

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA



**EFFECTO DEL USO DEL ULTRASONIDO SOBRE LA RESISTENCIA
ADHESIVA DENTRO DEL PROTOCOLO DE ADHESION ESTUDIO IN-
VITRO LABORATORIOS DE LA UNI 2018**

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

TESISTA:

Bach. SUÁREZ CAMPOS, César Augusto

ASESOR:

MSc. CD. CHÁVEZ LEANDRO, Miguel Nino

HUÁNUCO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Agradecer a Dios en primera instancia por darnos la vida y la salud en todo momento.

A mi Abuelita Nelia Campos Leandro que Dios lo tenga en su gloria.

A mi madre Charo Campos Leandro y mi padre Vicente Suárez Lugo por todo el apoyo incondicional durante mi formación profesional.

A P.E.C.L por todo el apoyo durante estos años, por su paciencia, amor, comprensión y estar presente en cada momento.

AGRADECIMIENTO

Al Msc. C.D. Miguel Nino Chávez, por ser un gran asesor y una gran persona. Por su paciencia y apoyo durante el desarrollo de la tesis.

Al C.D Juan Augusto Fernández Tarazona por ser una gran persona y su apoyo durante la tesis

A la Universidad Nacional “Hermilio Valdizán”, por formarnos y a los docentes por brindarnos los conocimientos que contribuyeron a nuestra formación académica.

RESUMEN

Objetivo: Determinar el efecto del uso del ultrasonido sobre la resistencia adhesiva dentro del protocolo de adhesión estudio in-vitro laboratorios de la UNI 2018. Materiales y métodos: El estudio fue de nivel explicativo, de tipo experimental, transversal con un diseño de tipo experimental. Se seleccionaron dientes bovinos (incisivos inferiores) obteniendo un total de 20 muestras de las cuales 10 tratadas con la técnica convencional (grupo control) y 10 tratadas con la técnica del uso del ultrasonido (grupo experimental); la resina adherida tomo una forma cubica de dimensiones 3mm x 3mm, almacenado en suero fisiológico a temperatura ambiente durante 24 horas. La prueba de la fuerza de cizallamiento para analizar la resistencia adhesiva se realizó en una máquina de ensayo universal marca J. ALFRED AMSLER, con una velocidad de desplazamiento fijo de 1mm/min hasta el momento de la fractura de las muestras. Resultados: Los promedios de resistencia adhesiva fueron de 16.122 MPa para el uso del ultrasonido y 12.743 MPa para la técnica convencional, existiendo diferencia significativa con p- valor= 0.0017. Conclusiones: Se concluyó que existe diferencia significativa entre las técnicas de aplicación del adhesivo siendo la de mayor significancia la técnica del uso del ultrasonido. Palabras clave: ultrasonido, resistencia adhesiva, protocolo de adhesión.

SUMMARY

Objective: To determine the effect of the use of ultrasound on adhesive strength within the adhesion protocol in-vitro laboratories of the UNI 2018. Materials and methods: The study was of explanatory level, experimental type, transverse with an experimental type design. Bovine teeth (lower incisors) were selected, obtaining a total of 20 samples, of which 10 treated with the conventional technique (control group) and 10 treated with the technique of the use of ultrasound (experimental group); the adhered resin took a cubic form of dimensions 3mm x 3mm, stored in physiological saline at room temperature for 24 hours. The shear force test to analyze the adhesive strength was carried out in a J. ALFRED AMSLER universal testing machine, with a fixed displacement speed of 1mm / min until the moment of fracture of the samples. Results: The adhesive strength averages were 16,122 MPa for the use of ultrasound and 12,743 MPa for the conventional technique, there being a significant difference with p-value = 0.0017. Conclusions: It was concluded that there is a significant difference between the application techniques of the adhesive, being the technique of ultrasound use the most significant one.

Keywords: ultrasound, adhesive strength, adhesion protocol.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN.....	IV
SUMARY.....	V
INTRODUCCIÓN	9
CAPITULO I.....	10
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	10
1.1. Identificación y Planteamiento del problema.....	10
1.2. Delimitación de la Investigación	11
1.2.1. Delimitación espacial	11
1.2.2. Delimitación temporal.....	11
1.3. Formulación del problema.....	11
1.3.1. Problema general.....	11
1.3.2. Problema específico	11
1.4. Formulación de Objetivos:	12
1.4.1. Objetivo general	12
1.4.2. Objetivos específicos	12
1.5. Justificación e importancia.....	12
1.6. Limitaciones de la investigación	14
CAPITULO II	15
MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes de estudios realizados	15
2.1.1. Antecedentes Internacionales:	15
2.1.2. Antecedentes nacionales:.....	22
2.1.3. Antecedentes regionales:	22
2.2. Bases teóricas y científicas.....	22
2.2.1. Sustratos dentinarios	22
2.2.2. Adhesión	25

2.2.3.	Clasificación de los adhesivos	28
2.2.4.	Adhesión en esmalte	35
2.2.5.	Adhesión en dentina.....	38
2.2.6.	Capa hibrida	39
2.2.7.	Ultrasonido.....	42
2.2.8.	Dientes bovinos.....	43
2.3.	Definición operacional de términos.....	50
2.4.	Hipótesis.....	51
2.4.1.	Hipótesis General:.....	51
2.4.2.	Hipótesis Especificas:	51
2.5.	Variables.....	52
2.6.	Operacionalización de variables.....	52
CAPITULO III.....		53
MARCO METODOLOGICO.....		53
3.1.	Nivel y Tipo de investigación.....	53
3.1.1.	Nivel de Investigación	53
3.1.2.	El tipo de investigación:	53
3.2.	Diseño y método de investigación.....	54
3.2.1.	Diseño de la investigación	54
3.3.	Determinación población y muestra.....	55
3.3.1.	Población	55
3.3.2.	Muestra	55
3.4	Técnicas de recojo e instrumentos de recolección de datos	56
3.5	Técnica de procesamientos de análisis de datos.....	61
CAPITULO IV.....		63
PRESENTACION DE RESULTADOS		63
4.1.	Prueba de normalidad.....	63
4.2.	Análisis descriptivo	65
4.3.	Análisis inferencial.....	66
CAPITULO V		69

DISCUSION	69
CONCLUSIONES	71
SUGERENCIAS	72
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	73
ANEXO.....	78
ANEXO I	79
ANEXO II.....	80
ANEXO III.....	82

INTRODUCCIÓN

La adhesión ha sido la innovación más importante de la odontología que ha ido evolucionando cada día con la implementación de nuevos sistemas adhesivos buscando mejorar la resistencia adhesiva sobre la estructura dentaria la cual difiere mucho sobre el tejido donde se aplica. Sabemos que la adhesión en esmalte es mayor que en la dentina debido a que es una estructura dinámica y húmeda, es por ello que surge nuestro planteamiento de problema el cual busca mejorar la adhesión en dentina a través del uso del ultrasonido dentro del protocolo de adhesión, basándonos en nuestra hipótesis general que es si el uso del ultra sonido mejora la resistencia adhesiva.

El propósito de la investigación es determinar el efecto del uso del ultrasonido sobre la resistencia adhesiva dentro del protocolo de adhesión, a partir del estudio, si el uso del ultrasonido, tiene influencia en la adhesión sobre el sustrato del diente al momento de realizar el acondicionamiento del adhesivo mediante vibraciones sónicas, conlleve a tener en cuenta un paso adicional en nuestro protocolo mejorando los resultados en las restauraciones y el tiempo de vida de la resina en el sustrato dentario.

El presente estudio adquiere una importancia teórica por el aporte científico de los resultados que determinen si se producen cambios o no en la resistencia adhesiva con el uso del ultrasonido en relación a la técnica convencional, haciendo que este trabajo sea un aporte significativo para el profesional y la gran comunidad de odontología que continuamente va renovando y obteniendo nuevos conocimientos con el paso del tiempo.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y Planteamiento del problema

La búsqueda del material ideal dentro del campo odontológico; ha llevado al profesional a investigar sobre sus propiedades y como mejorarlas, las resina compuesta es una material que viene usándose por décadas con excelentes resultados por su alta compatibilidad y sus múltiples ventajas estéticas no obstante la susceptibilidad a la fractura o retiro debido a diversos factores, es una de las causas más frecuentes que han motivado estudios acerca del tema, los últimos informes de estudios clínicos, manifiestan el interés de catalogar estos eventos de acuerdo a la extensión, la ubicación, las complicaciones técnicas y biológicas, con el propósito de clasificarlas como complicaciones y no necesariamente como fracasos.

Las técnicas de adhesión consisten en el uso de protocolos compuestos por el uso de diferentes sistemas de adhesión cuyo objetivo es lograr una restauración optima, duradera y estética, la presente investigación se centra en el estudio sobre la resistencia adhesiva y la efectividad del uso del ultrasonido como parte del protocolo de adhesión, el propósito de la investigación es innovar los protocolos ya propuestos con el uso de nuevos materiales y técnicas cuya implementación podría darnos resultados que descubriremos en nuestra investigación.

1.2. Delimitación de la Investigación

1.2.1. Delimitación espacial

La recolección de dientes bovinos unirradiculares extraídos se realizó en el camal municipal de Huánuco. Los procesos para la prueba de cizallamiento se realizaron en el laboratorio de la facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima- Perú.

1.2.2. Delimitación temporal

El presente estudio se realizó en el año 2018.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

- ¿Cuál es el efecto del uso del ultrasonido sobre la resistencia adhesiva dentro del protocolo de adhesión estudio in-vitro laboratorios de la UNI 2018?

1.3.2. Problema específico

- ¿Cuál es la resistencia adhesiva usando ultrasonido dentro del protocolo de adhesión?
- ¿Cuál es la resistencia adhesiva usando la aplicación convencional dentro del protocolo de adhesión?
- ¿Cuál es la diferencia de resistencia adhesiva, con el uso de ultrasonido y la aplicación convencional dentro del protocolo de adhesión estudio in-vitro laboratorios?

1.4. Formulación de Objetivos:

1.4.1. Objetivo general

- Determinar el efecto del uso del ultrasonido sobre la resistencia adhesiva dentro del protocolo de adhesión estudio in-vitro laboratorios de la UNI 2018.

1.4.2. Objetivos específicos

- Hallar la resistencia adhesiva usando ultrasonido dentro del protocolo de adhesión
- Hallar la resistencia adhesiva usando la aplicación convencional dentro del protocolo de adhesión
- Comparar las diferencias de resistencia adhesiva, con el uso de ultrasonido y la aplicación convencional dentro del protocolo de adhesión

1.5. Justificación e importancia

Hoy en día, la interacción de los adhesivos con el sustrato dental se basa en dos estrategias diferentes, comúnmente descritas como un enfoque de grabado y enjuague y autograbado. En un intento de simplificar la técnica de unión, los fabricantes han reducido el número de pasos necesarios para la realización del procedimiento de unión. Como consecuencia, se introdujeron adhesivos de grabado y enjuague en dos pasos y de un solo paso (autograbado) y se popularizaron rápidamente en el mercado dental debido a su supuesta facilidad de uso y menor sensibilidad técnica. Existen factores que puede interferir con la efectividad de los adhesivos como la técnica utilizada para la eliminación

de caries y la preparación de la cavidad. A pesar de su desempeño prometedor, tales técnicas modifican el sustrato dental en diferentes aspectos, posiblemente afectando la efectividad de la unión; por lo que no solo se debe tener en cuenta la formulación del adhesivo, sino también la naturaleza del sustrato para lograr una interfaz de unión estable, haciendo que el tratamiento restaurador sea más predecible en términos de rendimiento clínico ¹.

Por el cual a partir del estudio se determinara, si el uso del ultrasonido, tiene influencia en la adhesión sobre el sustrato del diente al momento de realizar el acondicionamiento del adhesivo mediante vibraciones sónicas, lo que conllevaría posiblemente a obtener mejores resultados en las restauraciones y tener en cuenta un paso adicional en nuestro protocolo para mejorar el tiempo de vida de la resina en el sustrato dentario ya que es muy frecuente del día a día en nuestra profesión realizar operatorias dentales.

Por lo expuesto se considera de mucha importancia aportar científicamente resultados que determinen si se producen cambios en la resistencia adhesiva con el uso del ultrasonido en relación a la aplicación convencional, haciendo que este trabajo sea un aporte significativo para el profesional y la gran comunidad de odontología que continuamente va renovando y obteniendo nuevos conocimientos con el paso del tiempo.

1.6. Limitaciones de la investigación

- Limitación teórica, no se encontró información sobre antecedentes regionales y nacionales.
- Limitación para recolectar las muestras
- Dificultad para encontrar los equipos necesarios en nuestra localidad para realizar la fase experimental (Máquina de ensayos universales)
- Disponibilidad de los laboratorios para la realización de los estudios
- Limitaciones económicas, costo de viajes y viáticos a otra ciudad para poder realizar la recolección de datos atreves de nuestras muestras

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudios realizados

2.1.1. Antecedentes Internacionales:

Mahammad A, Ferreira R, Edwards C, et al. (Brasil – 2017) “Efecto de las vibraciones sónicas en la resistencia de adherencia de los postes de fibra de vidrio adheridos a la raíz de la dentina”

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la vibración sónica en la resistencia de unión de pines de fibra de vidrio a la dentina radicular, a través de ensayo pull out.

Materiales y métodos: Las razas bovinas tratadas endodónticamente fueron preparadas y divididas aleatoriamente en cuatro grupos (n = 12): Grupo C - cementación convencional, (control); Grupo SA - vibración sónica (Smart Sonic Device®, FGM) del sistema adhesivo y asentamiento convencional del perno; grupo SP - aplicación convencional del sistema adhesivo y vibración sónica en el asentamiento del perno; y SASP - vibración sónica del sistema adhesivo y en el asentamiento del perno. Los retenes fueron limpios, tratados con silano y sistema adhesivo (Ambar, FGM) y cementados con cemento resinoso dual (Allcem Core, FGM). Después de 24 h las muestras fueron sometidas a la prueba mecánica y análisis de fallo. Las muestras representativas fueron evaluadas bajo microscopio electrónico de barrido, para evaluación de la línea de cementación.

Los resultados fueron analizados por medio de análisis de varianza y test de Tukey ($\alpha = 5\%$). Los resultados obtenidos fueron: SASP (90.9 ± 27.1 N), C (121.4 ± 60.6 N), SA (127.6 ± 31.8 N) y SP (156.4 ± 41.3 N). En el análisis estadístico se obtuvo que no existe diferencia significativa entre los grupos C, SA y SASP.

Conclusiones: La vibración sónica para aplicación sólo del sistema adhesivo o perno no afectó la resistencia de unión, sin embargo, interfirió negativamente cuando se utilizó para ambos procedimientos ².

Grandi V, (Brasil – 2016) “Evaluación del uso de energía sónica en la aplicación de resinas compuestas bulk fill y convencional”

El objetivo en este estudio fue evaluar la eficacia de la energía sónica aplicada durante el proceso restaurador.

Materiales y métodos: Se utilizaron cuarenta molares humanos extraídos (Cavidades clase II, 6.0 mm de ancho x 2.0 mm de profundidad x 4.0 mm de altura) y se restauraron con los compuestos Sonic Fill y Filtek Z350 XT con y sin aplicación de energía sónica foto activada por 20 segundos. Las restauraciones fueron inmersas en agua destilada a 37°C y después de 24 horas, seccionadas para obtener palillos rectangulares y luego se realizó el ensayo de microtratamiento en máquina universal de pruebas. Para la prueba de microdureza, las muestras fueron cortadas al medio para exponer la región central de la restauración.

Resultados: Las hendiduras se realizaron secuencialmente utilizando una máquina de ensayo de dureza. Las lecturas se tomaron desde la superficie hasta el fondo (en tres niveles de 1 mm) bajo una carga de 50 g durante 10 segundos. El número de dureza Knoop (KHN) para cada profundidad fue registrado como el promedio de 3 hendiduras realizadas en la misma profundidad. Para la prueba de microtratamiento y microdureza se realizaron las pruebas de normalidad y posteriormente Análisis de Varianza y prueba de Tukey (5% de significancia). Para el factor activación, los valores medios de microtracción para las cavidades que fueron restauradas con activación sónica fueron significativamente superiores a las cavidades que fueron restauradas sin activación sónica ($P < 0.001$). Para la dureza de profundidad Knoop, hubo interacción entre los factores, tipo de activación, compuesto y profundidad ($p = 0.021$). Para el compuesto Filtek Z350 XT, la profundidad 1 mm mostró dureza Knoop estadísticamente superior a la profundidad de 3 mm.

Conclusiones: La utilización de la energía sónica durante el proceso restaurador presentó mayor valor de resistencia de unión a la microtracción para ambos compuestos. La utilización de la energía sónica durante el proceso restaurador presentó valores similares en la dureza para ambos compuestos ³.

Mena A, Garcia E, Dourado A, et al. (Brasil- 2014) “Efecto del modo de aplicación sónica sobre la resistencia de la unión resina-dentina y la permeabilidad de la dentina de los sistemas de autograbado.”

El objetivo de este estudio fue comparar los modos de aplicación de la vibración manual y sónicas en términos de permeabilidad de la dentina y la resistencia de la unión de un adhesivo de autograbado aplicado en el protocolo de una etapa o de dos etapas.

Materiales y método: Sesenta y cuatro dientes extraídos, libres de caries terceros molares humanos se utilizaron en este estudio. Los dientes se recogieron después de obtener el consentimiento informado de los pacientes bajo el protocolo 11592/10, aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Estatal de Ponta Grossa.

El adhesivo de autograbado All Bond SE (Bisco; burg Schaum, IL, EE.UU.) se utilizó como un solo paso (AB1) o como un paso de dos (AB2) sistema de auto ataque químico. la única excepción fue el método utilizado para extender el adhesivo sobre la superficie de la dentina. Se aplicó el sistema de adhesivo de autograbado durante 20 segundos con un microcepillo de tamaño normal (serie tubo Microbrush, Microbrush Internacionales; Grafton, WI, EE.UU.), utilizando ya sea modos de vibración sónica manual (agitación). Para estos últimos, la microcepillo estaba unido primero al prototipo del dispositivo sónico inteligente para ser lanzado en el mercado dental por MGF Prod Odontológicos (Joinville, SC, Brasil).

La mitad de los dientes se utilizaron para medir la conductancia hidráulica de la dentina en 200 cm H₂O la presión hidrostática durante 5 minutos inmediatamente después de la aplicación del adhesivo. En la otra mitad, acumulaciones de compuestos (opallis) se construyeron de forma incremental para crear palos de resina-dentina con un área de sección transversal de 0.8 mm² para ser probado en tensión (0.5 mm/ min)

inmediatamente después de la colocación de la restauración. Los datos fueron analizados mediante un ANOVA de dos vías y la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Resultados: La conductancia de la dentina se redujo significativamente por el modo de vibración sónica para ambos SIVES adherencias, pero no se observó ningún efecto sobre los valores de resistencia de adhesión, ya sea para adhesivo.

Conclusión: El modo de aplicación sónica a una frecuencia de oscilación de 170 Hz puede reducir la conductancia de fluido del adhesivo All Bond SE adhesive de uno y dos pasos cuando se aplica sobre la dentina ⁴.

Barros M. (Brasil- 2016). “Efecto de la técnica de aplicación de sistemas adhesivos autocondicionantes en la resistencia de unión en dentina.”

El **objetivo** de este estudio es verificar la influencia de diferentes formas de aplicación de los adhesivos (manual, rotatoria y oscilatoria-rotatoria) en la resistencia de unión en dentina.

Materiales y métodos: Después de la remoción de la superficie oclusal de esmalte y exposición de la dentina de 60 dientes premolares de humanos, los especímenes fueron aleatoriamente divididos en grupos ($n = 10$), en los que se utilizaron los adhesivos Single Bond Universal (SBU, 3M ESPE) y Clearfil SE Bond (CSE, Kuraray) de la siguiente manera: 1. SBU con aplicación activa (AA); 2. SBU con aplicación rotatoria (AR); 3. SBU con aplicación oscilatoria-rotatoria (AOR). 4. CSE AA; 5. CSE AR; 6. CSE AOR. Después de esta etapa, las superficies fueron recubiertas con resina compuesta y después de 24 horas los especímenes fueron seccionados para la obtención de palitos de 1mm^2 de

área. Estos fueron tracionados en la máquina universal de ensayos (EMIC DL 2000) con velocidad de 0.5 mm / min. Los datos fueron sometidos a la prueba de Kruskal-Wallis seguida por el post-test de Dunn para comparar las diferentes técnicas y la prueba de Mann-Whitney con post-test de Tukey para comparar los sistemas adhesivos. Resultados: La técnica de aplicación del adhesivo no interfirió la resistencia de unión del sistema adhesivo autocondicionante de un paso (Single Bond Universal) ($p > 0.05$). Para el sistema autocondicionado de dos pasos (Clearfil SE Bond)

Resultados para las técnicas de aplicación rotatoria y oscilatoria-rotatoria fueron estadísticamente diferentes y superiores a los obtenidos con la técnica de aplicación manual ($p < 0.05$). Entre los adhesivos, el Single Bond Universal presentó mejores resultados que el Clearfil SE Bond con aplicación manual ($p < 0.05$).

Conclusión: La resistencia de unión es influenciada por la técnica de aplicación y depende del sistema adhesivo ⁵.

Bagis B, Turkarslan S, Tezvergil A, et al. (Turquía- 2008) “Efecto de la agitación ultrasónica en la fuerza de adhesión de adhesivos de autograbado a la dentina.”

El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia del tratamiento ultrasónico en la fuerza de adhesión microtensil de los adhesivos de autograbado a la dentina.

Materiales y Metodos: Cuarenta y dos molares humanos se hicieron cavidades en oclusal hasta que la dentina estuvo expuesta. En este estudio, se utilizaron los sistemas de unión de autograbado Clearfil S3 Bond, Futurabond NR (una botella) y Clearfil SE Bond (dos botellas). En los grupos de control, los procedimientos de unión se realizaron

de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En los grupos experimentales, se aplicaron materiales de unión con un escalador ultrasónico. Al usar Clearfil SE Bond, el dispositivo ultrasónico se usó durante el cebado o en la etapa de unión. El compuesto se construyó entonces hasta 5 mm de altura. Cada diente fue seccionado en serie en vigas rectangulares. Los haces se categorizaron también según el estado posicional como marginal o central. Las vigas se sometieron a pruebas de microtensión después de 24 horas de almacenamiento de agua. Los modos de falla se observaron con un estereomicroscopio y se clasificaron. Los haces seleccionados aleatoriamente de cada grupo se examinaron con SEM.

Resultados: Los resultados de ANOVA de tres factores indicaron que el sistema adhesivo tenía un efecto significativo sobre la resistencia de la unión ($p < 0.001$), mientras que la agitación ultrasónica y la posición del haz evaluado (marginal vs. central) no tuvieron efecto sobre la fuerza del enlace ($p > 0.05$). La falla después de la prueba se debió comúnmente a una rotura de adhesivo asociada con una falla cohesiva parcial en la dentina. Las resistencias de unión microtensil media (SD) a la dentina para S3 Bond, Futurabond NR, Clearfil SE Bond en el grupo control fueron 44.3 (11.7), 35.3 (12.0), 25.1 (8.8), resp, y en el grupo ultrasónico 39.3 (14.2), 31.3 (13.5), 35.5 (13.5) en el cebado y 32.6 (16.2) en la unión.

Conclusiones: La agitación ultrasónica durante la aplicación de adhesivos de autograbado no tuvo ningún efecto sobre el rendimiento de adhesión del adhesivo de autograbado⁶.

2.1.2. Antecedentes nacionales:

No se encontraron antecedentes nacionales

2.1.3. Antecedentes regionales:

No se encontraron antecedentes regionales

2.2. Bases teóricas y científicas

2.2.1. Sustratos dentinarios

La adhesión en el esmalte y dentina se comportan de una manera muy distinta cada una, habiendo una mayor adhesión en el esmalte que en la dentina según varios estudios realizados desde el comienzo de la odontología adhesiva⁷.

Esmalte

El esmalte está conformado fundamentalmente por componentes inorgánicos, orgánicos y agua (El componente inorgánico corresponde a cristales de hidroxiapatita, producto del depósito de sales minerales cálcicas (básicamente fosfato y carbonato) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ en la matriz del esmalte y su posterior cristalización. Esta matriz mineralizada puede encontrarse ordenada en forma de prismas o varillas “esmalte prismático”, o bien, sin adoptar una forma geométrica determinada “esmalte aprismático”. El esmalte aprismático se localiza en la superficie externa del esmalte prismático o varillar y posee un espesor aproximado de $30\mu\text{m}$. Está presente en todos los dientes primarios (en la zona superficial de la corona clínica) y en un 70% de los dientes permanentes

(principalmente en regiones cervicales y surcos). En este tipo de esmalte los cristales de hidroxiapatita se disponen paralelos entre sí y perpendiculares a la superficie externa. En el procedimiento de acondicionamiento ácido del esmalte aprismático, debido a la ausencia de disposición geométrica de las varillas o prismas, según algunos autores es necesario aumentar el tiempo de grabado, o bien, eliminar el esmalte periférico. En el esmalte maduro, mineralizado, su unidad estructural (varilla o bastón adamantino) adopta, en un corte transversal, la forma denominada “ojo de cerradura de llave antigua”. La disposición de estas estructuras le confiere mayor resistencia al esmalte, ya que las “cabezas” soportan los choques de las fuerzas masticatorias y las “colas” las distribuyen y disipan. Otras características del esmalte maduro son su alta mineralización y extrema dureza debido a que, estructuralmente, está constituido por millones de prismas o varillas muy mineralizadas, que lo recorren en todo su espesor, desde el límite amelodentinario hasta la superficie externa, en contacto con el medio bucal. Los valores de dureza no son constantes en todo el espesor, sino que van decreciendo hacia el límite amelodentinario⁷.

Dentina

La dentina es básicamente un sustrato dinámico y esto es principalmente lo que hace que la adhesión a dentina se vuelva una técnica muy sensible, muy difícil de obtener e impredecible. Muchos factores también, pueden ser responsables por la sensibilidad de la adhesión a dentina, como la complejidad de su estructura histológica, la variabilidad en su composición y otros factores entre los que están⁸:

- La posición de la dentina en el diente

- Tipo de dentina
- Edad del diente, etc.

Una dentina madura es un tejido heterogéneo, su composición química es aproximadamente de 70% de material inorgánico, 20% de componentes orgánicos y 10% de agua. La dentina está íntimamente relacionada con el tejido pulpar y se debe considerar como una extensión fisiológica de la pulpa. Los principales componentes de la dentina son: Calcio y fosfato. Los cristales de hidroxiapatita son en forma de plato y menores en tamaño que los que se encuentran en el esmalte del diente. La dentina en los seres humanos presenta una gran cantidad de túbulos dentinarios muy cercanos entre sí, con presencia de fluido tisular y ocupados por la extensión citoplasmática del proceso odontoblástico. No toda la dentina es igual, los túbulos dentinarios se encuentran más separados y con menor diámetro en la unión esmalte-dentina y son más cercanos entre sí y con mayor diámetro entre más cerca se encuentran de la pulpa dental. Los túbulos están inmediatamente rodeados de una matriz denominada dentina peritubular o intratubular, que se encuentra demarcada por la dentina intertubular que es propiamente el cuerpo principal de la dentina. El complejo pulpo-dentina, está sujeto a diversos cambios con el tiempo. Existen depósitos continuos de dentina peritubular, que resulta en la reducción gradual en el diámetro de los túbulos. Como consecuencia de este proceso de envejecimiento, la dentina aumenta su fragilidad y desarrolla una disminución natural de su permeabilidad⁸.

2.2.2. Adhesión

Adhesión en odontología

Desde el punto de vista adhesivo, una serie de técnicas y materiales se han ido desarrollando, de forma muy diferente, a lo largo del devenir de la Historia de la Odontología. Uno de los primeros hallazgos odontológicos de los que se tiene conocimiento, se sitúa en las culturas precolombinas de incas y mayas, entre el 300 y el 900 d.C., los cuales realizaban incrustaciones de piedras preciosas en incisivos superiores e inferiores, e incluso en primeros molares que colocaban sobre dientes vivos, a los que previamente se les había perforado, mediante el uso de un taladro de cuerda que atravesaba el esmalte y llegaba a la dentina creando una cavidad, que era ocupada con mucha exactitud por la piedra, apreciándose en los hallazgos arqueológicos, la presencia de cementos a base de fosfato cálcico, no se sabe si utilizado para sellar o si formaba parte del abrasivo para taladrar. Otra forma de reponer y sujetar los dientes perdidos o artificiales junto a los dientes naturales situados en la arcada dentaria, viene descrita en los textos obtenidos de los etruscos, que unían unos dientes a otros mediante tiras de oro. En el mundo Islámico, Razés que recopila en su libro "Kitah al Hawi" los conocimientos odontológicos árabes desde el siglo VII al siglo X, aconseja la realización de empastes sobre los dientes careados, con una mezcla de alumbre y alfóncigo. En la China, se desarrolla, en el 11 S d.C. una aleación de plata ("pasta de plata". Dicha pasta de plata se componía de 100 partes de mercurio, por 45 partes de plata y 900 de Zinc. Marco Polo cuenta (1270) como los hombres y mujeres chinos, tenían por costumbre, cubrir los dientes con trozos de oro, perfectamente ajustados, para que quedasen adheridos. Años

después Crawcour (1833) obtura dientes con virutas de plata de las monedas y mercurio. A fines del S XVIII (1895), Black anuncia su fórmula de la amalgama de plata con pequeñas proporciones de estaño, cobre y zinc. Arthur introduce en 1855 las láminas de oro de gran adherencia y en 1879 aparece el cemento precursor del fosfato de zinc. A principios del siglo XIX se empiezan a sellar los dientes con cemento de fosfato de zinc, siendo repuesto periódicamente por su incapacidad de adherirse al diente, lo que nos indica, que por lo menos hasta fines del S XIX, la odontología restauradora, se desarrollaba a expensas de nuevos materiales para cubrir las cavidades de los dientes careados, pero no se había conseguido realizar una interacción entre éstos y la estructura dental ⁹.

El surgimiento y desarrollo de los sistemas adhesivos modificaron completamente la práctica de la Odontología. Tal revolución no sólo alteró los conceptos de preparación cavitaria, sino también permitió la mayor preservación de la estructura dentaria remanente sano, siendo ésta la más significativa conquista posibilitada por el uso de este material. El primer gran impulso para la era adhesiva fue dado a partir del surgimiento del grabado ácido en esmalte propuesto por Buonocore en 1955. Esta técnica contribuyó sobremanera para mejorar el sellado marginal de restauraciones de resina compuesta con márgenes localizados en esmalte. El éxito de la técnica adhesiva a dentina llevó más tiempo para consolidarse, debido a las diferencias morfológicas y fisiológicas de la dentina en relación al esmalte. Entre tanto, su uso actualmente es esencial y seguro en el ejercicio de abordajes, tanto restauradoras, como preventivas ¹⁰.

El grabado ácido del esmalte, propuesto por Buonocuore en 1955, y el desarrollo de una resina basada en Bis-GMA, patentada por Bowen en 1962, han sido el comienzo de un amplio desarrollo de materiales y técnicas que hoy en día se aplican en muchas áreas de la odontología. Esto ha generado beneficios en los tratamientos rehabilitadores, pero al ser técnicas más sensibles, también puede llevar al fracaso de la restauración ¹¹.

En 1965, Bowen propone el primer adhesivo dentinario comercial, con una molécula, el NPG-GMA (Nfenilglicina-glicidil Metacrilato) que tenía carácter bifuncional, de forma que el extremo del metacrilato se uniría a la resina compuesta como material restaurador y el otro extremo se uniría a la dentina. Este adhesivo se comercializó como Cervident de la S: S: White. Los resultados clínicos a los 3 años mostraban un considerable 50% de fallos y más de la mitad de éstos tenía lugar en los primeros 6 meses de tratamiento. Las causas se atribuyen a las pobres propiedades de humectancia, cristalizando postsecado, lo que reduce la superficie disponible para la unión con la resina compuesta. En 1978, se comercializa el primer adhesivo dentinario a base de fosfatos, Clearfil Bond System de Kuraray, que contenía un monómero hidrófobo, el metacriloxietil-fenil-hidrógenofosfato, junto con un metacrilato hidrosoluble, HEMA (Hidroxietilmetacrilato) e incorporando activadores químicos, por lo que se presentó como un sistema de dos componentes, es lo que los promotores de la reacción de polimerización se repartían entre ambos componentes. Su mecanismo de unión se basaba en la interacción entre los fosfatos y el calcio de la dentina y del esmalte sin grabar. La capacidad de adhesión era todavía muy pobre debido a la poca capacidad de humectar la

dentina, y se situaba alrededor de los 3 Mpa, valores que mejoraron cuando fue utilizado junto a una técnica de grabado ácido del esmalte, también el de la dentina (grabado total)⁹.

Según la Institución American Society for Testing and Materials (ASTM, 1983) adhesión es el estado o fenómeno mediante el cual dos superficies de igual o distinta naturaleza se mantienen unidas por fuerzas interfaciales, sean estas físicas, químicas o por la interacción de ambas. Para lograr adhesión las sustancias a adherir deben de encontrarse en íntimo contacto molecular ¹⁰. El material que se agrega para producir adhesión es el adhesivo, el material sobre el cual se aplica, se llama el adherente ¹².

La adhesión se realiza por ¹²:

- Uniones Físicas: micromecánicas (rugosidades de la superficie)
- Uniones químicas: - Primarias: iónicas, covalentes, metálicas. - Secundarias.
- Ambas (físicas y químicas)¹²

2.2.3. Clasificación de los adhesivos

Sistemas adhesivos convencionales

El principal mecanismo utilizado para retener los sistemas adhesivos actuales y de uso corriente, se basa en la infiltración de monómeros resinosos por la capa superficial de dentina y esmalte previamente desmineralizados y posterior polimerización. Esta zona forma un substrato de naturaleza compuesta que fue denominado capa híbrida por

Nakabayashi. Para estos adhesivos es sugerida la total remoción de la smear layer durante el procedimiento operatorio con el uso de ácidos. El ácido en el esmalte tiene las siguientes funciones¹³:

- Alterar el contorno superficial de la región al remover totalmente una capa de aproximadamente 10 μm , donde están los cristales químicamente no reactivos y la película adquirida (biofilm orgánico de origen salivar, adsorbida a la superficie del esmalte), elevando la energía de la superficie¹³.
- Transformar el esmalte subyacente en un tejido altamente poroso, con profundidad media de 20 μm , siendo la pérdida del mineral considerada de forma cualitativa, o sea, en locales específicos de los prismas, generando aumento del área superficial (Figura 1)¹³.

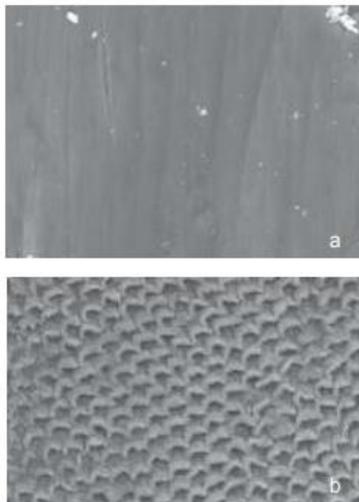


Figura 1.

- a. superficie del esmalte sin grabado
- b. después del grabado de esmalte

Ya en dentina, además de remover la smear layer, el grabado ácido elimina el contenido mineral de la zona más superficial (3 a 8 mm) y reduce de modo drástico el

contenido de hidroxiapatita en las capas subyacentes (Figura 2). Como consecuencia de esto, el diámetro de los túbulos es ampliado, así como la permeabilidad de la dentina y la presión intra-pulpar, exponiendo un tejido conjuntivo débil rico en fibrillas de colágeno. Tales modificaciones resultan en una estructura menos mineralizada, más porosa, más húmeda y más rugosa. El substrato pasa a presentar baja energía libre de superficie, o sea, menor capacidad de interactuar con monómeros resinosos hidrofóbicos¹³.

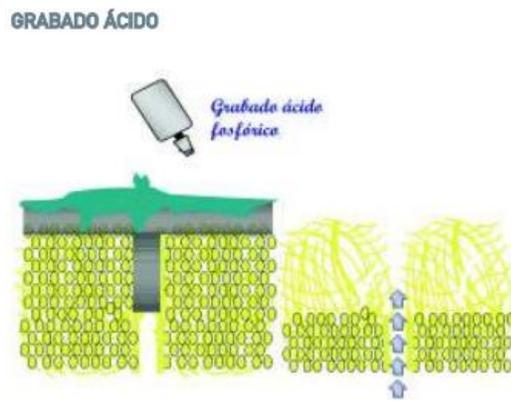


Figura 2. Esquema (corte lateral) de la dentina siendo grabada. A la izquierda: dentina cubierta por smear layer (gris) siendo grabada con H_2PO_4 a 37% (azul). A la derecha: completa deflexión del smear layer, exponiendo fibrillas colágenas subyacentes (blanco) después de la remoción del contenido mineral (esferas amarillas). Las flechas indican aumento de la permeabilidad dentinaria y la presión intra-pulpar.

Así, los fabricantes desarrollaron los primers, que son compuestos por solventes orgánicos a los cuales se les adicionan monómeros hidrofílicos, que de esta forma son transportados hacia el interior de la dentina recién-desmineralizada. Los solventes presentes en este primer desalojan el fluido, penetran en los microporos del tejido, participan de la evaporación del agua presente y dejan los monómeros hidrofílicos en contacto con las

fibrillas de colágeno. Al polimerizarse el monómero, este envuelve las fibrillas y forma la capa híbrida o zona de interdifusión resinosa (Figura 3 y Figura 4). Complementando la técnica adhesiva, es aplicada una capa de resina hidrofóbica sobre los primers (Figura 3). Esta resina hidrofóbica no contiene agua ni solventes en su composición. Es compuesta por monómeros más viscosos y de mayor peso molecular y son capaces de penetrar en la superficie preparada por el primer. Esta resina se copolimeriza con los monómeros del primer garantizando un espesor mínimo adecuada para la capa de adhesivo, evitando el comprometimiento de la polimerización por el contacto con el oxígeno¹³

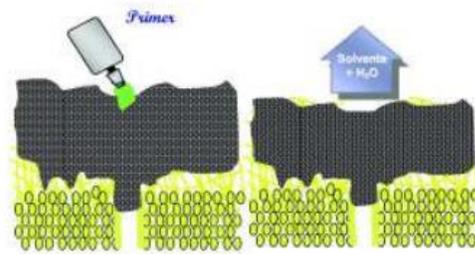


Figura 3. Esquema (corte lateral) de la dentina durante la aplicación del primer. A la izquierda: primer siendo aplicado (verde colágenas permanecen en su dimensión normal, debido a la impregnación de los monómeros resinosos (primer), y a la derecha después de la evaporación del solvente y agua residual, las fibras

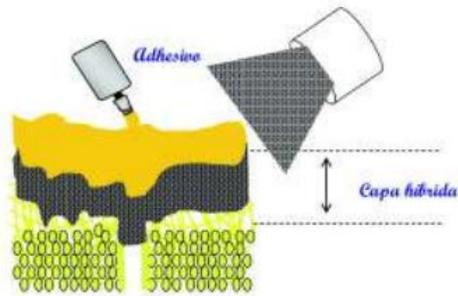


Figura 4. Esquema (corte lateral) de la dentina durante la aplicación del adhesivo. Aplicación del sistema adhesivo (amarillo), que completa los espacios dejados por el primer (verde) formando la capa híbrida y fotopolimerización.

La penetración de monómeros resinosos por los túbulos y canaliculos forma prolongaciones de resina y anastomosis (tags, microtags). Toda la estructura contiene resina (capa híbrida, tags y microtags) y por esta razón se da la reducción de la sensibilidad post operatoria, la microinfiltración y se logra perfeccionar el sellado dentinario en restauraciones de resina compuesta¹³.

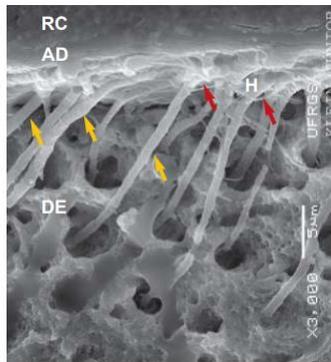


Figura 5. Vista lateral de la región de la interfase adhesiva (AD) entre lo que era la dentina (DE) y la restauración de resina compuesta (RC). En las flechas rojas la región de formación de la capa híbrida (H). Los tags resinosos están apuntados por flechas amarillas, y las anastomosis intertubulares por flechas rojas.

Como puede ser verificada, la primera versión de estos sistemas adhesivos convencionales fue y son aún comercializados en tres frascos (pasos): 1. Ácido: cuya función es preparar el substrato para la adhesión. 2. Primer: que es la solución hidrofílica compatible con la dentina húmeda y que posee solventes en su composición. 3. Adhesivo: parte hidrofóbica, compatible con la resina compuesta. Entretanto, existe siempre una tendencia comercial para la simplificación de los procedimientos para reducir el tiempo clínico de aplicación. En el caso de los sistemas adhesivos, esto fue realizado disminuyendo el número de pasos clínicos por unión en un único frasco del contenido del primer y del adhesivo. Sin embargo, los valores de resistencia de unión se han prácticamente mantenido igual a los sistemas de tres frascos esta modificación aumentó el carácter hidrofílico de estos materiales, lo que ciertamente tiene implicaciones clínicas a largo plazo. Esta simplificación de la técnica no garantiza necesariamente reducción del tiempo de aplicación, pues por lo menos dos capas de esta solución primer/adhesivo deben ser aplicadas ¹³.

Sistemas adhesivos autocondicionantes

En estos sistemas, los pasos de grabado ácido previo de la dentina y posterior lavado y secado son eliminados. La presencia del ácido fue incorporada al primer, tornando a éste autoacondicionante. Así el primer autoacondicionante es responsable por la creación de su propia vía de acceso a los tejidos mineralizados. Esto es posible gracias

a la adición de monómeros resinosos ácidos que, simultáneamente a la desmineralización, se infiltran en la intimidad de la dentina y copolimerizan después de la fotoactivación. Como consecuencia, la smear layer no es disuelta por completo y sí incorporada en la interfase de unión (Figura 6). La interfase de unión formada, tiende a ser menos gruesa que la formada con los sistemas adhesivos convencionales¹³.

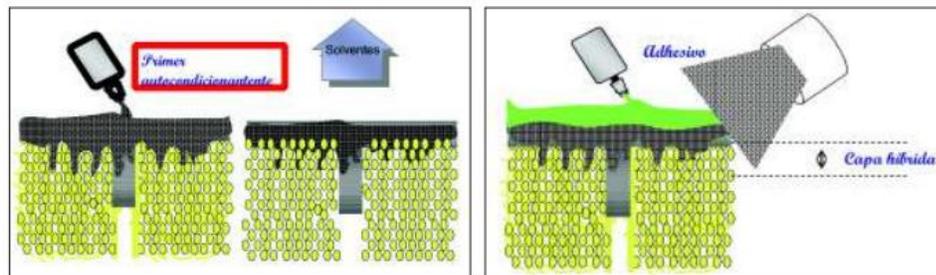


Figura 6. Esquema (corte lateral) de la dentina durante la aplicación del primer autocondicionante. A la izquierda: primer siendo aplicado (rojo), y a la derecha después de la evaporación del solvente.

Figura 7. Esquema (corte lateral) de la dentina durante la aplicación del adhesivo (verde). Aplicación del sistema adhesivo (verde) que completa los espacios dejados por el primer (rojo), formando la capa híbrida y

Estos sistemas adhesivos pueden ser comercializados en dos (primer autocondicionante + adhesivo) o en apenas un paso clínico (primer autocondicionante y mezclado con el adhesivo). El primer autocondicionante puede aún ser un frasco único o resultar de la mezcla de dos frascos (Figura 8). Los sistemas de paso único pueden ser acondicionados en recipientes separados o no. Tales sistemas fueron recientemente introducidos en el mercado siguiendo la constante búsqueda comercial por la simplificación¹³.

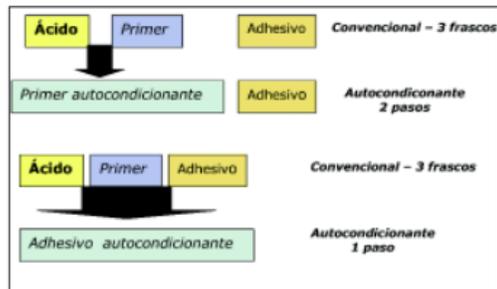


Figura 8. Ejemplos de sistemas adhesivos autocondicionantes presentes en el mercado. Observe que pueden ser de dos pasos o de paso único. El Primer de aquellos de dos pasos puede ser comercializado en frasco único o en dos frascos que deben ser mezclados antes de la aplicación.

2.2.4. Adhesión en esmalte

Con el fin de establecer una adhesión a la estructura dentaria de un modo exitoso, ésta debe ser acondicionada previamente mediante una limpieza mecánica y una limpieza química, con el fin de eliminar la capa de esmalte contaminado. Una correcta limpieza química se logra con soluciones acuosas de ácido fosfórico cuyas concentraciones oscilan entre el 32-40 %, las cuales suelen presentarse como líquidos, jaleas o geles, ofreciendo distinto rendimiento clínico. La técnica de grabado ácido en esmalte, logra resultados en escasos segundos, ya que, junto con obtener una enorme cantidad de lugares retentivos microscópicos, aumenta el área de contacto y la energía superficial del esmalte, permitiendo que una resina fluida o adhesivo humedezca y penetre su superficie, para luego, al polimerizar en este sitio, conformar los denominados tags de resina, los cuales forman una fuerte trabazón micro mecánica y reológica con el esmalte. Ya Buonocore al

comienzo de la revolución adhesiva, señaló que uno de los principales mecanismos adhesivos al esmalte dentario, es por medio de la formación de estos tags resinosos, siendo sus resultados predecibles y efectivos al momento de unir la resina compuesta a la estructura dentaria¹⁴.

La formulación de ácido fosfórico con una concentración al 37.5% es la más utilizada en la actualidad, debido a que concentraciones mayores logran una menor formación de poros en la estructura adamantina, así como también una menor profundidad de grabado; concentraciones menores aumentan la rapidez en la formación de estos mismos, haciendo poco predecibles y manejables los resultados del grabado. En consecuencia, se puede afirmar que la extensión, profundidad y patrón de grabado afectan significativamente la fuerza adhesiva al esmalte¹⁴.

Luego del grabado ácido, se han descrito una serie de formas en que se presenta la superficie adamantina una vez acondicionada, éstas dependen de cómo se ha visto afectado el esmalte por el ácido fosfórico, el cual puede atacar el centro o la periferia de los prismas, o generar un efecto difuso e irregular. Lo anterior ha llevado a clasificarlos en tres patrones ¹⁴:

- Patrón de grabado tipo I, en el cual se remueve preferentemente el centro de los prismas del esmalte.
- Patrón de grabado tipo II, que corresponde a la remoción de la periferia de los prismas.

- Patrón de grabado III en el que se obtiene un desgaste regular de la superficie, por lo que no es el más adecuado para lograr adhesión¹⁴.

Cabe destacar que el patrón de desmineralización tipo I y tipo II generan en el tejido adamantino micro poros y microsurcos capilares que miden entre 10 a 25 μm de profundidad junto con una amplitud de 1.5 a 3.5 μm . La magnitud del grabado dependerá del tipo de esmalte de la pieza dentaria, ya sea de dentición temporal o permanente, a la exposición de ésta a fluoruros y al grado de maduración del esmalte. Respecto al tiempo de aplicación del ácido, no debe ser muy prolongado, no superior a 20 segundos, debido a que esta reacción es autolimitante y produce la re precipitación de fosfato de calcio sobre el esmalte, obliterando los poros generados, con lo que se disminuye la capacidad de unión, en consecuencia, no se obtendría un acondicionamiento que asegure retener de forma efectiva a los sistemas adhesivos, basados en monómeros hidrófobos, asimismo, el aumento del tiempo de acondicionamiento es uno de los fenómenos más negativos para la técnica adhesiva a esmalte. El lavado del ácido, luego de actuar, debe ser por un tiempo, igual o superior al tiempo de aplicación y con alta fuerza para poder remover los restos de ácido y sales disueltas desde los poros del esmalte. La fuerza adhesiva obtenida luego de la técnica de acondicionamiento descrita, se encuentra dentro del orden de 20 a 40 MPa siendo considerada el “Gold Estándar” en cuanto a la temática de adhesión. Dentro de las ventajas del grabado ácido del esmalte se encuentran el aumento de la fuerza de adhesión de la restauración de resina compuesta y la disminución de la microfiltración periférica de la restauración, ventajas que se potencian si se utiliza una aislación absoluta con goma

dique al momento de realizar la restauración, evitando la contaminación y/o humidificación del esmalte ¹⁴.

2.2.5. Adhesión en dentina

La adhesión a dentina ha sido y aún sigue siendo un proceso muy difícil de obtener. El obtener esta adhesión a dentina, ofrecería muchas ventajas sobre los materiales, o sobre las técnicas que no ofrecen una adhesión química a la estructura dental. Su obtención favorecerá el tener que remover menor cantidad de tejido dentario, la creación de preparación de cavidades más conservadoras y el poder modificar los conceptos básicos de las formas de retención y resistencia. La adhesión a esmalte, se puede considerar que está bien entendida con la idea básica de que se obtienen valores altos de resistencia a la unión y casi la total eliminación de la microfiltración¹⁵.

La habilidad propia de obtener una adhesión fuerte y durable a dentina como la adhesión a esmalte, es deseable y marca la pauta para su logro o desarrollo. La adhesión a dentina, debe, además, eliminar la penetración de bacterias, disminuyendo el riesgo de caries secundaria, la pigmentación marginal y el daño irreversible a la pulpa dental ¹⁵.

Debido a su compleja estructura histológica, la adhesión en dentina resulta ser más dificultosa y menos predecible que en el esmalte, y aún se debe considerar una dificultad adicional, como lo es la formación del barro dentinario, que se produce durante la preparación cavitaria, y que está constituido por una mezcla de fibras colágenas, fragmentos de cristales de hidroxapatita, bacterias, detritus orgánico e inorgánico. Esta capa tiene un grosor de 0,5 a 5 μm , variando en función del tipo de sustrato y del

instrumental de corte utilizado; se adhiere firmemente mediante atracción electrostática a la dentina de las paredes cavitarias, ocluyendo los túbulos dentinarios, actuando como una verdadera “barrera de difusión” , que debería ser disuelta, modificada, impregnada o permeabilizada, para que los monómeros contenidos en los diversos sistemas adhesivos, puedan contactar directamente la superficie dentinaria , posibilitándose de este modo, un enlace efectivo entre el diente y el material restaurador¹⁴

2.2.6. Capa híbrida

La capa híbrida fue descrita como hallazgo microscópico por Nakabayashi en 1982, y confirmado con posterioridad por infinidad de autores. Podríamos decir que se forma por la penetración de la resina a través de los nanospacios que quedan entre las fibras de colágeno desnaturalizadas y expuestas por la acción del ácido en la superficie dentinaria y que, tras polimerizar, quedan atrapadas en ella. Es por tanto una estructura mixta formada por colágeno de la dentina y resina del adhesivo que encontramos tanto en la superficie de la dentina intertubular como a la entrada de los túbulos dentinarios. La importancia cuantitativa de esta microestructura en la fuerza de adhesión a dentina de los adhesivos dentinarios ha sido sobradamente demostrada siendo más importante que la de los tags¹⁶.

La correcta formación y funcionamiento de esta capa híbrida va a depender de dos factores¹⁶:

- 1.- Impregnación adecuada de las fibras colágenas.

2.- Adecuado grosor de la capa de adhesivo que permita amortiguar en cierto modo las fuerzas que sobre el se van a ejercer.

En la adecuada impregnación del colágeno por la resina intervienen varios factores¹⁶:

a. Grosor de la capa desmineralizada: Las resinas adhesivas son capaces de infiltrar mejor la dentina totalmente desmineralizada que la dentina parcialmente desmineralizada a menos que la matriz de colágeno se colapse. Sabemos que tiene importancia la longitud de esas fibras de colágeno, es decir el espesor de la "alfombra de colágeno" que tenemos que impregnar. Nakabayashi piensa que con profundidades de desmineralización de 1-2 mm son suficientes para conseguir cifras de adhesión adecuadas y pueden infiltrarse más fácilmente que desmineralizaciones más profundas. Por otro lado, Van Meerbeeck demostró que algunos sistemas adhesivos presentan discrepancia entre la profundidad de desmineralización dentinaria y la de infiltración por la resina lo que no le sorprendió viendo los nano-espacios por los que la resina debe pasar para llegar a infiltrar el colágeno y máxime si ese colágeno está colapsado¹⁶.

b. Colapso de las fibras de colágeno: Hay muchos autores que han descrito lo que sucede cuando, mediante la técnica adhesiva clásica se secaban profusamente la dentina y el esmalte para eliminar toda la humedad posible. En el esmalte aparecía una superficie de color blanco tiza que se toma como referencia de un correcto grabado ácido, pero en el a dentina, las fibras de colágeno dejan de "flotar" en el agua y se colapsan formando una capa superficial de colágeno muy compactado que aún dificulta más la difusión de la resina¹⁶.

c. Capacidad de difusión intrínseca de los adhesivos: Esta va a depender fundamentalmente del peso molecular de los monómeros del adhesivo y por tanto de su composición química. Va a adquirir especial relevancia también la presencia de nano relleno en la composición de la resina que por un lado mejorará sus propiedades mecánicas, pero por otro dificulta la correcta difusión al reducir la fluidez de la resina¹⁶.

d. Humedad: La naturaleza húmeda del sustrato dentinario de la que ya hemos hablado, ha sido uno de los principales inconvenientes para el desarrollo de las nuevas técnicas adhesivas, ya que la mayoría de las resinas que existían tenían carácter hidrofóbico. La búsqueda de una mayor penetración en el sustrato dentinario intentando aprovechar precisamente esa presencia de agua llevó al desarrollo de resinas hidrofóbicas y con ellas a la descripción de la técnica húmeda por Kanca y Gwinnett en 1992. Esta técnica trata de aprovechar el agua, como elemento que mantiene las fibras de colágeno erguidas, para conseguir una mejor imbricación entre colágeno y resina¹⁶.

e. Tiempo: Es este a mi entender uno de los factores más importantes para conseguir una adecuada adhesión y es un factor olvidado en la mayoría de las publicaciones. Para que se produzca una buena impregnación del colágeno y unos "tags" de longitud adecuada es necesario que el adhesivo esté colocado el tiempo suficiente sobre el sustrato sin que lo sequemos o lo polimericemos. La mayoría de fabricantes de adhesivos recomiendan unos 15 segundos para conseguir que estos interactúen adecuadamente con el sustrato¹⁶

2.2.7. Ultrasonido

Definición del ultrasonido

El sonido se define como ondas elásticas que se propagan a través de un medio (sólido, líquido, gas), las cuales al propagarse por el aire y ser recibidas por el oído, producen la sensación auditiva¹⁷.

El ultrasonido se define como un sonido cuya frecuencia de vibraciones es superior al límite perceptible por el oído humano. Tiene muchas aplicaciones industriales, así como también en medicina¹⁷

Ultrasonido en odontología

Desde la década de los años 50, se han diseñado distintos dispositivos sónicos y ultrasónicos para distintas aplicaciones odontológicas. Oman y Applebaum, en el año 1955, describen el dispositivo utilizado en su estudio como un oscilador de frecuencia variable, el cual alimentaba con corriente alterna de alta frecuencia a una pieza de mano magnetoestrictiva, por medio de un amplificador de poder. Este dispositivo fue diseñado para la preparación de cavidades y eliminación de caries, obteniendo resultados favorables. Nielsen, Watson y Kidd, diseñaron un dispositivo ultrasónico magnetoestrictivo que funcionaba a una frecuencia de 25KHz. para el tallado de cavidades y eliminación de caries. Los autores observaron que el dispositivo era efectivo solo sobre tejidos duros, pero en tejidos dentarios reblandecidos la capacidad de corte disminuía¹⁷.

Zinner en el año 1955, presentó unos estudios preliminares donde la aplicación de dispositivos ultrasónicos, en distintos usos clínicos incluyendo terapias de periodoncia, no producían daños a los tejidos pulpares y periodontales. Partiendo de estos estudios Johnson y Wilson demostraron la efectividad de la aplicación del ultrasonido en la remoción del cálculo gingival y el potencial del ultrasonido dentro del tratamiento periodontal, ya que la aplicación del ultrasonido no producía daño al cemento radicular, causaba menor daño a los tejidos gingivales, y menos trauma a los pacientes, al ser comparado con el tratamiento periodontal realizado de una forma manual¹⁷.

2.2.8. Dientes bovinos

Los dientes bovinos son similares e histológicamente a los dientes humanos, presentan unas características especiales como son: La composición histológica y su forma anatómica, que, entre otras características, hace que sean ideales su utilización como sustitutos de los dientes humanos en lo que respecta investigación en materiales dentales¹⁸.

a) Descripción macroscópica

A nivel macroscópico presentan al igual que los dientes humanos, una corona y una raíz con un estrechamiento entre los dos llamados cuellos; y una pulpa de un tamaño mayor que los dientes humanos; a su vez están conformados por: esmalte, dentina y cemento¹⁹.

Los incisivos tienen una forma trapezoidal o de una pala; siendo el extremo la corona del diente y el mango de la pala la raíz del diente. La corona,

en el diente tiene una forma casi triangular, con su mayor longitud aproximada mesiodistal de 14 mm en el tercio incisal, de 12 mm en el tercio medio y de 10 mm en el tercio cervical, la altura cérvico- incisal, de aproximadamente 21 mm y un grosor vestíbulo lingual de 8.5 mm. En su parte más ancha es más o menos incurvado hacia afuera y hacia arriba, de modo que no aplica directamente su borde superior contra la mandíbula superior, donde por el rozamiento y choque con los dientes se ha desarrollado como un callo denominado: El rodete dentario (Fig 9) ¹⁹.



Figura 9. Diente bovino

Un incisivo presenta una cara anterior o labial, convexa en todos los sentidos y algo estriada de arriba abajo en un diente nuevo; una cara posterior o lingual que está dispuesta casi en bisel, es un poco cóncava y en ella se observa una ondulación, no muy pronunciada, con dos pequeños surcos a sus lados, dispuesta desde la base de la corona al borde superior, denominada aval o mamelón. Presenta también un borde superior convexo, cortante en un diente nuevo, pero que pronto se aplana a causa del desgaste por el uso, y dos bordes laterales. (Fig 10) ¹⁹



Figura 10. Diente de bovino cara labial

El color de estos dientes es similar al de los dientes humanos pero la textura es diferente, ya que presentan estrías en sentido vertical sobre la superficie vestibular. (fig 11)¹⁹



Figura 11. Estrías del diente bovino

Con respecto a su composición; presentan al igual que los humanos esmalte. Este es una sustancia vidriosa, blanca y muy dura, La cual forma una capa más o menos fina sobre la corona, terminando a la altura del cuello. El esmalte que recubre la cara lingual es poco espeso¹⁹.

La dentina es dura y blanca, ligeramente amarillenta; que en capas más o menos gruesas dan forma a todo el diente y presenta una cavidad interna, ocupada por la pulpa dentaria¹⁹.

El cemento que recubre la raíz, es una sustancia menos dura que la dentina y su estructura se asemeja al hueso. En el bovino se presenta algo de cemento sobre la corona a diferencia en los humanos, pero este no se debe confundir con el sarro que con frecuencia se deposita por encima de las encías, que toma un color casi negro¹⁹.

La raíz de los dientes incisivos de bovino, en su mayoría, tiene forma cónica con una leve dilaceración hacia mesial. Esta tiene una longitud mayor que la altura de la corona, siendo una y media veces mayor que la corona, especialmente en los dientes gastados; su longitud aproximada es de 26.5 mm de cervical al ápice; una distancia mesiodistal aproximada en el tercio coronal de 9 mm, en el tercio medio de 6.5 mm y en el tercio apical de 4 mm, y un grosor vestíbulo – lingual de aproximadamente 7 mm en su parte más ancha (Fig 12)¹⁹



Figura 12. Raíz del diente de bovino

Y, por último, se encuentra la pulpa dentaria, que está contenida en la cavidad del diente y que llene por completo, en esta se alojan vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios. A nivel histológico, en este tejido se puede identificar la misma disposición y cantidad de elementos constitutivos de la pulpa humana,

como son: La zona odontoblástica, la zona poco celular, la zona celular y la zona central de la pulpa¹⁹.

b) Descripción microscópica

Cuando se observan los dientes de bovino mediante el microscopio óptico y electrónico, se ve que la dentina del bovino al igual que la de los humanos está formada principalmente por los túbulos dentinarios. Estos túbulos atraviesan todo su espesor siguiendo un trayecto en S levemente acentuada, desde la unión amelodentinaria hasta la pulpa. Se reconocen tres tipos de dentina compuestos principalmente por colágeno tipo I y son: La dentina primaria y junto a esta la predentina, la dentina secundaria y la dentina terciaria. A diferencia de los dientes humanos no se encuentra dentina interglobular. Con respecto a la disposición de los túbulos dentinales, en bovinos es más irregular que en humanos¹⁹.

Por el gran tamaño de los dientes de bovino, el diámetro y la cantidad de los túbulos dentinarios es mayor que el de los dientes humanos, especialmente en la dentina radicular¹⁹.

Schilke , realizo un estudio que comparo el número y el diámetro de los túbulos dentinarios de los dientes de bovino y humano. En este estudio utilizaron dientes sin erupcionar de humanos y de bovinos, los cuales antes de ser extraídos se examinaron por medio de un escaneo de microscopía electrónica, y luego de su extracción, fueron preparados para realizarles microfotografías. Por medio de estas microfotografías, a una magnificación de 500x contaron el número de

túbulos dentinarios, y con una magnificación de 15000x midieron el diámetro de los mismos. Con este estudio corroboraron que el tamaño de los dientes de bovino es mayor que los humanos, pero no encontraron diferencias significativas entre el diámetro de los túbulos dentinarios y la cantidad de estos a nivel coronal en dentina de dientes de bovino con respecto a la dentina de los dientes humanos²⁰.

Al comparar el diámetro de los túbulos dentinales cerca de la pulpa, se encuentra que para los dientes de bovinos es de 2.4 – 2.8 micras y en humanos es de 2.5 micras; en la porción media de la dentina, para los bovinos es de 2 – 2.4 micras y en los humanos es de 1.2 – 1.5 micras; y en la unión amelodentinaria, para bovinos es de 1.6 – 1.9 micras y en humanos es de 900 nanómetros (Tabla 1)²⁰

UBICACIÓN	BOVINO µm	HUMANO µm
Cerca a pulpa	2.4 - 2.8	2.5
Porción media de dentina	2 - 2.5	1.2 - 1.5
Unión amelodentinaria	1.6 - 1.9	900 nm

Tabla 1. Comparación entre el tamaño de los túbulos dentinales de los dientes de bovino y los dientes humanos según su localización

En cuanto a la cantidad de túbulos dentinarios en la porción coronal, se encuentra que para los dientes de bovino es de aproximadamente 24000 – 26026 túbulos por milímetro cuadrado cerca del esmalte y en humanos es de

aproximadamente 20000 – 23000 túbulos por mm cuadrado; y cerca de la pulpa para bovinos es de 29433 – 30381 túbulos dentinarios por mm cuadrado y para humanos es de 42000 – 45000 por mm cuadrado. (Tabla 2)²⁰

UBICACIÓN	BOVINO mm ²	HUMANO mm ²
Porción coronal	24000 - 26026	20000 - 23000
Porción cerca a pulpa	29433 - 30381	42000 - 45000

Tabla 2. Comparación entre la cantidad de los túbulos dentinales de los dientes de bovino y los dientes humanos según su localización

Podemos concluir, que los dientes de bovino con respecto a los dientes humanos presentan muchas ventajas para su uso como sustituto de dientes de humano para la investigación de materiales dentales. Entre estas ventajas encontramos²⁰:

- Por ser dientes de mayor tamaño hacen que su manipulación sea fácil.
- Su fácil obtención; debido a que a diario se sacrifican cientos de animales de los cuales se pueden obtener sus dientes.
- La ausencia de caries, ya que, por el tipo de dieta, la cantidad de saliva y la cantidad de movimientos efectuados por la lengua hace que su incidencia sea menor que en los humanos.
- Su similitud tanto macroscópica como microscópica con los dientes humanos²⁰.

2.3. Definición operacional de términos

Dentina : es producida por los odontoblastos, que se ubican entre la dentina y la pulpa dentaria, y que conservan su relación con la dentina durante toda la vida del diente, pudiendo ésta auto repararse.

Túbulos dentinarios: Son conductos que recorren la dentina (desde la pulpa a la región más interna del esmalte). En ella recorren diversas fibras y un fluido llamado “fluido dentinario” procedente de la pulpa.

Adhesión: La adhesión es una propiedad física de la materia que permite que se une dos sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto a través de fuerzas intramoleculares.

Capa híbrida: Es el resultado de la difusión e impregnación de monómeros en la subsuperficie de los substratos de dentina pre-tratada. El desarrollo de sistemas adhesivos que infiltran a la superficie de dentina desmineralizada por monómero de resinas y que se combinan con la colágena para formar una capa que es una mezcla de diente y resina

Resistencia adhesiva: Capacidad que tiene un adhesivo para desprenderse de una superficie en la cual fue tratada.

Protocolo de adhesión: Pasos o series de instrucciones que varía según el producto del fabricante

Ultrasonido: son ondas acústicas cuya frecuencia está por encima de la capacidad de audición del oído humano

Fuerza de cizallamiento: Se trata de la fuerza que se utiliza para desprender un sustrato que fue adherido a una superficie que puede medirse en kg,mpa,etc.

Mega pascales: Es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades. Se define como la presión que ejerce una fuerza de 1 newton sobre una superficie de 1 metro cuadrado normal a la misma.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General:

Hi: El uso del ultrasonido dentro del protocolo de adhesión mejora la resistencia adhesiva.

Ho: El uso del ultrasonido dentro del protocolo de adhesión no mejora la resistencia adhesiva.

2.4.2. Hipótesis Específicas:

Hi₁: Existen diferencias significativas entre el uso del ultrasonido y la aplicación convencional sobre la resistencia adhesiva dentro del protocolo de adhesión.

Ho₁: No Existen diferencias entre el uso del ultrasonido y la aplicación convencional sobre la resistencia adhesiva dentro del protocolo de adhesión.

2.5. Variables

- **Variable independiente:** Tipo de protocolo adhesivo.
- **Variable dependiente:** Resistencia adhesiva.

2.6. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES Definición operacional	CRITERIO DE MEDICION DEL INDICADOR	ESCALA	TECNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCION
VARIABLE INDEPENDIENTE PROTOCOLO DE ADHESION	Formas en la cual se mejorará la atracción entre átomos o moléculas de dos superficies semejantes o diferentes en íntimo contacto.	Formas en la cual se aplica el adhesivo	Selección del protocolo	Convencional Con ultrasonido	Nominal Dicotómica	Formulario de resultados de la fuerza de cizallamiento
VARIABLE DEPENDIENTE RESISTENCIA ADHESIVA	Resistencia de dos superficies de contacto, brindado por un sistema de cementación adhesiva	Resistencia a la fuerza de cizallamiento de dos superficies de contacto	Escala de Resistencia	Kgf (kilogramos fuerza) Valores de: 0Kgf . . . n Kgf	Razón Continua	Informe de reporte de ensayos de laboratorio de la empresa J.C.B.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1. Nivel y Tipo de investigación

3.1.1. Nivel de Investigación

Según las posibilidades de aplicación del resultado corresponde a un estudio de nivel **explicativo**, porque explica el comportamiento de una variable en función de otras; por ser estudios de causa – efecto requieren control y debe cumplir otros criterios de causalidad.

El control estadístico es multivariado a fin de descartar asociaciones aleatorias, causales o espurias entre la variable independiente y dependiente ²¹.

3.1.2. El tipo de investigación:

- **Según la intervención del Investigador: Experimental**

Experimental: Siempre son prospectivos, longitudinales, analíticos y de nivel investigativo “explicativo” (causa – efecto); además de ser “controlados”.²¹

- **Según la planificación de la toma de datos: Prospectiva**

Los datos necesarios para el estudio son recogidos a propósito de la investigación (primarios). Por lo que, posee control del sesgo de medición.²¹

- **Según el número de ocasiones en que mide la variable de estudio: Transversal.**

Todas las variables son medidas en una sola ocasión; por ello de realizar comparaciones, se trata de muestras independientes.²¹

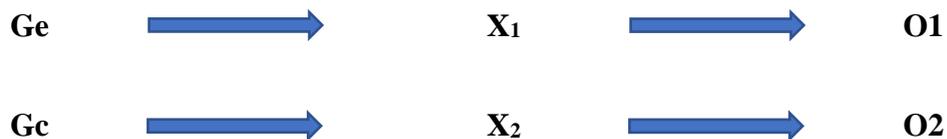
- **Según el número de variables de interés: Analítico**

El análisis estadístico por lo menos es bivariado; porque plantea y pone a prueba hipótesis, su nivel más básico establece la asociación entre factores.²¹

3.2. Diseño y método de investigación.

3.2.1. Diseño de la investigación

Corresponde a un diseño Experimental, dentro de los diseños experimentales, esta investigación corresponde a un tipo experimento verdadero porque cumple con la asignación aleatoria (grupo control) e intervención a propósito de la investigación.²¹



Ge= Grupo experimental.

Gc= Grupo control.

X1= Técnica de aplicación con ultrasonido.

X2= Técnica de aplicación convencional.

O1= Observación de la técnica con ultrasonido

O2= Observación de la técnica de aplicación convencional

3.3. Determinación población y muestra.

3.3.1. Población

La población estuvo conformada por 50 piezas dentales de los cuales se seleccionó 20 piezas dentales en mejores condiciones de origen bovinas recién extraídas de clasificación tipo IV según Murgueito, Para la inclusión de estas piezas en el trabajo deben cumplir las siguientes condiciones: estar sin lesiones aparentes de caries, esmalte íntegro, peso, tamaño y forma de las piezas, con respecto a la edad no mayor de 5 años. Estas se almacenaron en suero fisiológico a una temperatura de 37°C, cambiada cada 24 horas para evitar el deterioro hasta el momento de la ejecución del trabajo.

3.3.2. Muestra

Cálculo de la muestra

Recolección de muestras no probabilístico con criterios por conveniencia de inclusión y exclusión.

Estuvo conformada por 20 piezas dentales de origen bovina recién extraídas y preparadas de clasificación tipo IV según Murgueito, divididos en 2 grupos de 10 piezas, Gc (10): estuvo conformado por la técnica convencional de aplicación del adhesivo a través del frote con el microbrush, Ge (10): estuvo conformado por la técnica aplicación con ultrasonido el adhesivo

3.4 Técnicas de recojo e instrumentos de recolección de datos

Selección y validación de los instrumentos de investigación

La obtención, elección, estandarización y el tratamiento de las muestras de origen bovino se presentó un formato único de trámite a la municipalidad provincial de Huánuco. Luego que nos permitió el acceso al matadero municipal previas coordinaciones con el Médico Veterinario, Inspector sanitario y administrador del Camal Municipal Huánuco, la selección de muestras fue en un lapso de tres días en número de 50 piezas dentarias. La prueba de ensayos universales fue realizada por la empresa especialistas en ensayos calibración de instrumentos J.C.B. que fue realizada en los laboratorios de UNI.

Las 20 muestras fueron sometidas a la fuerza de cizallamiento en un lapso de tiempo estimado de 1 hora con el registro de los datos en momento de la tracción de cada muestra, siendo tabulados y firmados por el especialista. La opinión de expertos fue guía y sustento esencial para la realización de esta investigación²².

Preparación de las piezas dentarias

Para la realización de la investigación in vitro fueron seleccionadas 20 incisivos inferiores permanentes de origen bovino de un total de 50 incisivos inferiores bovinos, obtenidas directamente del centro de beneficio vacuno La extracción de cada pieza fue realizada con botadores (Aesculap,DL033R, Alemania) y fórceps (Aesculap, 3150/18, Alemania), los dientes fueron lavados meticulosamente con agua para eliminar cualquier resto de sangre y tejido blando, almacenada en agua destilada por 24 horas a temperatura ambiente²²

Con una cureta periodontal (HU FRIEDY 5/6 – 7/8 y una hoja de bisturí N° 22 se eliminaron todos los restos de encía y tejido periodontal de la raíz, estuvieron mantenidos en una solución de glutaraldehído al 2% a temperatura ambiente cerrado herméticamente por cuatro semanas, con la finalidad de impedir cualquier proliferación bacteriana. Seguidamente se almacenaron en agua destilada a temperatura ambiente, este medio de almacenaje fue reemplazado periódicamente cada 24 horas con el fin de minimizar el deterioro²²

Preparación inicial; las raíces de los dientes fueron seccionadas a nivel del tercio medio de la raíz con fresa cilíndrica de diamante (KG Sorensen, Sao Paulo, Brasil) adaptado en un motor de alta con abundante refrigeración para no sobrecalentar la el tejido dentinario, se procedió a retirar el contenido tanto de la cámara y conducto pulpar utilizando cureta de dentina y limas endodónticas N° 80. Se realizó el lavado del orificio pulpar con 9ml de agua destilada, seguida de un breve secado con conos de papel absorbente²². El orificio pulpar de cada diente fue rellenado con cera de utilidad roja y sellada con coltosol (Coltene Whaledent, Alemania) para evitar que durante la incrustación de los dientes en resina acrílica transparente químicamente activada esta misma pueda ingresar a la cámara pulpar se selló con cera rosada el ápice²³. Con una cartulina dúplex se confecciono las matrices de dimensiones (alto 3cm, largo 3cm y ancho 2.5cm). Las matrices fueron llenadas con resina acrílica transparente químicamente activada, los dientes fueron ubicados de forma vertical incrustando la raíz, quedando la corona dental en la parte externa dando una altura final de 4.5cm, siendo en conjunto inmersa en agua para minimizar la elevación de la temperatura debido a la reacción exotérmica de

polimerización, se almacenaron en agua destilada a temperatura ambiente hasta el momento de la pesquisa. Este procedimiento tuvo la finalidad de dar condiciones para la fijación de los cuerpos de prueba en el aparato de corte de los dientes en su subsecuente evaluación²⁴. Luego, fue inmerso en suero fisiológico, con la finalidad de prevenir la deshidratación. Todas las piezas fueron almacenadas no mayor a 6 meses según el ISO 11405²²

Preparación de las caras para recibir los cuerpos de prueba

Se realizaron cortes en las superficie proximal distal, de aproximadamente 3mm sin llegar a dentina; por medio del disco diamantado de grano grueso adaptada a un micromotor eléctrico; utilizando agua destilada para no sobrecalentar el tejido hasta eliminar gran parte de esmalte²². A continuación, la superficie distal de los dientes bovinos pasaron a un desgaste con lija para agua de granulación decreciente (80,120,400,600,1000 y 1200), las lijas fueron divididas en partes iguales, siendo cada parte utilizada apenas solo para una muestra, eliminándose luego. Los dientes fueron lijados 15 veces, en movimiento de “va y ven”, para cada numeración de lija (80-400); 20 veces, en movimientos de “va y ven”, para cada numeración de lija (400-1200) con constante irrigación hasta exponer dentina superficial. Realizado por un único operador para mantener la fuerza constante al desgaste. Para cada numeración diferente de lija, se invirtió el sentido del movimiento, con la finalidad de eliminar al máximo por las ranuras formadas por los granos de las lijas anteriores. Con este procedimiento se obtuvieron superficies planas, con profundidad y

pulimiento semejante en todas las muestras, los dientes se mantuvieron inmersos en agua destilada durante el procedimiento²².

Tratamiento de la superficie y restauración

Las 20 preparaciones fueron lavadas y secadas con agua y aire de la jeringa triple libre de aceite por 10 segundos, luego, se realizó profilaxis con copas de goma, pasta de piedra pómez y agua, con micromotor de baja rotación por 10 segundos, siendo cada copa de goma utilizada en cada 4 dientes. Después los dientes fueron lavados con agua de jeringa triple por 10 segundos, secado con papel absorbente (sin deshidratar).

A ambos grupos se le realizaron el grabado ácido (CONDAC 37) durante 15 segundos luego fueron lavadas con abundante agua el mismo tiempo de grabado y secado con papel absorbente (sin deshidratar), luego aplicamos una bolita de algodón embebida con clorhexidina al 2 % para desinfectar la superficie.

Grupo 1: (n=10) En este grupo, se aplicó el adhesivo de un solo paso (AMBAR) usando un microcepillo superfino desechable friccionando por 10 segundos antes fue agitado con el objetivo de garantizar la homogeneidad de las soluciones, aireado por 10 segundos y fotopolimerizado por 20 segundos, para luego realizar una restauración en forma de cubo para ser expuesto a las fuerzas de cizallamiento en la máquina de ensayos universales.

. Grupo 2: (n=10) El adhesivo de (AMBAR) fue aplicado por un aparato ultrasónico que fue acondicionado en la parte activa un microcepillo superfino con el adaptador modelo

E9 (Woodpecker) desechable por 10 segundos antes fue agitado con el objetivo de garantizar la homogeneidad de las soluciones, aireado por 10 segundos y fotopolimerizado por 20 segundos, para luego realizar una restauración en forma de cubo de dimensiones 3mm x 3mm para ser expuesto a las fuerzas de cizallamiento en la máquina de ensayos universales.

Almacenamiento de las muestras

Los especímenes fueron sumergidos en suero fisiológico, a temperatura ambiente durante 24 horas (International organization for standardization, 1994)²².

Prueba de resistencia al cizallamiento

Para este estudio, se utilizó una máquina universal de ensayos del laboratorio N° 4 de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Supervisado por el jefe de laboratorio Ingeniero Mecánico Sebastián Lazo Ochoa, ejecutado por el Técnico Laboratorista en ensayos Julián Cadenillas Baltazar. La fuerza de la resistencia adhesiva se midió con una máquina universal de ensayos (Amsler, EE.UU) con una célula de carga de 500 Kg, conectada a él una barra metálica con una terminación en bisel. La velocidad de la cabeza de la máquina fue de 1mm/minuto .Posteriormente, los cuerpos de prueba fueron posicionados en una base metálica para obtener mayor estabilidad y de forma que la terminación biselada de la barra metálica incidiera en la interfase diente/material restaurador produciendo una fuerza paralela a la superficie del diente en dirección inciso apical, la fuerza ejercida ocurrió paulatinamente hasta la fractura,

obteniéndose así, el valor máximo de carga en Kg-f, al producirse la fractura, los valores obtenidas fueron registrados. Las pruebas se realizaron para todas las muestras en un solo día y secuencialmente, para las piezas dentales de cada grupo.

3.5 Técnica de procesamientos de análisis de datos

Se usó el programa Word y Exel (MICROSOFT OFFICE PROFESIONAL PLUS 2010/ VERSIÓN: 14.0.4760.1000 (32BITS)), y luego el paquete estadístico InfoStat

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron procesados mediante métodos estadísticos con el programa InfoStat.

Mediante las tablas de frecuencia y gráficos de cajas se hizo una comparación descriptiva de las fuerzas de tracción según las diferentes técnicas de cementación. Para definir el tipo de prueba estadística que había de realizar se evaluó la normalidad de los datos utilizando el test de shapiro-wilk, test apropiado para tamaños de muestra menores a 50. Debido a que los datos se ajustaban a la normal se optó. por la aplicación de la prueba de estadística ANOVA con el fin de comparar la resistencia adhesiva de los tipos de protocolo de adhesión.

Las pruebas estadísticas se realizaron a un nivel de significancia de 5%

Para la comparación de los promedios entre tratamientos se aplicó la prueba de significación de Tukey al 5%; en esta prueba los promedios

De acuerdo a los objetivos específicos planteados se calcularon los estadísticos correspondientes para describir las características de la resistencia adhesiva de cada una de las técnicas empleadas.

Ficha de medición elaborado por el investigador donde los datos obtenidos en laboratorio fueron registrados.

Instrumentación observacional directa de campo

CAPITULO IV

PRESENTACION DE RESULTADOS

Antes de realizar la evaluación de los resultados se tuvo que realizar la prueba de normalidad de los datos utilizando el test de shapiro-wilk, test apropiado para tamaños de muestra menores a 50.

4.1. Prueba de normalidad

Ho: La variable resistencia adhesiva en la población tiene distribución Normal.

Hi: La variable resistencia adhesiva en la población es distinta a la distribución Normal.

Tabla 03. Prueba de normalidad de la muestra para resistencia adhesiva

Resistencia adhesiva	Técnica de aplicación del adhesivo	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	p-valor
MPA	GC	0.871	10	0.102
	GE	0.928	10	0.433

Fuente: Formulario de recolección de datos

Interpretación

Según la tabla 03, con una probabilidad de error superior al 0.05, la variable resistencia adhesiva en la población tiene distribución Normal, el cual corrobora que los datos a procesar son cuantitativos.

Para la presentación de los resultados se consideran los promedios de las diferentes evaluaciones, los cuales se muestran mediante tablas y gráficos. Los promedios fueron analizados estadísticamente aplicando la técnica de análisis de varianza (ANOVA) para establecer las diferencias significativas entre tratamientos, con su respectiva interpretación, cuando el p-valor < 0.05 quiere decir que existe significación y cuando el p-valor < 0.01 quiere decir que existe alta significación.

Para la comparación de los promedios entre tratamientos se aplicó la prueba de significación de Tukey al 5%; en esta prueba los promedios de la misma letra indica que no existen diferencias estadísticas significativas, mientras que los promedios de distintas letras indica diferencias estadísticas significativas.

4.2. Análisis descriptivo

Tabla 04. Estadísticos descriptivos de la variable de resistencia adhesiva, realizados en el laboratorio de la UNI

Descripción		Resistencia adhesiva MPA
N	Válido	20
	Perdidos	0
Media		14.43
Error estándar de la media		0.59
Desviación estándar		2.64
Coeficiente de variación		11.93%
Mínimo		9.80
Máximo		20.70

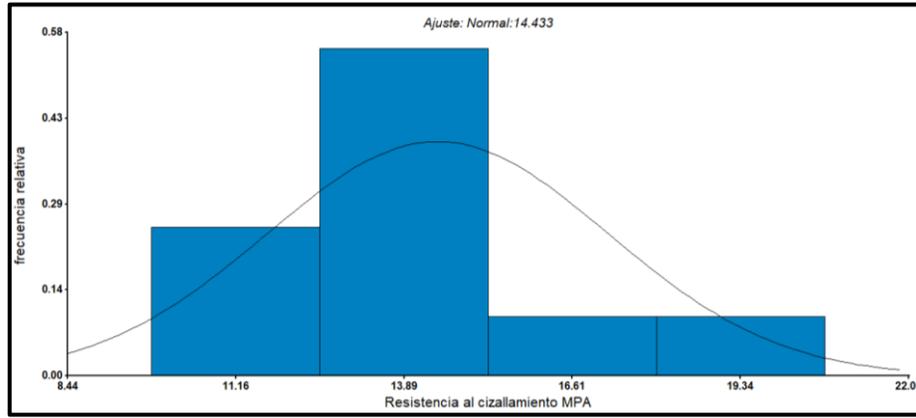
Fuente: Formulario de recolección de datos

Interpretación:

Según la tabla 04 se observa que la media para la resistencia adhesiva es 14.43, con un error estándar de la media de 0.59, asimismo tiene una desviación estándar de 2.64 y un coeficiente de variabilidad de 11.93%.

En el gráfico 01, se muestra una visión gráfica de los resultados:

Gráfico 01. Histograma de la variable dependiente resistencia adhesiva



Fuente: Tabla numero 04

4.3. Análisis inferencial

El diseño experimental que se utilizó fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), estuvo constituido de 2 tratamientos un Grupo Control (GC) y una Grupo Experimental (GE) y 10 repeticiones haciendo un total de 20 unidades experimentales.

Para la prueba de hipótesis se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA), al nivel de significación de 5% entre tratamientos y repeticiones. Para comparación de promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey, con el 5%, para determinar el nivel de significación entre tratamientos.

Análisis de varianza

Tabla 05. Análisis de varianza para la resistencia adhesiva en MPa del grupo de estudios realizados en los laboratorios de la UNI

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Técnica de aplicación del adhesivo	57.088	1	57.088	19.263	0.0017
Repeticiones	49.009	9	5.445	1.837	0.189
Error	26.673	9	2.964		
Total	132.770	19			

Fuente: Formulario de recolección de datos

Según la tabla 05, realizado el análisis de variancia para la resistencia adhesiva, el p-valor nos indica que para las técnicas de aplicación del adhesivo existe alta significación estadística, el p-valor es < 0.01 . El coeficiente de variabilidad es 11.93%, este valor garantiza el análisis de datos de las variables con una confianza aceptable, lo que permite aceptar la hipótesis H1: El uso del ultrasonido dentro del protocolo de adhesión mejora la resistencia adhesiva y rechazar la Ho

Tabla 06. Prueba de Tukey para la resistencia adhesiva MPA

OM	Técnica de aplicación del adhesivo	Medias	N	Sig. 0.05
1°	GE	16.122	10	A
2°	GC	12.743	10	B

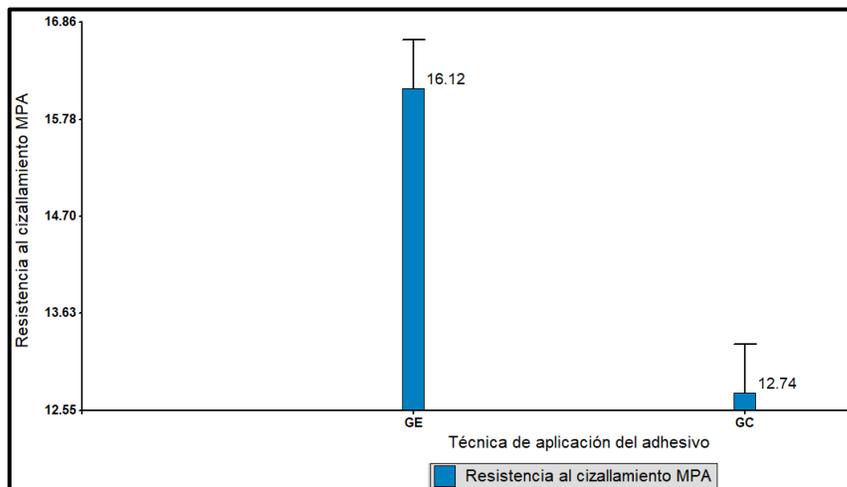
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Formulario de recolección de datos

Según la tabla 06, los promedios para la resistencia adhesiva para las técnicas de aplicación del adhesivo estadísticamente difieren al nivel de significación de 5%. La técnica con uso de ultrasonido GE obtuvo en promedio 16.122 MPA de la resistencia adhesiva, comparado con la técnica convencional GC que en promedio obtuvo 12.743 MPA de la resistencia adhesiva.

Lo que permite aceptar la hipótesis específica H1: Existen diferencias significativas entre el uso del ultrasonido y la aplicación convencional sobre la resistencia adhesiva dentro del protocolo de adhesión y rechazar la Ho.

Gráfico 02. Efecto de la resistencia adhesiva MPA



Fuente: Formulario de recolección de datos

CAPITULO V

DISCUSION

La susceptibilidad a la fractura o salida de las restauraciones debido a diversos factores es una de las causas más frecuentes de fracaso clínico que han motivado estudios acerca del tema para poder dar una mayor longevidad a las restauraciones en la cavidad oral. la presente investigación se centra en el estudio sobre la resistencia adhesiva con 20 muestras cilíndricas adheridas a una superficie lateral del diente bovino mediante el uso del ultrasonido (10 muestras) y la aplicación convencional (10 muestras).

Luego del test de resistencia adhesiva se evidencio que el uso del ultrasonido presentó la resistencia adhesiva más alta, con un valor promedio de 16.122MPa, en contraste con la aplicación convencional, que obtuvo el promedio más bajo con 12.743 MPa; tras el análisis estadístico se determinó que la diferencia de resistencia adhesiva fue estadísticamente significativa de p- valor= 0.0017.

Por lo tanto, dichos estudios muestran similitud con los resultados obtenidos en nuestra investigación ya que el grupo control correspondiente al uso convencional del adhesivo presento menor resistencia adhesiva numéricamente y estadísticamente a comparación de la aplicación del adhesivo con el uso del ultrasonido al estudio realizado por Grandi V, (2016) donde evaluó la eficacia de la energía sónica aplicada durante el proceso restaurador en cuarenta molares humanos; se comprobó que para las cavidades que fueron restauradas con activación sónica fueron significativamente superiores a las cavidades que fueron restauradas sin activación sónica; de igual manera según Barros M.

(2016), en su estudio donde verifico la influencia de diferentes formas de aplicación de los adhesivos (manual, rotatoria y oscilatoria-rotatoria) en la resistencia de unión en dentina, indicó que las técnicas de aplicación rotatoria y oscilatoria-rotatoria estadísticamente difieren y son superiores a los obtenidos con la técnica de aplicación manual, por lo cual a fuerza de adhesión está influenciada por la aplicación de técnicas y depende del sistema adhesivo.

Otros estudios difieren con los resultados antes mencionados como el de Mahammad A, Ferreira R, Edwards C, et al. (2017) donde se evaluó el efecto de las vibraciones sónicas en la resistencia de adherencia de los postes de fibra de vidrio adheridos a la raíz de la dentina en dientes bovinos; obteniendo como resultado que la vibración sónica para aplicación sólo del sistema adhesivo o perno no afecta la resistencia de adhesiva, sin embargo, interfirió negativamente cuando se utilizó para ambos procedimientos; lo cual concuerda con Mena A, Garcia E, Dourado A, et al (2014) que comparó el efecto de los modos de aplicación de la vibración manual y sónicas en términos de permeabilidad de la dentina y la resistencia de la unión de un adhesivo, resultando la conductancia del adhesivo en la dentina menor significativamente por el modo de vibración sónica frente a la manual, pero no se observó ningún efecto sobre los valores de resistencia de adhesión, ya sea para adhesivo; al igual que Bagis B, Turkarslan S, Tezvergil A, et al. (2008) donde la agitación ultrasónica durante la aplicación de adhesivos de autograbado no tuvo ningún efecto sobre el rendimiento de adhesión del adhesivo de autograbado.

CONCLUSIONES

- ✓ El uso de la técnica con ultrasonido tiene la resistencia adhesiva más alta de los dos grupos estudiados, con un valor medio de 16.122 MPa.
- ✓ El uso de la técnica convencional evidenció la resistencia adhesiva más baja, con una media de 12.747 MPa.
- ✓ Al realizar las comparaciones entre grupos se demostró que existe diferencia significativa entre el uso de ultrasonido con respecto al uso convencional del adhesivo según el protocolo de adhesión.

SUGERENCIAS

- ✓ Se recomienda realizar más estudios sobre el uso del ultrasonido sobre la resistencia adhesiva, utilizando también otras marcas de adhesivos.

- ✓ Se recomienda utilizar o encontrar otros dispositivos ultrasónicos que puedan emplearse específicamente cuando se aplique esta técnica en el protocolo de adhesión.

- ✓ Se recomienda usar un microbrush de calibre más grueso en la parte activa, ya que esta se adapta a la punta del ultrasonido modelo E9 (Woodpecker), para evitar el desgaste debido a que la energía sónica genera calor y lo destruye.

- ✓ Para la realización de estudios semejantes a lo expuesto en esta investigación recomendamos tener en cuenta las fases de laboratorio y el mantenimiento de muestras orgánicas post mortem. Ya que la UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN no cuenta con esta tecnología dificultando el procesamiento, tratamiento y la ejecución de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Cardoso M, de Almeida A, Mine A, et al. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Australian Dental Journal* 2011; 56:(1): 31–44pp.
(Citado el 27 de noviembre del 2017) Disponible en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1834-7819.2011.01294.x>
2. Mahammad A, Ferreira do Amaral R, Edwards C, et al. “Effect of Sonic Vibrations on Bond Strength of Fiberglass Posts Bonded to Root Dentin”. *Brazilian Dental Journal* (2017) 28(1): 30-34pp.
(Citado el 27 de noviembre del 2017) Disponible en:
<http://www.scielo.br/pdf/bdj/v28n1/1806-4760-bdj-0103-6440201601107.pdf>
3. Grandi V, Avaliação do uso de energia sônica na aplicação de resinas compostas Bulk fill e Convencional. Título de Maestría en Odontología. Londrina, Brasil. Universidad de Norte de Paraná. 2016. 10-23pp
(Citado el 27 de noviembre del 2017) Disponible en:
<https://s3.amazonaws.com/pgsskroton-dissertacoes/51c356e94492caa28c073d12eee802e0.pdf>
4. Mena A, Garcia E, Dourado A, Reis A. Effect of Sonic Application Mode on the Resin-Dentin Bond Strength and Dentin Permeability of Self-etching Systems. *J Adhes Dent*. 2014;16: 435–440pp.
(Citado el 27 de noviembre del 2017) Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25264549>

5. Barros M. Efeito da técnica de aplicação de sistemas adesivos autocondicionantes na resistência de união em dentina. Título de Maestría en Odontología. San Luis, Brasil. Universidad CEUMA. 2016. 13- 67pp.
(Citado el 27 de noviembre del 2017) Disponible en:
<http://www.ceuma.br/mestradoodontologia/images/Dissertacoes/Mestrado-Odontologia/Mnica%20Barros%20da%20Silva.pdf>
6. Bagis B, Turkarslan S, Tezvergil A, et al. Effect of ultrasonic agitation on bond strength of self-etching adhesives to dentin. J Adhes Dent 2008; 10:441-445pp
7. Gómez M, Campos A. Esmalte. In: Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 3era. Edición. Editorial Médica Panamericana 2009. 291-332pp
8. Carrillo C. Dentina y adhesivos dentinarios. Revista ADM 2006. 63 (2):45-51pp
(Citado el 27 de noviembre del 2017) Disponible en:
<http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2006/od062b.pdf>
9. Camps I. La evolución de la adhesión a dentina. Av. Odontoestomatol. 2004; 20(1): 11-13pp. (Citado el 27 de noviembre del 2017) Disponible en:
<http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v20n1/original1.pdf>
10. Dourado A, Reis A. Sistemas Adhesivos. Revista de Operatoria Dental y Biomateriales 2006 1(2) : 13pp. (Citado el 27 de noviembre del 2017) Disponible en: <http://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2013/02/sistemas-adhesivos2.pdf>

11. Garrofé A, Martucci D, Picca M. Adhesión a tejidos dentarios. Rev. Fac. de Odon. UBA · 2014. 29(67): 5 pp. (Citado el 27 de noviembre del 2017) Disponible en:
<http://www.odon.uba.ar/revista/2014rev67/art1.pdf>

12. Li C. Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva a la tracción de dos sistemas adhesivos autograbadores sobre esmalte de bovino”. Tesis para obtener el título de cirujano dentista. Lima, Perú. Universidad Peruana Cayetano Heredia.2009. 11 – 15pp. (Citado el 27 de noviembre del 2017) Disponible en:
<http://www.cop.org.pe/bib/tesis/CARMENPATRICIALIWONG.pdf>

13. Dourado A, Reis A. SISTEMAS ADHESIVOS. Revista de Operatoria Dental y Biomateriales.2006. 1(2): 13-28pp.

14. Osore J. Estudio comparativo in vitro del grado de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND® utilizando la técnica de Grabado Ácido Total y de Grabado Ácido Selectivo del Esmalte. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista. Santiago, Chile. Universidad de Chile.2013.6-19 pp. (Citado el 27 de noviembre del 2017) Disponible en:
http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117490/Osores_J.pdf?sequence=1

15. Carrillo C. Dentina y adhesivos dentinarios. Revista ADM 2006.63 (2):45-51pp. (Citado el 27 de noviembre del 2017) Disponible en:
<http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2006/od062b.pdf>

16. Martín J. Aspectos prácticos de la dentina. *Av. Odontostomatol* 2004; 20-1: 19-32pp. (Citado el 27 de noviembre del 2017) Disponible en:
<http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v20n1/original2.pdf>

17. Padrón E. " Ultrasonido en Endodoncia ". Título de Especialista en Endodoncia. Caracas, Venezuela. 2003. 10-28 pp. (Citado el 27 de noviembre del 2017)
Disponible en: http://www.innovadent-si.com/pdf/ultra_en_endodoncia.pdf

18. Soto C, Stanke F y Rioseco M. Diente de bovino. Una alternativa a los dientes humanos como sustrato en investigación. *Rev. Fac. Odont. Universidad de Chile*. 2000; 18(1): 19-29pp.

19. Posada C, Sánchez F, Gallego J. et al. Dientes de bovino como sustituto de dientes humanos para su uso en la odontología. *Revista CES Odontología*. 2006; 19(1): 65- 68pp. (Citado el 27 de noviembre del 2017) Disponible en:
http://www.ibmc.up.pt/proyectos/pelaez_vargas/2006%20-%20Others%20and%20Pelaez%20et%20al%20-%20Dientes%20de%20bovino%20como%20sustituto%20de%20dientes%20humanos%20para%20uso%20en%20odontologia%20-%20Rev%20CES%20Odont.pdf

20. Schilke R, Lisson J, Bauss O, et al. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol*. 2000; 45(5): 355-361pp.

21. Supo J. Seminarios de investigación científica. Niveles de investigación. sitio en internet. Acceso 25 de octubre del 2018. Disponible en:
https://kupdf.net/download/investigacion-cientifica-jos-eacute-supopdf_58f42a6adc0d60c24cda983e_pdf
22. ISO/TS 11405: 2003 Second edition 2-16p (H) TC 106/SC1 Dental Materials- Testing of adhesion to tooth structure. Disponible en INDECOPI-PERÚ.
23. Corniati F, Rodrigues J, Torres C. Influence adhesive system type on bond strength to deproteinized dentin. Rev Odontol da UNESP. 2006; 35(3): 113-8pp.
24. Carvalho J. Influence of the configuration and bevel in bovine enamel, in class V cavities for packable composite resin restorations: microleakage study. São José dos Campos, 2001, 167f. Tesis (Doctorado en Odontología, Área de Odontología Restauradora)–Facultad de Odontología de São José dos Campos, Universidad Estadual Paulista. São José dos Campos.
25. Mauro S. Influência do ácido poliacrílico na resistência de união do cimento de ionômero de vidro a dentina. Bauru, 1992. p 125. Dissertação (Mestrado em Dentística) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
26. Coral M, Cubies M, Padullés E, Giner L, Cortada M. A propósito del termociclado. Breve exposición de los principios físicos en los que se basa. DENTUM 2002; 2(1):30-5pp.

ANEXO

ANEXO I

FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EVALUAR LA RESISTENCIA ADHESIVA SEGÚN PROTOCOLO DE ADHESION.

MUESTRA	TIPO DE PROTOCOLO (USO CON ULTRASONIDO)	RESISTENCIA ADHESIVA (Kgf)
E1		
E2		
E3		
E4		
E5		
E6		
E7		
E8		
E9		
E10		

MUESTRA	TIPO DE PROTOCOLO (TECNICA CONVENCIONAL)	RESISTENCIA ADHESIVA (Kgf)
C1		
C2		
C3		
C4		
C5		
C6		
C7		
C8		
C9		
C10		

ANEXO II
INFORME TÉCNICO DEL ENSAYO DE CIZALLAMIENTO.



ESPECIALISTAS EN ENSAYOS CALIBRACION DE INSTRUMENTOS

J.C.B.

Y VENTAS DE EQUIPOS

**ENSAYO DE CIZALLAMIENTO EN MUESTRAS DE RESINAS
 SOBRE DIENTES BOVINOS**

INFORME TECNICO
 JBC-000575-2018

SOLICITANTE	: CÉSAR AUGUSTO SUÁREZ CAMPOS
FECHA	: Lima, 03 de DICIEMBRE del 2018

1 ANTECEDENTES	<p>Se recibió veinte (20) muestras de resinas, con la finalidad de realizarle la siguiente prueba. ENSAYO DE CIZALLAMIENTO Tesis titulada EFECTO DEL USO DEL ULTRASONIDO SOBRE LA RESISTENCIA ADHESIVA DENTRO DEL PROTOCOLO DE ADHESIÓN ESTUDIÓ IN VITRO LABORATORIOS DE LA UNI 2018.</p> <p>Universidad: Nacional Hermilio Valdizán.</p> <p>Se identificó según el cliente, como:</p>
2 DE LA MUESTRA	<p>Grupos: 2, un grupo control y otro experimental Cantidades por grupo son 10 muestras cada uno en total son 20 Nombre de grupo CONTROL C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10. Nombre de grupo EXPERIMENTAL E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10.</p>
3 EQUIPOS UTILIZADOS	<p>Maquina universal marca J. ALFRED AMSLER Unidad de lectura minima 1 Kg Vernier Digital marca MITUTOYO aproximación 0,01 mm.</p>
4 CONDICIONES DE ENSAYO	<p>T. : 21 °C</p>



CEsar AUGUSTO SUAREZ CAMPOS
 GERENTE GENERAL

J.C.B.	Teléfono:	E-mail
Mz A LT 21 Las Viñas del Norte PUENTE PIEDRA	941032836	jujocaba@gmail.com jujocaba@yahoo.es

Pág. 1 de 2



ESPECIALISTAS EN ENSAYOS CALIBRACION DE INSTRUMENTOS

J.C.B.

Y VENTAS DE EQUIPOS

JRC- 000575-2018

5.1 FUERZADE CILLAZAMIENTO DEL GRUPO CONTROL

GRUPO	TECNICA	Nº DE MUESTRAS	CARGA MAXIMA (Kg)	AREA (mm2)	RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO MPA
CONTROL	CONVENCIONAL	C1	12	9	13.07
		C2	11	9	11.98
		C3	9	9	9.80
		C4	12	9	13.07
		C5	11	9	11.98
		C6	12	9	13.07
		C7	11	9	11.98
		C8	13	9	14.16
		C9	13	9	14.16
		C10	13	9	14.16

5.2 FUERZADE CILLAZAMIENTO DEL GRUPO EXPERIMENTAL

GRUPO	TECNICA	Nº DE MUESTRAS	CARGA MAXIMA (Kg)	AREA (mm2)	RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO MPA
EXPERIMENTAL	CON EL USO DE ULTRASONIDO	E1	16	9	17.43
		E2	14	9	15.25
		E3	11	9	11.98
		E4	19	9	20.70
		E5	15	9	16.34
		E6	18	9	19.61
		E7	14	9	15.25
		E8	13	9	14.16
		E9	14	9	15.25
		E10	14	9	15.25


JULIAN CADENILLAS BALTAZAR
GERENTE GENERAL

J.C.B.

Teléfono:

E-mail

Mz A LT 21 Las Viñas del Norte
PUENTE PIEDRA

941032836

jujocaba@gmail.com
jujocaba@yahoo.es

Pág. 2 de 2

ANEXO III
REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA EJECUCION DEL PROYECTO



Figura N° 13. A) Imagen de las cabezas de los bovinos post mortem.
B) Fotografía del autor del proyecto con implementos de bioseguridad
C) Instrumentos para exodoncia (pico de milano, botadores o elevadores delgado y grueso)



Figura N° 14. Extracción de los incisivos inferiores de bovino a los animales post mortem en el Camal Municipal Huánuco, mediante fórceps pico de milano y botadores rectos de punta activa ancha y mediana.



Figura N° 15. A) Cloruro de Sodio 0,9%, envase para la recolección de muestras. B) Envase con los dientes bovinos recientemente extraídos.

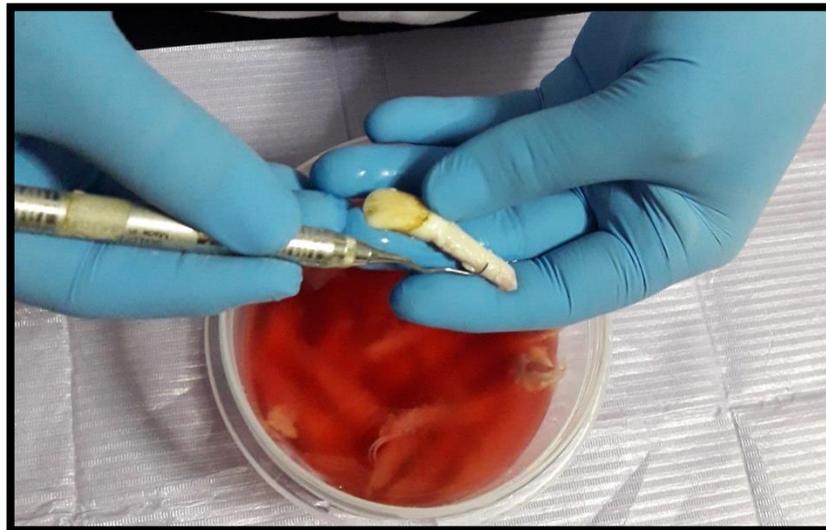


Figura N° 16. A cada uno de los incisivos inferiores obtenidos se le removió el tejido orgánico con ayuda de curetas periodontales (HU FRIEDY 5/6 - 7/8)

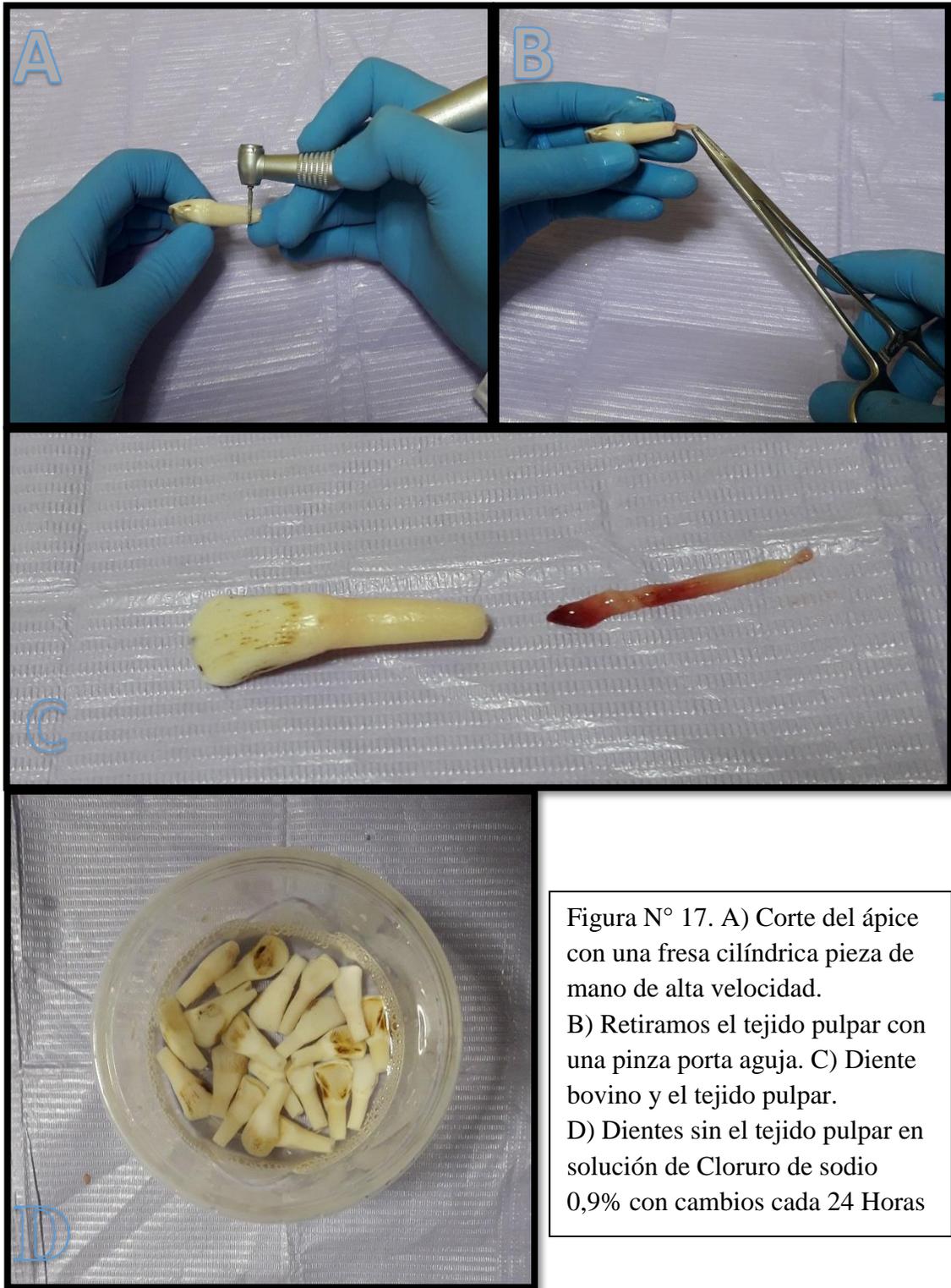


Figura N° 17. A) Corte del ápice con una fresa cilíndrica pieza de mano de alta velocidad. B) Retiramos el tejido pulpar con una pinza porta aguja. C) Diente bovino y el tejido pulpar. D) Dientes sin el tejido pulpar en solución de Cloruro de sodio 0,9% con cambios cada 24 Horas

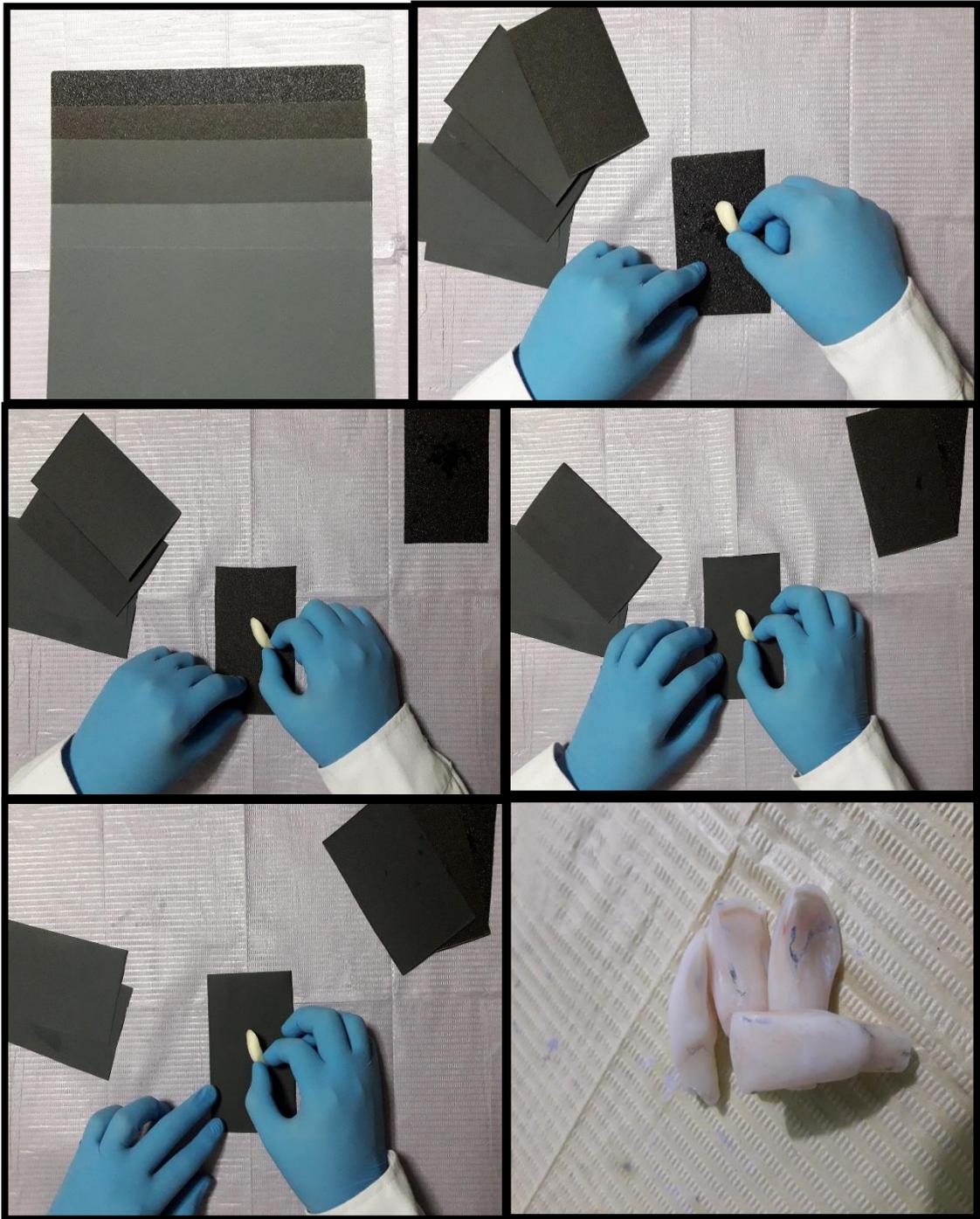


Figura N° 18. La superficie del proximal del diente fue lijada con movimientos de “va y ven” hasta exponer dentina superficial empenzando por la gruesa a la más fina de la lija n° (80,120,400,600,1000 y 1200)



Figura N° 19. Se desinfecto los dientes con gluconato de clorhexidina al 4% por 24 horas

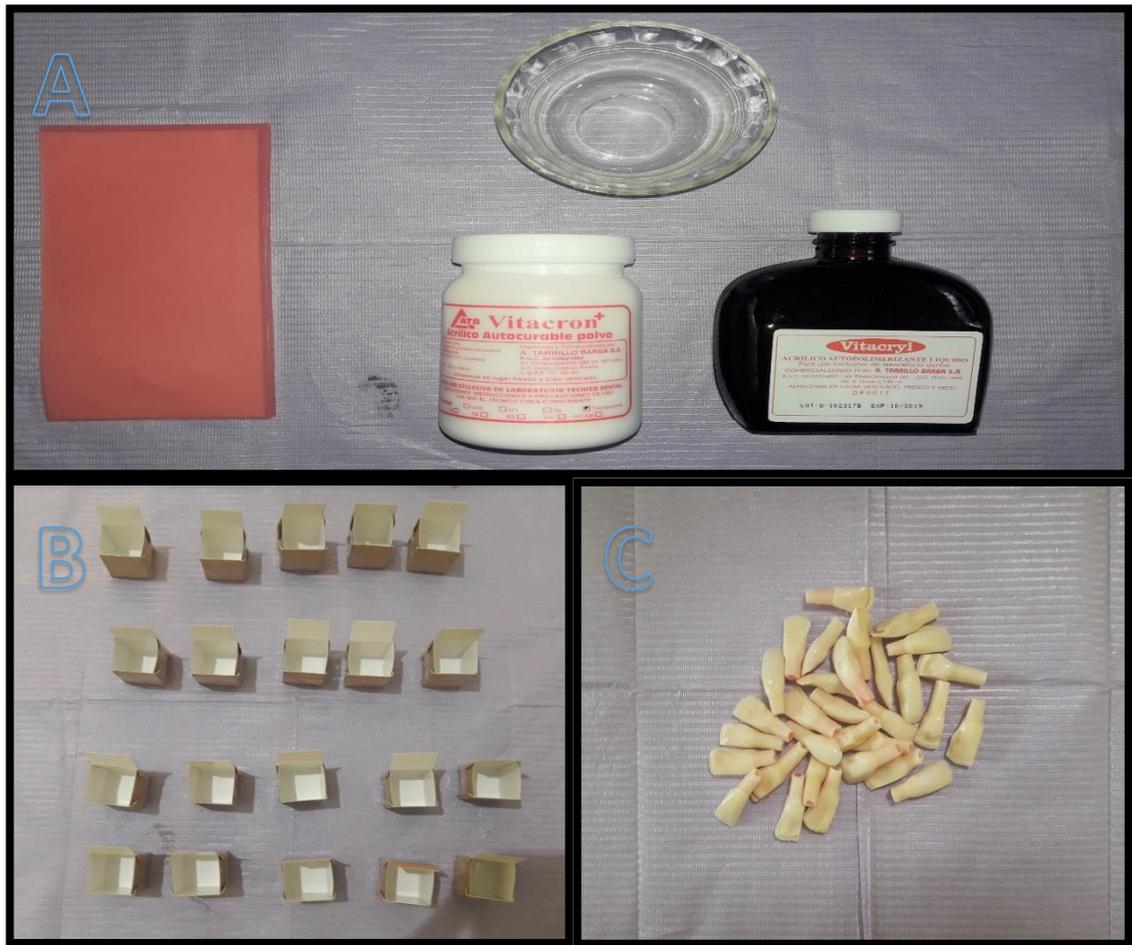


Figura N° 20. A) Cera cavex, pírex, acrílico autocurable en polvo y líquido. B) Cubos hechos de cartulina dúplex para los moldes de acrílico de dimensiones 3x3x3 cm. C) Dientes de bovino sellados con cera cavex en el ápice.

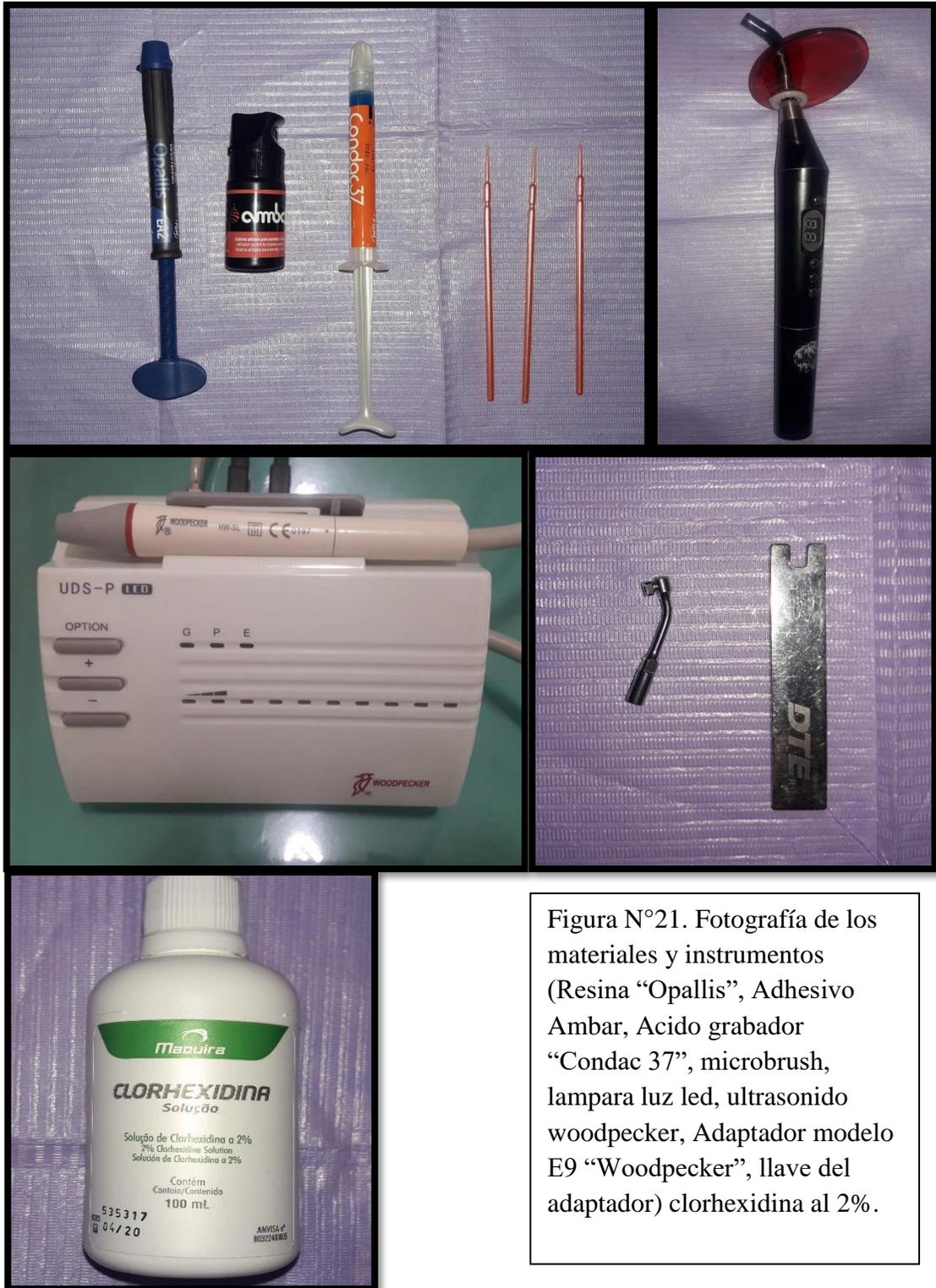


Figura N°21. Fotografía de los materiales e instrumentos (Resina “Opallis”, Adhesivo Ambar, Acido grabador “Condac 37”, microbrush, lampara luz led, ultrasonido woodpecker, Adaptador modelo E9 “Woodpecker”, llave del adaptador) clorhexidina al 2%.

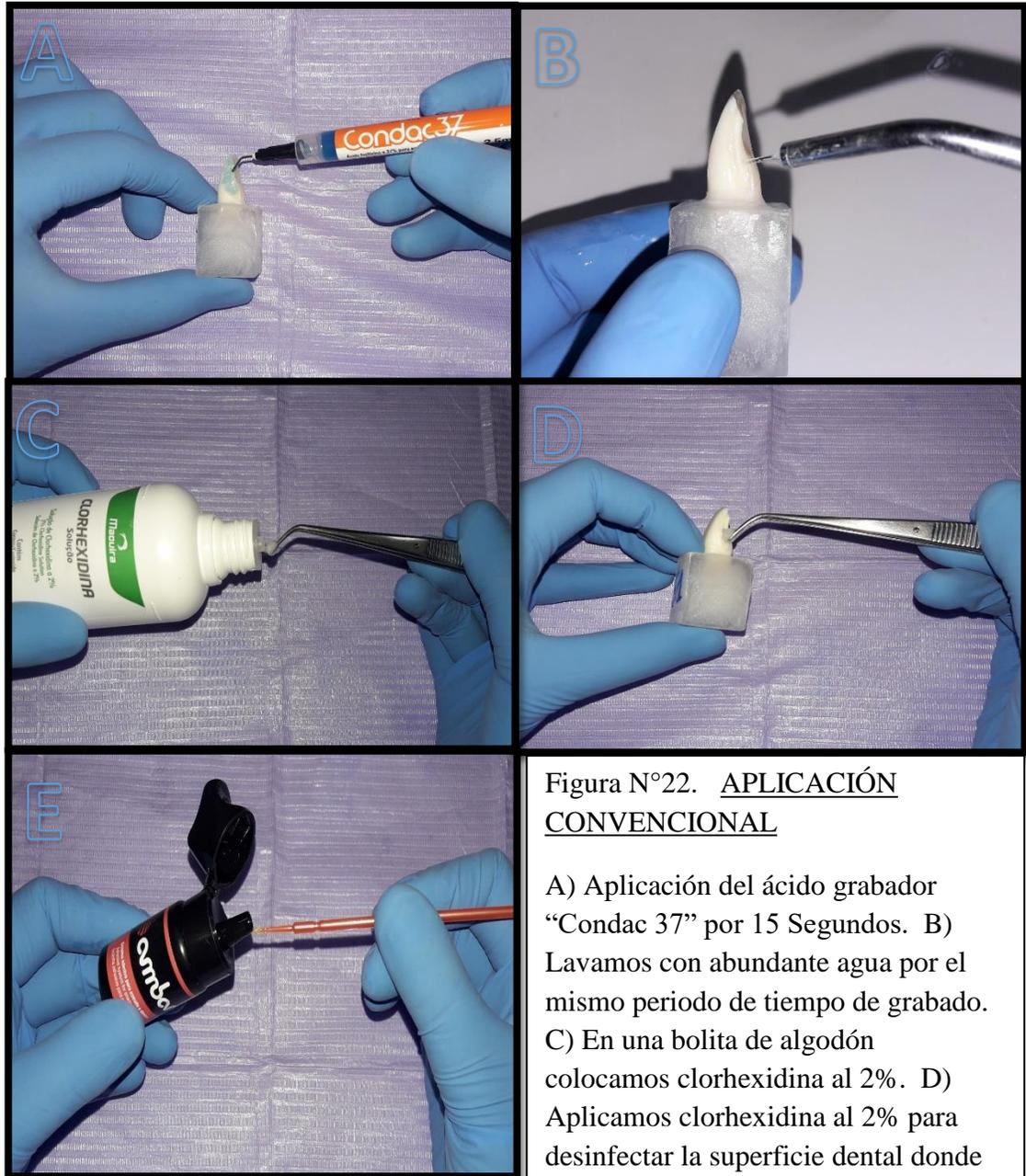


Figura N°22. APLICACIÓN CONVENCIONAL

A) Aplicación del ácido grabador “Condac 37” por 15 Segundos. B) Lavamos con abundante agua por el mismo periodo de tiempo de grabado. C) En una bolita de algodón colocamos clorhexidina al 2%. D) Aplicamos clorhexidina al 2% para desinfectar la superficie dental donde haremos el procedimiento. E) Dosificamos el adhesivo “Ambar” en una microbrocha.

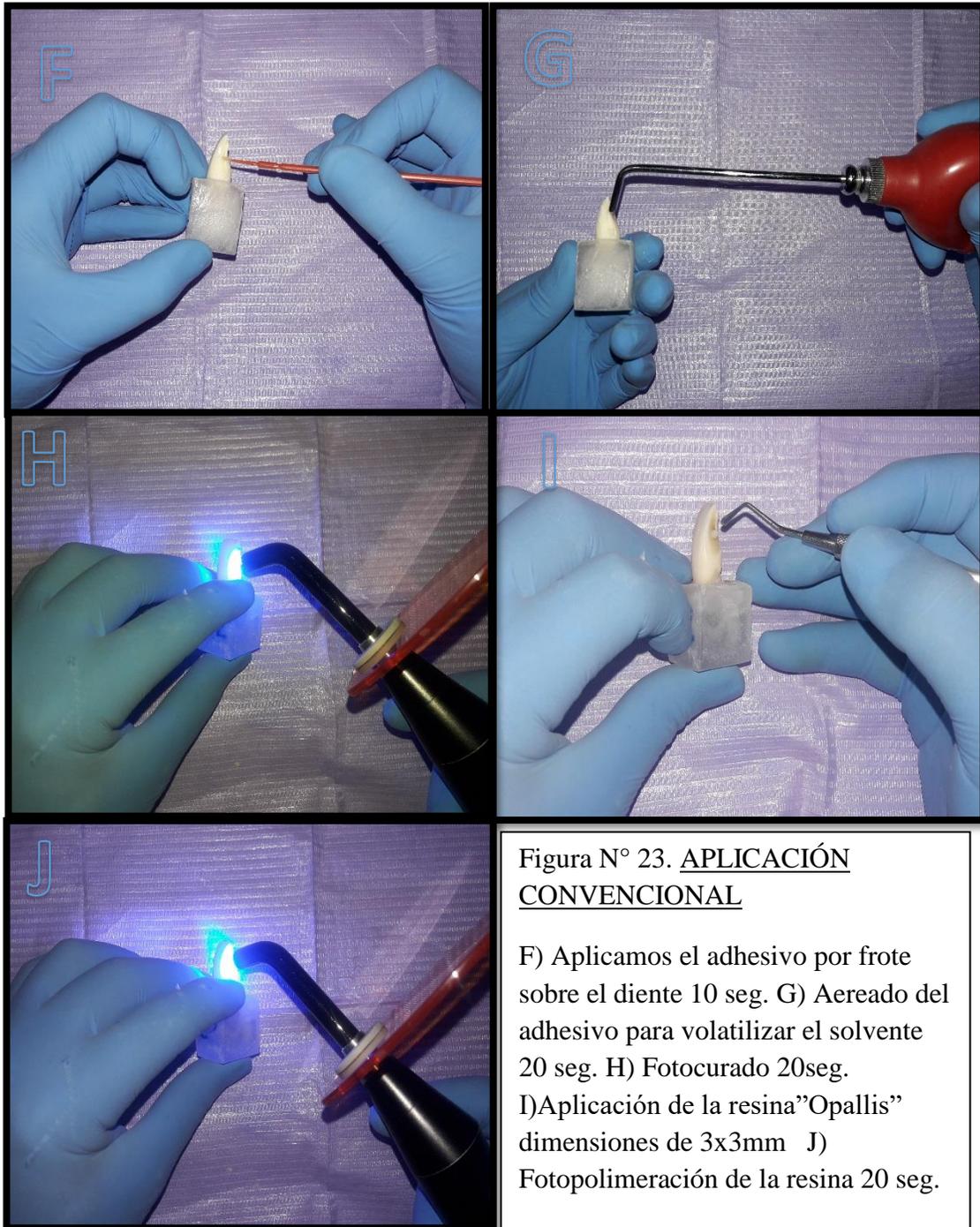


Figura N° 23. APLICACIÓN CONVENCIONAL

F) Aplicamos el adhesivo por frote sobre el diente 10 seg. G) Aereado del adhesivo para volatilizar el solvente 20 seg. H) Fotocurado 20seg.
 I) Aplicación de la resina "Opallis" dimensiones de 3x3mm J) Fotopolimeración de la resina 20 seg.

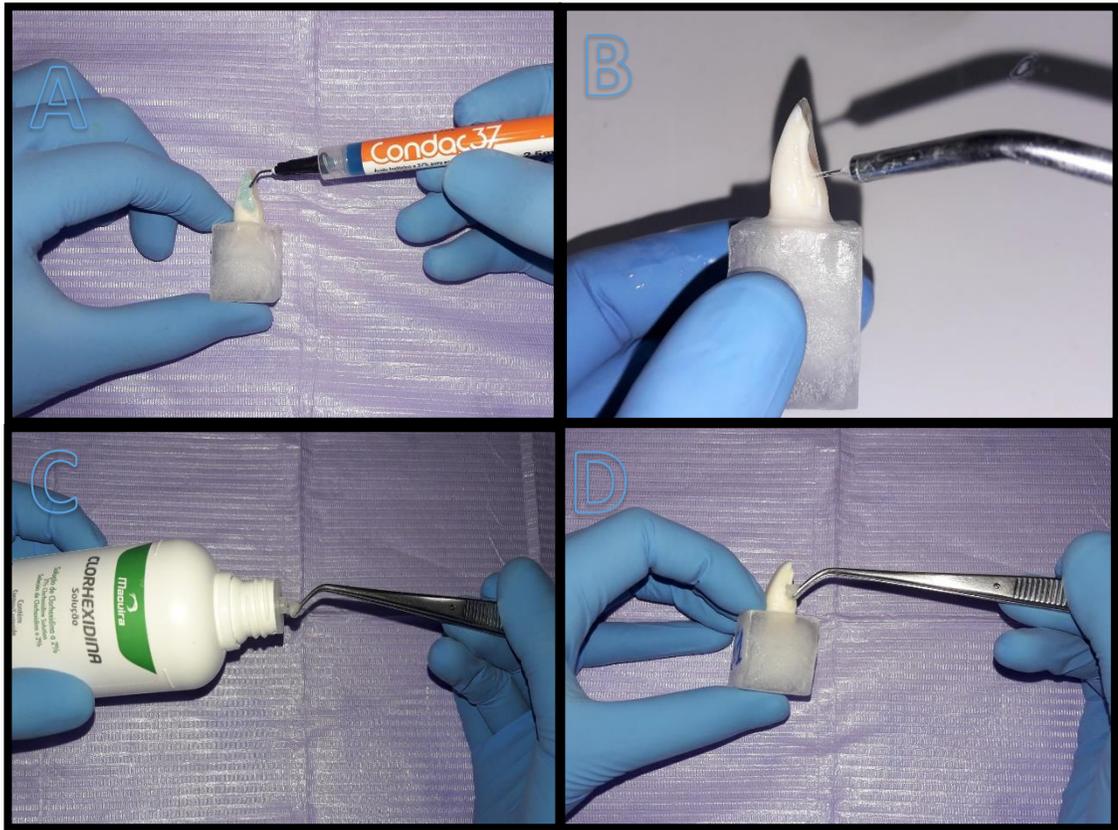


Figura N°24. APLICACIÓN CON ULTRASONIDO

A) Aplicación del ácido grabador “Condac 37” por 15 Segundos. B) Lavamos con abundante agua por el mismo periodo de tiempo de grabado. C) En una bolita de algodón colocamos clorhexidina al 2%. D) Aplicamos clorhexidina al 2% para desinfectar la superficie dental donde haremos el procedimiento.

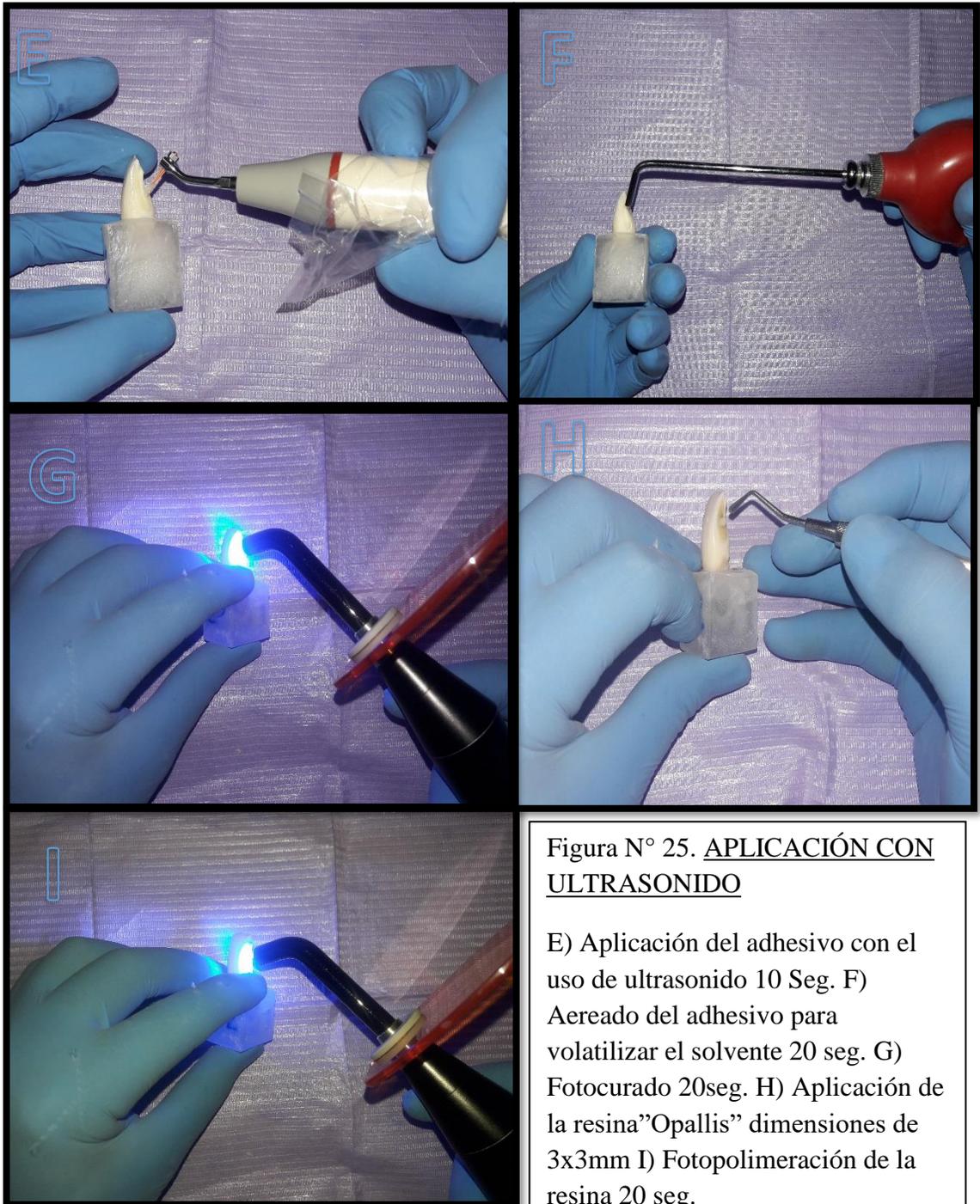


Figura N° 25. APLICACIÓN CON ULTRASONIDO

E) Aplicación del adhesivo con el uso de ultrasonido 10 Seg. F) Aereado del adhesivo para volatilizar el solvente 20 seg. G) Fotocurado 20seg. H) Aplicación de la resina "Opallis" dimensiones de 3x3mm I) Fotopolimeración de la resina 20 seg.



Figura N° 26.
Muestras de los especímenes



Figura N° 27. A) Fotografía del autor en los laboratorios de prueba de materiales de la Facultad de ingeniería mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería del Perú, al lado de la máquina de ensayos universales Amsler. B) Espécimen sometido al ensayo de cizallamiento.