

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA



TESIS

“EFECTO DEL TRATAMIENTO PREVIO DE LA SUPERFICIE DEL
ESMALTE Y DENTINA CON HIPOCLORITO DE SODIO, CLORHEXIDINA
AL 2%, EDTA Y SOLUCIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA SOBRE
LA CAPACIDAD DE UNIÓN DE UN CEMENTO RESINOSO
AUTOADHESIVO. TACNA, 2020”.

Presentado por:

Bach. Wilson Zacarias Choque Apaza

Asesor:

Mg. Esp. Marco Antonio Sánchez Tito

Tesis para optar el título profesional de:

Cirujano Dentista

TACNA – PERÚ

2021

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento especial al Dr. Marco Sánchez por el tiempo dedicado para la elaboración y seguimiento del presente trabajo.

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado para mis padres, por la motivación a seguir adelante en conseguir mis metas y logros.

Gracias por confiar en mí.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I.....	11
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	11
1.1 Fundamentación del problema	11
1.2 Formulación del problema	13
1.3 Objetivo de la investigación.....	13
1.3.1 Objetivo general	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
1.4 Justificación.....	14
1.5 Definición de términos	15
CAPÍTULO II	16
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Antecedentes de la investigación	16
2.2 Marco teórico	23
2.2.1 Cemento resinoso	23
2.2.2 Cementos autoadhesivos	24
2.2.2.1 Cemento autoadhesivo RelyX U200	24
2.2.2.1.1 Descripción	24
2.2.2.1.2 Ventajas.....	25
2.2.2.1.3 Indicaciones	25
2.2.3 Acondicionadores de la superficie dentaria.....	26
2.2.3.1 Hipoclorito de sodio	26
2.2.3.2 Clorhexidina	26
2.2.3.3 EDTA	27
2.2.3.4 Nanopartículas de plata	27
2.2.4 Tejidos dentarios	28
2.2.4.1 Esmalte	28

2.2.4.2 Dentina	29
2.2.5 Máquina universal de ensayos.....	30
2.2.6 Estereomicroscopio	31
CAPÍTULO III	33
HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES	33
3.1 Hipótesis.....	33
3.2 Operacionalización de las variables	33
CAPÍTULO IV.....	35
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	35
4.1 Diseño de la Investigación	35
4.1.1 Diseño.....	35
4.1.2 Tipo de investigación	35
4.2 Ámbito de estudio	36
4.3 Muestra y Unidad de Estudio.....	36
4.3.1 Criterios e inclusión	36
4.3.2 Criterios de exclusión.....	37
4.4 Procedimientos y Métodos.....	37
4.4.1 Almacenamiento de piezas dentarias	37
4.4.2 Preparación de las piezas dentarias	37
4.4.3 Pulido de las superficies dentarias.....	38
4.4.4 Confección de base de acrílico.....	38
4.4.5 Distribución de las muestras	38
4.4.6 Confección de cilindros de resina	38
4.4.7 Acondicionamiento previo de las superficies de esmalte y dentina ..	39
4.4.8 Procedimiento de adhesión.....	39
4.4.9 Prueba de resistencia al micro cizallamiento	40
4.4.10 Análisis del tipo de fractura en estereomicroscopio.....	40
4.5 Instrumento de recolección de datos	41

CAPÍTULO V	42
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	42
DISCUSIÓN	50
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS.....	69

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto del tratamiento previo de la superficie del esmalte y dentina con NaOCI, CHX, EDTA y NPsAg sobre la capacidad de unión de un cemento autoadhesivo. **Material y Métodos:** Se utilizaron 16 terceros molares, cortados longitudinalmente en sentido M-D y V-P para obtener un total de 64 muestras, divididas en dos grupos para esmalte y dentina (n=32), que se dividieron en cuatro subgrupos NaOCI, CHX, EDTA y NPsAg (n=8). Las muestras se colocaron en bases de acrílico y se pulieron con una secuencia de papel lija. Para la cementación, se elaboraron cilindros de resina de 3 mm de longitud colocados sobre el cemento autoadhesivo con distintos protocolos de cementación para cada agente antes de la polimerización. La prueba de micro cizallamiento se realizó después de 24 horas y 1 semana y se observó los patrones de falla en el estereomicroscopio. **Resultados:** La resistencia al micro cizallamiento a las 24 horas y 1 semana respectivamente en esmalte fueron para: NaOCI (12,73 y 8,563 Mpa), CHX (13,338 y 5,657 Mpa), EDTA (14,532 y 7,404 Mpa) y NPsAg (3,910 y 6,747 Mpa). Mientras que en dentina es: NaOCI (15,760 y 13,970 Mpa), CHX (15,951 y 14,169 Mpa), EDTA (10,536 y 8,771 Mpa) y NPsAg (6,660 y 10,103 Mpa) en donde se encontraron diferencias significativas entre las NPsAg y los demás agentes pretratantes. Se observó un predominio del tipo de falla mixto tanto en esmalte y dentina, seguidamente del fallo adhesivo y en menor cantidad el fallo cohesivo. **Conclusiones:** El tratamiento previo de la superficie del esmalte y la dentina con Hipoclorito de sodio, CHX y EDTA tiene un efecto positivo sobre la capacidad de unión de un cemento resinoso autoadhesivo.

Palabras claves: cementos dentales, desinfectantes, quelantes de calcio, nanopartículas. (DeSC)

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of the previous treatment of the enamel and dentin surface with NaOCl, CHX, EDTA and NPsAg on the binding capacity of a self-adhesive cement. **Material and Methods:** 16 third molars were used, longitudinally cut in the MD and VP directions to obtain a total of 64 samples, divided into two groups for enamel and dentin (n = 32), which were divided into four subgroups NaOCl, CHX, EDTA and NPsAg (n = 8). The samples were placed on acrylic bases and polished with a sandpaper sequence. For cementation, 3 mm long resin cylinders placed on the self-adhesive cement were made with different cementation protocols for each agent before polymerization. The micro shear test was performed after 24 hours and 1 week and the failure patterns were observed in the stereomicroscope. **Results:** The resistance to micro shear at 24 hours and 1 week respectively in enamel were for: NaOCl (12.73 and 8.563 Mpa), CHX (13.338 and 5.657 Mpa), EDTA (14.532 and 7.404 Mpa) and NPsAg (3,910 and 6.747 MPa). While in dentin it is: NaOCl (15,760 and 13,970 Mpa), CHX (15,951 and 14,169 Mpa), EDTA (10,536 and 8,771 Mpa) and NPsAg (6,660 and 10,103 Mpa) where significant differences were found between NPsAg and the other agents pre-traffickers. A predominance of the mixed type of failure was observed in both enamel and dentin, followed by adhesive failure and, to a lesser extent, cohesive failure. **Conclusions:** The previous treatment of the enamel and dentin surface with sodium hypochlorite, CHX and EDTA has a positive effect on the bonding capacity of a self-adhesive resinous cement.

Keywords: dental cements, disinfectants, calcium chelators, nanoparticles. (DeSC)

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los cementos resinosos están disponibles en diferentes presentaciones, incluyendo aquellos con propiedades autoadhesivas. Los cementos resinosos autoadhesivos, constituyen una opción clínicamente atractiva. (1)(2) Esta característica depende de sus propiedades físicas y químicas producto de sus principales componentes. (3)

A diferencia del cemento de resina convencional cuya matriz orgánica es una combinación de monómeros de alto peso molecular, como el bisfenol-A-diglicidilmetacrilato (Bis-GMA), el dimetacrilato de uretano (UDMA), monómeros de bajo peso molecular, incluido el dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA) y el metacrilato de hidroxil etil (HEMA); el cemento de resina autoadhesiva contiene monómeros funcionales, principalmente monómeros de metacrilato con grupos de ácido carboxílico, como anhídrido 4-metacriloxietil trimelítico (4-META), o grupos de ácido fosfórico, como 10- fosfato de metacriloxidocil dihidrógeno (MDP). (4)

Por otro lado, el contenido de humedad de la dentina cambiará la adherencia de la restauración. Una superficie de dentina muy húmeda puede causar emulsificación y producir agujeros en la imprimación; por el contrario, una superficie de dentina seca puede hacer que las fibras de colágeno colapsen, reduzcan la penetración de la resina y creen poros debajo del material de restauración. (5) Por lo que se han propuesto varios enfoques para restauraciones autoadhesivas, y diferentes tipos de sistemas adhesivos que podrían promover y mejorar la resistencia de la unión a través de técnicas que implican el pre tratamiento de las superficies dentarias. (6)

El hipoclorito de sodio (NaOCI) es el irrigante más utilizado en la preparación químico-mecánica de conductos radiculares. Sin embargo, NaOCI es un agente oxidante que puede crear una capa rica en oxígeno en la pared de la dentina que inhibe la polimerización de la resina y aumenta la micro filtración, lo que resulta en una menor fuerza de unión de los diversos sistemas adhesivos a los conductos radiculares. (7)

Se ha recomendado el gluconato de clorhexidina (CHX) como irrigante alternativo con acción antimicrobiana, baja toxicidad y capacidad para permanecer activo en el sitio de acción. CHX conserva la durabilidad de la fuerza de unión hasta 12 meses, inhibiendo las enzimas metaloproteinasas (MMP) que degradan el colágeno (7).

La literatura mostró que la capa de frotis se puede eliminar mediante diferentes procedimientos, como el uso de agentes quelantes (es decir, EDTA) o el uso de ácidos, como los ácidos poli acrílico y fosfórico. La eliminación total o parcial de la capa de frotis se produce según el tiempo y la concentración de estas sustancias. (8)

Se han incorporado nanopartículas de plata (NPsAg) en varios materiales adhesivos y se ha demostrado que la química de su superficie tiene un efecto antibacteriano sobre la biopelícula bacteriana inoculada en la superficie de la restauración.

Aunque la mayoría de los fabricantes de cementos autoadhesivos no recomiendan la eliminación previa de la capa de frotis, este procedimiento puede ser ventajoso para una mejor fuerza de adhesión de estos cementos. (9)

Por lo tanto es conveniente evaluar la solución óptima para la limpieza de las superficies del diente en los casos del uso de un cemento autoadhesivo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación del Problema

En la actualidad los cementos dentales en el mercado se diferencian por la modalidad de su aplicación, tiempo de trabajo, polimerización y composición química, por ello es necesario contar con el conocimiento de todas sus características y su comportamiento no sólo clínico sino también en el laboratorio. (1)

El mecanismo de adhesión de los cementos resinosos autoadhesivos se basa en la retención micro mecánica y la unión química entre el cementante y el sustrato dental. La acidez del cemento es lo suficientemente alta como para promover la hibridación con la estructura del diente. Pero para obtener una adhesión suficiente, es necesaria la eliminación de la capa de frotis, que contiene componentes inorgánicos y orgánicos, restos de sellador y gutapercha, microorganismos y dentina deteriorada infecciosa para la penetración del cemento de resina en los túbulos dentinarios. (7)

Hoy en día se han propuesto varios enfoques para restauraciones autoadhesivas, y diferentes tipos de agentes pre tratamiento de las superficies dentarias que ayudan a eliminar la capa de frotis, desmineralizar la dentina subyacente y facilitar la penetración del cemento en la red de fibra de colágeno expuesta para formar una capa híbrida.

El hipoclorito de sodio (NaOCI) es un irrigante de uso común en el tratamiento del conducto radicular debido a su efecto antibacteriano de amplio espectro y su potencial para disolver los restos de tejido necrótico.

Se cree que el hipoclorito de sodio causa la oxidación de varios compuestos en la matriz dentinaria, especialmente el colágeno. (12)

La clorhexidina (CHX) que se usa ampliamente como agente antimicrobiano y se ha afirmado que, cuando se aplica sobre dentina

acondicionada, antes del uso de adhesivos, puede inhibir las MMP y, en consecuencia, prevenir la degradación de las fibrillas de colágeno expuestas en la unión resina-dentina, además de su propiedad antimicrobiana. El 2% de CHX en solución acuosa, utilizado como agente de soporte en el proceso de adhesión polimérica al sustrato de la dentina, no interfiere negativamente en el rendimiento adhesivo inmediato. Sin embargo, el componente resinoso sigue siendo vulnerable a la degradación hidrolítica. Además, su uso en dentina desmineralizada puede aumentar la energía de la superficie libre, siendo equivalente al esmalte y favoreciendo la humectabilidad de la dentina desmineralizada mediante sistemas adhesivos, lo que podría justificar valores más altos de fuerza de unión inmediata en grupos tratados con clorhexidina .(11)

El desarrollo científico de la nanotecnología ha aportado nuevas dimensiones al desarrollo de materiales o tecnología dentales. El término nanotecnología se refiere a la fabricación y uso de materiales, dispositivos y sistemas con un rango de tamaño de 0,1-100 nm (1 nm = 10^{-9} m), que permite fabricar materiales mediante la reordenación de átomos y moléculas, presentando diferentes proporciones características normal. (9) Recientemente, las nanopartículas de plata (NPsAg) han atraído una gran atención de los investigadores en odontología, principalmente debido a su propiedad antibacteriana a largo plazo a través de la liberación sostenida de plata (Ag⁺). La biocompatibilidad de la dispersión de NPsAg, especialmente en una concentración más baja, ha sido demostrada previamente. Recientemente, se demostró que un pre tratamiento adicional con NPsAg podría proporcionar efectos positivos sobre la fuerza de unión de los adhesivos. (10) (13-21)

El propósito de la investigación es evaluar la capacidad de unión de un cemento autoadhesivo con pre tratamiento de la superficie de esmalte y dentina con hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA y solución de nanopartículas de plata después de 24 horas y semana.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el efecto del tratamiento previo de la superficie del esmalte y dentina con Hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA y solución de nanopartículas de plata sobre la capacidad de unión de un cemento resinoso autoadhesivo?

1.3 Objetivo de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el efecto del tratamiento previo de la superficie del esmalte y dentina con Hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA y solución de nanopartículas de plata sobre la capacidad de unión de un cemento resinoso autoadhesivo

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto del tratamiento previo de la superficie del esmalte con Hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA y solución de nanopartículas de plata sobre la capacidad de unión de un cemento resinoso autoadhesivo.
- Evaluar el efecto del tratamiento previo de la superficie de la dentina con Hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA y solución de nanopartículas de plata sobre la capacidad de unión de un cemento resinoso autoadhesivo.
- Comparar el efecto del tratamiento previo de la superficie del esmalte y dentina con Hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA y solución de nanopartículas de plata sobre la capacidad de unión de un cemento resinoso autoadhesivo después de 24 horas y 1 semana
- Evaluar el tipo de falla de adhesión en la superficie de dentina y esmalte de un cemento autoadhesivo previamente tratado con hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA, solución de nanopartículas de plata.

1.4 Justificación

La presente investigación es factible al encontrarse todos los conocimientos previos en artículos de fiabilidad. Los materiales y el tamaño de muestra necesarios son de fácil accesibilidad en coordinación con el laboratorio de la universidad privada de Tacna. El tiempo propuesto y el presupuesto que se tiene son viables para alcanzar el objetivo general.

Existe la necesidad de investigar acerca de este tema ya que se considera interesante al conocer nuevos protocolos de aplicación acerca de los cementos autoadhesivos cuya finalidad será la de permitir una mejor capacidad de unión a los tejidos dentarios.

Es novedosa ya que abarca un tema de actualidad en relación a los cementos autoadhesivos y su comportamiento frente a la aplicación previa de agentes acondicionantes, esto aportará nuevos conocimientos acerca de su capacidad de unión sobre la superficie dentaria expuesta a previos tratamientos, esto se realizará con apoyo a investigaciones y metodologías realizadas previamente.

Se aportará un valor ético realizando una revisión previa de diferentes artículos de fiabilidad que justificará la investigación, con el rigor metodológico necesario y selección justa de la muestra necesaria.

La relevancia de la investigación es necesaria porque se pretende comprobar la capacidad de unión después de 24 horas y 1 semana de un cemento autoadhesivo con aplicación de tratamientos previos sobre la superficie de esmalte y dentina, como son: el hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA, solución de nanopartículas de plata; esto aportará nuevos conocimientos a los estudiantes o profesionales en la práctica clínica odontológica.

1.5 Definición de términos

Cemento autoadhesivo

Biomaterial que no requiere el acondicionamiento ácido de la estructura del diente y la aplicación del agente adhesivo antes de la cementación. Estos materiales de cementación simplifican los procedimientos de cementación, porque ahorran tiempo y reducen el número de pasos para la cementación. (22)

Resistencia al micro cizallamiento

Es el Máximo esfuerzo de que un cuerpo puede soportar antes de romperse. Es sinónimo de carga de rotura por tracción. (23)

Mega pascal

Un mega pascal es igual a un millón de pascales, lo que equivale a un millón de newtons por metro cuadrado. (24)

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes de la Investigación

Rodrigues RF, Ramos CM, Francisoni PA, Borges AF. “The shear bond strength of self-adhesive resin cements to dentin and enamel: An in vitro study”; Brazil: 2015.

Realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la resistencia de unión de los cementos autoadhesivos: RelyX U100, RelyX U200 y RelyX ARC sobre esmalte y dentina bovina. Utilizaron 120 incisivos de bovinos y las resinas fueron grabadas y otras no grabadas. Las muestras fueron almacenadas en saliva artificial por 7 días y luego fueron sometidas a pruebas de resistencia al corte utilizando una máquina de prueba universal (0,5 mm / min). Los datos se analizaron con ANOVA de 3 vías y la prueba de Tukey ($\alpha = .05$). El análisis de fractura se realizó con un microscopio óptico. Concluyeron que la unión de esmalte-ácido fosfórico con la resina U200 (9,96 MPa) tenía mayor resistencia al corte ($P = .038$) que U100 (5.14 MPa). No encontraron diferencias significativas entre el RelyX ARC y el RelyX U200, usando el protocolo sin grabado. Finalmente se comprueba que el RelyX U200 presenta la misma resistencia de unión que el RelyX ARC cuando se graba con ácido fosfórico. (25)

Murase Y, Kotake H, Kusakabe S, Okuyama K, Tamaki Y, Hotta M. “Use of new scratch test and tensile test for evaluation of bond strength of selfadhesive flowable resin composite for repair of artificial tooth erosion”;Asahi,Japón: 2020.

Evaluaron la resistencia de unión de dos tipos de resinas auto adhesivas y una resina fluida convencional: Fusio Liquid Dentin (Fusio; Pentron Clinical, Orange, CA, USA); un compuesto prototipo de resina fluida (LLB-

CR6) with primer on Primfil (LLB; Tokuyama Dental, Tokyo, Japan) y un compuesto de resina fluida convencional BEAUTIFIL FLOW F02 (BF; Shofu, Kyoto, Japan), with Clearfil Mega Bond (MB; Kuraray Noritake, Tokyo, Japan) como material de recubrimiento sobre las superficies del esmalte y dentina erosionados y remineralizados; utilizaron 10 piezas dentarias para cada muestra. Las cuales fueron pulidas y cortadas con una máquina de corte de baja velocidad con refrigeración. Posteriormente las muestras fueron secadas con aire suavemente luego aplicaron sobre sus superficies los diferentes tipos de resinas; seguidamente estas fueron fotocuradas y expuestas a una máquina de ensayo universal para medir la fuerza de unión a la tracción, para finalmente observar las muestras en SEM. Al final concluyeron que en ambas resinas autoadhesivas no hubo una gran diferencia de resistencia de unión entre ambas, en cambio la resina convencional si obtuvo una mayor resistencia de adhesión que las resinas autoadhesivas. (26)

Dos Santos VH, Griza S, de Moraes RR, Faria-E-Silva AL. “Bond strength of self-adhesive resin cements to composite submitted to different surface pretreatments”; Brazil: 2014.

Evaluaron la resistencia de unión de dos cementos de resina autoadhesiva: RelyX Unicem (3M ESPE) o BisCem (Bisco Inc.). Utilizaron 72 muestras y las dividieron en 6 subgrupos: ninguno (control), grabado con ácido fosfórico al 35% durante 30 segundos (PA), aplicación de silano (silano), PA + silano, PA + adhesivo y PA + silano + adhesivo. Obtuvieron que el grupo de adhesivo PA + Silano + mostró una mayor resistencia a la adherencia por microcorte que las de los grupos de PA y PA + silano y en relación a las resinas el Unicem presentó una mayor fuerza de unión que BisCem para todas las condiciones experimentales. Concluyendo que los tratamientos previos sobre la superficie dentaria pueden tener un efecto positivo sobre la resistencia de las resinas autoadhesivas. (27)

Oliveira B, Lima Godas A G, Umeda Susuki T, Fagundes T, Fraga Briso A, Dos Santos P. “Do different pretreatments of dentine surface affect the bond strength with a self-adhesive resin cement?” ;Sao Paulo-Brazil: 2020.

Evaluaron la resistencia de unión de la resina autoadhesiva (relyx U200) después de varios tratamientos previos (ácido poli acrílico, clorhexidina al 2%, solución de nano partículas de plata) sobre la dentina mediante micro tracción. Se realizó en 28 molares los cuales se dividieron en 4 grupos: sin tratamiento previo; con 25 % aplicación de ácido poli acrílico; 2% de clorhexidina y solución de dispersión de 23ppm de nano partículas de plata. Después de 24 y 6 meses del proceso de unión se midió (MPa) la resistencia de unión a la micro tracción en una máquina de ensayo universal. Finalmente una muestra representativa de cada grupo se observó en el microscopio óptico y se clasificó de acuerdo al patrón de fractura. Concluyeron que después de 24 horas la mayor resistencia de unión por micro tracción le pertenecía a las muestras del grupo de ácido poli acrílico ($13,34 \pm 6,36$ Mpa) seguido del grupo de solución de nano partículas de plata ($9,76 \pm 3,11$ Mpa). Y después de 6 meses la mayor resistencia de unión era del grupo de nano partículas de plata ($9,09 \pm 3,27$ Mpa), en relación al grupo de clorhexidina ($2,94 \pm 1,66$ MPa). (28)

Shafiei F, Kamran S, Memarpour M, Aghaei T. “Bond strength and adhesive interfacial micromorphology of self-adhesive resin cements: Effect of reduced times of pre-etching”; Iran: 2019.

Evaluaron si el acortamiento de tiempo de grabado con ácido fosfórico podría aumentar la unión de resistencia de los cementos autoadhesivos:(SA fueron Panavia SA Luting Plus (PASA, Kuraray, Okayama, Japón, lote \neq 170010) y Bifix SE (BXSE, Voco, lote \neq 1714143) sobre esmalte y si este podría tener un efecto negativo sobre la dentina. Utilizaron 96 piezas dentarias las cuales desinfectaron, eliminaron las raíces. Luego se subdividieron en cuatro grupos de acuerdo con el grabado ácido previo

utilizado de la siguiente manera para cada tipo de cemento: 1) grupo sin grabado, 2) grabado ácido durante 5 segundos, 3) grabado ácido durante 10 segundos, 4) grabado con ácido durante 15 segundos. Después se aplicaron los cementos autoadhesivos y curo con luz por 40 segundos con una máquina de foto polimerización y se almacenaron las muestras en agua destilada al 37°C durante 7 días. La prueba de cizallamiento se realizó en una máquina de prueba universal de una velocidad de cruceta de 1mm/min y se registró en mega pascal (MPa). Los datos de cada sustrato (esmalte / dentina) se analizaron estadísticamente usando un ANOVA de dos vías separado y luego mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). Concluyeron que la mejor unión de resistencia de las resinas autoadhesivas se dio haciendo el grabado ácido de esmalte/dentina no superior a 5 segundos ($p < 0.001$). (29)

Saker S, Ozcan M, Al-zordk W. “The impact of etching time and material on bond strength of self-adhesive resin cement to eroded enamel”; Egypt: 2019.

Evaluaron el efecto del tiempo de pregrabado mediante la prueba de resistencia al cizallamiento (SBS) de los cementos de resina autoadhesivos sobre el esmalte erosionado y normal. Las muestras de esmalte erosionado se asignaron en 5 grupos ($n = 20$ cada una) según el tratamiento de la superficie del esmalte de la siguiente manera: Grupo N, esmalte erosionado (sin pre tratamiento de la superficie); Grupo PH15, grabado con ácido fosfórico al 35% 15 s; Grupo PH30, grabado con ácido fosfórico al 35% grabado durante 30 s; Grupo L30, grabado al 20% de ácido láctico durante 30 Grupo L60, grabado al 20% de ácido láctico durante 60 s. Se prepararon las muestras y se cementaron las superficies de esmalte con uno de los dos cementos autoadhesivos. Concluyeron que la fuerza de unión del cemento autoadhesivo a la superficie del esmalte erosionado mejoró significativamente después de la aplicación de ácido láctico al 20% durante 30 s a comparación de las demás muestras. (30)

Lorenzetti C C, Pereira M C, Kuga M C, Saad J R C, Campos E A. “Influência de tratamento dentinário com EDTA sobre a resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes”; Brazil: 2019.

Evaluaron los efectos del EDTA sobre la capacidad de resistencia de las resinas autoadhesivas. Utilizaron 72 terceros molares con exposición de dentina. Los dientes preparados se dividieron en: dentina sin pre tratamiento; dentina tratada con 0.1 M EDTA; dentina tratada con 0.5M EDTA. Cada grupo recibió tratamiento de tres sistemas autoadhesivos: Single Bond Universal (SBU), AdheSE (AdheSE) y Clearfil SE Bond (CSEB). Después de 24 horas de almacenamiento, los dientes fueron sometidos a la prueba de micro corte. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente, utilizando las pruebas de dos vías ANOVA y Bonferroni. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la resistencia de la unión entre los pre tratamientos de dentina ($p = 0.8353$), pero hubo una diferencia significativa entre los adhesivos CSEB y AdheSE ($p < 0.05$), mostrando similitud entre CSEB y SBU, y entre SBU y AdheSE. Concluyeron que el EDTA no afecta en la capacidad de unión de las resinas autoadhesivas. (31)

Pereira C N, Daleprane B, Miranda G L, Magalhães C, Moreira A N. “Ultramorphology of pre-treated adhesive interfaces between self-adhesive resin cement and tooth structures”;Brazil:2017.

Compararon la morfología de la unión de las resinas autoadhesivas (RelyX U100 (3M ESPE) y RelyX U200 (3M ESPE) con tratamientos previos sobre la superficie de esmalte y dentina mediante el microscopio electrónico de barrido. Utilizaron 42 coronas de incisivos bovinos con exposición de esmalte y dentina. Las piezas dentarias se dividieron según el tipo de acondicionamiento y el tiempo de grabado: E1: sin tratamiento, E2: ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos, E3: ácido fosfórico al 37% durante 30 segundos; D1: sin tratamiento, D2: 37% de ácido fosfórico durante 5 segundos; D3—11.5% de ácido poli acrílico durante 15 segundos.

Las muestras se almacenaron en un ambiente húmedo a 37°C. Observaron que en las muestras ARC, hubo formación de capas híbridas tanto en EA como en DA. U100 E1 mostró espacios en la interfaz adhesiva, mientras que E2 y E3 mostraron interacción para ambos cementos autoadhesivos. Hubo interacción superficial con U100 y U200 en D1, mientras que en D2 y D3, las etiquetas de resina solo se observaron en el caso de U100. Concluyeron que el acondicionamiento puede mejorar la unión de los cementos autoadhesivos y los tejidos dentales, pero no en el caso de la resina relyx U200 con la dentina. (32)

Ricardi F B, Busato C A, Busato M R, Mendonça M J, Rosa S V, Marchi G B. “Bond strength and marginal microleakage in restorations photopolymerized with LED and halogen light associated with three application modes of a universal adhesive system: in vitro study”; Brazil: 2019.

Evaluaron la Resistencia de unión y la micro filtración marginal de las restauraciones de resina, usando el sistema adhesivo universal Single Bond con foto curado Ultralux (halógeno) y Bluephase (LED). Utilizaron 80 terceros molares de humanos y los dividieron (n = 40) y LED (n = 40), estos luego fueron divididos en subgrupos de acuerdo a las técnicas de aplicación para el sistema adhesivo: grabado y enjuague (esmalte), auto -grabado (esmalte), grabado y enjuague (dentina) y autograbado (dentina). Los dientes se sometieron a la prueba de micro resistencia y se observó el patrón de fractura bajo un microscopio óptico con un aumento de 40X; las muestras fueron analizadas por ANOVA y las pruebas de Fisher y Tukey (5%). Concluyeron que para la fuerza de unión del esmalte y la dentina, la aplicación de adhesivo con grabado ácido previo fue mejor que el autograbado (p <0,0001), independientemente del tipo de unidad de foto curado (p <0,05). (33)

Da-ré E, Gasque C, Moretti T. “Rely XTM U200 versus Rely XTM ARC: uma comparação da resistência à microtração”; Brazil: 2019.

Evaluaron la resistencia de unión de dos tipos de resinas, convencionales y autoadhesivos. Utilizaron 20 piezas dentarias las cuales fueron preparadas y cementadas con (Rely XTM U200 y Rely XTM ARC), luego de 24 horas fueron sometidas a la prueba de tracción para evaluar la fuerza requerida para su fractura. Los resultados fueron sujetos a ANOVA de dos vías y prueba de Tukey. Concluyeron que las muestras de resina convencional con pre grabado ácido y aplicación de adhesivo tuvieron mayor resistencia de unión que las resinas autoadhesivas. (34)

Calixto L R, Rodrigues T M, Coelho B M, Fernandez E, Chaple A M, Campos E. “Pretratamiento y mejoría de la fuerza de unión de los cementos autoadhesivos de resina a los postes”; Brasil: 2019.

Evaluaron la efectividad del cemento autoadhesivo para resistir la extrusión de postes de fibra de vidrio bajo diferentes pre tratamientos de dentina. Llevaron a cabo experimentos in vitro en 56 dientes bovinos seleccionados al azar con cierre apical maduro y sin raíces curvas. Antes de la unión, pre trataron la dentina con ácido poli acrílico al 11,5%, EDTA al 17% o hipoclorito de sodio. Concluyeron que los valores más altos en la prueba de resistencia fueron para el grupo conformado por EDTA, hipoclorito de sodio y el ácido poli acrílico. (8)

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Cemento resinoso

- **Concepto**

El agente cementante se define como un medio para conectar dos superficies sólidas; según Machi R., el cemento es un líquido que puede fluir, mojar la superficie, penetrar irregularidades y llenar el espacio entre ellas, para luego endurecerse y asegurar el contacto entre superficies. (35)

Con el tiempo, se han implementado cambios en la estructura de los cementos dentales y las reacciones químicas, mejorando sus propiedades físicas y pasando de los cementos a base de ácido convencionales, como el fosfato de zinc y los ionómeros de vidrio, a los cementos resinosos de última generación. (36)

- **Características**

Los cementos de resina poseen una composición similar a la de la resina utilizada como material de reconstrucción. Sin embargo, contienen cantidades menores de material de relleno inorgánico para hacerlo más fluido. En general, están compuestos de una matriz inorgánica, monómeros, agentes diluyentes y material de relleno inorgánico compuesto por micro completado silanizado (sílice o circonio). (35)

- **Composición**

La matriz orgánica de un cemento de resina es una combinación de monómeros de alto peso molecular, como el bisfenol-A-diglicidilmetacrilato (Bis-GMA) y el dimetacrilato de uretano (UDMA) y monómeros de bajo peso molecular, incluido el dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA) y el metacrilato de hidroxil etil (HEMA). (37)

- **Desventaja**

Una desventaja de los cementos de resina es que cambian de color en el entorno oral debido a factores extrínsecos o intrínsecos. Los aceleradores e inhibidores de aminas aromáticas pasan por reacciones de oxidación que son la principal causa del cambio de color, que es la mayor desventaja de estos cementos. Todas las aminas producen subproductos, que se forman durante la polimerización y causan un cambio de color de amarillo a marrón con el tiempo. (38)

Los cementos a base de resina disponibles actualmente y los sistemas de unión que los acompañan se pueden clasificar como: agentes de fijación de grabado y enjuague, autograbado y autoadhesivos. (8)

2.2.2 Cementos autoadhesivos

▪ Características

Los cementos de resina autoadhesivos no requieren acondicionamiento ácido de la estructura dental y la aplicación del agente adhesivo antes de la cementación. Estos materiales de fijación simplifican los procedimientos de cementación, ya que ahorran tiempo y reducen el número de pasos para la cementación de restauraciones y postes indirectos, en comparación con los cementos de resina convencionales. (39) (8)

El cemento autoadhesivo no requiere enjuague, lo que disminuye el problema del control de la humedad del sustrato, lo que simplifica el procedimiento clínico. (8)

2.2.2.1 Cemento autoadhesivo RelyX U200

2.2.2.1.1 Descripción

Es un cemento autoadhesivo dual, que tiene una excelente fuerza de unión a la dentina, el esmalte y la restauración, tiene una estabilidad duradera y una alta retención del color.

Es un sistema de unión de un solo paso que no requiere ningún paso de procesamiento previo en los dientes, como grabado e imprimación con adhesivo.

Su sistema de dispensación con clicker puede proporcionar dosis repetibles y menos desperdicio de material. (40)

2.2.2.1.2 Ventajas

- Cemento de resina de autoadhesivo
- Minimiza la sensibilidad post operatoria
- Ayuda a mantener un buen sellado del borde de la restauración y evita la decoloración del borde.
- Alta tolerancia a la humedad
- Alta estabilidad dimensional
- No se requiere cabezal de mezcla ni otros accesorios
- Disponible con 40 dosis de clickers, fáciles de agregar y visualizar la cantidad de materiales restantes
- Una variedad de colores para elegir
- La presentación en clicker proporciona dosis preestablecidas para proporciones uniformes de mezcla sencilla y económica de pasta
- Doble polimerización
- Eliminación fácil del exceso
- Excelentes propiedades mecánicas

2.2.2.1.3 Indicaciones

- Cementación de Inlays, onlays, coronas, puentes, postes, pines, tornillos de cerámicas, composite y metal, excepto carillas. (40)

2.2.3 Acondicionadores de la superficie dentaria

2.2.3.1 Hipoclorito de sodio

- **Concepto**

El hipoclorito de sodio ha sido definido por la Asociación Americana de endodoncia como un líquido transparente, pálido, amarillo verdoso y extremadamente alcalino con un fuerte olor a cloro. Además de ser un poderoso agente antibacteriano, puede disolver el tejido necrótico y los residuos orgánicos. (41)

- **Características**

Además de su fuerte efecto antibacteriano (dependiendo de la concentración de cloro disponible), el hipoclorito de sodio también tiene la capacidad de eliminar la materia orgánica, especialmente el colágeno. El hipoclorito de sodio se descompone en cloruro de sodio (NaCl) y oxígeno; la capa rica en oxígeno es un fuerte inhibidor de la unión del cemento de resina y la dentina. Las burbujas de oxígeno en el cemento y la superficie de la dentina interfieren con la penetración del cemento de resina en los túbulos dentinarios. (12)

Mediante el uso de sustancias capaces de disolver el contenido de proteínas, eliminar el colágeno de las superficies previamente tratadas el hipoclorito de sodio ha demostrado ser un método para minimizar la sensibilidad de las técnicas de hibridación, promoviendo así un sellado adecuado de los bordes. No hay cambios en la fuerza de unión y esta técnica se llama desproteinización. (42)

2.2.3.2 Clorhexidina

- **Concepto**

Es un agente bacteriostático, capaz de inhibir la reproducción de bacterias. Estudios recientes han demostrado que el uso de clorhexidina (CHX) asociado con el sistema adhesivo puede inhibir

la acción de las metaloproteinasas (MMP) y catepsinas de cisteína (43)

- **Características**

Se cree que la clorhexidina puede inhibir la actividad de MMP en la capa híbrida, aumentando la durabilidad a largo plazo de los enlaces resina-dentina. Fue capaz de prevenir y minimizar la degradación de los enlaces resina-dentina durante un período de 1 año. (44)

La clorhexidina se ha promovido como un inhibidor sintético de las MMP, ya que no interfiere con la unión inmediata al sustrato dental y aumenta la longevidad de las restauraciones adhesivas. (45)

2.2.3.3 EDTA

- **Concepto**

Para promover la eliminación completa de la capa de frotis, la solución de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) es el agente quelante más comúnmente utilizado en endodoncia. (46)

- **Características**

Provoca la desmineralización de componentes inorgánicos al quelar los iones de calcio presentes en la hidroxiapatita, el principal componente inorgánico de la dentina. Sin embargo, las desventajas de esta solución son su alta tensión superficial y la escasa actividad antimicrobiana que hacen deseable realizar el riego final con un compuesto antimicrobiano. (46)

2.2.3.4 Nanopartículas de plata

- **Concepto**

La nanotecnología se define como una ciencia que se ocupa del desarrollo de nuevos materiales con nuevas propiedades y funciones a través del control y la reestructuración de los materiales en una

escala nanométrica de "menos de 100 nm" y de ahí el nombre de nano materiales. (47)

- **Características**

La plata es un metal conocido por su amplio espectro de actividad contra bacterias, hongos y ciertos virus y en forma de nanopartículas, sus propiedades mejoran considerablemente. Estas tienen afinidad con los grupos moleculares que contienen azufre y fósforo, que se encuentran en las membranas bacterianas y dentro de las células bacterianas. Luego liberan iones de plata, dañando el transporte de electrones de transmembrana y así previenen de la replicación del ADN. (48) (51)

- **Efecto antimicrobiano**

La potencia de los efectos antibacterianos corresponde al tamaño de las nanopartículas. Las partículas más pequeñas tienen más propiedades antibacterianas debido al contenido de masa de plata equivalente. Teniendo en cuenta los efectos antibacterianos positivos de las NP de plata, se recomienda su uso en odontología restauradora. Parece que los NP de plata podrían tener efectos positivos en la resistencia de la unión de los sistemas adhesivos de grabado y enjuague y autograbado. (49) (50) (52)

2.2.4 Tejidos dentarios

2.2.4.1 Esmalte

- **Formación**

Para comprender el proceso de formación del esmalte dental, es necesario considerar algunas generalidades relacionadas con la organogénesis dental. Este fenómeno se describe clásicamente a partir de un esquema de cuatro etapas sucesivas. (53)

- Etapa de yema.
- Etapa de casquete
- Etapa de campana
- Estadio de folículo dentario

Los órganos del esmalte están involucrados en la formación del esmalte, especialmente el punto de partida del endotelio. Entre otras cosas, todos estos procesos fisiológicos ocurren como resultado de la proliferación celular, que es el producto del aumento del número de células y el resultado de la división celular. (54)

▪ **Composición**

La matriz inorgánica del esmalte dental está compuesta por cristales de hidroxiapatita, que representan el 95%. Están compuestos de fosfato de calcio y están densamente empaquetados. La matriz orgánica del esmalte dental es esencialmente proteína; sin embargo, el colágeno no participa en su composición química. Su proporción es relativamente pequeña, representando entre el 0,36 y el 2%. (55)

2.2.4.2 Dentina

▪ **Formación**

Desde el punto de vista estructural, el germen dentario presenta tres sectores, dos de ellos de origen ectomesenquimático (la papila y el folículo o saco dental). La papila dental es responsable de la formación de la pulpa y la dentina, tanto coronaria como radicular. (54)

▪ **Composición**

Químicamente, la dentina se compone de aproximadamente un 50% de contenido mineral (cristales de hidroxiapatita ricos en carbonato y bajos en calcio), un 30% de matriz orgánica (principalmente

colágeno tipo 1) y un 20% de líquido, similar al plasma, pero menos transparente. (56)

Es bien sabido que la matriz de dentina contiene tales MMP, y que una vez que se activan por casualidad, como los procedimientos adhesivos, pueden degradar lentamente las fibrillas de colágeno de las capas híbridas infiltradas en resina. Entonces, para aumentar el largo plazo de los procedimientos de restauración, múltiples estudios se han centrado en métodos para preservar la unión de la dentina. (44)

Siempre que el tejido dentinal se manipula manualmente o con instrumentos rotativos, se forma una capa de detritos o desechos, llamada capa de frotis, en la superficie. Esta capa se considera un obstáculo en la odontología adhesiva, ya que se logra un protocolo adecuado de adhesión convencional al eliminar la capa de frotis de la superficie con el uso de ácido fosfórico. (57)

2.2.5 Maquina universal de ensayos

- **Concepto**

La máquina de ensayo universal es una máquina similar a una prensa que puede realizar ensayos de tracción, compresión o flexión en materiales para medir su rendimiento. La fuerza aplicada se logra mediante tornillos (mordazas de sujeción manuales) o placas de compresión o mordazas de sujeción (cónicas o laterales) accionadas por un sistema hidráulico. (58).

- **Uso**

Varios autores predijeron que este método de prueba permite evaluar el rendimiento adhesivo de las resinas a la dentina cariada o esclerótica excavada y las fuerzas de unión regional de varias porciones de la cavidad. Adicionalmente, También declararon la posibilidad de comparar la estabilidad a largo plazo de la adhesión de la resina en varias porciones de las paredes de la cavidad en los

dientes extraídos en varios momentos después de la inserción de restauraciones adheridas. (59)

Durante la prueba, se aplica una tensión longitudinal a una velocidad constante a lo largo del tamaño principal de una muestra rectangular, y se mide la fuerza resultante (o tensión). (58)

Se pueden extraer varios datos de las pruebas de tracción, como el módulo de tracción (es decir, la rigidez por unidad de volumen), el alargamiento máximo y la resistencia (es decir, fuerza máxima alcanzable por unidad de área). Un indicador digital de desplazamiento mide y muestra el movimiento vertical de la plataforma de carga o parte de la estructura bajo prueba. Los estudiantes usan la fuerza y las dimensiones de la parte bajo prueba para encontrar el esfuerzo aplicado. También usan el desplazamiento vertical para encontrar la tensión. (60)

Se han utilizado varios métodos de prueba mecánicos convencionales, como las pruebas de corte, tracción y flexión, para evaluar la adhesión dental. Las pruebas de tracción y corte son las más utilizadas. (61)

2.2.6 Estereomicroscopio

- **Tipos**

Según la tecnología empleada en este tipo de microscopio, se pueden distinguir dos tipos de series: el microscopio Greenough y el microscopio de objetivo principal común.

El estereomicroscopio de Greenough, o "Stemi", como se lo conoce coloquialmente entre los microscopistas, es un instrumento binocular estereoscópico que produce una percepción de profundidad tridimensional cuando se trabaja con muestras microscópicas más grandes. Se ha vuelto omnipresente en la práctica de laboratorio desde su introducción por el científico desconocido Horatio Saltonstall Greenough en 1892. (62)

Los microscopios estereoscópicos más comunes tienen lentes de objetivo de 2 o 4 aumentos, combinados con oculares de 5 a 20 aumentos. Por tanto, el aumento total está entre 10 y 80 veces. (63)

Como todos sabemos, los microscopios iluminados o de campo brillante se usan con mayor frecuencia para observar frotis de color para examinar las características morfológicas y la fluidez de los organismos en preparaciones llamadas "gotas colgantes" o "frescas"; otro tipo de microscopio compuesto, los microscopios estereoscópicos son muy útil para examinar las características de bacterias, hongos, cultivos de tejidos y comunidades parasitarias. (64)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIONES

OPERACIONALES

3.1 Hipótesis General

HO: El tratamiento previo de la superficie del esmalte y la dentina con Hipoclorito de sodio al 4%, clorhexidina al 2%, EDTA y solución de nanopartículas de plata no tiene un efecto sobre la capacidad de unión de un cemento resinoso autoadhesivo.

HI: El tratamiento previo de la superficie del esmalte y la dentina con Hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA y solución de nanopartículas de plata tiene un efecto positivo sobre la capacidad de unión de un cemento resinoso autoadhesivo.

Hipótesis específicas

- Existen diferencias significativas entre el tratamiento previo de la superficie del esmalte con Hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA y solución de nanopartículas de plata sobre la capacidad de unión de un cemento resinoso autoadhesivo.
- Existen diferencias significativas entre el tratamiento previo de la superficie de la dentina con Hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA y solución de nanopartículas de plata sobre la capacidad de unión de un cemento resinoso autoadhesivo.
- Existen diferencias significativas entre el tratamiento previo de la superficie del esmalte y dentina con Hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA y solución de nanopartículas de plata sobre la capacidad

de unión de un cemento resinoso autoadhesivo después de 24 horas y 1 semana.

- Existe asociación en el tipo de falla de adhesión en la superficie de dentina y esmalte de un cemento autoadhesivo previamente tratado con hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA, solución de nanopartículas de plata.

3.2 Operacionalización de las variables

Variables	Indicador	Valor final	Tipo de variable
Cemento	Tipo de cemento autoadhesivo	Relyx U200	Categórica nominal
Sustrato	Tipo de sustrato dentario	Esmalte	categórica nominal
		Dentina	
Agente de tratamiento de superficie	Tipo de agente	Hipoclorito de sodio al 4%, clorhexidina al 2%, E.D.T.A y solución con nano partículas de plata 23 ppm	Categórica nominal
Tiempo de almacenaje	Tiempo de almacenamiento de las muestras	24 horas 1 semana	Numérica, razón
Capacidad adhesiva	Maquina universal de ensayos (ensayo cizallamiento)	Mpa	Numérica razón
Falla de adhesión de superficie	Tipo de falla observada en estereomicroscopio	Cohesiva Adhesiva mixta	Categórica nominal

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Diseño de la Investigación

4.1.1 Diseño

La presente investigación es de diseño tipo experimental. Se realizarán intervenciones pero sin un grupo control, los estudios de la investigación serán auto-controlados.

4.1.2 Tipo de investigación

Las investigaciones se deben clasificar bajo cuatro criterios y estas se deben describir en función a las variables propuestas:

- **Analítica:** la investigación cuenta con cinco variables, una fija (el tipo de sustrato) y cuatro aleatorias (agentes de tratamiento de superficie, tiempo de almacenaje, capacidad adhesiva y falla de adhesión de superficie), por lo tanto podrán formularse diferentes hipótesis.
- **Experimental:** para poder desenvolver investigación se realizarán intervenciones sobre las unidades de estudio. Estas intervenciones son de manera deliberada y a propósito de la investigación.
- **Prospectiva:** los tratamientos con agentes de superficie se realizaran antes de la intervención con el cemento autoadhesivo, el tiempo de almacenaje, medición de la capacidad adhesiva y falla de adhesión se realizará luego de la intervención.

- **Transversal:** la medición de la capacidad de adhesión y la observación de la falla de adhesión en las unidades de estudio se realizarán después de 24 horas y 1 semana del proceso de cementación.

4.2 **Ámbito de estudio**

La presente investigación se efectuó en los ambientes del laboratorio de prueba de ensayo de la Universidad Privada de Tacna a cargo del C.D Marco Sánchez Tito, quien fue el responsable en el uso de la máquina universal de ensayos para la medición de la resistencia al micro cizallamiento y en la observación de los patrones de falla de las muestras en el estereomicroscopio.

4.3 **Muestra y Unidad de Estudio**

Para el cálculo aproximado del tamaño de la muestra se utilizó el programa G power por el protocolo de análisis de poder (Faul, Erdfelder, Lang y Buchner, 2007) y considerando el tamaño muestral de estudios previos. Las unidades de estudio fueron 16 dientes humanos (terceros molares) divididos para obtener un total de 4 muestras por cada pieza dentaria y obtener en total 64 muestras; estas se dividieron en 2 grupos (Esmalte-Dentina) de 32 unidades cada uno; divididos en 4 subgrupos de 8 muestras que fueron analizadas en distintos intervalos de tiempo después de 24 horas y 1 semana respectivamente.

4.3.1 **Criterios de inclusión**

- Piezas dentarias (terceros molares) sin presencia de caries.
- Piezas dentarias (terceros molares) sin restauraciones.
- Piezas dentarias (terceros molares) extraídos por motivo ortodóntico.
- Piezas dentarias (terceros molares) extraídas por motivo profiláctico.

- El tiempo post extracción no debe ser mayor de 3 meses.

4.3.1 Criterios de exclusión

- Piezas dentarias que no cumplan con los criterios de inclusión

4.4 Procedimientos y métodos

4.4.1 Almacenamiento de las piezas dentarias

Se recolectaron 16 piezas dentarias (terceros molares) humanas que cumplieron con los criterios de inclusión, obtenidas en los diferentes consultorios dentales de la ciudad de Tacna. Las piezas dentarias fueron sumergidas en frascos de glutaraldehído al 2% (Glutfar plus HLD Lote: 171109) correctamente rotulado para eliminar restos de tejidos blandos que pueden quedar producto de las cirugías.

Posteriormente las muestras fueron limpiadas con cepillos y pasta profiláctica (Shine Maquira) usando una pieza de baja velocidad (Sigma CX235-1A). Finalmente fueron lavadas y almacenadas en glutaraldehído al 2% hasta ser utilizadas.

4.4.2 Preparación de las piezas dentarias

A las 16 piezas dentarias (terceros molares) se les realizó un corte longitudinal a nivel de la fosa principal en sentido mesio-distal y otro corte en sentido vestíbulo-palatino con un disco de diamante (Disco Komet K6974) a baja velocidad con ayuda de un motor (MARATHON-III Serial NO. 1063616) bajo refrigeración, para obtener 4 muestras por cada diente y en total tener 64 muestras. Por último se realizó un corte transversal a nivel de la unión amelo-cementaria para eliminar el resto de raíz que no se utilizó.

Posteriormente a cada una de las muestras se les realizaron cortes mesio-distalmente con disco de diamante bajo refrigeración a 1mm para la exposición de esmalte y 2.5 mm para la exposición de dentina.

4.4.3 Pulido de las superficies dentarias

Las superficies dentarias fueron pulidas con hojas de lija de agua (ABRALIT) de manera secuencial (# 400-#600-#800-#1000) con movimientos en forma de 8, durante 10 segundos.

4.4.4 Confección de base de acrílico

Para la confección de la base de acrílico se utilizó como molde tubos de luz 3/4 (Nicoll) de 19 mm de diámetro y 15 mm de longitud.

Luego las superficies libres de las piezas dentarias se colocaron dentro de un bloque de acrílico de auto curado rápido (polvo VERACRIL lote: AP310517 transparente y acrílico auto polimerizante VERACRYL lote: D-091216B) de durante la fase elástica.

4.4.5 Distribución de las muestras

Las 64 muestras que se obtuvieron en total, se dividieron en 2 grupos (Esmalte-Dentina) de 32 unidades cada uno, divididas en 4 subgrupos (Hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA y solución de nanopartículas de plata) de 8 muestras cada subgrupo que fueron sometidas a la resistencia al micro cizallamiento en la maquina universal de ensayos para medir la capacidad de unión del cemento autoadhesivo y analizadas en el estereomicroscopio para conocer el patrón de fractura de cada muestra, los procedimientos en el laboratorio se realizaron en distintos intervalos de tiempo: después de 24 horas y 1 semana de haber realizado el proceso de cementación en relación al tiempo (ANEXO 01).

4.4.6 Confección de los cilindros de resina

Para la confección de los cilindros de resina se utilizaron como moldes los tubitos de plástico del hisopo de 3 mm de longitud y 2 mm de diámetro interno. Los tubitos fueron rellenados de resina (3M ESPE

UNIVERSAL RESTORATIVE), finalmente foto curados por 30 segundos y almacenados en agua destilada.

4.4.7 Acondicionamiento previo de la superficie de esmalte y dentina

Antes de realizar la cementación. Las superficies de esmalte y dentina fueron sometidas a cuatro agentes acondicionantes:

Los agentes que se aplicaron sobre el esmalte y dentina previa a la cementación fueron detallados en la tabla 1.

Tabla 1. Agentes acondicionantes. (8) (65)

AGENTE ACONDICIONANTE	Tiempo de exposición (segundos)		Tiempo de lavado y/o secado
	ESMALTE	DENTINA	
2 ml de hipoclorito de sodio al 4% (8)	60 segundos	60 segundos	20 segundos
1 ml de E.D.T.A (Biodinámica^R) (8)	60 segundos	60 segundos	20 segundos
1 ml de clorhexidina al 2% (25) (66)	60 segundos	60 segundos	Solo secado
3 ml de solución de Nanopartículas de plata 23ppm (1 ppm = 1 mg/L.) (25)	30 segundos	15 segundos	Solo secado

4.4.8 Procedimiento de adhesión

Para el procedimiento de adhesión se colocó sobre un dispensador de papel el cemento resinoso RelyXTM U200 en una proporción de pasta base/pasta catalizador de 1:1 y se procedió a realizar el

mezclado por 20 segundos según instrucciones del fabricante. Seguidamente se aplicó el cemento autoadhesivo (RelyX™ U200) sobre las superficies de esmalte y dentina previamente tratada con los agentes, se aplicó un poco de aire por 10 segundos para esparcir el cemento y se colocaron los cilindros de resina compuesta elaborada (3M ESPE UNIVERSAL RESTORATIVE); antes de realizar el proceso de foto curado, se aplicó una carga de 500 gr. con ayuda de una pesa patrón durante 3 minutos sobre el cilindro de resina para estandarizar el espesor del cemento y seguidamente se aplicó el foto curado con una lámpara Led (woodpecker) con una intensidad de 1000Mw/cm² por 40 segundos, finalmente se almacenaron las muestras en agua destilada a 37°C. (66)

4.4.9 Prueba de micro cizallamiento (microshear bond strength)

Después de 24 horas de almacenamiento en agua destilada a 37 °C las muestras fueron llevadas a una máquina universal de ensayos (Odeme dental research OM 150, SC, Brasil) para realizar la prueba de micro cizallamiento, para ello se utilizó una varilla de metal en forma de cincel que aplicó una fuerza incremental a una velocidad del cabezal de 2 mm/min que se realizó en la interface del cilindro de resina y el diente. Los valores de fuerza máxima se registraron en una ficha observacional y posteriormente se calcularon en megapascales (Mpa). Para convertir los valores obtenidos en la maquina universal de ensayos a megapascales se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Kgf} \times 9.81 = \text{N}}{\pi \cdot R^2 = A} \rightarrow \frac{N(\text{Newton})}{A(\text{Área})} = \text{MPa}$$

4.4.10 Análisis del tipo de fractura en estereomicroscopio

Para determinar el patrón de falla, las superficies de las muestras se examinaron en un estereomicroscopio trinocular (AmScope SM20)

con un aumento de 20x y se fotografiaron utilizando un software de análisis de imágenes (AmScope), las 64 muestras se dividieron en 2 grupos (Esmalte-Dentina) de 32 unidades cada uno; estos se dividieron en 4 subgrupos de 8 muestras para cada agente acondicionante, posteriormente las muestras fueron analizadas en distintos intervalos de tiempo después de 24 horas y 1 semana respectivamente. Los patrones observados en el estereomicroscopio en cada una de las muestras se clasificaron en tres grupos: 1) falla de adhesión (La falla ocurre a nivel del cemento resinoso) 2) falla de cohesión en el sustrato o en la resina; 3) falla mixta (Se observa parte de resina y sustrato en la falla). (ANEXO 03)

4.5 Instrumento de recolección de datos

El instrumento está constituido por una ficha de observación laboratorial donde se anotaron los datos correspondientes al tipo de sustrato o superficie dentaria Esmalte/Dentina, número de muestra, agente acondicionante aplicado sobre el sustrato, valor de fractura convertido a Mpa a través de la siguiente formula: $Mpa = N/A$ (ANEXO 02) y el patrón de falla en la cohesión sustrato/resina, adhesión y mixto (ANEXO 03). El modelo de la ficha de observación se presenta en la sección Anexos.

CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Para elegir la prueba estadística que fue usada para el análisis estadístico, se parte por el supuesto que Normalidad e Igualdad de Varianzas.

Primero se debe comprobar si los datos presentan una distribución normal, al tratarse de que cada grupo presenta un número de datos menores a 50, se elige la prueba estadística de Shapiro-Wilk bajo las siguientes hipótesis:

H0= Los datos presentan distribución normal ($p>0,05$)

H1= Los datos no presentan distribución normal ($p<0,05$)

Al realizar la prueba de Shapiro-Wilk se encontró que el valor de significancia era menor al 5% ($p<0,05$) entonces, por lo que se rechazó la hipótesis nula y se concluye que los datos no presentan una distribución normal.

Después de haberse comprobado que los datos no presentan una distribución normal ($p>0,05$), se decide realizar una presentación descriptiva de los datos (medidas de tendencia central y dispersión), seguido de la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis para conocer si existe diferencias significativas entre los grupos; luego, para conocer si existen diferencias significativas entre los agentes a las 24 horas y 1 semana se decide realizar la prueba de U de Mann Whitney. Finalmente para conocer la asociación y la fuerza de asociación entre los patrones de fractura y el tipo de agente acondicionante aplicado sobre las superficies dentarias se decide hacer la prueba estadística de Chi cuadrado.

Tabla 2. Resistencia al micro cizallamiento de la resina autoadhesiva RelyX U 200 sobre el esmalte a las 24 horas y la semana con tratamiento previo de la superficie (Mpa).

Tratamiento de superficie	24 horas				1 semana				Valor p****
	Media	D.E.	Mediana*	RIC	Media	D.E.	Mediana**	RIC	
NaOCI 4%	12,793	3,528	12,733 ^{aA}	6,22	8,563	2,601	8,217 ^{aA}	4,86	0,114
CHX 2%	13,338	5,720	13,304 ^{aA}	10,52	5,657	0,952	5,726 ^{aA}	1,78	0,057
EDTA	14,532	2,574	13,892 ^{aA}	4,74	7,404	1,054	7,733 ^{aB}	1,90	0,029
NPsAg	3,910	1,318	3,927 ^{bA}	2,30	6,747	2,627	6,712 ^{aA}	4,84	0,114

D.E.: Desviación estándar.

RIC: rango Intercuartílico.

* Letras minúsculas diferentes en superíndice indican diferencias significativas entre las columnas. Prueba de Kruskal Wallis (p= 0,035).

** Letras minúsculas en superíndice indican valores similares entre las columnas. Prueba de Kruskal Wallis (p=0,203).

*** Prueba de U de Mann whitney. Letras mayúsculas diferentes en superíndice indican diferencias significativas entre las filas.

Interpretación:

En la Tabla 2 podemos observar a las 24 horas de la cementación con la resina autoadhesiva RelyX U200, el grupo que obtuvo los valores más altos de resistencia al micro cizallamiento fue el EDTA con una mediana de 13,892 Mpa; seguido por la clorhexidina al 2% con una mediana de 13,304 Mpa, el hipoclorito de sodio al 4% con una mediana de 12,733 Mpa; y finalmente el grupo que obtuvo los valores más bajos de resistencia al micro cizallamiento fueron las nanopartículas de plata con una mediana de 3,927 Mpa.

En la comparación de los valores obtenidos mediante la prueba de Kruskal-Wallis se comprobó que a las 24 horas de la cementación si existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo conformado por las nanopartículas de plata y los demás grupos de agentes acondicionantes. (p<0,05)

A la semana de la cementación, el grupo que obtuvo los valores más altos de resistencia a la tracción fue el hipoclorito de sodio al 4% con una mediana de 8,217 Mpa; seguido por el EDTA con una mediana de 7,733 Mpa, y finalmente el grupo de las nanopartículas de plata con una mediana de 6,712 Mpa y la clorhexidina al 2% con una mediana de 5,726 Mpa.

En la comparación de los valores obtenidos en la prueba de Kruskal-Wallis se comprobó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de acondicionantes después de 1 semana de la cementación sobre el esmalte. ($p > 0,05$)

Al realizar la comparación entre los grupos a las 24 horas y la semana mediante la prueba estadística de U de Mann whitney se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas en el grupo del EDTA. ($p < 0,05$)

Tabla 3. Resistencia al micro cizallamiento de la resina autoadhesiva RelyX U 200 sobre la dentina a las 24 horas y la semana con tratamiento previo de la superficie (Mpa).

Tratamiento de superficie	24 horas				1 Semana				Valor p***
	Media	D.E	Mediana*	RIC	Media	D.E	Mediana**	RIC	
NaOCI 4%	15,760	6,513	13,338 ^{aA}	11,37	13,970	3,089	14,030 ^{aA}	5,93	1,000
CHX 2%	15,951	4,040	15,951 ^{aA}	7,42	14,169	0,722	14,204 ^{aA}	1,35	0,343
EDTA	10,536	1,530	11,003 ^{aA}	2,77	8,771	1,918	8,148 ^{aA}	3,44	0,200
NPsAg	6,660	0,035	6,643 ^{bA}	0,05	10,103	5,001	9,151 ^{aA}	9,32	0,343

D.E.: Desviación estándar.

RIC: rango Intercuartílico.

* Letras minúsculas diferentes en superíndice indican diferencias significativas entre las columnas. Prueba de Kruskal Wallis ($p = 0,016$).

** Letras minúsculas en superíndice indican valores similares entre las columnas. Prueba de Kruskal Wallis ($p = 0,082$).

*** Prueba de U de Mann whitney. Letras mayúsculas en superíndice indican valores similares entre las filas.

Interpretación:

En la Tabla 3 podemos observar que a las 24 horas de la cementación con la resina autoadhesiva RelyX U200 sobre la dentina, el grupo que obtuvo los valores más altos de resistencia al micro cizallamiento fue la clorhexidina al 2% con una mediana de 15,951 Mpa; seguido por la el hipoclorito de sodio al 4% con una mediana de 13,338 Mpa, el EDTA con una mediana de 11,003 Mpa; y finalmente el grupo que obtuvo los valores más bajos de resistencia a la tracción fueron las nanopartículas de plata con una mediana de 6,643 Mpa.

En la comparación de los valores obtenidos en la prueba de Kruskal-Wallis se comprobó que existen diferencias significativas entre el grupo de las nanopartículas de plata y los demás grupos de agentes acondicionantes ($p < 0,05$).

A la semana de la cementación, el grupo que obtuvo los valores más altos de resistencia a la tracción fue la clorhexidina al 2% con una mediana de 14,204 Mpa, seguido del hipoclorito de sodio al 4% con una mediana de 14,030 Mpa; las nanopartículas de plata con una mediana de 9,151 Mpa; y finalmente el grupo que obtuvo los valores más bajos de resistencia al micro cizallamiento fue el EDTA con una mediana de 8,148 Mpa.

En la comparación de los valores obtenidos en la prueba de Kruskal-Wallis se comprobó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de acondicionantes después de 1 semana. ($p > 0,05$)

Al realizar la comparación entre los grupos a las 24 horas y la semana mediante la prueba estadística de U de Mann whitney se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. ($p > 0,05$)

Tabla 4. Asociación entre los patrones de fractura y los agentes acondicionantes utilizados sobre el esmalte como pre tratamiento antes de la cementación con la resina autoadhesiva RelyX U200.

Patrón de fractura	Agentes acondicionantes								Total		Chi ²
	Hipoclorito de sodio		Clorhexidina al 2%		EDTA		Nanopartículas de plata		n	%	
	n	%	n	%	n	%	n	%			
Falla de la adhesión	0	0	1	12,5	2	25	4	50	7	21,9	
Falla en la cohesión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P=0,094
Falla mixta	8	100	7	87,5	6	75	4	50	25	78,1	
Total	8	100	8	100	8	100	8	100	32	100	

Interpretación:

En la tabla 4 podemos observar que de las 32 muestras analizadas:

- 8 muestras fueron distribuidas para el grupo de hipoclorito de sodio al 4%, de las cuales 0 muestras presentaban falla de la adhesión, 0 muestras presentaban falla en la cohesión y 8 muestras presentaban falla mixta.
- 8 muestras fueron distribuidas para el grupo de clorhexidina al 2%, de las cuales 1 muestra presentaba falla de la adhesión, 0 muestras presentaban falla en la cohesión y 7 muestras presentaban falla mixta.
- 8 muestras fueron distribuidas para el grupo de EDTA, en las cuales 2 muestras presentaban falla de la adhesión, 0 muestras presentaban falla de la cohesión y 6 muestras presentaban falla mixta.
- 8 muestras fueron distribuidas para el grupo de Nanopartículas de plata, de las cuales 4 muestras presentaban falla de la adhesión, 0 muestras presentaban falla en la cohesión y 4 muestras presentaban falla mixta.

En el análisis de asociación mediante la prueba estadística de Chi cuadrado, se constató que la aplicación de los agentes pre tratantes sobre las superficies de esmalte antes de la cementación con la resina autoadhesiva RelyX U200 no están asociados a la ocurrencia de los patrones de falla. ($p>0,05$)

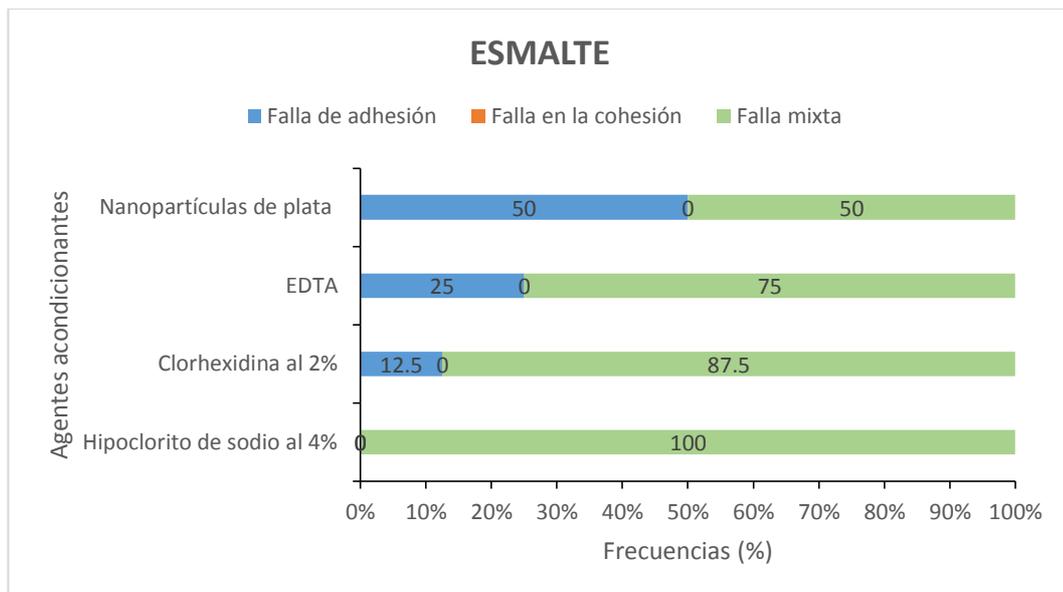


Gráfico 1. Asociación entre los agentes acondicionantes y los patrones de falla sobre el esmalte.

Interpretación:

En la gráfica podemos observar que el patrón de falla mixta se registró en el 100% de muestras del grupo del hipoclorito de sodio al 4%. El patrón de falla mixta represento el 87,5%, y 12,5% de falla adhesiva en el grupo de la clorhexidina al 2% y en el grupo del EDTA se registró 75% de falla mixta y 25% de falla en la adhesión. Finalmente la falla adhesiva represento el 50%, con una falla mixta de 50% en el grupo de nanopartículas de plata.

Tabla 5. Asociación entre los patrones de fractura y los agentes acondicionantes utilizados sobre la dentina como pre tratamiento antes de la cementación con la resina autoadhesiva RelyX U200.

Patrón de fractura	Agentes acondicionantes								Total		Chi ²
	Hipoclorito de sodio		Clorhexidina al 2%		EDTA		Nanopartículas de plata		n	%	
	n	%	n	%	n	%	n	%			
Falla de la adhesión	4	50	0	0	0	0	4	50	8	25	
Falla en la cohesión	1	12,5	0	0	0	0	0	0	1	3,1	<i>P</i> =0,024
Falla mixta	3	37,5	8	100	8	100	4	50	23	71,9	
Total	8	100	8	100	8	100	8	100	32	100	

Interpretación:

En la tabla 5 podemos observar que de las 32 muestras analizadas:

- 8 muestras fueron distribuidas para el grupo de hipoclorito de sodio al 4%, de las cuales 4 muestras presentaban falla de la adhesión, 1 muestra presentaba falla en la cohesión y 3 muestras presentaban falla mixta.
- 8 muestras fueron distribuidas para el grupo de clorhexidina al 2%, de las cuales 0 muestras presentaban falla de la adhesión, 0 muestras presentaban falla en la cohesión y 8 muestras presentaban falla mixta.
- 8 muestras fueron distribuidas para el grupo de EDTA, en las cuales 0 muestras presentaban falla de la adhesión, 0 muestras presentaban falla de la cohesión y 8 muestras presentaban falla mixta.
- 8 muestras fueron distribuidas para el grupo de Nanopartículas de plata, de las cuales 4 muestras presentaban falla de la adhesión, 0 muestras presentaban falla en la cohesión y 4 muestras presentaban falla mixta.

En el análisis de asociación mediante la prueba estadística de Chi cuadrado, se constató que la aplicación de los agentes pre tratantes sobre las superficies de dentina antes de la cementación con la resina autoadhesiva RelyX U200 están asociados a la ocurrencia de los patrones de falla. ($p < 0,05$)

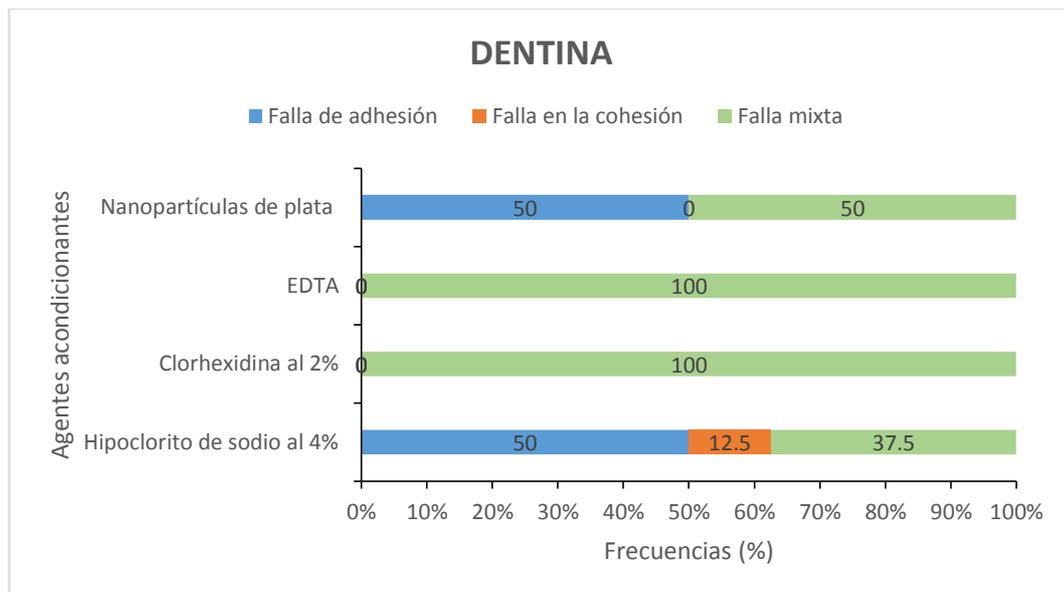


Gráfico 2. Asociación entre los agentes acondicionantes y los patrones de falla sobre dentina.

Interpretación:

En la gráfica podemos observar que el patrón de falla adhesiva registró 50%, la falla en la cohesión 12,5% y la falla mixta 37,5% de muestras del grupo del hipoclorito de sodio al 4%. En el grupo de la clorhexidina al 2% se registró 100% de falla mixta; al igual que el grupo de EDTA. Finalmente la falla adhesiva represento el 50% con una falla mixta de 50% en el grupo de nanopartículas de plata.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se compararon el uso de diferentes agentes acondicionantes aplicados sobre el esmalte y la dentina previamente al procedimiento de adhesión con la resina autoadhesiva RelyX U200. Asimismo se midió la resistencia al micro cizallamiento después de 24 horas y 1 semana para comparar las diferencias entre los grupos.

Los resultados mostraron que en esmalte el grupo del hipoclorito de sodio al 4%, a las 24 horas obtuvo una media de 12,793 Mpa, a la semana se registró una media de 8,563 Mpa. En el grupo de la Clorhexidina al 2%, se obtuvo una media de 13,338 Mpa a las 24 horas, a la semana una media de 5,657 Mpa. Para el grupo del EDTA, se obtuvo una media de 14,532 Mpa a las 24 horas, una media de 7,404 Mpa a la semana. Finalmente para el grupo conformado por las nanopartículas de plata obtuvo una media de 3,910 Mpa a las 24 horas, a la semana una media de 6,747 Mpa. Al realizar la prueba estadística de Kruskal Wallis a las 24 horas se pudo apreciar que el valor p es menor a 0,05 por lo tanto existen diferencias estadísticamente significativas entre las nanopartículas de plata y los demás agentes acondicionantes ($p < 0,05$); mientras que a la semana no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p > 0,05$). Cabe mencionar que al realizar la comparación de valores obtenidos en los grupos a las 24 horas y a la semana mediante la prueba estadística de U de Mann Whitney se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas en el grupo del EDTA ($p < 0,05$).

Por otro lado en dentina, el grupo del hipoclorito de sodio al 4% registró una media de 15,760 Mpa a las 24 horas y 13,970 Mpa a la semana. En la clorhexidina al 2% se obtuvo una media de 15,951 Mpa a las 24 horas y 14,169 Mpa a la semana. Para el grupo del EDTA se obtuvo una media de 10,536 Mpa a las 24 horas y a la semana una media de 8,771 Mpa. Por último, en el grupo de las nanopartículas de plata se registró una media de 6,660 Mpa a las 24 horas y una media de 5,001 Mpa a la semana. Al realizar la prueba estadística de Kruskal Wallis a las 24 horas se pudo

apreciar que el valor p es menor a 0,05, existiendo diferencias significativas entre las nanopartículas de plata y los grupos de agentes acondicionantes ($p < 0,05$). A la semana no se encontraron diferencias significativas entre los grupos ($p > 0,05$). Al realizar la comparación de valores obtenidos en los grupos a las 24 horas y a la semana mediante la prueba estadística de U de Mann Whitney se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p > 0,05$).

Nara et al. En 2018 examinaron los efectos de dos protocolos de desproteinización sobre la fuerza de unión micro tensil de la dentina (μ TBS). Encontraron que el hipoclorito de sodio aplicado previamente sobre la resina autoadhesiva RelyX U200 obtuvo los valores más altos de resistencia de unión (14.9 Mpa) datos similares a los encontrados en este estudio (15,760 Mpa), en comparación con el grupo control (13,7 Mpa) y la aplicación grabado ácido + hipoclorito de sodio (7,9 Mpa). Concluyeron que el acondicionamiento / desproteinización de la dentina mejora la integridad de la interfaz cemento autoadhesivo-dentina, mejorando así la longevidad de la unión de la dentina después del ciclo de carga. (67)

Se puede considerar el uso de un agente desproteinizante como una posible alternativa para optimizar la adhesión eliminando elementos orgánicos (proteínas) tanto de la estructura del esmalte como de la película adquirida antes del ataque ácido para lograr una mejor fuerza de unión. Se ha demostrado que el NaOCI degrada las proteínas eficientemente y puede ser capaz de eliminar el exceso proteína. Las proteínas interfieren en el establecimiento de un patrón de grabado ácido clínicamente exitoso y su eliminación mejora la unión. (68)

Eduardo et al. En 2016 evaluaron el efecto de la clorhexidina al 2% sobre la fuerza de unión de los cementos autoadhesivos a la dentina después de un almacenamiento de 24 horas y 90 días. Encontraron que el tratamiento del sustrato con clorhexidina al 2% (9,33 Mpa) en comparación con el grupo control o sin tratamiento (10,33 Mpa) a las 24 horas, no afectó los valores de adherencia por micro del cemento autoadhesivo, los datos encontrados en el estudio de Eduardo et al. Son inferiores a los obtenidos en el presente estudio (15,951 Mpa) por lo que se podría decir que la clorhexidina al 2 % si presenta efectos positivos sobre la capacidad de unión de la resina autoadhesiva RelyX U200. (69) Frassetto y col. 2016 relató que la

clorhexidina puede perder su efecto inhibidor de las MMP en presencia de cloruro de calcio, por lo que concentraciones tan bajas como 0,5 o 1% serían insuficientes para inhibir las MMP, requiriendo una concentración del 2%. Además, el colágeno y las MMP pueden competir por la unión de la clorhexidina, lo que requiere el uso de concentraciones relativamente altas. Así, se especula que la clorhexidina pudo haber contribuido al mantenimiento de la red de colágeno que fue infiltrada por los monómeros resinosos. (70)

Moda et al. En 2018 evaluaron y compararon la interfaz de unión entre un cemento de resina autoadhesivo RelyX U200 y la dentina sana/erosionada. Encontraron que el grupo de EDTA (17,92 Mpa) obtuvo valores de fuerza de unión más altos al micro cizallamiento en comparación con el grupo control (7,81 Mpa) ($p < 0,05$). (66) Los datos encontrados en el grupo de EDTA difieren a los obtenidos en nuestro estudio (10,536 Mpa). Esto podría deberse a que en el estudio previamente mencionado utilizaron diferentes tipos de pulido (máquinas de pulido automático), lo que garantizaría un mejor acabado y pulido de las superficies dentarias, y así obtener valores más altos de resistencia a la tracción. Al respecto Lingyan et al. En 2018 investigaron el impacto de los métodos de pulido en la efectividad y durabilidad de la adhesión de diferentes cementos de resina a la dentina. Las superficies de dentina se trataron con una fresa de diamante de grano fino (pulido A) o se pulieron más con discos de pulido (pulido B), y luego se unieron con cualquiera de los tres cementos de resina, a saber, grabado y enjuague, cementos de resina auto grabables y autoadhesivos. Después de un almacenamiento en agua por 24 horas o 2 años, se realizó una prueba de fuerza de unión micro tensil (μ TBS). Concluyeron que los métodos de pulido podrían mejorar la eficacia de unión de la dentina con cementos de resina autograbantes y autoadhesivos. (71)

Tanto en esmalte como dentina acondicionados con nanopartículas de plata obtuvieron los valores más bajos de resistencia al micro cizallamiento. Oliveira et al. En 2020 evaluaron la resistencia de unión al micro cizallamiento del cemento de resina autoadhesiva RelyX U200 después de varios tratamientos en una superficie de dentina. Encontraron que la aplicación de nanopartículas de plata no promovió cambios en los valores de resistencia de adhesión (6,66 Mpa) datos similares a los

obtenidos en nuestro estudio (6,660 Mpa), en comparación con el grupo control que no se aplicó ningún agente acondicionante (9,76 Mpa). (28) En 2016 Humberto et al. Estudiaron la eficacia antimicrobiana del primer ortodóntico adicionado con nanopartículas de plata. Encontraron que a los 15 días de haber aplicado las nanopartículas junto con un primer ortodóntico, obtuvieron un valor significativo ($p= 0,02$) y por lo tanto concluyeron que es eficaz en la disminución de carga bacteriana. (72) Esto explicaría el aumento progresivo de los valores de resistencia al micro cizallamiento de las nanopartículas de plata, ya que al aumentar progresivamente su eficacia antibacteriana también podrían aumentar sus valores de resistencia al micro cizallamiento, sin embargo aún no se encuentran estudios que demuestren el aumento de la capacidad de unión de las resinas autoadhesivas en relación al efecto antibacteriano de las nanopartículas de plata.

En esmalte; el patrón de falla mixta se registró en el 100% de muestras del grupo del hipoclorito de sodio al 4%. El patrón de falla mixta representó el 87,5%, y 12,5% de falla adhesiva en el grupo de la clorhexidina al 2% y en el grupo del EDTA se registró 75% de falla mixta y 25% de falla en la adhesión. Finalmente la falla adhesiva representó el 50%, con una falla mixta de 50% en el grupo de nanopartículas de plata, sin embargo no hubo asociación entre los agentes acondicionantes y los patrones de falla encontrados ($p>0,05$).

En dentina; el patrón de falla adhesiva registró 50%, la falla en la cohesión 12,5% y la falla mixta 37,5% de muestras del grupo del hipoclorito de sodio al 4%. En el grupo de la clorhexidina al 2% se registró 100% de falla mixta; al igual que el grupo de EDTA. Finalmente la falla adhesiva representó el 50% con una falla mixta de 50% en el grupo de nanopartículas de plata. Se encontró asociación entre los agentes acondicionantes aplicados y los patrones de falla ($p<0,05$)

Coincidimos que el modo de falla adhesivo fue predominante para el grupo de las nanopartículas de plata con un 50% de muestras en esmalte y dentina. Esto concuerda con un estudio realizado por Mohammed et al. En 2014 donde observaron que el modo de falla fue predominantemente adhesivo para el grupo de control que obtuvo los valores más bajos de resistencia a la tracción, con un mayor

porcentaje de fallas mixtas para los grupos que utilizaron desinfectantes. Concluyeron que el mayor porcentaje de fallas mixtas en grupos de desinfectantes se atribuyó al aumento de la fuerza de unión al cizallamiento, que claramente se reflejó en el modo de falla del sistema de unión. El principal modo de falla en las muestras con bajas resistencias adhesivas fue la falla adhesiva, mientras que las fracturas cohesivas en dentina o composite se observaron con mayor fuerza adhesiva. (73)

Al realizar la ejecución del presente estudio se encontraron algunas limitaciones: como la dificultad en la obtención de muestras debido a la disminución en la demanda de los servicios odontológicos. Se tomó la decisión de no aplicar un grupo control, ya que además de encontrarse cerrados los laboratorios de ensayos de las universidades, también se contó con tiempos limitados para poder aplicar los procedimientos necesarios por las restricciones declaradas del gobierno central a causa de la situación sanitaria ocasionada por el COVID-19. Al no aplicar un grupo control solamente podemos realizar la interpretación acerca de la comparación entre efectos de los agentes acondicionantes aplicados sobre un cemento autoadhesivo en esmalte y dentina.

CONCLUSIONES

- El tratamiento previo de la superficie del esmalte y la dentina con Hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA tiene un efecto positivo sobre la capacidad de unión de un cemento resinoso autoadhesivo ($p < 0,05$), mientras que las nanopartículas de plata no presentaron efectos positivos sobre el cemento autoadhesivo. ($p > 0,05$)
- Se encontró que existen diferencias significativas en el tratamiento previo de la superficie del esmalte y dentina, entre Hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2%, EDTA y solución de nanopartículas de plata sobre la capacidad de unión de un cemento resinoso autoadhesivo después de 24 horas ($p < 0,05$), en cambio que a la semana no observaron diferencias significativas entre los grupos. ($p > 0,05$)
- No existen diferencias significativas al comparar el efecto del tratamiento previo de la superficie del esmalte y dentina con Hipoclorito de sodio, clorhexidina al 2% y solución de nanopartículas de plata sobre la capacidad de unión de un cemento resinoso autoadhesivo después de 24 horas y 1 semana ($p > 0,05$), excepto por el EDTA que presentó diferencias significativas sobre su efecto en el esmalte al cabo de 24 horas y 1 semana. ($p < 0,05$).
- En esmalte se constató que la aplicación de los agentes pre tratantes antes de la cementación con la resina autoadhesiva RelyX U200 no están asociados a la ocurrencia de los patrones de falla. ($p > 0,05$), mientras que para dentina se encontró que si existe asociación entre los agentes pre tratantes y la ocurrencia de los patrones de falla. ($p < 0,05$)

RECOMENDACIONES

- Se sugiere para estudios posteriores utilizar una mayor cantidad de muestras.
- Se sugiere la realización de estudios posteriores entre cementos resinosos de diferentes tipos como: autograbantes y autoadhesivos.
- Se recomienda la realización de estudios posteriores acerca de la comparación entre más agentes acondicionadores que puedan permitir una mejor capacidad de unión entre las superficies dentarias y las resinas.
- Se recomienda la realización de estudios que abarquen la comparación de resistencia a la tracción de diferentes agentes acondicionadores en lapsos de tiempo más prolongados.
- Se recomienda una capacitación del operador acerca del manejo y protocolo de los diferentes tipos de cementos resinosos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Miguelena E, Guerrero J, Garcilazo A, Ríos E. Análisis de resistencia al desplazamiento de dos cementos de resina, en dentina intrarradicular. *Rev. Odont. Mex* [revista en la Internet]. 2016 Dic [citado 2020 Abr 14]; 20(4): 238-242. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2016000400238&lng=es
2. Pedreira A, D'Alpino P, Pereira P, Chaves S, Wang L, Hilgert L. Efectos de las técnicas de aplicación de cementos de resina autoadhesivos sobre la integridad interfacial y la fuerza de unión de los postes de fibra a la dentina. *J. Appl. Oral Sci.* [Internet]. 2016 Oct [cited 2020 Oct 15]; 24(5): 437-446. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-77572016000500437&lng=en.
3. Vildósola P, Aguirre P, Pino A, Cisternas P, Diaz E, Osmir O et al. Comparación de la fuerza adhesiva de dos sistemas de cementos de resina en diferentes regiones radiculares en la cementación de postes de fibra. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral* [Internet]. 2015 [citado 2020 Oct 15]; 8(1): 38-44. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072015000100006&lng=es.
4. Pan Y, Xu X, Sun F, Meng X. Morfología superficial y propiedades mecánicas de cementos de resina convencionales y autoadhesivos después del envejecimiento acuoso. *J. Appl. Oral Sci.* [Internet]. 2019 [cited 2020 Oct 15]; 27: e20170449. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-77572019000100401&lng=en. Epub Nov 08, 2018.
5. Mandri M Aguirre G, Zamudio M. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. *Odontoestomatología* [Internet]. 2015 Nov [citado 2020 Oct 15]; 17(26): 50-56. Disponible en:

http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392015000200006&lng=es

6. Bravo C, Sampaio S, Hirata R, Puppini-Rontani R, Mayoral J, Giner L. Estudio comparativo in vitro del uso de clorhexidina al 2% sobre la fuerza de unión microtensil de diferentes adhesivos de dentina: una evaluación de 6 meses. *Int. J. Morphol.* [Internet]. 2017 Sep [citado 2020 Abr 14]; 35(3): 893-900. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000300016&lng=es
7. Seballos V G, Barreto M S, Rosa R A, Machado E, Valandro L F, Kaizer O B. Efecto de la irrigación post-espacial con NaOCl y CaOCl a diferentes concentraciones sobre la fuerza de unión de los postes cementados con un cemento de resina autoadhesivo. *Braz. Dent. J.* [Internet]. 2018 Sep [cited 2020 Dec 21]; 29(5): 446-451. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402018000500446&lng=en.
8. Calixto L R, Rodrigues T M, Coelho B M, Fernandez E, Chaple A M, Campos E. Pretratamiento y mejora de la fuerza de unión de cementos resinosos autoadhesivos a postes. *Rev Cubana Estomatol* [Internet]. 2019 Sep [citado 2020 Dic 21]; 56(3): e1989. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072019000300003&lng=es.
9. Mariel H, Centeno R, Sánchez W, González A, Arredondo R, Cárdenas J, Gutiérrez F. Eficacia antimicrobiana del primer ortodóncico adicionado con nanopartículas de plata. Estudio transversal in vitro. *Investigación Clínica* [Internet]. 2016; 57(4):321-329. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=372948485002>
10. Shafiei F, Memarpour M, Jowkar Z. Effect of Silver Antibacterial Agents on Bond Strength of Fiber Posts to Root Dentin. *Braz. Dent. J.* [Internet]. 2020 Aug [cited 2020 Dec 21]; 31(4): 409-416. Available from:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402020000400409&lng=en

11. Pereira da Costa N, Piragine L, Rodrigues T, Ferrarezi A, Campos E. Fuerza de unión microtensil de sistemas adhesivos de acondicionamiento y lavado de dos pasos: efecto de diferentes tratamientos de la superficie de dentina grabada. *Rev. Odontol. Unesp* [Internet]. 2017 June [cited 2020 Apr 14]; 46(3): 131-137. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-25772017000300131&lng=en
12. Khoroushi M, Najafabadi MA, Feiz A. Efectos del hipoclorito de calcio y el hipoclorito de sodio, como irrigantes del conducto radicular, sobre la fuerza de unión de los postes de fibra de vidrio cementados con cemento de resina autoadhesivo. *Front Dent*. 2019 mayo-junio; 16 (3): 214-223. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6911663/>
13. Ren G, Hu D, Cheng E, Vargas-Reus M, Reip P, Allaker R. Caracterización de nanopartículas de óxido de cobre para aplicaciones antimicrobianas. *Int J Antimicrob Agents*. 2009 Jun; 33(6):587-90.
14. Rai A, Prabhune A, Perry C. Síntesis mediada por antibióticos de nanopartículas de oro con potente actividad antimicrobiana y su aplicación en recubrimientos antimicrobianos. *J Mater Chem*. 2010; 20(32):6789.
15. De B, Gupta K, Mandal M, Karak N. Nanocompuestos epoxi nanohíbridos / hiperramificados de Cu₂O con reducción de puntos de carbono OMMT inmovilizado con biocida: propiedades mecánicas, térmicas, antimicrobianas y ópticas. *Mater Sci Eng C. Elsevier B.V*. 2015; 56:74-83.
16. Lee Y-J, Kim S, Park S-H, Park H, Huh Y-D. Actividades antibacterianas del Cu₂O dependientes de la morfología. *Mater Lett*. 2011 Mar; 65(5):818-20.
17. Le Van N, Ma C, Shang J, Rui Y, Liu S, Xing B, et al. Efectos de las nanopartículas de CuO sobre la actividad insecticida y la fitotoxicidad en algodón convencional y transgénico. *Chemosphere*. 2015 Sep 22; 144:661-70.

18. Hassan MS, Amna T, Kim HY, Khil M-S. Efecto bactericida mejorado de las nuevas nanovarillas compuestas de CuO / TiO₂ y un mecanismo de las mismas. *Compos Part B Eng.* 2013 Feb; 45(1):904-10.
19. Sohrabnezhad SH, Mehdipour MJ, Salavatiyan T. Síntesis y caracterización de nano compuestos de CuO-montmorillonita por método de descomposición térmica y actividad antibacteriana de nano compuestos. *Spectrochim Acta - Part A Mol Biomol Spectrosc.* Elsevier B.V. 2014; 125:73-8.
20. Yoosefi A, Wang R, Xu R. Método sencillo de deposición de nanopartículas de CuO sobre un papel de celulosa y su actividad antibacteriana. *Chem Eng J.* Elsevier B.V. 2015; 262:999-1008.
21. Yadollahi M, Gholamali I, Namazi H, Aghazadeh M. Síntesis y caracterización de hidrogeles nanocompuestos de carboximetilcelulosa / ZnO antibacterianos. *Int J Biol Macromol.* Elsevier B.V. 2015; 74:136-41.
22. Andre CB, Aguiar T R, Ayres A A, Ambrosano G Ma, Giannini M. Fuerza de unión de los cementos de resina autoadhesivos a la dentina seca y húmeda. *Braz. oral res.* [Internet]. 2013 Oct [cited 2021 May 03]; 27(5): 389-395. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-83242013000500389&lng=en.
23. Romero M, Museros P, Martínez MD, Poy A. *Resistencia de Materiales.* España:Universitat Jaume; 2002.
24. Pérez R. Oficina Internacional de Pesas y Medidas. Sistema internacional de unidades. *vasa.* 2006; 8(1).
25. Rodrigues R, Ramos C, Francisconi P, Borges A. La fuerza de unión al cizallamiento de los cementos de resina autoadhesivos a la dentina y el esmalte: un estudio in vitro. *Revista de odontología protésica.* [Internet]. 2015: Volume 113, Issue 3, 220 – 227. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25444282>
26. Murase Y, Kotake H, Kusakabe SH, Okuyama K, Tamaki Y, Hotta M. Use of new scratch test and tensile test for evaluation of bond strength of

- selfadhesive flowable resin composite for repair of artificial tooth erosion. *Dental Material Journal*. [Internet]. 2020 [cited 2020 Apr 15]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31932547>
27. Dos Santos VH, Griza S, de Moraes RR, Faria-E-Silva AL. La fuerza de unión de los cementos de resina autoadhesivos al composite sometido a diferentes pre tratamientos superficiales. *Restor Dent Endod*. 2014 Feb; 39(1):12-6. Doi: 10.5395/rde.2014.39.1.12.
 28. Oliveira R, Lima A, Umeda T, Fagundes T, Fraga Andre, Dos Santos P. Do different pretreatments of dentine surface affect the bond strength with a self-adhesive resin cement? *Oral health Prev Dent*. [Internet]. 2020 [cited 2020 Apr 15]; Vol 18 145-152. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32238986>
 29. Shafiei F, Kamran S, Memarpour M, Aghaei T. Fuerza de adherencia y micromorfología interfacial adhesiva de cementos resinosos autoadhesivos: Efecto de tiempos reducidos de pregrabado. *J Clin Exp Dent*. 2019 Nov 1; 11(11):e984-e990. Doi: 10.4317/jced.56120. PMID: 31700571; PMCID: PMC6825729.
 30. Saker S, Özcan M, Al-Zordk W. El impacto del tiempo de grabado y del material en la fuerza de unión del cemento de resina autoadhesivo al esmalte erosionado. *Dent Mate Journal*. [Internet]. 2019 38:921-927 [cited 2020 Apr 15]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31105158>
 31. Lorenzetti C, Pereira C, Kuga C, Saad C, Campos A. Influência de tratamento dentinário com EDTA sobre a resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes. *Rev. odontol. UNESP* [Internet]. 2019 [cited 2020 Apr 21]; 48: e20190007. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-25772019000100401&lng=en.
 32. Pereira N, Daleprane B, Miranda L, Magalhaes S, Moreira A. Ultramorfología de interfaces adhesivas pretratadas entre cemento de resinas autoadhesivas y estructuras dentales. *Rev. odontol. Unesp* [Internet]. 2017 Oct [cited 2020 Apr 21]; 46(5): 249-254. Available from:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-25772017000500249&lng=en.

33. Ricardi F, Busato C, Busato P, Mendonça J, Rosa V, Marchi G. Fuerza de adherencia y microfiltración marginal en restauraciones fotopolimerizadas con LED y luz halógena asociada a tres modos de aplicación de un sistema adhesivo universal: estudio in vitro. *RGO, Rev. Gaúch. Odontol.* [Internet]. 2019 [cited 2020 Apr 22]; 67: e20190031. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-86372019000100318&lng=en.
34. Da-ré E, Gasque C, Moretti R. Rely XTM U200 versus Rely XTM ARC: una comparación de la resistencia a la microtensión. *Rev. odontol. Unesp* [Internet]. 2019 [cited 2020 Apr 22]; 48: e20180132. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-25772019000100403&lng=en
35. Miguelena K, Guerrero J, Garcilazo A, Ríos E. Análisis de resistencia al desplazamiento de dos cementos de resina, en dentina intrarradicular. *Rev. Odont. Mex* [revista en la Internet]. 2016 Dic [citado 2020 Mayo 15]; 20(4): 238-242. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2016000400238&lng=es
36. Richard M, Caparroso C, Ruiz X, Espitia J, Moreno J, Montoya A. Ex vivo evaluation of the retention of procera® zirconia-yttria systems with different cements. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* [Internet]. 2014 Dec [cited 2020 June 28]; 26(1): 44-61. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-246X2014000200004&lng=en
37. Şişmanoğlu S, Demirci M, Schweikl H, Ozen-Eroglu G, Cetin-Aktas E, Kuruca S, Tuncer S, Tekce N. Cytotoxic effects of different self-adhesive resin cements: Cell viability and induction of apoptosis. *J Adv Prosthodont.* 2020 Apr; 12(2):89-99.

38. Atay A, Palazli Z, Gürdal I, Üşümez A. Color Change of Different Dual-Cure Resin Cements after Thermocycling. *Odvotos* [Internet]. 2019 Aug [cited 2020 June 28]; 21(2): 53-62. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-34112019000200053&lng=en
39. Carolina B, Aguiar R, Ayres P, Ambrosano M, Giannini M. Bond strength of self-adhesive resin cements to dry and moist dentin. *Braz. oral res.* [Internet]. 2013 Oct [cited 2020 June 28]; 27(5): 389-395. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-83242013000500389&lng=en
40. 3M. Relyx U200 Clicker. [Internet]. Enero 2018. [Citado 2020 Mayo 29]. Disponible en: https://www.3m.com.pe/3M/es_PE/inicio/todos-los-productos-3m/~/3M-RelyX-U200-A2/?N=5002385+3290413503&preselect=3293786499&rt=rud
41. Cárdenas B Á, Sánchez S, Tinajero C, González V M, Baires L. Hipoclorito de sodio en irrigación de conductos radiculares: Sondeo de opinión y concentración en productos comerciales. *Rev. Odont. Mex* [revista en la Internet]. 2012 Dic [citado 2020 Dic 21]; 16(4): 252-258. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2012000400004&lng=es
42. Barbosa F, Vicente C H, Carneiro B L. Relación de la dentina desproteinizada con el proceso adhesivo. *Acta odontol. venez* [Internet]. 2005 Mayo [citado 2020 Dic 21]; 43(2): 171-176. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652005000200013&lng=es
43. Rodrigues B, Gioppo M, Busato Monte, Mendonça J, Camilotti V. In vitro evaluation of the antibacterial behavior of a self-etch adhesive associated with chlorhexidine. *Rev. odontol. Unesp* [Internet]. 2019 [cited 2020 May 16]; 48: e20170094. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-25772019000100405&lng=en

44. Bravo C, Sampaio C, Hirata R, Puppín R, Mayoral R, Giner L. Estudio comparativo in vitro del uso de clorhexidina al 2% sobre la fuerza de unión microtensil de diferentes adhesivos de dentina: una evaluación de 6 meses. *Int. J. Morphol.* [Internet]. 2017 Sep [citado 2020 Mayo 16]; 35(3): 893-900. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000300016&lng=es
45. Carvalho C, Fernandes P, Freitas P, França M, Basting T, Turssi P. Efecto del extracto de té verde sobre la durabilidad de la unión de un sistema adhesivo de grabado y enjuague a la dentina afectada por caries. *J. Appl. Oral Sci.* [Internet]. 2016 June [cited 2020 May 16]; 24(3): 211-217. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-77572016000300211&lng=en
46. Gomes T P, Fernandes Z R, Feliz P V, Bombarda A F, Ricci V R, Hungaro M A. Influencia del EDTA y su asociación con el cloruro de benzalconio en la adhesión de *Enterococcus faecalis* a la dentina. *Int. J. Odontostomat.* [Internet]. 2020 Dic [citado 2020 Dic 21]; 14(4): 632-638. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2020000400632&lng=es
47. Ibrahim A I O, Moodley D S, Petrik L, Patel N. Uso de nanopartículas antibacterianas en endodoncia. *S. Afr. dent. j.* [Internet]. 2017 Apr [cited 2020 May 16]; 72(3): 105-112. Available from: http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0011-85162017000300002&lng=en
48. Neves B, Agnelli A, Kurachi C, Souza W. Adición de nanopartículas de plata a la resina compuesta: efecto sobre las propiedades físicas y bactericidas in vitro. *Braz. Dent. J.* [Internet]. 2014 [cited 2020 June 29]; 25(2): 141-145. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402014000200141&lng=en

49. Fatemeh k, Mohammad J, Samaneh K. El efecto de las nanopartículas de plata sobre la fuerza de unión al cizallamiento del composite a la dentina con diferentes protocolos de adhesión. *J. Appl. Oral Sci.* [Internet]. 2017 Aug [cited 2020 June 29]; 25(4): 367-373. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-77572017000400367&lng=en
50. Vázquez F, Tanomaru M, Chávez G, Bosso R, Basso M, Guerreiro J. Efecto de las nanopartículas de plata sobre las propiedades fisicoquímicas y antibacterianas de los cementos de silicato de calcio. *Braz. Dent. J.* [Internet]. 2016 Oct [cited 2020 May 16]; 27(5): 508-514. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402016000500508&lng=en
51. Pelgrift RY, Friedman AJ. La nanotecnología como herramienta terapéutica para combatir la resistencia microbiana. *Advanced Drug Delivery Reviews* 2013; 65: 1803-15.
52. Toodehzaeim MH, Zandi H, Meshkani H, Hosseinzadeh A. El efecto de las nanopartículas de CuO sobre los efectos antimicrobianos y la resistencia al cizallamiento de los adhesivos de ortodoncia. *J Dent (Shiraz)*. 2018 marzo; 19 (1): 1-5. PMID: 29492409
53. Albertí L, Más M, Martínez S, Méndez MJ. Histogénesis del esmalte dentario. Consideraciones generales. *Amc* [Internet]. 2007 Jun [citado 2020 Jun 29]; 11(3). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552007000300015&lng=es
54. Pereira V, Vigil G, Sicco E, Bologna R, Tapia G. Estudio de la proliferación celular en gérmenes dentarios humanos. *Odontoestomatología* [Internet]. 2018 Dic [citado 2020 Mayo 16]; 20(32): 78-83. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392018000200078&lng=es
55. Cuéllar E, Pustovrh MC. El papel de la enamelisina (mmp-20) en el desarrollo dentario. Revisión sistemática. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*

- [Internet]. 2015 Dec [cited 2020 June 29]; 27(1): 154-176. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-246X2015000200154&lng=en
56. Fuentes MV. Propiedades mecánicas de la dentina humana. Av Odontoestomatol [Internet]. 2004 Abr [citado 2020 Jun 29]; 20(2): 79-83. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852004000200003&lng=es
57. Ramos G, Calvo N, Fierro R. Adhesión convencional de dentina. Dificultades y avances en la técnica. Rev Fac Odontol Univ Antioq [Internet]. 2015 June [cited 2020 June 29]; 26(2): 468-486. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-246X2015000100013&lng=en
58. Servosis. Máquina universal de ensayos, ¿qué es y por qué se llama así? [Internet]. 2019 Jul. [Citado 2020 Jun 29]. Disponible en: <https://www.servosis.com/noticias/maquina-universal-de-ensayos-que-es-y-por-que-se-llama-asi-26>
59. Hidehiko S, Abu F, Pipop S, Mariko M, Shuhei H, Monica Y, The microtensile bond strength test: Its historical background and application to bond testing, Japanese Dental Science Review, Volume 56, Issue 1, 2020, Pages 24-31, ISSN 1882-7616
60. Tecquipment. Máquina de prueba universal. [Internet]. 2019 Jul. [Citado 2020 Jun 29]. Disponible en: <https://www.tecquipment.com/universal-testing-machine>
61. Andrade M, Moura K, Reis A, Loguercio D, Garcia J, Grande HM. Evaluación de las uniones resina-esmalte mediante ensayos de resistencia de la unión a microcizallamiento y microtensión: efectos de la resina compuesta. J. Appl. Oral Sci. [Internet]. 2010 Dec [cited 2020 June 29]; 18(6): 591-598. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-77572010000600010&lng=en

62. Simon-Stickley, A. Image and Imagination of the Life Sciences. N.T.M. 27, 109–144 (2019).
63. Mundo microscopio. El microscopio estereoscópico. [Internet]. 2019 [Citado 2020 Jun 29]. Disponible en: <https://www.mundomicroscopio.com/microscopio-estereoscopico/>
64. Sánchez RM, Oliva NR. Historia del microscopio y su repercusión en la Microbiología. Rev Hum Med [Internet]. 2015 Ago [citado 2020 Jun 29]; 15(2): 355-372. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202015000200010&lng=es
65. Huilcapi M, Armas V, Cardenas F M, Araujo C R, Ocampo J B, Bandeca M C. Efecto de los tratamientos superficiales sobre las propiedades adhesivas de los brackets metálicos sobre el esmalte fluorótico. Dental Press J. Orthod. [Internet]. 2020 Aug [cited 2020 Dec 26]; 25(4): 59-67. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-94512020000400059&lng=en.
66. Moda MD, Fagundes TC, Briso ALF, dos Santos PH. Análisis de la interfaz de unión entre el cemento de resina autoadhesivo y la dentina erosionada in vitro. PLoS ONE. [Internet]. 2018 Nov [cited 2021 Apr 26]; 13(11): e0208024. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208024>
67. Rodrigues, NS, de Souza, LC, Feitosa, VP, Loguercio, AD, D'Arcangelo, C., Sauro, S., Saboia, V. Efecto de diferentes protocolos de acondicionamiento / desproteinización sobre la fuerza de unión y el grado de conversión de cementos resinosos autoadhesivos aplicados a la dentina. Rev. Int. de Adhesión y Adhesivos. 2018; 81, 98-104. Recuperado de: doi: 10.1016 / j.ijadhadh.2017.03.013
68. Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Ceja I, Saadia M. Enamel. La desproteinización y su efecto sobre el grabado ácido: un estudio in vitro. J Clin Pediatr Dent 2008; 33:13-19.
69. Eduardo C, Amanda M, Leonardo F, Carla C, Gisele C. Efecto de la dentina coronal tratada con clorhexidina al 2% sobre la fuerza de unión de dos

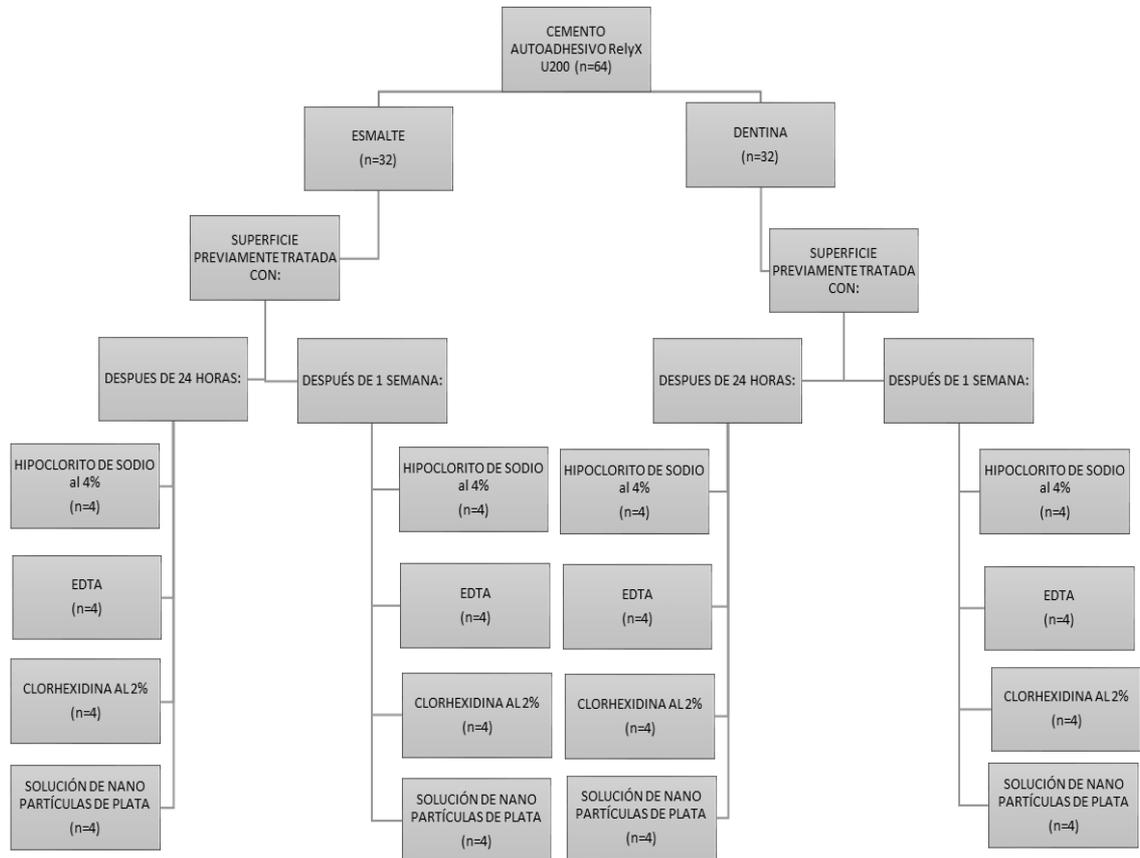
cementos autoadhesivos. [Internet] .2016 Sep. [Citado el 13 de julio de 2021]; 13 (3). Disponible en: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-56852016000300005

70. Frassetto A, Breschi L, Turco G, Marchesi G, Di Lenarda R, Tay FR. Mecanismos de degradación de la capa híbrida en odontología adhesiva y agentes terapéuticos para mejorar la durabilidad de la unión-Una revisión de la literatura. *Dent Mater.* 2016; 32 (2): 41–53. pmid: 26743967
71. Ren L, Li M, Pan Y, Meng X. Influencia de los métodos de pulido en la eficacia y durabilidad de la unión de diferentes cementos de resina a la dentina. *Biomed Res Int.* 2018 Feb 28; 2018:9189354. Recuperado de: doi: 10.1155/2018/9189354.
72. Humberto M M, Centeno S R, Sánchez M W, González A A, Arredondo H R, Mariel Cárdenas J. Eficacia antimicrobiana del primer ortodóncico adicionado con nanopartículas de plata: Estudio transversal in vitro. *Invest. clín [Internet].* 2016 Dic [citado 2021 Jul 20]; 57(4): 321-329. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0535-51332016000400002&lng=es.
73. Mohammed H A, Ali G A, Baroudi K. El efecto de diferentes agentes desinfectantes sobre la fuerza de unión de los compuestos de resina. *Int J Dent.* 2014; 2014:231235. Recuperado de: doi: 10.1155/2014/231235.

ANEXOS

ANEXO 01

DISTRIBUCIÓN DE LAS MUESTRAS





ANEXO 02

**Hoja de recolección de datos
(Resistencia a micro cizallamiento)**

Autor: Wilson Zacarias Choque Apaza

CEMENTO RelyX U200	VALOR DE FRACTURA (Mpa)		CEMENTO RelyX U200	VALOR DE FRACTURA (Mpa)	
	24hrs	1 semana		24hrs	1 semana
DENTINA			ESMALTE		
Hipoclorito de sodio			Hipoclorito de sodio		
Muestra N°1	11.52	10.51	Muestra N°1	16.02	5.77
Muestra N°2	15.15	17.30	Muestra N°2	9.79	12.04
Muestra N°3	25.15	15.70	Muestra N°3	15.67	8.54
Muestra N°4	11.21	12.35	Muestra N°4	9.68	7.88
EDTA			EDTA		
Muestra N°1	10.34	8.75	Muestra N°1	12.21	8.23
Muestra N°2	11.66	11.48	Muestra N°2	18.13	7.40
Muestra N°3	8.44	7.30	Muestra N°3	13.28	5.91
Muestra N°4	11.69	7.54	Muestra N°4	14.49	8.06
CLORHEXIDINA			CLORHEXIDINA		
Muestra N°1	15.95	13.25	Muestra N°1	20.37	5.63
Muestra N°2	15.95	14.25	Muestra N°2	13.28	6.74
Muestra N°3	11.00	14.15	Muestra N°3	13.32	4.42
Muestra N°4	20.89	15.01	Muestra N°4	6.36	5.81
SOLUCIÓN DE NANOPARTICULAS DE PLATA			SOLUCIÓN DE NANOPARTICULAS DE PLATA		
Muestra N°1	6.64	8.20	Muestra N°1	5.05	9.99
Muestra N°2	6.64	16.95	Muestra N°2	5.05	3.56
Muestra N°3	6.64	5.15	Muestra N°3	2.80	6.74
Muestra N°4	6.71	10.10	Muestra N°4	2.73	6.67



ANEXO 03

Hoja de recolección de datos

Las muestras se clasificaran en patrones de falla los cuales se dividirán en tres grupos:

- 1) Falla de adhesión (en el cemento resinoso)
- 2) Falla de la cohesión en el sustrato/composite
- 3) Falla mixta

CEMENTO RelyX U200	REGISTRO OBSERVACIONAL DE PATRONES DE FALLA (ESTEREOMICROSCOPIO)				
DENTINA	24hrs	1 semana	ESMALTE	24hrs	1 semana
Hipoclorito de sodio			Hipoclorito de sodio		
Muestra N°1	Mixto	Mixto	Muestra N°1	Adhesión	Mixto
Muestra N°2	Mixto	Mixto	Muestra N°2	Mixto	Mixto
Muestra N°3	Mixto	Mixto	Muestra N°3	Adhesión	Cohesión
Muestra N°4	Mixto	Mixto	Muestra N°4	Adhesión	Adhesión
EDTA			EDTA		
Muestra N°1	Mixto	Adhesión	Muestra N°1	Mixto	Mixto
Muestra N°2	Mixto	Mixto	Muestra N°2	Mixto	Mixto
Muestra N°3	Mixto	Mixto	Muestra N°3	Mixto	Mixto
Muestra N°4	Adhesión	Mixto	Muestra N°4	Mixto	Mixto
CLORHEXIDINA			CLORHEXIDINA		
Muestra N°1	Mixto	Mixto	Muestra N°1	Mixto	Mixto
Muestra N°2	Mixto	Mixto	Muestra N°2	Mixto	Mixto
Muestra N°3	Mixto	Adhesión	Muestra N°3	Mixto	Mixto
Muestra N°4	Mixto	Mixto	Muestra N°4	Mixto	Mixto
SOLUCIÓN DE NANOPARTICULAS DE PLATA			SOLUCIÓN DE NANOPARTICULAS DE PLATA		
Muestra N°1	Adhesión	Adhesión	Muestra N°1	Adhesión	Mixto
Muestra N°2	Adhesión	Mixto	Muestra N°2	Adhesión	Mixto
Muestra N°3	Mixto	Adhesión	Muestra N°3	Adhesión	Mixto
Muestra N°4	Mixto	Mixto	Muestra N°4	Mixto	Adhesión

ANEXO 04

FOTOGRAFÍAS DE LA MUESTRA DE ESTUDIO



Figura 1. Terceros molares inferiores.



Figura 2. Limpieza de las muestras.



Figura 3. Almacenamiento de las piezas dentarias en glutaraldehído al 2%.



Figura 4. Corte de las piezas dentarias bajo irrigación.

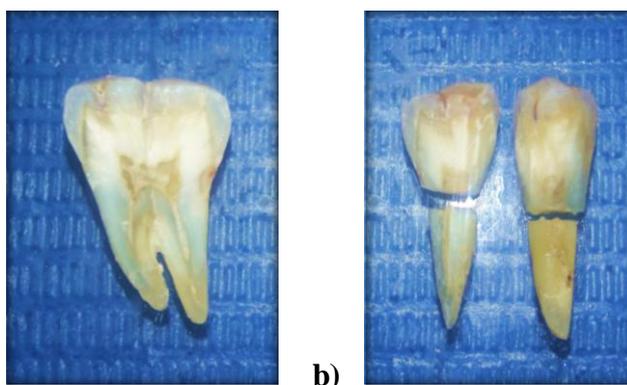


Figura 5. a) Corte longitudinal en sentido mesio-distal. b) Corte longitudinal en vestibulo-palatino y eliminación de la raíz.



Figura 6. a) Lijas # 400 #600 # 800 #1000 para de las superficies dentarias. b) Forma de pulido.



Figura 7. Moldes para confección de base de acrílico.

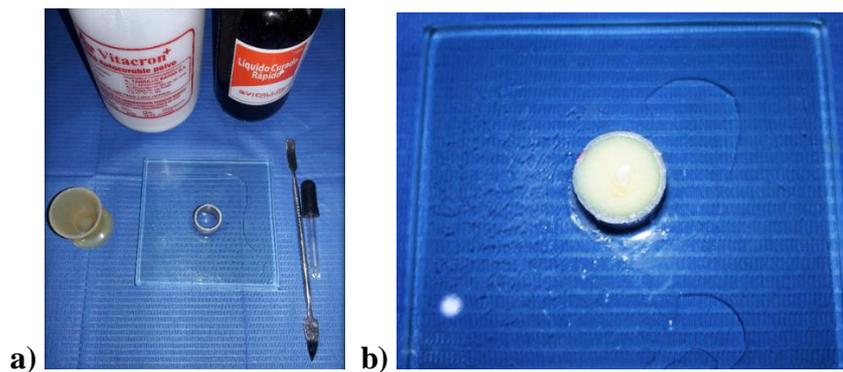


Figura 8. a) Materiales para la confección de la base de acrílico. b) Colocación de la muestra sobre la base de acrílico.

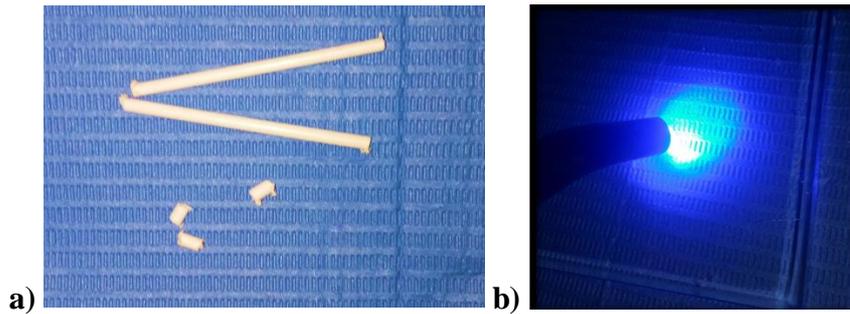


Figura 9. a) Moldes para confección de cilindros de resina. b) Foto curado de los cilindros de resina.

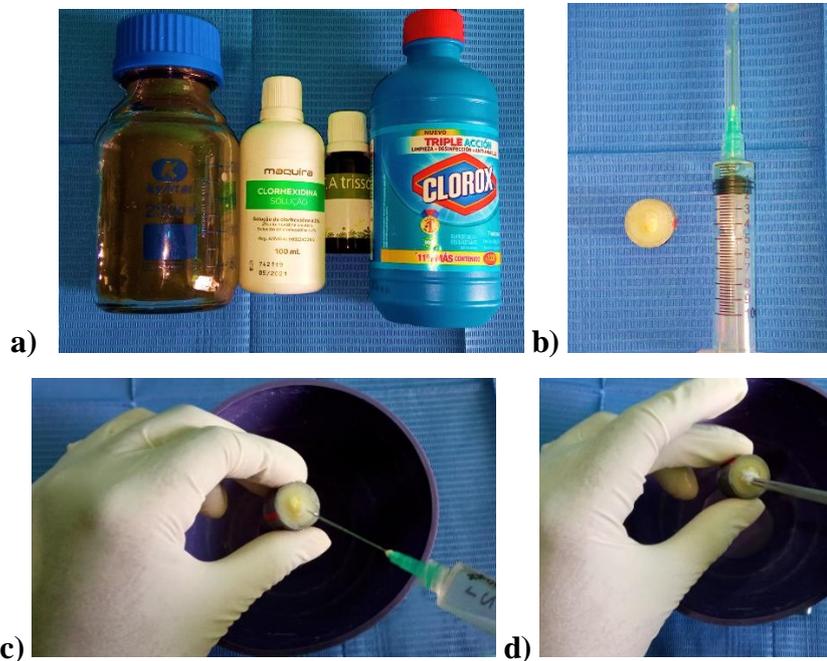


Figura 10. a) Agentes acondicionantes. b) Materiales para la aplicación de los agentes. c) Lavado de la superficie dentaria d) Secado de la superficie dentaria.

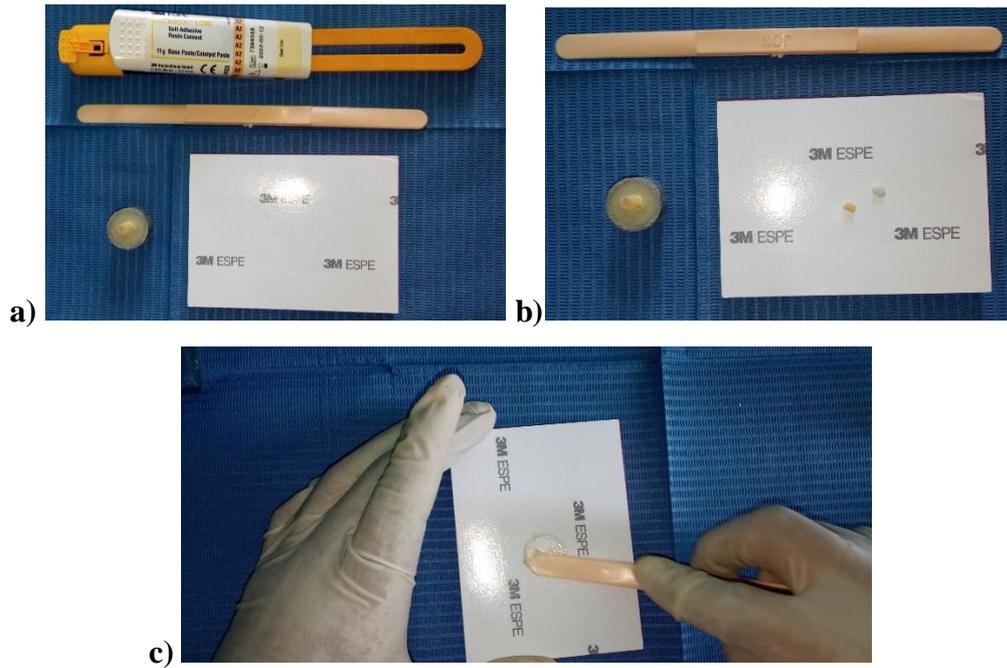


Figura 11. a) Materiales utilizados para la cementación. b) Dispensación del cemento RelyX U200. c) Mezclado del cemento resinoso.

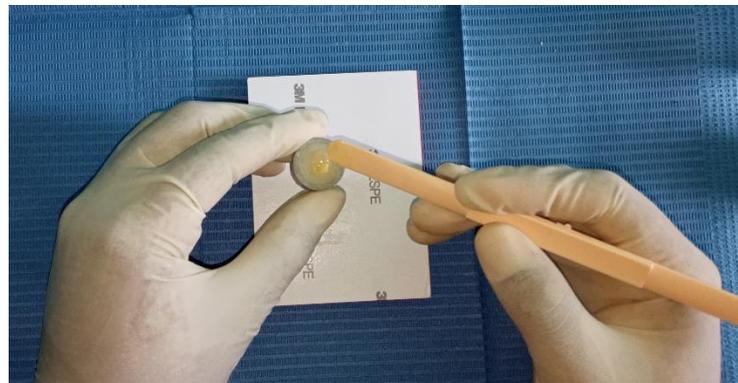


Figura 12. Aplicación del cemento RelyX U200 sobre las superficies dentarias.

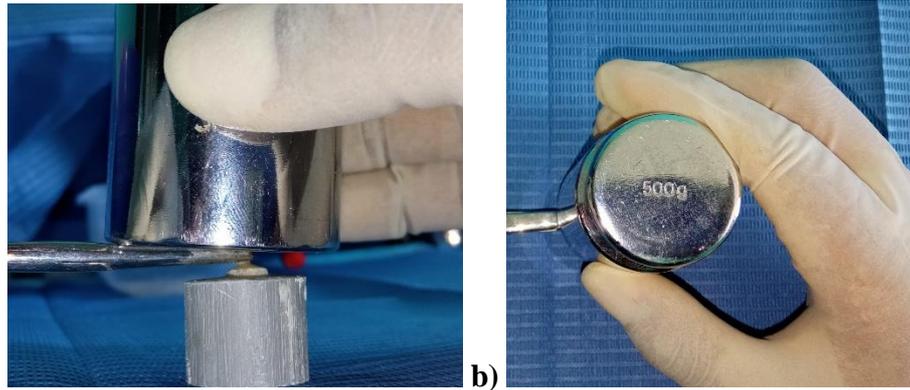


Figura 13. Colocación de pesa patrón de 500mg. para estandarizar el espesor del cemento resinoso autoadhesivo RelyX U200. **a)** Vista frontal. **b)** Vista superior.

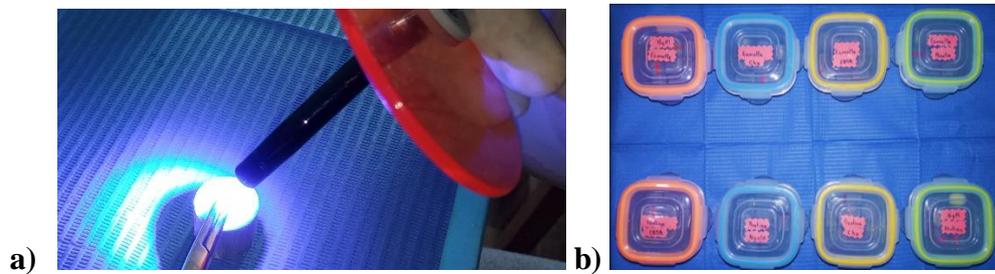


Figura 14. **a)** Foto curado por 40 segundos. **b)** Almacenamiento de las muestras.



Figura 15. Máquina universal de ensayos de la Universidad Privada de Tacna.



Figura 16. a) Materiales utilizados para identificar los patrones de falla de las muestras. **b)** Estereomicroscopio.

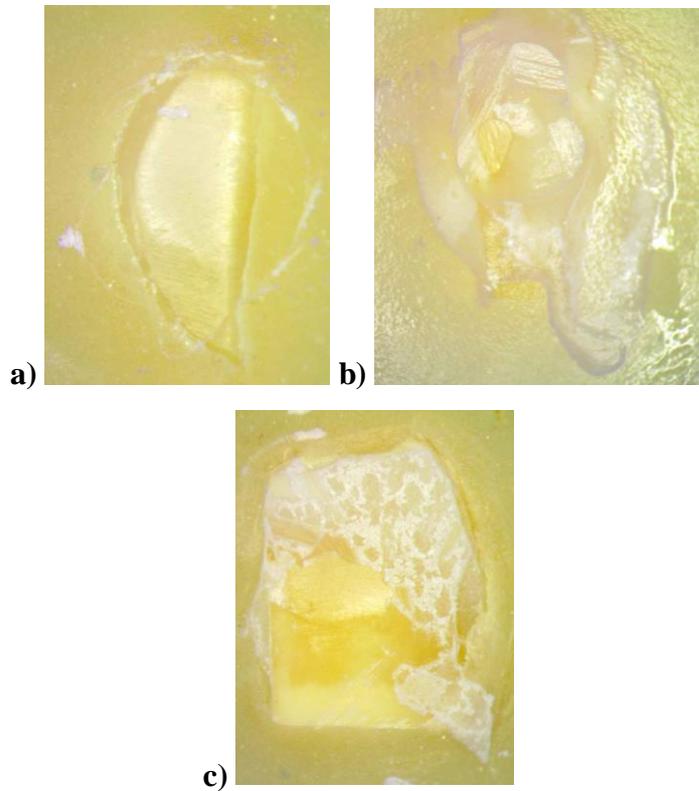


Figura 17. Patrones de falla observados en el estereomicroscopio. **a)** Fallo de la adhesión **b)** Fallo cohesivo. **c)** Fallo mixto.