mejora la retención del material restaurador (Mederos et al., 2020).

**2.3.1.1. Factores que modifican la adhesión.** De acuerdo a Heyman (1993), la adhesión envuelve los siguientes factores:

**A. Factores dentarios.** La adhesión a la dentina es afectada por factores dentarios como tamaño y forma de la lesión, estructura del esmalte y de la dentina, flexibilidad y localización del diente (Henostroza et al., 2010).

**B. Factores Dentinarios.** Se incluyen aquí aspectos microestructurales de la dentina envuelta en la adhesión, como: capa de desechos, densidad, tamaño y longitud de los túbulos dentinarios, y esclerosis de la dentina, mientras los desechos se crean al preparar la cavidad, los desechos contienen cristales de hidroxiapatita y colágeno parcialmente desnaturalizado que se han desprendido de la dentina fundamental, mide entre 1 y 5 micrones; la capa de desecho actúa reduciendo la sensibilidad postoperatoria según la teoría de hidrodinámica de Brannstrom; este campo es seco y es en esta que se adhieren los primeros adhesivos dentinarios pero esta adhesión es débil (Henostroza et al., 2010).

**C. Factores del paciente.** Son el grado de tensión oclusal y la edad; el paciente con historia de bruxismo u otra oclusión traumática, produce mayores tensiones oclusales sobre el diente y pérdida de las restauraciones (Henostroza et al., 2010).

**D. Factores de los productos comerciales.** La unión a la dentina se ha enfocado sobre el desarrollo de unión química a la estructura del diente (Henostroza et al., 2010).

**E. Factores clínicos.** La adhesión a la superficie de la dentina y del esmalte puede verse afectada por la contaminación de la sangre y saliva, contaminación con la superficie húmeda de la jeringa triple, contaminación con sustancias aceitosas de la pieza de mano y la jeringa triple, superficie arrugada del diente, retenciones mecánicas en la mezcla, presencia de flúor en el diente, uso de flúor después que el material restaurador ha sido colocado, características de los canalículos dentinarios, presencia de placa, cálculos manchas extrínsecas y residuos, deshidratación del diente, constituyente de los IV temporarios (Henostroza et al., 2010).

## **2.4. Dentina**

La dentina es un tejido conjuntivo mineralizado, que se encuentra rodeado por el esmalte y cemento, que se origina en la papila y pulpa dental, mineralizada en su fase madura; Se origina a partir de la ectomesénquima y deriva del mesodermo (Costa et al., 2020).

La dentina desempeña un papel crucial en la protección de la pulpa dental, proporcionando un soporte elástico fundamental para el esmalte, actúa como mediador sensitivo, transmitiendo estímulos de naturaleza química, térmica y táctil a la pulpa provenientes de receptores del plexo nervioso subodontoblástico (Henostroza et al., 2010).

### ***2.4.1. Composición de la dentina***

La dentina está compuesta por 18% de Matriz orgánica (colágeno), 12% de agua, 70% de Matriz Inorgánica (cristales de hidroxiapatita) (Henostroza et al., 2010).

### ***2.4.2. Propiedades físicas de la dentina***

La dureza de la dentina está relacionada con su nivel de mineralización, presentando en dientes permanentes valores que oscilan entre 0,57 y 3 GPa; en cuanto a su elasticidad, esta se debe a la combinación de componentes orgánicos y agua, variando entre 18 y 25 GPa en la escala de Young en dientes permanentes; además la dentina muestra una mayor permeabilidad en comparación con el esmalte, lo que se atribuye a la presencia de túbulos dentinarios que facilitan la permeación a través de dos mecanismos: difusión y presión (Henostroza et al., 2010).

### ***2.4.3. Medición de la Adhesión***

La medición de la adhesión se lleva a cabo mediante ensayos de tracción o cizallamiento, utilizando una máquina universal de ensayos, conforme a las normas ISO establecidas (Henostroza et al., 2010).

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

La Investigación es de diseño Experimental invitro, transversal, prospectivo y analítico.

#### 3.2. Ámbito Temporal y Espacial

Ámbito espacial: Laboratorio privado High Technology Laboratory Certificate (HTL), Lima – Perú, en mayo del año 2022.

#### 3.3. Variables

##### 3.3.1. Variables principales

- Tipo de ionómeros de vidrio.
- Fuerza de adhesión a dentina.

### 3.3.2. Operacionalización de las Variables

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ESCALA</b>	<b>VALOR</b>
<b>Tipo de ionómeros de restauración</b>	Estos tipos de ionómeros de vidrio son materiales de restauración dental que se utilizan ampliamente en odontología debido a sus propiedades únicas y beneficios clínicos.	Se clasifican en varios tipos, cada uno diseñado para cumplir funciones específicas en tratamientos dentales	Grupo A  Grupo B	Nominal	KETAC MOLAR  Easymix  FUJI IX GP
<b>Fuerza de adhesión a dentina</b>	La fuerza de adhesión a la dentina se refiere a la capacidad de un material restaurador para adherirse a la superficie dentinaria, resistiendo fuerzas mecánicas y evitando el fracaso de la unión.	Esta fuerza es medida en MPa. y varía según el tipo de sistema adhesivo utilizado.	Maquina universal	Razón	(0-n) Mpa.

### **3.4. Población y muestra**

#### **3.4.1. Población**

La población estuvo constituida por los dientes premolares que son extraídos por indicación ortodóncica, siguiendo los criterios de inclusión y exclusión.

#### **3.4.2. Muestra**

La investigación se realizó con una muestra de 40 dientes premolares, seleccionados según criterios de inclusión y exclusión, los que fueron distribuidos en dos grupos de 20 dientes para el ionómero GC Fuji IX GP y de 20 piezas para el grupo Ketac Molar Easymix, según las pruebas de adherencia de la norma ISO 4624 (Anexo F).

#### **3.4.3. Criterios de inclusión**

- Premolares humanos recolectados en los tres meses previos al estudio, libre de caries dental.
- Premolares humanos superiores o inferiores extraídos con el propósito de realizar tratamiento ortodóncico.

#### **3.4.4. Criterios de Exclusión**

- Premolares humanos con dentina esclerótica.

### **3.5. Instrumentos**

En la investigación se empleó una ficha de observación que incluyó información sobre número de muestra, tipo de ionómero y datos de la fuerza de adhesión en Mpa. (Anexo B).

Máquina de ensayo universal (Microtensile CMT-5L – LG, Corea) debe trabajar con una T°C de 37.1°C, graduándose a una humedad relativa de 30 %. Para determinar las pruebas de tracción se divide el molde con las placas de metal. Las maquinas universal de ensayo, usualmente llamadas máquinas de prueba de tracción, utilizan sistemas hidráulicos y electromecánicos para realizar ensayos de compresión, tracción, pelado, desgarró, flexión,

fricción, cizallamiento y otras pruebas mecánicas siguiendo las normas establecidas por ISO. El uso de este equipo ayuda a limitar errores en las mediciones, ya que están calibradas correctamente.

### **3.6. Procedimientos**

El presente estudio se llevó a cabo en dientes premolares indicados para exodoncia por tratamiento ortodóntico, siguiendo rigurosamente con los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. Se adquirieron un total de 40 muestras dentarias, las cuales fueron sometidas a un proceso de desinfección. Posteriormente, se sumergieron en suero fisiológico con el objetivo de prevenir la desecación. Las piezas dentarias se dividieron en dos grupos, cada uno compuesto por 20 dientes, correspondientes a los diferentes IV (Fuji IX GP y Ketac Molar Easymix).

#### **3.6.1. Preparación**

Se realizó la sección de cada pieza dentaria mediante cortes horizontales y verticales, utilizando un disco de corte diamantado de baja velocidad. Este procedimiento se llevó a cabo con un micromotor DREMEL® 300 Series, y se reemplazó el disco cada cinco cortes. Como resultado, se obtuvieron muestras de dentina en forma de barra, con dimensiones aproximadas de 1 x 1 x 4 mm, generando una barra por cada pieza dentaria analizada. Se colocó una cinta celuloide con medida de 1 x 1 x 4 mm; para encofrar a la barra de dentina y así colocar los ionómeros de vidrio correspondientes adhiriéndose a la dentina, obteniendo una medida de 1 x 1 x 8mm, para luego ser sometidos en la maquina universal de ensayos (ANEXO C). La colocación del ionómero se realizó de acuerdo a los ionómeros utilizados:

Grupo 1. Se utilizó el IV de restauración GC Fuji IX GP, aplicándolo de acuerdo con las indicaciones del fabricante. En primer lugar, se aplicó un acondicionador (cavity conditioner) durante 10 seg. A continuación, se procedió a mezclar el IV en una proporción de 3,6 g de polvo por 1 ml de líquido, empleando la técnica convencional para llenar los

moldes confeccionados con cinta celuloide. Esto permitió una adecuada adhesión a la dentina. Posteriormente, se asentó el material en la superficie utilizando un atacador, ejerciendo presión para eliminar los excesos. El tiempo de fraguado registrado fue de aproximadamente 4 minutos y medio. Finalmente, se aplicó el líquido GC Fuji Varnish sobre las superficies preparadas durante 15 segundos, utilizando una micro brocha para asegurar una cobertura uniforme (ANEXO C).

Grupo 2. Se llevó a cabo la colocación del IV de restauración Ketac Molar Easymix siguiendo las indicaciones del fabricante. Para eliminar el barrillo dentinario generado durante la preparación cavitaria, se aplicó el acondicionador Ketac Conditioner durante 10 segundos. Posteriormente, se realizó la mezcla del ionómero en una proporción de 4,5 g de polvo por 1 ml de líquido. Este material se colocó en los moldes confeccionados con cinta celuloide, utilizando la técnica convencional para asegurar su adhesión a la dentina. Se asentó el ionómero en la superficie mediante un atacador, eliminando los excesos, y se registró un tiempo de fraguado aproximado de 5 minutos. Tras el fraguado, se aplicó nuevamente el acondicionador Ketac Conditioner durante 15 segundos para optimizar la adherencia química al tejido dental (ANEXO C).

Después de realizar el procedimiento de restauración, se llevó a establecer un proceso fundamental conocido como termociclaje, diseñado para simular las condiciones térmicas a las que están expuestas las restauraciones en la cavidad bucal. Este proceso permite evaluar el comportamiento de los materiales ante variaciones de temperatura. Generalmente, se recomienda realizar el termociclaje tras la colocación de los materiales restaurativos, con el fin de analizar su resistencia a la microfiltración y su adhesión a la estructura dental. Durante el experimento, las muestras fueron sometidas a ciclos térmicos que oscilaron entre 5 °C y 55 °C, manteniendo períodos específicos en cada temperatura. Este enfoque proporciona una evaluación integral del impacto del termociclaje en la durabilidad y efectividad de las

restauraciones dentales. Luego las muestras fueron expuestas con solución salina durante 1 día a temperatura ambiental antes de la prueba de microtracción.

Las pruebas de microtracción se llevaron a cabo en el laboratorio privado High technology Laboratory Certificate (HTL) utilizando una máquina de ensayo universal (Microtensile CMT-5L – LG, Corea) en el software digital Smart Test a una velocidad de cruceta de 0.5 mm/min. Los resultados de resistencia de unión se expresaron Megapascales (Mpa), como se detalla en el (ANEXO D). La fórmula que se realizó para determinar la fuerza de adhesión fue lo siguiente:  $F_a \text{ (Mpa)} = \text{Fuerza (N)} / \text{Área (mm}^2\text{)}$ .

La prueba de fuerza de adhesión se realizó según lo establecido en la norma ISO 9917-1:2007, siguiendo los parámetros de prueba para IV a base de polvo/líquido para cementación permanente, imprimación y restauración.

Una vez obtenidos los resultados de la investigación, se procedió a la recolección de los datos, seguido del procesamiento de la información, así como a la presentación y publicación de los hallazgos. Los datos recolectados fueron codificados y procesados utilizando el software estadístico SPSS v28.0, conforme a los objetivos e hipótesis planteados en el presente estudio. Este enfoque sistemático permitió un análisis riguroso y fundamentado de los resultados obtenidos (ANEXO E).

### **3.7. Análisis de Datos**

Los datos de la fuerza de adhesión en (MPa) de los dos IV fueron importada al software estadístico SPSS v28.0. A continuación, se verificaron los supuestos estadísticos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. En función de los resultados obtenidos, se optó por utilizar la prueba paramétrica T de Student para medidas independientes.

### **3.8. Consideraciones Éticas**

La investigación fue sometida a revisión y aprobación por la autoridad académica correspondiente de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federado Villareal antes de su implementación. Las piezas dentales utilizadas en el estudio fueron donadas por clínicas y consultorios dentales privados, previamente extraídas por motivos ortodónticos y sin relación con la investigación.

#### IV. RESULTADOS

Este estudio se realizó en dientes premolares con dos tipos de IV, con el objetivo de comparar las fuerzas de adhesión de los IV Ketac Molar Easymix y Fuji IX GP, en dentina de piezas premolares in vitro. Los resultados se muestran en las siguientes tablas y gráficos.

**Tabla 1**

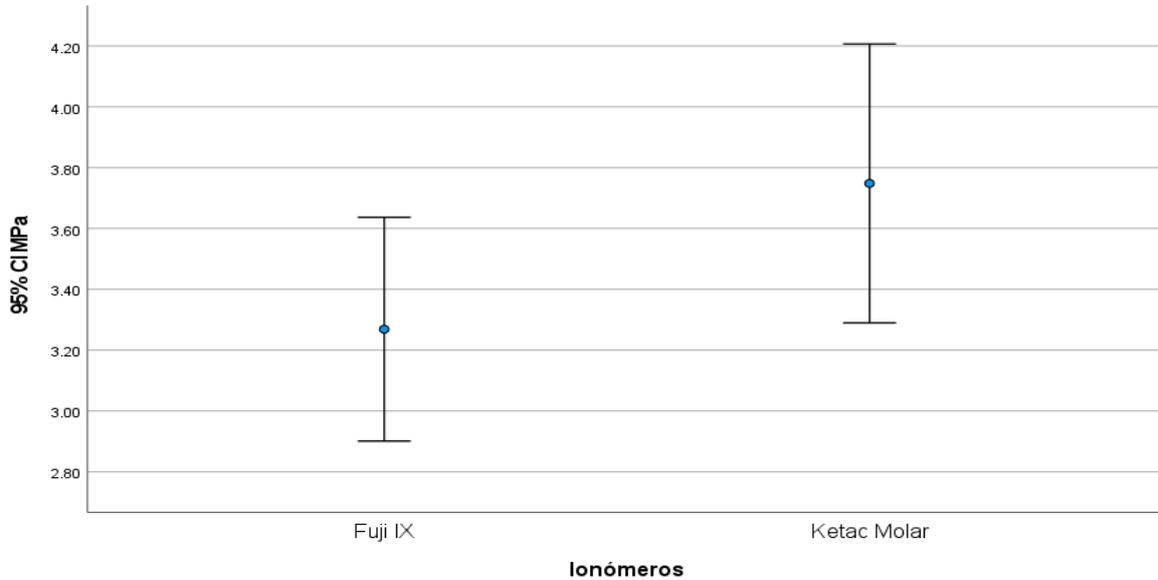
*Valores descriptivos y comparación de la fuerza de adhesión (MPa) entre dos ionómeros de vidrio*

Ionómeros	n	Med	DE	EE	IC 95%		Mín	Máx	p*	p**	t	p**
					LI	LS						
<b>Fuji IX</b>	2	3.27	0.7	0.1	2.9	3.64	2.19	5.31	0.09	0.226	-	0.09
	0		9	8	0				5*	**	1.708	6
<b>Ketac</b>	2	3.75	0.9	0.2	3.2	4.21	2.26	5.78	0.75			
<b>Molar</b>	0		8	2	9				0*			

*Nota.* Al comparar los promedios de la fuerza adhesiva del ionómero GC Fuji IX GP (3,27 MPa. IC 95%: 2,90 – 3,64 MPa) frente al ionómero Ketac Molar Easymix (3,75 MPa. IC 95%: 3,29 – 4,21 MPa), se pudo evidenciar que no hubo diferencias significativas entre ambos ionómeros ( $p = 0,096$ ), por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ).

**Figura 1**

*Valores promedios de la fuerza adhesiva (MPa) de los ionómeros de vidrio GC Fuji IX GP y Ketac Molar Easymix al 95% de confianza*



*Nota:* Tamaño de muestra; DE: Desviación Estándar; EE: Error Estándar de la media; IC 95%: Intervalo de Confianza al 95%; LI: Límite Inferior, Límite Superior; Mín.: Valor mínimo, Máx.: Valor máximo. \*Basado en la prueba de normalidad de Shapiro Wilk ( $p > 0,05$ : distribución normal). \*\*Basado en la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene ( $p > 0,05$  varianzas homogéneas); t: Estadístico de t de Student (\*\*\*)  $p < 0,05$  diferencias significativas).

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El ionómero de vidrio está integrado por componentes principales como la sílice, la alúmina y el fluoruro de calcio. Los componentes mencionados son los responsables de dar resistencia a la estructura, mientras que el fluoruro de calcio desempeña un papel crucial en el proceso de endurecimiento (López et al., 2022). El líquido utilizado en el ionómero de vidrio generalmente consiste en una solución al 47% de copolímero de ácido poliacrílico e itacónico; sin embargo, también existen en el mercado otro tipo de ácidos, como el maleico y el tartárico, estos ácidos pertenecen al grupo carboxilo, lo cual es fundamental, ya que son responsables de la unión química de las partículas de vidrio con el calcio presente en la hidroxiapatita del esmalte y la dentina, componentes esenciales de las piezas dentarias. (López et al., 2022).

Actualmente el IV es ampliamente usado en diversos procedimientos odontológicos como en la técnica TRA (Caso et al., 2021), también es usado como base de las restauraciones dentales (Jiménez et al., 2015), restauraciones clase I, II, V y erosiones cervicales (Caso et al., 2021). La utilidad de ionómero se debe fundamentalmente a que los ionómeros de vidrios son capaces de unirse químicamente al tejido dental, debido al intercambio de iones fosfato y calcio entre al diente y el material, lo cual permite realizar cavidades conservadoras sin necesidad de diseños previos para su retención (López et al., 2022).

Dentro de los resultados del estudio se demuestra que el Ketac Molar Easymix obtuvo una fuerza de adhesión promedio ligeramente mayor de 3,75 Mpa, frente al GC Fuji IX GP que presentó un resultado promedio de 3,27 Mpa, sin embargo no hubo diferencias estadísticas significativas entre ambos ionómeros, los resultados registraron similitud por Ramachandran et al. (2018) quienes encontraron una fuerza de adhesión promedio más alta en el Ketac Molar (3,4 Mpa), a diferencia del Ketac Universal con acondicionador (3,3 Mpa),

el Fuji IX (3,2 Mpa), y el Ketac Universal sin acondicionador (3,02 Mpa). Asimismo, estos resultados son similares a lo reportado por Carvalho et al. (2011) quienes encontraron que el IV Ketac Molar Easymix tuvo la mayor FA media tanto al esmalte como a la dentina en comparación de los IV Fuji IX y Maxxion. Esto probablemente se debe que el Ketac Molar Easymix es una solución de ionómero de vidrio de alta viscosidad, condensable y resistente (3M ESPE); asimismo el aumento en la eficiencia de la adhesión puede atribuirse al efecto de la limpieza por el cual se eliminan los desechos después del acondicionamiento con el ácido poliacrílico, lo cual aumenta la humectabilidad de la superficie de la dentina y mejora el intercambio iónico; estas propiedades son similares a las del ionómero de vidrio Fuji IX, lo cual podría explicar por qué no hubo diferencias estadísticas significativas entre ambos ionómeros (Ramachandran et al., 2018).

Sin embargo, el ionómero de vidrio GC Fuji IX GP presenta algunas ventajas en su composición y manipulación, destacando que contiene partículas de vidrio más pequeñas y requiere una mayor proporción de polvo y líquido (Ramachandran et al., 2018; Caso et al., 2021), lo que permite una mayor densidad y una mejor homogeneización de la mezcla, lo cual contribuye a una manipulación más sencilla y eficiente (Ramachandran et al., 2018): Por otro lado, el tiempo de fraguado del GC Fuji IX GP desde el inicio de la mezcla es ligeramente más corto, (4 min y ½) (Kiyoshi et al., 2021) que el ionómero vidrio Ketac molar Easymix (5 min) (Tyas et al., 2000), esto disminuye el tiempo de acabado, lo que se traduce en un menor tiempo de trabajo (Yap et al., 2003). Asimismo, es importante destacar que si bien es cierto no hubo diferencias estadísticamente significativas respecto a las fuerzas de adhesión, sin embargo, otros estudios señalan que el GC Fuji IX GP, presenta mejor resistencia a la compresión y tracción vertical tal como el estudio de Caso et al. (2021) esto podría deberse a que el GC Fuji IX GP tiene tiempo de fraguado más corto a comparación del Ketac Molar Easymix lo cual puede dar como resultado mejores características mecánicas,

buena resistencia al desgaste y a las fuerzas masticatorias en un tiempo más corto (Yap et al., 2003).

El presente estudio es importante porque contribuye el aumento a la evidencia científica y permite contrastar estos resultados con lo de otros autores y generar un nuevo conocimiento sobre la fuerza de adhesión de IV GC Fuji IX GP y Ketac Molar Easymix. La fuerza de adhesión de los ionómeros es fundamental para su eficacia en restauraciones dentales ya que esta adhesión no solo garantiza la estabilidad y durabilidad de las restauraciones, sino que también previene la formación de caries dental secundaria al sellar las interfaces entre el material y la estructura dental (Ramachandran et al., 2018). Además, una buena adhesión crea una barrera que alivia la hipersensibilidad dentinal, protegiendo la dentina expuesta de estímulos dolorosos (Ramachandran et al., 2018). Por lo tanto, estos hallazgos basados en evidencia ayudaran al odontólogo a decidir la mejor alternativa para escoger el tipo de ionómero idóneo para una adecuada restauración y mayor longevidad de la misma.

Dentro de las limitaciones de este estudio, se reconoce que estos resultados deben tomarse con cautela porque, al ser un diseño de estudio in vitro, no pueden extrapolarse de forma fiable a la práctica clínica, por lo que se deben realizar estudios clínicos que evalúen la resistencia adhesiva de varios tipos y marcas de ionómeros puesto que se debe tener en cuenta que, en una situación clínica, los cambios de temperatura, la presencia de saliva, enzimas y cambios de pH podrían afectar las propiedades de los compuestos de ionómero con el tiempo. Asimismo, otra limitación del presente estudio fue que se trabajó solo con dos tipos de ionómeros de vidrio, por lo tanto, sería importante conocer el comportamiento de estos y otros tipos de ionómeros en estudios clínicos para obtener resultados más específicos. Además, otra limitación fue que solamente se utilizó la maquina universal de ensayos, sin embargo, sería necesario utilizar un microscopio electrónico de barrido para poder obtener

imágenes de gran resolución que permita la observación y caracterización de los IV entregando información morfológica del material.

De acuerdo a los resultados de la investigación y debido a que no hubo diferencias significativas entre el IV GC Fuji IX GP en comparación del IV Ketac molar Easymix se recomienda realizar estudios clínicos con estos ionómeros, de tal manera que se pueda comprobar la eficacia de cada uno de ellos. Además, se deben realizar estudios con otros tipos y marcas de ionómeros para evaluar la eficacia en la adhesión, con el fin de generalizar los resultados bajo inferencia estadística.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1. La fuerza de adhesión del IV GC Fuji IX GP fue de 3,27 (Mpa).
- 6.2. La fuerza de adhesión del IV Ketac Molar Easymix fue de 3,75 (Mpa).
- 6.3. No hubo diferencias significativas entre el ionómero de vidrio GC Fuji IX GP y Ketac Molar Easymix.

## VII. RECOMENDACIONES

7.1. Se recomienda realizar estudios clínicos exhaustivos con los ionómeros de vidrio para evaluar la eficacia de cada uno de ellos en diferentes contextos clínicos. Estos estudios no solo deben centrarse en un tipo específico de ionómero, sino que también es crucial incluir diversas marcas y formulaciones para conseguir una visión más eficiente de su rendimiento. La comparación entre diferentes tipos de ionómeros permitirá identificar las características que mejor se acomoden a las necesidades clínicas y a las expectativas del paciente.

7.2. Además, es fundamental llevar a cabo investigaciones que utilicen métodos estadísticos robustos para generalizar los resultados. La inferencia estadística facilitará una base sólida para determinar la eficacia de los ionómeros en términos de adhesión, durabilidad y resistencia a la microfiltración. Esto es especialmente relevante en odontología, donde la longevidad de las restauraciones y la prevención de caries secundarias son prioridades.

7.3. Implementando de estudios clínicos controlados y aleatorizados contribuirá a establecer pautas basadas en evidencia para el uso de ionómeros de vidrio en diversas aplicaciones odontológicas. Al comprender mejor el comportamiento clínico de estos materiales, se podrá optimizar su uso y mejorar los resultados en el tratamiento dental, beneficiando tanto a los profesionales como a los pacientes.

## VIII. REFERENCIAS

- Aguilar, A., Granja, G. y Andrade, W. (2023). Resistencia adhesiva a la tracción: comparación entre cemento de resina modificado con vidrio y cemento resinoso dual autoadhesivo en endopostes de fibra de vidrio en premolares humanos. *Revista científica FIPCAEC*, 8(3), 80-93. <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v8i3.854>
- Basurto, K. y Barragan, N. (2016). Comparación de la microfiltración del Ketac Molar e Ionofil Molar con centrix y espátula TRA. *Ces Odontología*, 29(2), 5-11. <https://doi.org/10.21615/cesodon.29.2.1>
- Blanco, S., Frias, S., Taron, A., Bustillo, J.M. y Caballero, A. (junio2017). Resistencia a la compresión del ionómero de vidrio y de la dentina compuesta. Estudio in vitro. *Revista odontológica mexicana Órgano Oficial de la Facultad de Odontología UNAM*, 21(2), 109-113. <https://doi.org/10.1016/j.rodMex.2017.05.006>
- Brenna, F. (2010). *Odontología Restauradora*. Ed. Elsevier Masson. <https://bit.ly/4hedXWD>
- Carvalho, T., Amerongen, W., De Gee, A., Bonecker, M. y Correia, F. (mayo 2011). Shear bond strengths of three glass ionomer cements to enamel and dentine. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 16(3), 406-10. <http://dx.doi.org/doi:10.4317/medoral.16.e406>
- Caso, R. Campos, K. (05 de octubre del 2021). Propiedades y aplicación Clínica de los ionómeros de vidrio de alta densidad disponibles en Lima-Perú. *Odontol. Sanmarquina*, 24(4), 351-6. <https://doi.org/10.15381/os.v24i4.19854>
- Cosío, H., García, G. y Lazo, L. (2020). Sorción de humedad y resistencia a la disolución acida de dos ionómeros de vidrio de restauración: estudio in vitro. *Odontología Vital*, 2(33), 49-56. <https://doi.org/10.59334/ROV.v2i33.401>
- Costa, R. (Ed.). (2020). *Operatoria dental: Nociones para el aprendizaje*. Editorial de la Universidad Nacional de la Plata. <https://doi.org/10.35537/10915/97543>

- Covan, J. (2019). *Biomateriales Dentales. Para una Odontología Restauradora Exitosa.* (3<sup>o</sup> ed.). Amolca. [https://amolca.com.pe/uploads/libros/638/brochure\\_x8iLGJJW5R.pdf](https://amolca.com.pe/uploads/libros/638/brochure_x8iLGJJW5R.pdf)
- Chávez Romero, T. y Mantilla Torres, S. (2016). Comparación de la fuerza de adhesión entre el ionómero de vidrio y la resina compuesta, con y sin grabado ácido. *Revista Odontoinvestigación*, 2 (1), 18-33. <https://doi.org/10.18272/oi.v2i1.287>
- Mederos, M., De León, E., Kreiner, M. y Grazioli, G. (2022). Estudio de las propiedades de un nuevo ionómero de vidrio de alta densidad. *Odontoestomatología*, 24(1), 1-2. <https://doi.org/10.22592/ode2022nesp1e531>
- Moreno, R., Saavedra, D., Limón, E., Guerrero, J. y Maya, A. (23 de noviembre de 2022). Comparación de la fuerza de adhesión a dentina de cementos de autograbado vs grabado total. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 79(1), 20-27. <https://doi.org/10.35366/103814>
- Delgado Muñoz, C.R., Ramirez Ortega, J.P. y Yamamoto Nagano, A. (2014). Liberación de fluoruro de dos cementos de ionómero de vidrio: estudio in vitro. *Revista Odontológica Mexicana*, 18 (2), 84-88. [https://doi.org/10.1016/S1870-199X\(14\)72056-7](https://doi.org/10.1016/S1870-199X(14)72056-7)
- Dionisopoulos, D. y Koliniotou-Koumpia, E. (04 de abril de 2014). Evaluación mediante SEM de la adaptación interna de bases y revestimientos bajo restauraciones compuestas. *Dentistry journal*, 2(2), 52-64. <https://doi.org/10.3390/dj2020052>
- Dixon, C. (Ed.). (2016). *Materiales dentales aplicaciones clínicas.* Manual moderno. <https://es.scribd.com/document/612567426/Materiales-Dentales-Aplicaciones-Cilnicas>
- François, P., Greenwall, J., Le Goff, S., Ruscassier, N., Attal JP. Y Dursun, E. (02 de setiembre de 2020). Resistencia de unión al corte y análisis interfacial de cemento de ionómero de vidrio de alta viscosidad adherido a dentina con protocolos que incluyen

- fluoruro de diamina de plata. *Journal Of Oral Science*, 62(4), 444-448.  
<https://doi.org/10.2334/josnusd.20-0065>
- Henostroza, G. (2010). *Adhesión en odontología restauradora. (1° ed.)*. Maio.  
<https://es.scribd.com/document/360686464/Adhesion-en-Odontologia-Restauradora-Gilberto-Henostroza>
- Hernández, J. (2004). Practical aspects in dentinal adhesión. *Avances en odontoestomatología*, 20(1), 19-32. <https://doi.org/10.4321/s0213-12852004000100003>
- Jiménez, A. y Yamamoto, A. (2015). Valoración de la microfiltración del ionómero de vidrio mejorado con o sin uso de acondicionador. *Revista odontológica mexicana Órgano Oficial de la Facultad de Odontología UNAM*, 19(3), 170-173.  
<https://doi.org/10.1016/j.rodex.2015.07.003>
- Khoroushi, M. y Keshani, F. (2013). Una revisión de los IV: del IV convencional al IV bioactivo. *Pubmed central*, 10(4), 411-20. <https://doi.org/10.3390/jfb7030016>
- Lafuente, D., Carvajal, M. y Ferreto, I. (2012). Adhesión de resina compuesta a ionómeros de vidrio con nano-relleno. *Rev ADM*, 69(6), 277-281.  
<https://doi.org/10.18272/oi.v2i1.287>
- Lafuente, D., Romero, P. y Lachner, E. (2011). Influencia de acondicionador dentinal en la fuerza de adhesión de ionómeros de vidrio para restauraciones. *Odovtos – Revista internacional de Ciencias Odontológicas*, 20(13), 3-5.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2020.102748>
- López, A. (2022). Cemento de ionómero de vidrio, propiedades, clasificación y usos en la odontología restauradora: Revisión de literatura. En R. Scougall (Ed.), *Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología* (pp. 5-15).  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK582145/>

- Limpi, P. (2021). *Comparacion in vitro de la resistencia adhesiva microtraccional de la unión Resina-Dentina usando dos sistemas adhesivos*. [Tesis de pregrado Universidad Privada San Juan Bautista]. Repositorio Institucional UPSB. <https://repositorio.upsjb.edu.pe/item/7eb3a9ef-c118-469f-8093-2a02bd49044f>
- Patel, A., Dalal, D., Lakade, L., Shah, P.; Caudhary, S. y Lodaya, R. (junio 2022). Comparative evaluation of compressive strength and diametral tensile strength of Conventional Glass Ionomer Cement and a Glass Hybrid Glass Ionomer Cement. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 15(4), 398-401. <https://www.ijcpd.com/doi/pdf/10.5005/jp-journals-10005-2407>
- Ramachandran, A., Lekshmi, J., Pillai, R., Varghese, N., Salim, A. y Sujathan, U. (2018). Efecto del acondicionamiento sobre la adhesión de los cementos de ionómero de vidrio a la dentina. *Conservative Dentistry And Endodontic Journal*, 3(1), 6-10. <https://www.cdejourn.com/doi/CDEJ/pdf/10.5005/jp-journals-10048-0031>
- Shen, Ch. (Ed.). (2022). *Ciencia de los materiales dentales*. (13° ed.). Elsevier. [bit.ly/4hzft5d](https://bit.ly/4hzft5d)
- Tambara, T., De Oliveira, R. y Botton, G. (16 de agosto de 2019). ¿La aplicación previa de fluoruro de diamina de plata influye en la fuerza de adhesión de los sistemas adhesivos y de cemento de ionómero de vidrio a la dentina? Revisión sistemática y meta-análisis. *International Journal Of Paediatric Dentistry*, 30(1), 85-95. <https://doi.org/10.1111/ipd.12571>
- Techa, CH. y Sakoolna, R. (setiembre 2021). El efecto de la edad de la dentina sobre la Resistencia de adhesión al microcizallamiento y la microfiltración de los cementos de ionómero de vidrio. *Gerodontology*, 38(3), 259-266. <https://doi.org/10.1111/ger.12520>
- Tessore, R., Silveira, C., Vásquez, P., Mederos, M., García, A., Cuevas, C. y Grazioli, G. (2020). Evaluación de la resistencia de unión a dentina humana de un sistema

adhesivo universal con clorhexidina utilizado en modo de grabado total y autocondicionante. *Odontoestomatologia*, 22(35), 20-29.

<https://doi.org/10.22592/ode2020n35a4>

Velásquez, C. (2021). *Evaluación in vitro de la fuerza de adhesión de un sistema adhesivo convencional en dientes post aclarados en consultorio en diferentes intervalos de tiempo*. [Tesis de pregrado Universidad científica del sur]. Repositorio Institucional UCS. <https://doi.org/10.21142/tl.2024.3795>

Yesilyurt, C., Bulucu, B., Sezen, O., Bulut, G. y Celik, D. (2008). Fuerzas de unión de dos cementos de ionómero de vidrio convencionales irradiados y dentina no irradiada. *Dental Materials Journal*, 27(5), 695-701. <https://doi.org/10.4012/dmj.27.695>

Yildirim, T., Yesilyurt, C., Tasdemir, T. y Kusgoz, A. (2009). Resistencia de adhesión al corte de cementos de ionómero de vidrio convencionales unidos a agregados de trióxido. *Journal Of Endodontics*, 35(10), 1381-1383. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.06.003>

## IX. ANEXOS

## 9.1 Anexo A

## 9.1.1 Matriz de consistência

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	METODOLOGÍA
¿Cuál es la diferencia de las fuerzas de adhesión de los ionómeros de vidrio Ketac Molar y Fuji IX, en dentina de piezas premolares in vitro?	Comparar las fuerzas de adhesión de los ionómeros de vidrio Ketac Molar y Fuji IX, en dentina de piezas premolares in vitro.	Existen diferencias entre la fuerza de adhesión del ionómero de vidrio Ketac Molar y Fuji IX, en dentina de piezas premolares in vitro.	<p><b>Tipo:</b> Experimental in vitro, transversal, analítico y prospectivo.</p> <p><b>Método:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Población:</b> constituida por dientes premolares obtenidos previa exodoncia con indicación por motivo quirúrgico u ortodoncia.</p> <p><b>Muestra:</b> Se seleccionó de acuerdo a criterios de inclusión, 40 dientes premolares humanos, dividida en dos grupos de 20 cada uno.</p> <p><b>Técnica: Observación</b></p> <p>Instrumento: Ficha de observación.</p> <p>Máquina Universal de Ensayos</p> <p><b>Análisis de datos:</b> Se empleó la prueba estadística de T de student, para muestras independientes.</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
<p>1. ¿Cuál será la fuerza de adhesión del ionómero de vidrio Fuji IX, en dentina de piezas premolares in vitro?</p> <p>2. ¿Cuál será la fuerza de adhesión del ionómero Ketac Molar, en dentina de piezas premolares in vitro?</p>	<p>1.- Determinar la fuerza de adhesión del ionómero de vidrio Fuji IX, en dentina de piezas premolares in vitro.</p> <p>2.- Determinar la fuerza de adhesión del ionómero de vidrio Ketac Molar, en dentina de piezas premolares in vitro.</p>		

## 9.2 Anexo B

### 9.2.1 Ficha de Recolección de Datos

COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE DOS IONÓMEROS DE VIDRIO (FUJI IX GP Y KETAC MOLAR EASYMIX) EN DENTINA DE DIENTES PREMOLARES IN VITRO.

#### INSTRUCCIONES

##### A) DATOS GENERALES:

Nº de muestra	
Tipo de ionómero	
Fuerza de adhesión en Mpa.	

##### B) DATOS ESPECÍFICOS: Marque SI o NO y especifique si es necesario.

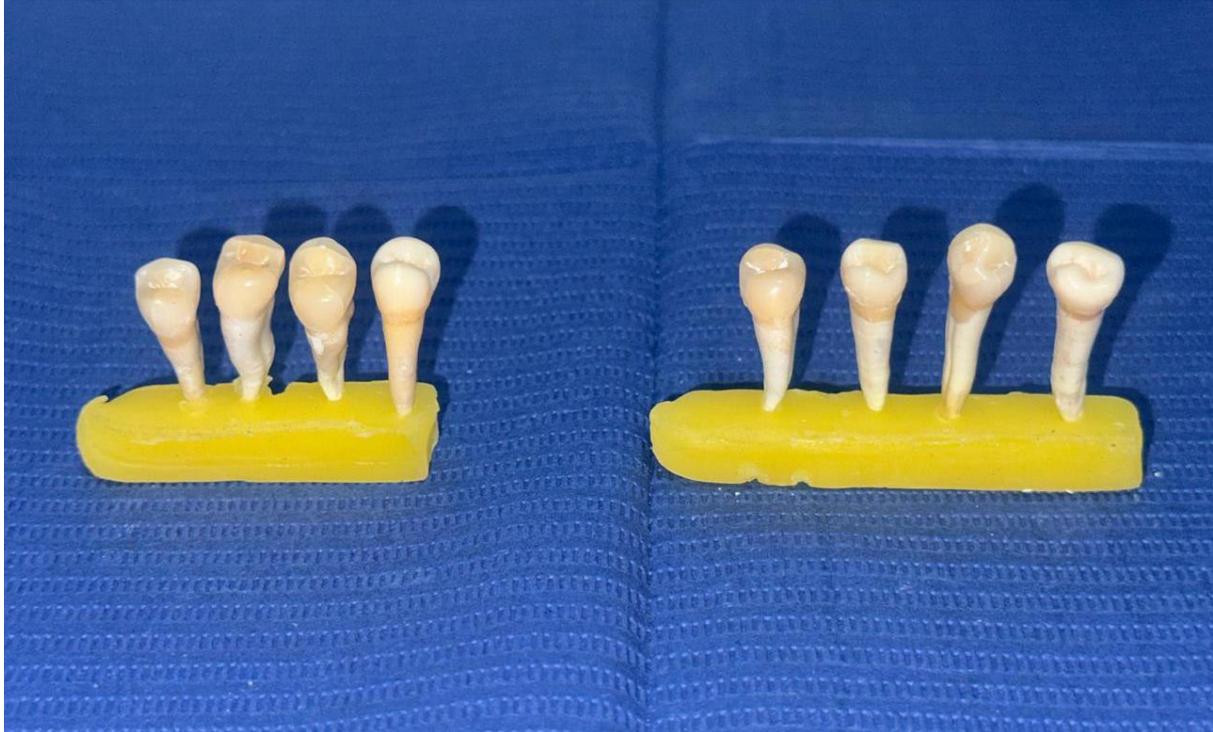
**Fuerza de adhesión:** Coloque en donde corresponda (Mpa).

Ionómero GC FUJI IX GP	
Ionómero Ketac Molar Easymix	

### 9.3 Anexo C

#### 9.3.1 Imágenes del procedimiento

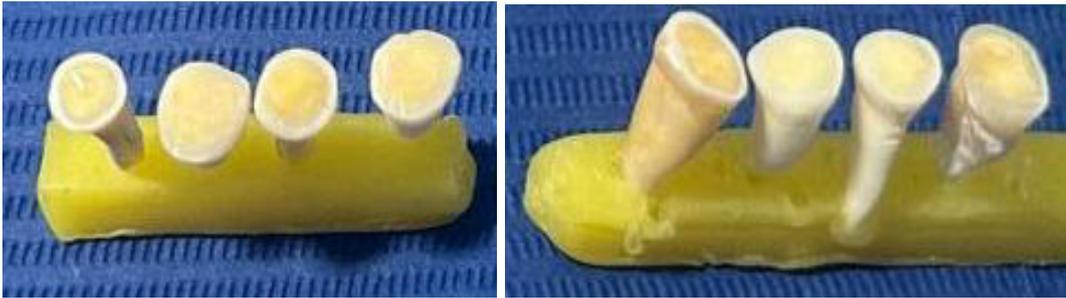
*C1: Presentación de las piezas dentarias en sus respectivos grupos*



*C2: Corte transversal de la pieza dentaria.*



*C3: piezas dentarias preparadas para su futura colocación con sus respectivos ionómeros GC Fuji IX GP y Ketac Molar Easymix.*



*C4: Presentación del ionómero de vidrio Ketac Molar Easymix.*



*C5: Presentación del ionómero de vidrio GC Fuji IX GP.*



*C6: Colocación del acondicionador para el ionómero Fuji IX GC y Ketac Molar Easymix según indicación del fabricante.*



*C7: Preparación del ionómero GC Fuji IX GP polvo y líquido con la proporción de 3.6 gr/1.0 ml; según indicación del fabricante.*



*C8: Preparación del ionómero Ketac Molar Easymix polvo y líquido con la proporción de 4.5 gr/ 1 ml.*



*C9: Se fabrica una matriz de forma cuadrada, de cinta celuloide.*



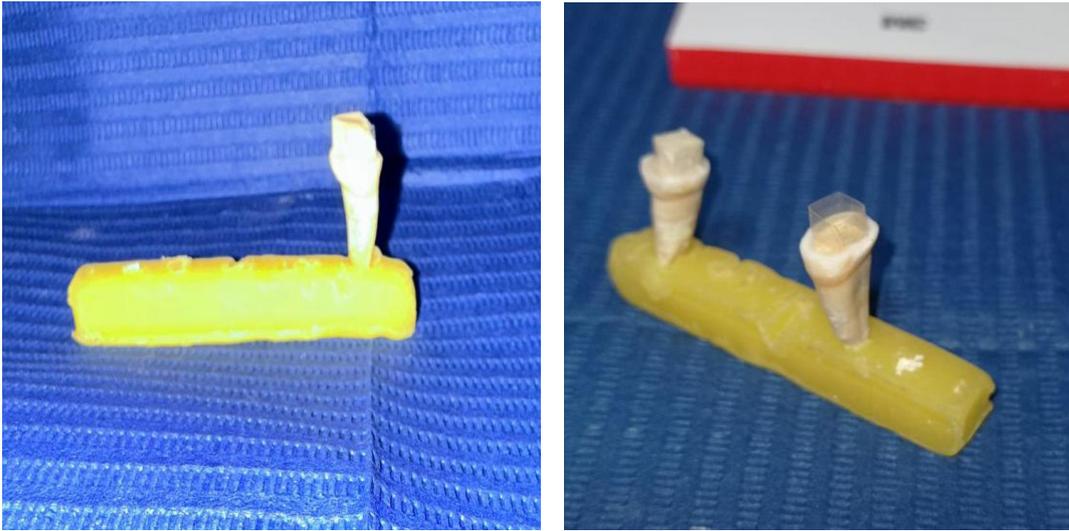
*C10: Colocación del ionómero de vidrio GC Fuji IX GP.*



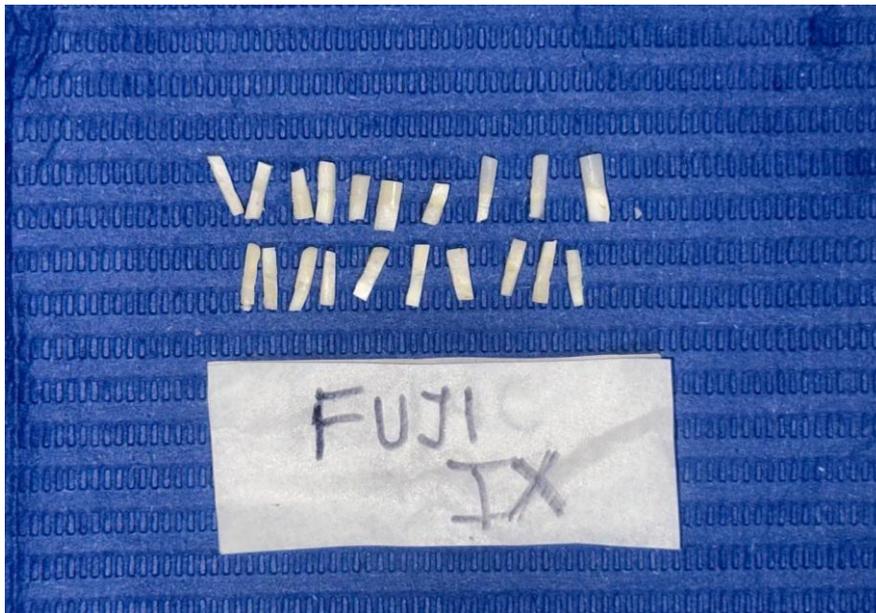
*C11: Colocación del ionómero de vidrio Ketac Molar Easymix.*



*C12: Llenado en la cinta matriz hasta la superficie de ambos ionómeros GC Fuji IX GP y Ketac Molar Easymix.*



*C13: 20 muestras preparadas de ionómero GC Fuji IX GP para realizar la fuerza de tracción en la maquina universal de ensayos.*



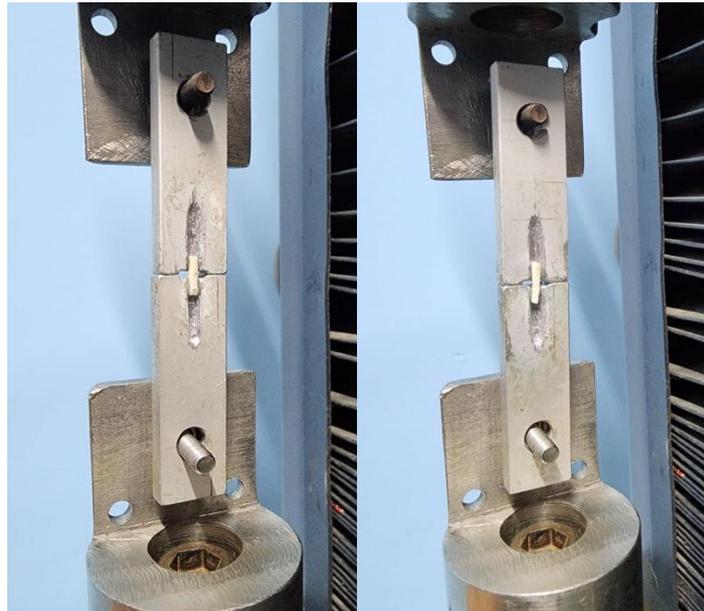
*C14: 20 muestras preparadas de ionómero Ketac Molar Easymix para realizar la fuerza de microtracción en la maquina universal de ensayos.*



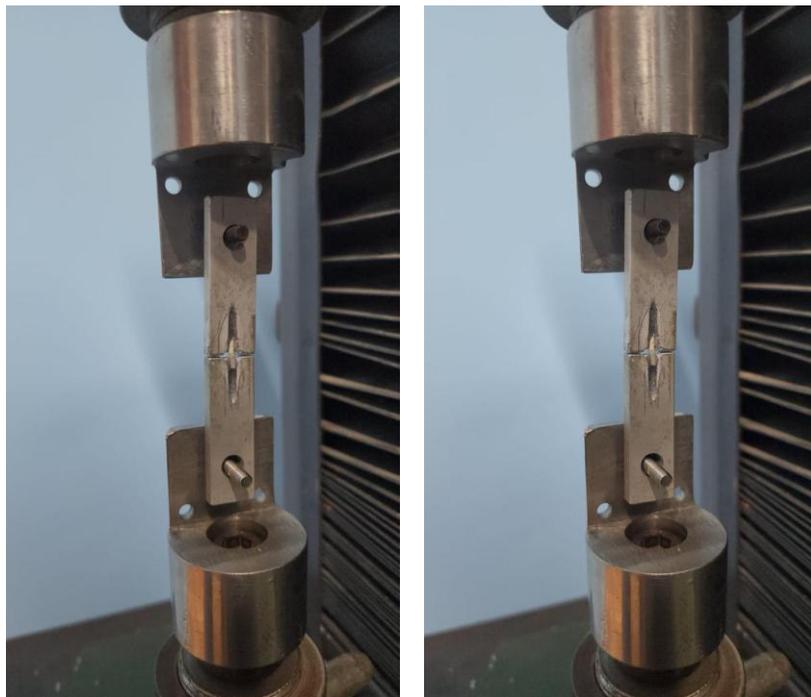
*C15: Muestras respectivas del ionómero GC Fuji IX GP y Ketac Molar Easymix, preparadas para pasar por la máquina universal de ensayos.*



*C16: Realizando la microtracción de cada muestra, en la maquina universal de ensayos del GC Fuji IX GP.*



*C17: Realizando la microtracción de cada muestra, en la maquina universal de ensayos del Ketac Molar Easymix.*



*C18: Muestras después de la ejecución en la maquina universal de ensayos.*



## 9.4 Anexo D

## 9.4.1 Resultados del Laboratorio "High Technology Laboratory Certificate S.A.C"



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES  
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-068-2022	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	27-05-2022
<b>ENSAYO DE MICROTRACCIÓN EN MUESTRAS DE DIENTES ADHERIDOS CON IONÓMERO</b>				
<b>1. DATOS DE LOS TESISITAS</b>				
Nombre de tesis	"COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE DOS IONÓMEROS DE VIDRIO (FUJI IX Y KETAC MOLAR) EN DENTINA DE DIENTES PREMOLARES IN VITRO"			
Nombres y Apellidos	Edwin Alexanders Ramirez Ruiz			
Dni	47946038			
Dirección	Mz A Lt 28 Urb Luis Lobato Medina - San Martín de Porres -Lima			
<b>2. EQUIPOS UTILIZADOS</b>				
<b>Instrumento</b>	<b>Marca</b>	<b>Aproximación</b>	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.	
Máquina de Ensayos Mecánicos	LG CMT- 5L	0.001N		
Vernier Digital	Mitutoyo - 200 mm	0.01mm		
<b>3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>				
Muestras de dientes adheridos con Ionómero	Cantidad	: Cuarenta (40) muestras		HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	: Dientes adheridos con Ionómeros		
	Grupo 1	: Ionómero de restauración FUJI IX GP : Marca: GC CORPORATION		
	Grupo 2	: Ionómero de restauración KETAC : MOLAR (Easymix) : Marca: 3M ESPE		
<b>4. RECEPCION DE MUESTRAS</b>				
Fecha de recepción de muestras	27 de Mayo del 2022			El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.
Fecha de Ensayo	27 de Mayo del 2022			
Lugar de Ensayo	Calle Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.			
<b>5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO</b>				
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:				
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CAPITULO/NUMERAL</b>		
PD ISO/TS 11405:2015	Dentistry — Testing of adhesion to tooth structure	---		
<b>6. CONDICIONES DE ENSAYO</b>				
	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>		
Temperatura	21.1 °C	21.3 °C		
Humedad Relativa	59.0 %HR	59 %HR		

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

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

+51 997 123 584 // 949 059 602

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

www.ensayoshtl.pe

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-068-2022	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	27-05-2022
<b>7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE MICROTRACCIÓN</b>				
<b>Grupo 1: Inonúmero de restauración FUJI IX</b>				
Muestra	Área promedio (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Tracción (Mpa)	
1	2.01	6.61	3.29	
2	2.10	6.89	3.28	
3	1.38	3.03	2.19	
4	1.15	2.82	2.44	
5	1.58	5.10	3.22	
6	2.18	7.76	3.57	
7	1.35	5.28	3.92	
8	1.27	2.80	2.21	
9	1.49	5.49	3.69	
10	2.36	6.02	2.55	
11	1.52	5.63	3.70	
12	1.29	6.84	5.31	
13	2.30	7.85	3.42	
14	1.83	6.48	3.55	
15	1.83	7.52	4.11	
16	1.40	8.01	5.72	
17	2.95	6.98	2.36	
18	3.02	7.14	2.36	
19	1.74	6.54	3.76	
20	1.88	5.12	2.73	
<b>Grupo 2: Inonúmero de restauración KETAC MOLAR</b>				
Muestra	Área promedio (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Tracción (Mpa)	
1	1.23	3.56	2.89	
2	1.32	5.00	3.78	
3	1.40	4.28	3.05	
4	1.83	5.56	3.04	
5	1.40	3.36	2.39	
6	1.66	5.18	3.12	
7	1.46	3.34	2.29	
8	1.64	9.47	5.78	
9	1.59	7.13	4.48	
10	1.56	6.21	3.98	
11	1.43	4.59	3.20	
12	2.21	5.01	2.26	
13	1.45	6.95	4.80	
14	1.79	7.52	4.21	
15	1.41	6.48	4.59	
16	2.00	6.91	3.45	
17	1.35	5.63	4.19	
18	1.31	5.87	4.48	
19	1.58	6.01	3.81	
20	1.36	7.02	5.18	



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

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

 +51 997 123 584 // 949 059 602

 ventas@ensayoshti.pe // ingenieria@ensayoshti.pe

 www.ensayoshti.pe



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES  
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 3 de 3

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-068-2022	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	27-05-2022
  <b>ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN</b> CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio	 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE			
El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.				
<b>FIN DEL DOCUMENTO</b>				

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

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

 +51 997 123 584 // 949 059 602

 [ventas@ensayoshti.pe](mailto:ventas@ensayoshti.pe) // [ingenieria@ensayoshti.pe](mailto:ingenieria@ensayoshti.pe)

 [www.ensayoshti.pe](http://www.ensayoshti.pe)

## 9.5 Anexo E

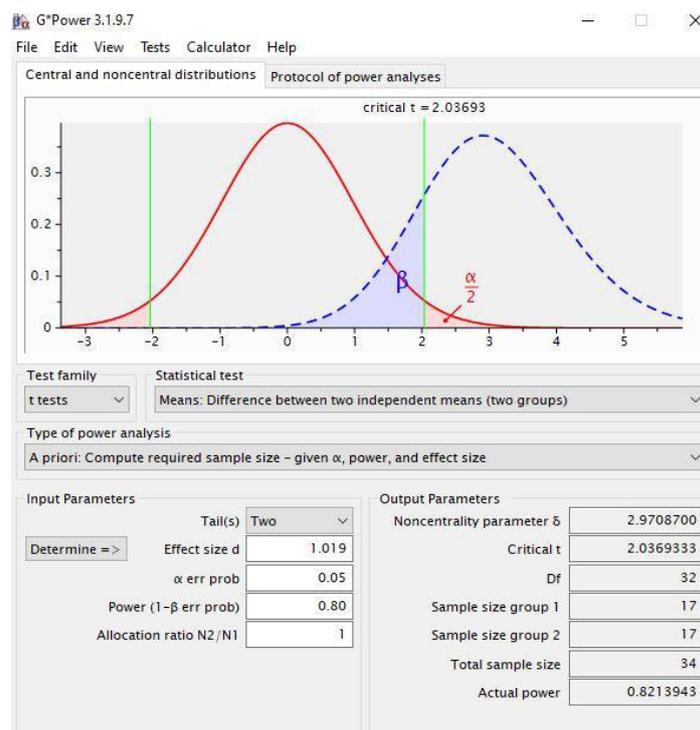
### 9.5.1 Prueba Piloto

Estudio Piloto para el cálculo de tamaño de muestra mínimo.

<b>Grupo 1: Ionómero GC FUJI IX GP</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Área promedio (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Fuerza máxima (N)</b>	<b>Esfuerzo Tracción (Mpa)</b>
1	1.15	2.82	2.44
2	2.18	7.76	3.57
3	1.35	5.28	3.92
4	1.49	5.49	3.69
5	2.36	6.02	2.55

<b>Grupo 2: Ionómero Ketac Molar Easymix</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Área promedio (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Fuerza máxima (N)</b>	<b>Esfuerzo Tracción (Mpa)</b>
1	1.23	3.56	2.89
2	1.4	4.28	3.05
3	1.83	5.56	3.04
4	1.4	3.36	2.39
5	1.46	3.34	2.29

Cálculo de Tamaño de Muestra en base a los datos del estudio piloto



## 9.6 Anexo F

### 9.6.1 Analisis Complementario

#### Cálculo de la muestra

Para una población conocida se aplicó la siguiente fórmula:

En este muestreo aleatorio simple, se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = 2 \left[ \frac{(Z_1 + Z_2)S}{(\mu_1 - \mu_2)} \right]^2$$

Donde:

n = La muestra

Z<sub>1</sub> = Nivel de confianza al 95 % (1.96)

Z<sub>2</sub> = Nivel de confianza al 80% (0.84)

S = Desviación estándar

μ<sub>1</sub> = Media del primer grupo

μ<sub>2</sub> = Media del segundo grupo

El resultado de la muestra es el siguiente:

$$n = 2 \left[ \frac{(1,96 + 0,84)45,6}{(28,81 - 0,41)} \right]^2 = 40,32$$