



FACULTAD
DE **ODONTOLOGÍA**
UNIVERSIDAD FINIS TERRAE

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EVALUACIÓN IN VITRO DEL ÁNGULO DE CONTACTO DE DOS
SISTEMAS ADHESIVOS UNIVERSALES APLICADOS SOBRE
LA SUPERFICIE DEL ESMALTE DENTAL CON REGISTRO
MACROFOTOGRAFICO**

CATALINA BEATRIZ ESCOBAR GONZÁLEZ

Tesis presentada a la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae,
para optar al título de Cirujano Dentista.

Profesor Guía: Bruno Verdugo Letelier.

Santiago, Chile

2024

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, quien me acompañó a lo largo de este camino. Aunque no fue fácil, mi fe en Él me dio la fortaleza para superar los momentos más difíciles y nunca perder la esperanza.

De manera especial, agradezco a mi primo, el Dr. Jaime Cruz González y a mi docente guía el Dr. Bruno Verdugo Letelier. Su apoyo incondicional, sus conocimientos y dedicación fueron fundamentales en el desarrollo de este proyecto de tesis. Sus valiosas orientaciones y su ejemplo profesional se convirtieron en una fuente constante de inspiración para seguir adelante.

A mis padres, gracias por creer en mí y confiar siempre en mis capacidades, incluso en los momentos en que yo misma dudé. A mis hermanos, que, aunque no comparten mi interés por el área de la salud, estuvieron dispuestos a apoyarme en todo momento y motivarme. A mis tíos y primos, que no dudaron en asistir a la clínica para cumplir con los requisitos necesarios. A mis amigas, por brindarme un refugio donde pude expresar todas mis frustraciones y encontrar consuelo cuando más lo necesitaba, y a mi novio Andrés, gracias por acompañarme en las noches de desvelo, consentirme en los días más duros y recordarme, con amor y paciente, la importancia de este esfuerzo.

Finalmente, quiero agradecerme a mí misma por no rendirme jamás. Me siento inmensamente orgullosa de haber llegado hasta aquí. Todo lo aprendido en este proceso se verá reflejado, sin duda, en la atención y el cuidado que brindare a mis futuros pacientes.

Índice

1. Resumen	4
2. Abstract	6
3. Introducción	7
4. Marco teórico	10
5. Hipótesis	22
6. Objetivos	23
7. Metodología	24
8. Resultados	33
9. Discusión	39
10. Conclusiones	39
11. Consideraciones éticas	41
12. Referencias bibliográficas	42
12. Anexos	46

I. RESUMEN

La odontología restauradora ha evolucionado hacia técnicas mínimamente invasivas, centradas en la preservación del tejido dental. Los adhesivos universales, diseñados para adaptarse a múltiples estrategias adhesivas, han ganado relevancia por su versatilidad y capacidad de adherirse tanto a esmalte como a dentina. Este estudio compara la humectabilidad de dos adhesivos universales: Single Bond Universal (3M/ESPE) y One Coat 7 Universal (Coltene), evaluando el ángulo de contacto en el esmalte dental como indicador de adhesión y eficacia clínica. **Metodología:** Se utilizó un diseño experimental in vitro con 42 molares humanos distribuidos aleatoriamente en dos grupos (21 dientes por adhesivo). Las muestras fueron acondicionadas con ácido ortofosfórico al 37% y se aplicaron los adhesivos siguiendo el protocolo indicado. No se volatilizó el solvente antes de la fotopolimerización. Las mediciones del ángulo de contacto se realizaron mediante macrofotografía con un transportador digital. Los resultados fueron analizados estadísticamente utilizando pruebas de normalidad y T-test para determinar diferencias significativas entre los grupos. **Resultados:** El One Coat 7 Universal presentó un ángulo de contacto promedio significativamente menor ($10,8^\circ$) en comparación con el Single Bond Universal ($33,3^\circ$). Esto refleja una mayor capacidad de humectación del primero. El análisis estadístico confirmó la distribución normal de los datos y una diferencia significativa entre las medias de los grupos ($p < 0.05$). La menor variabilidad observada en el grupo de One Coat 7 Universal sugiere mayor homogeneidad en su comportamiento. **Conclusiones:** El One Coat 7 Universal mostró superioridad en términos de humectabilidad, siendo su menor ángulo de contacto un indicador de mayor afinidad al esmalte y mejor adhesión. Esto se atribuye a su solvente de acetona, que facilita una rápida evaporación y distribución uniforme. Por otro lado, el Single Bond Universal, con solventes de etanol y agua, presentó mayor viscosidad, limitando su capacidad de humectación. Los hallazgos refuerzan la importancia de considerar las propiedades fisicoquímicas de los adhesivos al seleccionar materiales en la práctica clínica.

Palabras claves: *adhesivos universales, ángulo de contacto, humectabilidad, esmalte dental.*

II. ABSTRACT

Restorative dentistry has evolved towards minimally invasive techniques, focused on the preservation of dental tissue. Universal adhesives, designed to adapt to multiple adhesive strategies, have gained relevance due to their versatility and ability to bond to both enamel and dentin. This study compares the wettability of two universal adhesives: Single Bond Universal (3M/ESPE) and One Coat 7 Universal (Coltene), evaluating the contact angle on dental enamel as an indicator of adhesion and clinical efficacy. **Methodology:** An in vitro experimental design was used with 42 human molars randomly distributed into two groups (21 teeth per adhesive). The samples were conditioned with 37% orthophosphoric acid, and the adhesives were applied following the indicated protocol. The solvent was not volatilized before photopolymerization. Contact angle measurements were performed using macrophotography with a digital protractor. The results were statistically analyzed using normality tests and a T-test to determine significant differences between groups. **Results:** One Coat 7 Universal showed a significantly lower average contact angle (10.8°) compared to Single Bond Universal (33.3°). This reflects a greater wettability capacity for the former. Statistical analysis confirmed the normal distribution of the data and a significant difference between the group means ($p < 0.05$). The lower variability observed in the One Coat 7 Universal group suggests greater homogeneity in its behavior. **Conclusions:** One Coat 7 Universal demonstrated superiority in terms of wettability, with its lower contact angle indicating a higher affinity to enamel and better adhesion. This can be attributed to its acetone solvent, which facilitates rapid evaporation and uniform distribution. In contrast, Single Bond Universal, with ethanol and water solvents, exhibited higher viscosity, limiting its wettability capacity. These findings reinforce the importance of considering the physicochemical properties of adhesives when selecting materials for clinical practice.

Keywords: Universal adhesives, contact angle, wettability, dental enamel

III. INTRODUCCIÓN

La odontología restauradora actual ha experimentado múltiples cambios, evolucionando desde una odontología invasiva a una mínimamente invasiva, que implica una mayor conservación de tejido dentario remanente, puesto que no involucra realizar cavidades extensas y retentivas para asegurar una buena retención, como ocurría con la amalgama al no poseer adhesión a la estructura dentaria; sino más bien esta odontología se basa en la eficacia que es otorgada por los sistemas adhesivos, los cuales son un grupo de biomateriales que constituyen uno de los puntos críticos en los protocolos clínicos de restauraciones de resina compuesta (1, 2). Los sistemas adhesivos han revolucionado la práctica odontológica gracias a su fiable unión al esmalte y a la dentina, esto ha significado un aumento en su demanda y ha dado paso a desarrollar una gran variedad de estos sistemas, fabricando materiales de fácil manejo, con mayor fuerza de unión y una menor degradación en el medio bucal (3).

Existe una gran variedad de sistemas adhesivos que se pueden clasificar en dos grandes grupos; Sistemas Adhesivos de Grabado y Lavado (Etch and Rinse) y Sistemas Autograbantes (Self Etch). Dentro de la clasificación de los sistemas adhesivos están los adhesivos universales o de 8va generación (o de 1 paso), los cuales desempeñan un papel fundamental en la adhesión y retención de restauraciones de resina compuesta, como además en la reducción del tiempo clínico, ya que poseen simplicidad en la técnica de aplicación y su versatilidad con el modo de uso (4, 5). Estos adhesivos permiten la unión de diversos materiales dentales a la estructura dental siendo adaptable a cualquier situación clínica, lo que resulta en una restauración funcional y estéticamente agradable (5). Sin embargo, se ha descrito que la variabilidad en su composición y la interacción de estos adhesivos con el esmalte dental puede influir significativamente en la formación del ángulo de contacto afectado así a la adhesión y a la durabilidad de las restauraciones (6)

Los factores claves que influyen en la efectividad de los sistemas adhesivos son la energía superficial del sólido (adherente), la tensión superficial del líquido (adhesivo), la viscosidad del líquido y las irregularidades creadas en la superficie

adherente; las irregularidades de la superficie promueven una mayor humectación, la cual proporciona información clave sobre la capacidad del adhesivo para mojar la superficie dental y promover una adhesión óptima en relación a la fuerza adhesiva, de tal manera que se relaciona directamente con un ángulo de contacto, puesto que un ángulo de contacto pequeño implicaría una mejor capacidad de mojado visto desde lateral, lo que se traduce en una mayor cobertura del adhesivo sobre la superficie dentaria, es decir una mayor área de contacto visto desde superior haciendo que esta unión que se crea entre el adhesivo y el adherente sea fuerte. (7)

En relación con lo dicho anteriormente, este estudio evaluará dos sistemas adhesivos universales, los cuales son Single Bond Universal (3M ESPE) y One Coat 7 Universal (Coltene) en condiciones estandarizadas de temperatura y humedad, en donde el 1° adhesivo mencionado es ampliamente usado dentro de la Universidad Finis Terrae y el 2° adhesivo es considerablemente usado en el mercado; con el objetivo determinar cuál de ellos posee un menor ángulo de contacto al ser aplicados sobre la superficie del esmalte dental. Para ello, se realizarán mediciones precisas del ángulo de contacto utilizando técnicas avanzadas de macrofotografía y se recopilarán datos cuantitativos para su posterior análisis estadístico. De tal forma, que los resultados obtenidos del estudio serán comparados, proporcionando información sobre las propiedades de humectancia (*en relación a el ángulo de contacto*) de los adhesivos universales en estudio, con el fin de poder integrar y utilizar nuevas propuestas de sistemas adhesivos universales a la práctica clínica odontológica de la Universidad Finis Terrae y además poder entender sobre las posibles diferencias en el ángulo de contacto lo cual ayudará a poder tomar una decisión informada sobre qué adhesivo utilizar en distintas situaciones clínicas, contribuyendo así a mejores resultados en la práctica odontológica universal, los cuales son Single Bond Universal (3M ESPE) y One Coat 7 Universal (Coltene) en condiciones estandarizadas de temperatura y humedad, en donde el 1° adhesivo mencionado es ampliamente usado dentro de la Universidad Finis Terrae y el 2° adhesivo es considerablemente usado en el mercado; con el objetivo determinar cuál de ellos posee un menor ángulo de contacto al ser aplicados sobre la superficie del esmalte dental. Para ello, se realizarán mediciones precisas del ángulo de contacto utilizando técnicas avanzadas de macrofotografía y se recopilarán

datos cuantitativos para su posterior análisis estadístico. De tal forma, que los resultados obtenidos del estudio serán comparados, proporcionando información sobre las propiedades de humectancia (*en relación a el ángulo de contacto*) de los adhesivos universales en estudio, con el fin de poder integrar y utilizar nuevas propuestas de sistemas adhesivos universales a la práctica clínica odontológica de la Universidad Finis Terrae y además poder entender sobre las posibles diferencias en el ángulo de contacto lo cual ayudará a poder tomar una decisión informada sobre qué adhesivo utilizar en distintas situaciones clínicas, contribuyendo así a mejores resultados en la práctica odontológica

IV. MARCO TEÓRICO

I. Adhesión

La adhesión es la fuerza que permite mantener dos superficies en contacto, es decir una fuerza que se opondrá a la separación de dos cuerpos manteniéndolos unidos cuando estos estén en íntimo contacto por medio de una atracción molecular o anatómica. La adhesión debe de ser de manera íntima por medio de una unión química, mecánica (engranaje estructural) o combinada (8).

La unión química es la generación de fuerzas que impide la separación de los cuerpos. Se basa en la interacción entre átomos y moléculas, por medio de la presencia de enlaces primarios (entre átomos), lo cuales son los enlaces covalentes, iónicos y metálicos; y enlaces secundarios (entre moléculas) que son las fuerzas de Van der Waals y puentes de hidrógeno. En odontología la mejor adhesión a la que se puede optar es por medio de la unión química, por lo que los materiales están enfocados en crear una unión entre el sustrato dentario y los materiales dentales (8,9).

La unión mecánica es la fuerte unión que se produce entre dos superficies rugosas, que puede ser a nivel macroscópico y microscópico, donde intervienen factores geométricos, como es el efecto que se produce por las irregularidades que se presentan en la superficie a contactar, tales como las porosidades, irregularidades, retenciones y factores reológicos, los cuales son el cambio de dimensión que experimentan los cuerpos al unirse y que generarán tensiones que van a ayudar a la adhesión por medio de la expansión o contracción de los materiales, lo que determina una adhesión más fuerte (8,9)

La adhesión en odontología implica la atracción entre dos superficies de distinta naturaleza, con la existencia de un elemento adicional, el cual debe estar en contacto con ambas superficies, de tal forma de lograr su unión, generando un espacio virtual entre estas, el cual es llamado interface. Dicho elemento que es capaz de generar la adhesión de una sustancia a otra es nombrado adhesivo, mientras que el sustrato que es adherido a otro material, a través del adhesivo es denominado adherente (10). Por otro lado, la cohesión es la atracción entre moléculas de la misma naturaleza (8).

La adhesión es un proceso de unión superficial que necesita el íntimo contacto entre dos superficies, en donde se debe lograr una suficiente humectación del adhesivo sobre la superficie, que solo podrá ocurrir si la tensión superficial es menor a la energía superficial de la superficie o adherente. Para entender lo anterior es necesario explicar los siguientes términos:

1. Energía superficial

La energía superficial es la energía libre en la superficie de un sólido, por lo que la energía libre en la superficie de un material es mayor que en su interior, debido a que existen enlaces no saturados en la superficie para poder establecer enlaces con otra superficie. Para mantener la energía superficial los sustratos se deben mantener limpios, por lo que si uno de los sustratos se contamina no tiene energía superficial para poder adherirse de buena manera, entonces la energía superficial debe ser alta para lograr una buena unión.

En la adhesión, se requiere una energía superficial alta lo que solo se puede lograr con un esmalte limpio y no fluorado, ya que la aplicación del flúor sobre el esmalte implica cambios del ion hidroxilo (-OH) de la hidroxiapatita por el ion flúor (F-), convirtiéndola en fluorapatita, la cual es menos electronegativa, lo que disminuye la energía superficial del esmalte. Además, no debe estar contaminado con sustratos adsorbidos puesto que disminuye la unión adhesiva tanto química como física, ya que normalmente debe interactuar con el sustrato superficial (11).

2. Tensión superficial

En los líquidos la energía superficial es llamada tensión superficial, la cual es una fuerza cohesiva de unión molecular, en el interior de un líquido. Con ésta, las sustancias líquidas forman gotas, que se asemejan a una piel sobre ellas, lo que impide que el líquido fluya, o que algún cuerpo la penetre.

Cuando la energía superficial no vence la tensión superficial, el líquido no fluye, mientras más se acerque el ángulo de contacto a 0° , mayor es la humectancia, es decir, este moja completamente la superficie, en cambio si el ángulo de contacto es sobre los 90° se habla de un mal mojado o mala humectación, lo cual se pudo deber a que se contaminó la superficie y posee una baja energía

superficial o que el líquido en cuestión posee una tensión superficial alta (8).

3. Humectación

La humectación es la capacidad de un líquido de mojar un sólido, lo cual está directamente relacionado con la energía superficial de los sustratos, ya que, mientras más baja sea la tensión superficial del líquido frente a un sólido de alta energía superficial mejor lo mojara, mientras que por el contrario una alta tensión superficial de un líquido en relación con una baja energía superficial de un sólido impide que el líquido moje el sólido y más bien se formen gotas sobre la superficie. Este factor está en directa relación con el ángulo de contacto, ya que, si el líquido moja completamente la superficie sólida indica una humectación completa o más bien un ángulo de contacto 0° , por lo que, mientras mayor sea la humectancia menor será el ángulo de contacto, siendo variables inversamente proporcionales (8). Por otro lado, una mayor humectación es igual a una baja viscosidad.

4. Ángulo de contacto de humectación

El ángulo de contacto se relaciona al ángulo que forma la superficie de un líquido al entrar en contacto con un sólido. El valor del ángulo de contacto depende principalmente de la relación que existe entre las fuerzas adhesivas que se establecen entre el líquido y el sólido y las fuerzas cohesivas del líquido. (12)

Al medir el ángulo de contacto generado por el adhesivo sobre la superficie dentaria se puede determinar hasta qué punto el adhesivo humectó la superficie. Si las moléculas del adhesivo son atraídas por la superficie dentaria o en otras palabras mayor es la atracción que está ejerciendo la superficie dentaria sobre el adhesivo, éste se extenderá completamente sobre la superficie y formará un menor ángulo de contacto, por lo que, el ángulo de contacto es un buen indicador de la humectancia, es decir, valores inferiores a 90° indican que la humectabilidad de la superficie es favorable y que el adhesivo abarca en su totalidad una área de la superficie (como se observa en la figura N°1), por el contrario valores superiores a 90° implican que la humectabilidad de la superficie no es favorable, puesto que el adhesivo tendrá poco contacto con la superficie y habrá una tendencia a formar una gota compacta sobre ella (13, 14). Dicho esto,

se puede relacionar que una mayor humectación del adhesivo tendría una mayor área de contacto porque estará cubriendo casi en su totalidad a la superficie dado que el ángulo de contacto formado en la superficie es menor a 90° (11) y tendrá más capacidad de fluir y cubrir las irregularidades de la superficie (8,9)

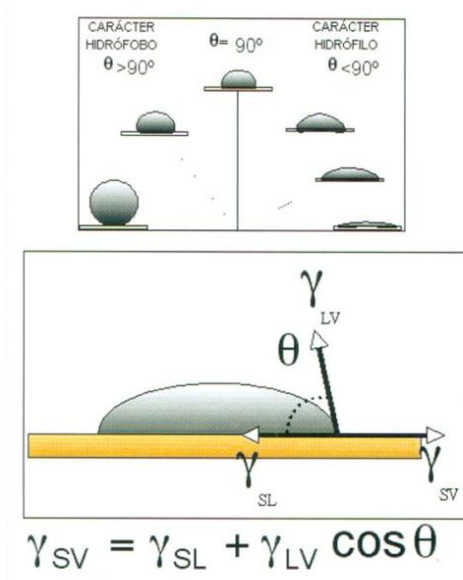


Figura n°1: interacción e influencia del ángulo de contacto entre el sustrato y el adhesivo (14)

II. Adhesión a las estructuras dentarias

El mecanismo fundamental de unión al esmalte y la dentina se basa esencialmente en un proceso de intercambio en el que los minerales extraídos de los tejidos dentales duros se reemplazan por monómeros de resina que, al polimerizarse, se entrelazan micromecánicamente en las porosidades creadas. La disolución del tejido duro dental superficial se logra convencionalmente mediante el grabado ácido con ácido fosfórico (15,16). Tanto el esmalte como la dentina posee una unión específica que los diferencia.

1. Adhesión a esmalte

El esmalte es el tejido más mineralizado y por ende el más duro de nuestro cuerpo, está compuesto mayormente por cristales inorgánicos de hidroxiapatita en un 96%, agua en un 3% y matriz orgánica en 1% (17). Este cubre toda la corona del diente, teniendo un espesor variable.

Buonocore en 1995 introdujo el concepto de tratar el esmalte dental para modificar químicamente su superficie y de esta manera, facilitar la adhesión de los materiales de obturación a las superficies del esmalte dental, lo cual era logrado acondicionando la superficie del esmalte con ácido ortofosfórico al 85% por 30 segundos. (18)

Actualmente las concentraciones de ácido ortofosforico utilizadas para el acondicionamiento de esmalte dental son inferiores a las usadas por Buonocore, en donde la concentración más utilizada es al 37% sin diferencias significativas en cuanto al tiempo de aplicación que son de 15, 30 o 60 segundos (19). Este ácido que cambia la superficie lisa y suave del esmalte por una rugosa y áspera, puesto que es capaz de desmineralizar y disolver la matriz inorgánica de los prismas que se considera como la unidad estructural de esmalte, creando así microporosidades que permiten aumentar el área de contacto y la energía superficial, facilitando que los microporos o microrugosidades puedan ser mojados y penetrados por el adhesivo, el cual quedará retenido micromecánicamente al interior de este, generando propiedades importantes para lograr una alta fuerza de unión (1,20).

El acondicionamiento de la superficie dental con ácido ortofosfórico produce diferentes patrones de desmineralización los que han sido descritos en la década del 70 de la siguiente manera por Silverstone los tipos I, II y III; y Galil y Wright los tipos IV y V: (21)

- Tipo I: desmineraliza preferentemente el centro de los prismas, quedando la periferia relativamente intacta.
- Tipo II: desmineraliza en su mayoría la periferia de los prismas, de forma inversa al patrón anterior.
- Tipo III: la desmineralización afecta independientemente al centro de los prismas y a la periferia, por lo que se obtiene un patrón irregular.
- Tipo IV: la desmineralización causa una superficie con hoyos y marcas no uniformes
- Tipo V: la desmineralización provoca una superficie lisa sin evidencia de prismas

Los patrones más favorables para obtener una fuerza de unión alta son los tipos I y II, ya que generan un patrón de grabado uniforme conservando parte de la estructura del esmalte. (19.20,21)

En el estudio realizado por Meléndez y sus colaboradores pudieron determinar que al acondicionar el esmalte dental con ácido ortofosfórico al 37% durante 15 segundos se lograba un grabado más regular en su mayoría patrones de grabado del tipo I y II. (22)

III. Sistemas adhesivos

Los sistemas adhesivos son un conjunto de biomateriales que permiten generar la adhesión, los cuales están compuestos fundamentalmente por: (23, 24)

1. Agente grabador: los más usados para el acondicionamiento de la superficie dentaria son ácidos fuertes como el ácido Ortofosfórico al 37%, ácidos débiles como el ácido maleico, resinas ácidas como el Phenil-P y el Metacriloxidecilo dihidrógeno fosfato (MDP) que actúan en los sistemas adhesivos autograbantes.
2. Resinas hidrofílicas: son materiales encargados de obtener la unión a dentina gracias a la formación "tags", ya que mejora la humectabilidad de los tejidos dentales duros. Estos materiales son: PENTA, Hidroxietil Metacrilato (HEMA), BPDM, TEGDMA, GPDM o 4-META.

HEMA es totalmente miscible en agua y sirve como un excelente agente humectante polimerizable para adhesivos dentales (1).

3. Resinas hidrofóbicas: estas resinas son poco compatibles con el agua. Cumplen 2 funciones en los sistemas adhesivos, como son la interacción y la copolimerización con el material de restauración, es decir, obtener una buena unión a la resina compuesta que es de características hidrofóbicas y, por otro lado, lograr que la capa de adhesivo tenga un espesor suficiente para que la interfase creada dentina-resina sea capaz de soportar el estrés al que será

sometido. Como el Bisfenol Glicidil Dimetacrilato (Bis-GMA) y el Uretano de Dimetacrilato (UDMA) encargado de la viscosidad.

Bis-GMA, es el principal monómero utilizado en la mayoría de los composites dentales y muchos adhesivos, es mucho más hidrofóbico y solo absorberá alrededor del 3% de agua en peso en su estructura cuando se polimeriza. (1)

4. Activadores: Son los responsables de desencadenar la reacción de polimerización. Dentro de los fotoactivadores se encuentran las canforquinonas o PPD y los quimioactivadores como el complejo aminaperoxido.
5. Relleno inorgánico: no se encuentra presente en todos adhesivos, pero en los que está presente su función es reforzar las propiedades mecánicas a través de nanorelleno en la resina; con ellos es posible conseguir un adecuado grosor del adhesivo
6. Disolventes o solventes: son los componentes imprescindibles para lograr una adhesión adecuada, ya que se consigue una buena capa híbrida. Son muy volátiles como la acetona o el etanol, teniendo problemas con la manipulación, ya que si no se tapa el adhesivo este se puede evaporar alterando su composición y además sus propiedades. Otro solvente que se puede encontrar es el agua.
 - Acetona: se evapora con mucha facilidad, por lo que, se encarga de eliminar el exceso de agua por evaporación. Por el contrario, es el peor solvente en situaciones de dentina seca debido a su incapacidad de rescatar las fibras de colágeno colapsadas.
 - Agua: funciona mal cuando hay exceso de agua, pero es muy bueno en casos de dentina seca, ya que se ha demostrado que es el único solvente capaz de rescatar las fibras de colágeno colapsadas.
 - Etanol: es menos volátil que la acetona, ya que es un alcohol. Su función es intermedia relacionado a los 2 solventes anteriores.

IV. Clasificación de los sistemas adhesivos

Los sistemas adhesivos han evolucionado tanto en su composición como en su

mecanismo de acción sobre la superficie dentaria, así como también en la cantidad de pasos clínicos que se necesitan para su aplicación. Por lo que, Van Meeberk y Cols en el año 2003 propusieron una clasificación en relación con la interacción del adhesivo con la superficie dentaria y la cantidad de pasos clínicos para su aplicación. De acuerdo con lo dicho anteriormente hay adhesivos que requieren acondicionamiento ácido previo y lavado, los cuales pueden ser de 2 o 3 pasos clínicos y los adhesivos autograbantes de uno y dos pasos. Esta clasificación se relaciona con si se remueve o no el barro dentinario (3, 16, 26).

1. Sistemas Adhesivos de Grabado y Lavado (Etch and Rinse).

También llamados sistemas adhesivos convencionales, son los más antiguos de la evolución multigeneracional de los adhesivos (17). Se caracterizan por el acondicionamiento previo con ácido ortofosforico al 37% del esmalte y la dentina, posteriormente lavado y secado. Se utiliza un imprimador y posteriormente el adhesivo como pasos previos para la colocación de la resina compuesta (18). La función principal es transformar la superficie dental hidrofílica en una hidrofóbica para poder lograr la unión del adhesivo.

El acondicionamiento ácido sobre el esmalte genera grietas micro y nanométricas, por lo que al aplicar el adhesivo éste penetra la superficie porosa, brindando una retención micromecánica, además de generar una baja tensión superficial, una mayor humectancia y por consiguiente un ángulo de contacto pequeño sobre el adhesivo. Gracias a la penetración del adhesivo en el esmalte se formarán micro y nanotags de resina (16,26).

La adhesión a la dentina ocurre por mecanismos diferentes. La aplicación del acondicionamiento ácido elimina el barro dentinario que se produce luego de la preparación cavitaria, es decir, este eliminará la hidroxiapatita que cubre las fibras de colágeno dejándola libres para que el adhesivo infiltre y selle los túbulos dentinarios. Al ser polimerizado crea una traba mecánica entre ambos sustratos adherentes (16,26), esta infiltración del adhesivo en la dentina genera la llamada capa híbrida (26).

Estos sistemas adhesivos pueden ser de 2 o 3 pasos. El de 3 pasos consiste en una primera etapa en la aplicación del acondicionador ácido tanto en esmalte y dentina en tiempos de aplicación diferente, luego el primer que posee monómeros hidrofílicos y finalmente en la aplicación del adhesivo que posee monómeros hidrofóbicos. Estos vienen en 2 botellas diferentes. El de 2 pasos consiste en la aplicación del acondicionador ácido y luego el primer combinado con el adhesivo, que vienen en una sola botella (16).

2. Sistemas Autograbantes (Self Etch).

Fueron introducidos con el fin de poder controlar la sensibilidad a la humedad de los sistemas de grabado y lavado además de poder simplificar el procedimiento clínico en relación con la aplicación del adhesivo, y con ello reducir el tiempo clínico, ya que posee un menor número de pasos (1). Los sistemas autograbantes se caracterizan por no incluir en su procedimiento clínico grabado ácido de la dentina, debido a que posee monómeros ácidos que actúan tanto como ácido y primer, acondicionando de esta forma los tejidos, por lo que no se elimina el barro dentinario, sino que es incluido en la capa híbrida (16), sin embargo si se debe realizar el grabado selectivo del esmalte, ya que proporciona una superficie porosa e irregular que permite la penetración de los monómeros de resina que se van a polimerizar, proporcionando así una retención micromecánica en este. (1)

La primera generación de adhesivos autograbantes consta de 2 pasos: primero la aplicación del agente acondicionador o primer como el ácido cítrico, maleico o nítrico, no lavable, sobre el tejido; y luego la aplicación del adhesivo.

La segunda generación que es de un solo paso, y también llamada todo en uno, ya que su contenido viene en una sola botella, tanto el agente acondicionador, el agente imprimante y el adhesivo; se puede aplicar directamente en una o múltiples capas sobre el tejido dentario (16).

Debido a la necesidad de encontrar materiales y estrategias más simples y además menos sensibles a la técnica, los fabricantes desarrollaron un sistema adhesivo más fácil de usar con la versatilidad de ser usado con cualquier protocolo de acondicionamiento dentaria, adherirse satisfactoriamente a las

estructuras dentarias y a múltiples materiales restauradores; surgen así los llamados adhesivos universales, también conocidos como multimodo o multipropósito (28,29), los cuales, simplifican su protocolo de aplicación, teniendo un adecuado tiempo de trabajo y con ello una reducción en los pasos clínicos (30).

V. Adhesivos universales

Son utilizados desde el año 2011 y son conocidos como adhesivos multimodo que fueron desarrollados con el objetivo de mejorar la debilidad de los adhesivos autograbantes de un solo paso para obtener una unión fuerte al esmalte dental. (9). Es descrito como un sistema adhesivo de una sola botella, sin la necesidad de realizar mezclado previo, que funciona bien con cualquier estrategia adhesiva, ya sea de grabado y lavado, como sistema autograbante o como grabado selectivo, lo cual le permite al operador elegir qué estrategia usar de acuerdo con el caso clínico en particular, con el fin de optimizar el resultado final. Se adhiere adecuadamente a esmalte y dentina, así como también a distintos materiales de restauración directa e indirecta (27) al ser compatibles con cementos de autocurado, fotocurado y duales (27). Por su aplicación simplificada es capaz de reducir errores de manipulación clínica por parte del operador (3)

Los adhesivos universales contienen monómeros carboxilato y/o fosfatos específicos. El dihidrógeno fosfato de 10-metacrilóiloxidecil (10-MDP o MDP) es el más notable, ya que se une iónicamente a los sustratos dentales formando sales de calcio hidrolíticamente estables sobre la hidroxiapatita en forma de "nanocapas (27,29). Este enlace químico promovido por el 10-MDP es más eficaz y estable en agua que el proporcionado por otros monómeros funcionales. Además, contiene dimetacrilato de bifenilo (BPDM), éster de ácido fosfórico de penta acrilato de dipentaeritritol (PEN-TA), y copolímero de ácido polialquenoico (PAC; también conocido como copolímero de Vitrebond), el cual es un componente que se encuentra presente en el adhesivo Scotchbond Universal (3M, ESPE), que es capaz de unirse químicamente a las uniones de calcio de la

hidroxiapatita, lo que contribuye a la estabilización adhesiva a largo plazo. (1,16)

Adicionalmente posee una combinación de monómeros hidrofílicos como el hidroxietilmetacrilato o HEMA, monómeros hidrofóbicos como el decandiol dimetacrilato o D3MA e intermedia como el Bis-GMA. Esta combinación permite que el adhesivo universal cree un puente sobre el sustrato dental hidrofílico y la resina compuesta hidrofóbica (26). Además, la mezcla de ambos le adicionan características intermedias a los adhesivos universales siendo este eficaz para el diente. (1)

Por otro lado, el valor de pH de los adhesivos universales actuales varía entre 2,2 y 3,2, aunque varía según el producto, existe la preocupación de que los adhesivos universales en este rango de pH puedan ser muy efectivos cuando se evalúan para la unión cuna fuerte uniónntinario, pero pueden no ser efectivos cuando se trata de la unión al tejido del esmalte (9), es por esto que cuando la restauración requiere un fuerte unión al esmalte es recomendado el acondicionamiento previo del esmalte con ácido ortofosfórico (1)

VI. Adhesivos universales usados en el estudio

1. Single Bond Universal (3M/ESPE) (30)

Es un Sistema Adhesivo Universal de una única botella diseñado para ser utilizado en distintas superficies dentarias, ya sea bajo distintas estrategias adhesivas, tanto para restauraciones directas como indirectas. Se encuentra compuesto por el copolímero Vitrebond, el cual, mejoraría la adhesión al diente bajo distintos grados de humedad. Posee además monómeros fosforilados como el MDP que entrega una mayor acidez teniendo un pH de 2.7, confiriendo propiedades autograbantes, así también, el MDP otorga mayores valores de adhesión al esmalte y sustratos dentales como el metal, ya que este es capaz de establecer una interacción química muy intensa y estable con la hidroxiapatita (31)

La ficha técnica del adhesivo proporciona que las modificaciones que se realizaron a su composición otorgan un mayor grado de conversión y mayores propiedades hidrofóbicas después de la polimerización. En la aplicación del

adhesivo y previo a su fotoactivación, este presentaría un comportamiento hidrófilo para asegurar una adecuada humectabilidad de la superficie dentaria, pero al polimerizar presenta altos niveles de conversión e hidrofobicidad para la posterior aplicación de una resina.

El solvente de este adhesivo está compuesto por una combinación en base a etanol y agua, haciéndolo menos volátil y permitiendo mantener la viscosidad para asegurar su fácil manipulación al momento de aplicarlo

2. One coat 7 universal (32)

One Coat 7 universal, es un agente adhesivo monocomponente fotopolimerizable que se utiliza con la técnica de autograbado, grabado selectivo o grabado total para restauraciones adhesivas con el fin de lograr uniones duraderas y confiables. Dentro de sus componentes posee una fórmula de baja evaporación sin disolventes volátiles a base de acetona, que se evaporan rápidamente garantizando una aplicación más precisa y efectiva. Posee tecnología de nanorrelleno que proporciona una capa de adhesión homogénea y mejora las propiedades mecánicas. Posee un pH de 2.8 que es considerado ultrasuave. Dentro de su composición incluye Bis-GMA, HEMA, los cuales permiten la adhesión a la dentina y esmalte dental (27).

V. Hipótesis

Hipótesis nula: El ángulo de contacto formado sobre la superficie del esmalte dental por el sistema adhesivo universal Single Bond Universal (3M, ESPE) es menor comparado con el sistema adhesivo universal One Coat 7 Universal (Coltene).

Hipótesis alterna: El ángulo de contacto formado sobre la superficie del esmalte dental por el sistema universal Single Bond Universal (3M, ESPE) es mayor comparado con el sistema adhesivo universal One Coat 7 Universal (Coltene).

VI. Objetivos

a) Objetivo General:

Determinar qué sistema adhesivo universal posee un menor ángulo de contacto al ser aplicado sobre la superficie del esmalte dental

b) Objetivos Específicos:

- Medir el ángulo de contacto formado sobre la superficie del esmalte dental al aplicar el adhesivo Single Bond Universal (3M, ESPE).
- Medir el ángulo de contacto formado sobre la superficie del esmalte dental al aplicar el adhesivo One Coat 7 Universal (Coltene).
- Comparar los resultados obtenidos del ángulo de contacto formado por cada sistema adhesivo universal aplicado sobre la superficie del esmalte dental.

VII. Metodología

a) Diseño del estudio:

Experimental in vitro.

b) Universo y muestra:

El universo de este estudio corresponde a la muestra, es decir, no aplica un universo directo, ya que los dientes a intervenir están conservados en el Banco de dientes de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae.

La muestra necesaria en este estudio fue calculada con el programa G*power, mediante la función de comparación de dos medias. Los parámetros estadísticos utilizados para determinar el tamaño mínimo para este estudio fueron: nivel de significación de 0,05, una potencia de 0,8 y un tamaño del efecto grande (0.8).

La muestra mínima necesaria corresponde a 42 dientes, que fueron seleccionados al azar para formar dos grupos, con 21 dientes en cada grupo de estudio (figura n°2)

```
T tests - Means: Difference between two independent means (two groups)
Analysis: A priori: Compute required sample size
Input: Tail(s) = One
Effect size d = 0.5
α err prob = 0.05
Power (1-β err prob) = 0.8
Allocation ratio N2/N1 = 1
Output: Noncentrality parameter δ = 2.5922963
Critical t = 1.6838510
Df = 40
Sample size group 1 = 21
Sample size group 2 = 21
Total sample size = 42
Actual power = 0.8167878
```

Figura n°2: tamaño de muestra.

c) Criterios de inclusión y exclusión:

- **Criterios de inclusión:** molares permanentes superiores e inferiores con esmalte sano sin lesiones de caries ni restauraciones en ninguna de sus caras obtenidos del banco de dientes de la Facultad de Odontología de la

Universidad Finis Terrae 2024, conservados en formalina al 10% y cloruro de sodio al 0.9%.

- **Criterios de exclusión:** molares permanentes superiores e inferiores obtenidos del banco de dientes de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae 2024, con rasgos de fisuras, fracturas o tratamiento de conducto.

d) Variables:

Variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Naturaleza de la variable y nivel de medición	Instrumento u obtención de datos.	Indicador o codificación.
Ángulo de contacto	Ángulo que forma la superficie de un líquido al entrar en contacto con un sólido y cuyo valor depende de la relación entre las fuerzas adhesivas establecidas entre el líquido y el sólido y las fuerzas cohesivas del líquido.	Cuantitativa, discreta	Medición del ángulo de contacto por medio fotografías de alta resolución más el uso de un transportador digital	Número absoluto en grados por medio de un transportador digital

Variable independiente

Variable	Definición conceptual	Naturaleza de la variable y nivel de medición	Instrumento u obtención de datos.	Indicador o codificación.
Sistema adhesivo universal	Aquellos que vienen en una sola botella, y pueden usarse con cualquier estrategia adhesiva, ya sea de grabado y lavado, como sistema autograbante o como grabado selectivo.	Cualitativa dicotómica	No aplica	1: Single Bond Universal (3M, ESPE) 2: One Coat 7 Universal (Coltene)

e) Recolección e interpretación de datos:

Se solicitó la autorización por parte del decano de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae por medio de una carta formal cuyo propósito fue dar a conocer los objetivos del estudio y la importancia del desarrollo de este para la práctica odontológica de la facultad.

Este estudio fue realizado en el laboratorio de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae.

Plan de análisis

El análisis de las muestras se realizó a través de un transportador digital, por lo cual, las fotografías fueron traspasadas a un computador para realizar la medida de los ángulos de contacto; se registraron en una plantilla Excel y posteriormente se calculó las medidas de tendencia central para cada uno de los grupos estudiados y luego los resultados fueron sometidos a pruebas de significación estadística Shapiro Will y se evaluó si los resultados distribuyen normal o no, de tal forma de usar las pruebas estadísticas apropiadas como T-Student o Test U Mann Whitney respectivamente.

El nivel de significación estadística que se utilizó fue de 0,05 para ambos grupos.

Se midió el ángulo de contacto formado en cada una de las muestras (tal como se observa en la figura n°8) y las medidas obtenidas fueron registradas en una plantilla Excel. Posteriormente se realizó el cálculo de las medidas de tendencia central para cada uno de los grupos para luego someter los resultados a prueba de significación estadística Shapiro Wilk.

f) Materiales y equipos

Equipos de protección personal	Cloruro de sodio al 0.9%	Bandeja de examen básico
Micromotor y pieza de mano	Lentes de protección	Frascos de vidrio rotulados
Plumón Sharpie negro	Porta disco sof-lex	Discos sof-lex: negro, azul y celeste
Escobillas de profilaxis	Cera delare	Cámara réflex Canon EOS T5
Trípode	Lente macro 100 con ring flash	Disparador automático
Basurero	Cronómetro	Ácido ortofosfórico al 37%
Adhesivo universal Single Bond Universal (3M/ESPE)	Adhesivo universal One Coat 7 Universal (Coltene)	Microbrush
Lámpara de fotocurado Woodpecker 1500nm	Cartulina negra	Papel blanco

VIII. DESCRIPCIÓN EXPERIMENTAL

I. Selección de muestra

Para el estudio se utilizaron 42 molares permanentes superiores e inferiores, 21 por cada variable procedentes del banco de dientes de la Facultad de odontología de la Universidad Finis Terrae, los cuales cumplieron con los criterios de inclusión. Estos fueron almacenados en frascos de vidrios rotulados, en un medio de conservación de formalina al 10% y posteriormente cloruro de sodio al 0.9%.

II. Confección de preparaciones dentales

Antes de realizar las preparaciones dentales los dientes fueron limpiados de la siguiente manera:

1. Remoción del ligamento periodontal mediante la utilización de curetas
2. Uso de limpieza ultrasónica y escobillas de profilaxis para la eliminación de restos de materia orgánica e inorgánica

Una vez limpiados los dientes se guardaron en frascos de vidrios rotulados con cloruro de sodio al 0,9% para luego realiza la regularización de una pared en sentido mesio-distal con discos sof-lex negro, azul y celeste; con la finalidad de generar una superficie plana en el esmalte dental (figura n°3 y 4)

A continuación, las muestras fueron separadas aleatoriamente en grupos de 21 especímenes para luego realizar en ella el acondicionamiento de superficie con ácido ortofosfórico al 37% durante 15 segundos y luego ser lavados durante 30 segundos con agua spray.

Al grupo 1 se le dispense una gota del sistema adhesivo universal Single Bond Universal (3M/ESPE) con ayuda de un microbrush solo se aplicó una capa a la muestra. Se fotoactivaron durante 30 segundos con una lámpara de fotocurado Woodpecker 1500 nm

Al grupo 2 se le dispense una gota del sistema adhesivo universal One Coat 7

Universal (Coltene) con ayuda de un microbrush solo se aplicó una capa a la muestra. Se fotoactivaron durante 30 segundos con una lámpara de fotocurado Woodpecker 1500 nm

Cabe destacar que para ninguna de las muestras se realizó la volatización del adhesivo.

Para tomar las fotografías de las muestras (figura n°5 y 6) y posteriormente realizar la medición del ángulo de contacto de estas fue necesario controlar la variable luz y la distancia focal, por lo cual el registro fotográfico se realizó sobre un trípode fijo con una cámara réflex, modelo Canon EOS T5 y un lente macro 100 con ring flash, ya que las muestras eran de pequeño tamaño. Las muestras fueron fijadas con cera delare, la cual impidió su movimiento frente a una cartulina negra con la finalidad de que se impida la menor reflexión lumínica posible. Además, todas las fotografías fueron tomadas con un disparador automático, con el fin de no mover la cámara en ningún momento luego haber logrado el foco y de esta manera poder reducir cualquier posibilidad de desenfoco de la muestra. Cabe mencionar que el registro fotográfico fue realizado por el Dr. Bruno Verdugo, quien no tenía conocimiento de a qué muestra se le aplicó el respectivo adhesivo, de esta forma, se evita una posible preferencia por algún adhesivo estudiado.



Figura n°3: preparación de la muestra.

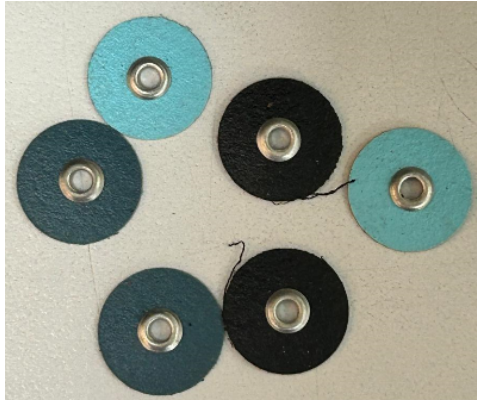


Figura n°4: fotografía de los discos sof-lex utilizados.



Figura n°5: fotografía la muestra n° 6 tratada con el adhesivo Single Bond Universal (3M, ESPE) fotoactivado



Figura n°6: fotografía la muestra n°23 tratada con el adhesivo One Coat 7 Universal (Coltene) fotoactivado

Todas las fotografías de las muestras fueron traspasadas a un computador para realizar las mediciones del ángulo de contacto con un transportador digital, el cual era una regla semi transparente que se podía visualizar mientras se ejecutaba en otra ventana anexa debajo. De esta manera, permitía medir los ángulos en grados (figura n°7)

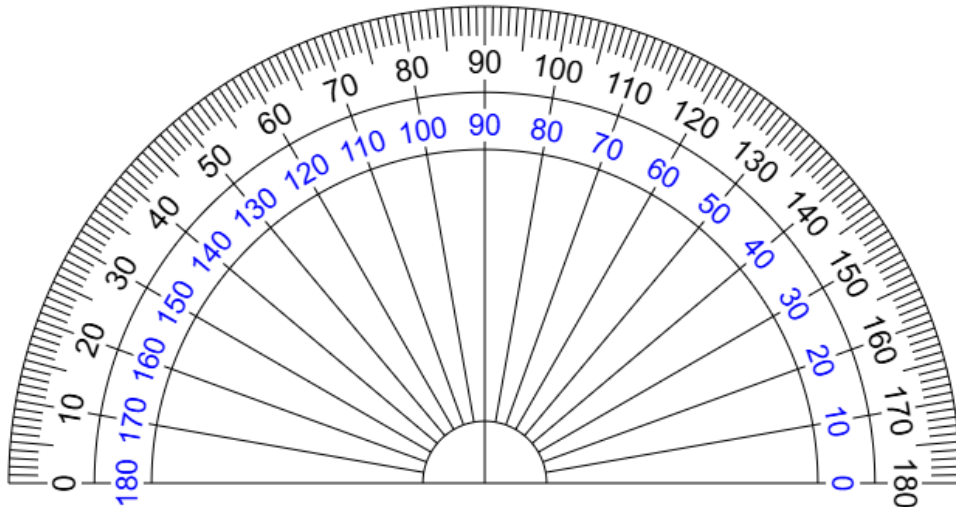


Figura n°7: transportador digital

Por último, se realizó la medida del ángulo de contacto formado en cada una de las muestras (tal como se observa en la figura n°8) y las medidas obtenidas fueron registradas en una plantilla Excel (anexo 1 y 2), para luego realizar el cálculo de las medidas de tendencia central para cada uno de los grupos y posteriormente someter los resultados a pruebas de significación estadística Shapiro Wilk.

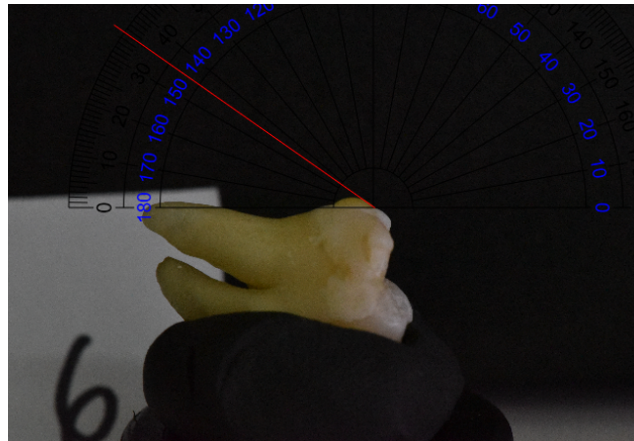


Figura n°8: medición del ángulo de contacto formado por el adhesivo sobre la superficie del esmalte dental tratada con el sistema adhesivo Single Bond Universal (3M, ESPE), mediante el uso del transportador digital

IX. RESULTADOS

Se realizaron un total de 45 preparaciones biológicas en esmalte dental de los dientes seleccionados. Cada grupo se formó con 21 preparaciones biológicas, de las cuales un grupo (control) se intervino con el adhesivo Single Bond Universal (3M, ESPE) y el otro grupo (experimental) con el adhesivo One Coat 7 Universal (Coltene).

En la Tabla 1 se muestran los valores promedios del ángulo de contacto registrado para el grupo control y experimental. En este se observa lo siguiente:

- La desviación estándar del grupo control es de 9,8 lo que indica una mayor dispersión en los valores de este grupo, lo que refleja cierta variabilidad en la capacidad de humectación del adhesivo.
- La desviación estándar del grupo experimental es de 6,6 lo que señala una menor variabilidad en los datos en comparación con el grupo control, lo que refuerza la homogeneidad del comportamiento del adhesivo en este grupo
- El grupo control posee valor máximo de 51° significativamente más alto que el grupo experimental que es de 29°, reflejando su menor capacidad de humectación
- El grupo experimental presenta un valor mínimo de 0°, lo que evidencia una humectabilidad completa en algunas muestras, característica ausente en el grupo control.

En conjunto, estos resultados descriptivos refuerzan la superioridad del One Coat 7 Universal en términos de capacidad de humectación, como lo demuestra su menor ángulo de contacto promedio y menor dispersión en los valores registrados. Estos datos serán validados posteriormente mediante análisis estadísticos inferenciales para confirmar la significancia de estas observaciones.

Tabla 1. Estadígrafos de tendencia central y dispersión del ángulo de contacto registrado para el grupo control y experimental.

Muestra	Media	D.E	Max	Min
Grupo control	33.33	9.80	51	11
Grupo experimental	10.80	6.63	29	0

Para determinar si el conjunto de datos de cada grupo sigue una distribución normal o se desvía significativamente de ella, se aplicó la prueba Shapiro-Wilk. En la Tabla 2 se muestran los valores obtenidos al aplicar esta prueba estadística, lo que indica, que ambas muestras tienen una distribución normal de los datos, es decir, el valor del ángulo de contacto registrado para el grupo control y experimental siguen una distribución normal.

Tabla 2. Prueba de normalidad Shapiro Wilk de los valores del ángulo de contacto registrado para el grupo control y experimental.

Muestra	Obs	W	V	Z	p
Grupo control	21	0.960	0.976	-0.05	0.519
Grupo experimental	21	0.927	1.771	1.155	0.124

Para comparar los resultados obtenidos de la medición del ángulo de contacto formado por cada sistema adhesivo universal aplicado sobre la superficie del esmalte dental (grupo control y grupo experimental), se utilizó la prueba de contraste de hipótesis, T-Test o T de Student.

En la siguiente tabla, se puede observar que las diferencias de las medias obtenidas del ángulo de contacto en el grupo control comparado con el grupo experimental son estadísticamente significativas (valor p menor a 0.05). Esto se muestra en la tabla 3, indicando lo siguiente:

- La media del grupo control que es 33,3° es significativamente mayor, lo que

evidencia una menor capacidad de humectación en comparación con el grupo experimental.

- La media del grupo experimental que es de 10,8° es significativamente menor, lo que demuestra su superioridad en términos de capacidad de humectación

El resultado de la prueba valida la hipótesis alterna del estudio, que plantea que el adhesivo universal One Coat 7 Universal (Coltene) presenta un ángulo de contacto menor al ser aplicado sobre la superficie del esmalte dental

Tabla 3. Prueba de contraste de hipótesis T-Test de las medias de los valores del ángulo de contacto registrado para el grupo control y experimental.

Muestra	Obs	Media	IC95%		p
Grupo control	21	33.3	28.86	37.79	0.000
Grupo experimental	21	10.8	7.79	13.83	

X. DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó la capacidad de humectación y adhesión de dos sistemas adhesivos universales, Single Bond Universal (3M/ESPE) y One Coat 7 Universal (Coltene), mediante la medición del ángulo de contacto sobre la superficie del esmalte dental. Este parámetro es un indicador clave de la interacción entre el adhesivo y la superficie, con implicaciones directas en la eficacia de la adhesión y la durabilidad de las restauraciones. Los resultados mostraron diferencias significativas en el comportamiento de ambos adhesivos, destacando que One Coat 7 Universal (Coltene) presentó un menor ángulo de contacto (promedio de $10,8^\circ$) en comparación con Single Bond Universal (3M, ESPE) ($33,3^\circ$). Estas diferencias reflejan las propiedades fisicoquímicas inherentes de cada adhesivo y su influencia en la práctica clínica.

El ángulo de contacto es una medida del equilibrio entre las fuerzas cohesivas dentro del adhesivo y las fuerzas adhesivas entre el adhesivo y la superficie. Un ángulo menor indica una mayor afinidad del adhesivo hacia el esmalte, lo que se traduce en una mejor humectación. Esto es fundamental para asegurar una cobertura uniforme de la superficie y una penetración eficiente en las microporosidades creadas por el grabado ácido (13). La capacidad de humectación no solo mejora la adhesión mecánica, sino que también optimiza la resistencia frente a fuerzas funcionales en la cavidad oral, incrementando la longevidad de las restauraciones (12).

En este estudio, el ángulo de contacto menor observado en One Coat 7 Universal (Coltene) se asocia con su solvente a base de acetona. La acetona, como solvente principal, es altamente volátil, lo que permite una rápida evaporación y una reducción de la viscosidad del adhesivo. Esto facilita su flujo y distribución uniforme sobre la superficie del esmalte, mejorando su capacidad de humectación y adhesión (33). En contraste, el Single Bond Universal (3M, ESPE), que utiliza una mezcla de etanol y agua como solvente, presenta mayor viscosidad, limitando su fluidez y su capacidad para formar una película uniforme, lo que resulta en ángulos de contacto más altos y menor capacidad de humectación (2).

La humectabilidad es especialmente importante en restauraciones como las

lesiones cervicales no cariosas (LCNC), donde el esmalte y la dentina deben estar completamente cubiertos por el adhesivo para garantizar una adhesión efectiva. Adhesivos con menor ángulo de contacto, como One Coat 7 Universal (Coltene), permiten una mayor penetración en las irregularidades superficiales, mejorando la adhesión tanto mecánica como química (23) Este comportamiento se traduce en restauraciones más duraderas, con menor riesgo de microfiltración y fallo adhesivo (15).

Adicionalmente, en este estudio se observó que algunas muestras tratadas con One Coat 7 Universal (Coltene) alcanzaron un ángulo de contacto de 0° , lo que representa una humectabilidad del 100%. Aunque este resultado no fue estadísticamente significativo, refuerza la capacidad de este adhesivo para formar películas completamente uniformes, lo que podría optimizar su desempeño clínico. Este fenómeno puede atribuirse tanto a las propiedades del solvente como a su interacción con la superficie del esmalte, indicando una mayor eficacia de humectación y adhesión (13).

Es importante considerar que la ausencia de volatilización previa del solvente en este estudio pudo haber influido en los resultados obtenidos, particularmente en el caso del adhesivo Single Bond Universal (3M, ESPE). La literatura enfatiza que la volatilización del solvente, mediante un chorro de aire antes de la fotopolimerización, es crucial para reducir el espesor de la capa adhesiva y mejorar su uniformidad (2). Este paso es especialmente relevante para solventes menos volátiles, como el etanol y agua, que requieren más tiempo para evaporarse completamente (34).

Además, el diseño in vitro del presente estudio limita la extrapolación directa de los resultados a condiciones clínicas. Factores como la humedad, la presencia de saliva y las fuerzas funcionales pueden afectar el desempeño de los adhesivos en la cavidad oral. Por ello, futuros estudios deberían incluir condiciones más representativas del entorno clínico, así como explorar la interacción de estos sistemas adhesivos con otros sustratos dentales, como la dentina y el cemento radicular (23).

Los resultados de este estudio tienen importantes implicaciones para la práctica clínica. La elección del adhesivo debe basarse en las propiedades fisicoquímicas del material y en las necesidades específicas de cada caso clínico. Por ejemplo,

adhesivos con menor ángulo de contacto, como One Coat 7 Universal (Coltene), son ideales para situaciones que requieren máxima humectación, mientras que adhesivos más viscosos, como Single Bond Universal (3M, ESPE), pueden ser preferibles en casos donde la estabilidad y el control son prioritarios (2). Futuros estudios deberían centrarse en comparar estos adhesivos en diferentes condiciones clínicas y con otros materiales, como composites y cementos de resina, para ampliar el conocimiento sobre su desempeño y optimizar su uso en odontología restauradora. Además, sería útil analizar el impacto de la volatilización previa del solvente y de otros factores, como el tiempo de polimerización y la técnica de aplicación, en la adhesión final (15)

XI. CONCLUSIONES

De acuerdo con la metodología empleada y los resultados obtenidos en este estudio, se concluye lo siguiente:

1. El estudio confirmó diferencias significativas en el ángulo de contacto entre los adhesivos universales evaluados. El One Coat 7 Universal (Coltene) presentó un ángulo de contacto significativamente menor (promedio de $10,8^\circ$) en comparación con el Single Bond Universal (3M/ESPE) (promedio de $33,3^\circ$), lo que refleja una mayor capacidad de humectación y adhesión del primero sobre el esmalte dental.
2. Los resultados obtenidos rechazaron la hipótesis nula de la investigación, que planteaba la inexistencia de diferencias en el ángulo de contacto entre los adhesivos evaluados. Por el contrario, se valida la hipótesis alterna, que establece que el adhesivo One Coat 7 Universal (Coltene) presenta un mejor comportamiento en términos de humectabilidad en comparación con el Single Bond Universal (3M, ESPE), en un diseño in vitro.
3. La menor viscosidad del adhesivo One Coat 7 Universal (3M, ESPE), atribuida a su solvente a base de acetona, facilitó una mejor distribución y cobertura uniforme en el esmalte dental, optimizando la formación de películas adhesivas continuas. En contraste, el solvente de etanol y agua en Single Bond Universal (3M, ESPE) generó una mayor viscosidad, limitando su capacidad de humectación y cobertura uniforme.
4. Un menor ángulo de contacto se asocia directamente con una mejor humectación del adhesivo, lo que permite una penetración más efectiva en las microporosidades del esmalte grabado. Esto refuerza la relevancia de evaluar este parámetro como un criterio clave para seleccionar sistemas adhesivos en aplicaciones clínicas.
5. Adhesivos con menor ángulo de contacto, como One Coat 7 Universal (Coltene), son más adecuados para restauraciones que requieren máxima humectación y adhesión, como lesiones cervicales no cariosas. Por otro lado, adhesivos con mayor viscosidad, como Single Bond Universal (3M, ESPE),

pueden ser útiles en contextos donde se priorice la estabilidad y el control durante la aplicación.

6. Aunque los resultados son estadísticamente significativos, la ausencia de volatilización previa del solvente pudo haber afectado la uniformidad de la capa adhesiva, particularmente en el caso del Single Bond Universal (3M, ESPE). Esto subraya la necesidad de seguir estrictamente los protocolos recomendados por los fabricantes, como la volatilización previa mediante aire comprimido, para optimizar el desempeño de los adhesivos.
7. Es esencial realizar estudios adicionales en condiciones clínicas representativas que incluyan factores como humedad, presencia de saliva y fuerzas funcionales. Además, se recomienda evaluar la interacción de estos adhesivos con otros sustratos dentales, como la dentina y el cemento radicular, para ampliar su aplicabilidad en odontología restauradora.
8. Este estudio aporta evidencia relevante sobre las propiedades fisicoquímicas y el comportamiento de los adhesivos universales evaluados. Los hallazgos refuerzan la importancia de seleccionar adhesivos en función de sus características de humectabilidad y adhesión, contribuyendo al avance en la práctica clínica y en la investigación odontológica. Además, la validación de la hipótesis alterna respalda la utilidad de estas evaluaciones in vitro como un método confiable para analizar las propiedades de los sistemas adhesivos.

XII. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Las muestras a utilizadas provienen del banco de dientes de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae. La confidencialidad está asegurada, dado que los dientes obtenidos son previamente aleatorizados y anonimizados. La base de datos estará protegida por lo que no es posible decodificar su procedencia. Su uso, además, está restringido puntualmente con criterio científico para investigación o fines académicos de la Facultad de Odontología de la UFT.

XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sofan, PhD Afrah Sofan, PhD Gaspare Palaia, PhD Gianluca Tenore, MD, DDS Umberto Romeo, MD, DDS Guido Migliau, MD D. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma)*. 2017;8(1):1–17.
2. Mandri N, Aguirre A, Zamudio M. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. *Odontoestomatología [Internet]*. 2015 nov [citado 2023 Nov 26]; 17(26): 50-56. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392015000200006&lng=es.
3. Grabre A, Alicia DP. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. *Odontoestomatol*
4. Saravia M, Bernal R. Estudio sobre los diferentes tiempos de acondicionamiento previo al sistema adhesivo universal en dentina de dientes de bovino. *Rev. Estomatol. Herediana [Internet]*. 2021 abr [citado 2023 Ago 18]; 31(2): 90-102. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-435520210002000090&lng=es.
<http://dx.doi.org/10.20453/reh.v31i2.3969>.
5. Byoung I. Suh. Universal Adhesives: The evolution continues for the ideal Adhesive. *Bident Globe*, May 2014, volume XVIII, issue IX, p.1-3
6. Burke FJT, Wilson NHF, Cheung SW. Adhesion to Tooth Structure: A Critical Review of "Macro" Test Methods. *Dental Materials*. 1990; 6(5): 281-288
7. Al-oma Ri WM, Mitchel L CA. Surface roughness and wettability of enamel and dentine surfaces prepared with different dental burs.
8. Phillips. *Ciencia de los materiales dentales*, Editorial Anusavice KJ.

11va edición 2004

9. KAZAK M, DÖNMEZ N. Development of Dentin Bonding Systems from Past to Present. *Bezmialem Science*. 2019 oct 30;7(4):322–30.
10. Gaengler P, Hoyer I, Montag R, Gaebler P. Evaluación micromorfológica de restauraciones de composite posteriores: un informe de 10 años. *J Oral Rehabil* 2004; 31: 991–1000
11. Borgia E, Busato A, Carvalho R, Corts J, Edelberg M, Garone W, Gomes J, Gudiño S, Guzman H, Macchi R, Maravankin F, Pereira J, Steenbecker O, Uribe-Echeverria J. Adhesión en odontología restauradora. Editora Maio
12. Özcan M, Nijhuis H, Valandro LF. Effect of Various Surface Conditioning Methods on the Adhesion of Dual-cure Resin Cement with MDP Functional Monomer to Zirconia after Thermal Aging. Vol. 27, *Dental Materials Journal*. 2008.
13. Yuan Y, Lee TR. Contact angle and wetting properties. *Springer Series in Surface Sciences*. 2013;51(1):3–34.
14. Aguilera SF. Control del colapso del colágeno: sistemas autograbadores.
15. Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P et al. Adhesivos y cementos para promover la odontología de conservación. *Oper Dent* 2001; 6:119–144
16. Cardoso MV, de Almeida Neves A, Mine A, Cuotinho E, Van Lanuyt K, De Munck J, Van Meerbeek B. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry, *Australian Dental Journal* 2011; 56:(1 Suppl): 31–44
17. Saikaew P, Chowdhury AF, Fukuyama M, Kakuda S, Carvalho RM, Sano H. The effect of dentine surface preparation and reduced application time of adhesive on bonding strength. *J Dent*, 2016; 47:63-70.
18. Natalia M, Grabre de Prieto A, Eugenia M. Adhesive systems in

restorative dentistry

19. Zhu JJ, Tang ATH, Matinlinna JP, Hägg U. Acid etching of human enamel in clinical applications: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2014;112(2):122–35

20. Henostroza G. y cols. Adhesión en Odontología restauradora. Editorial MAIO. 1º edición 2003

21. Flores-Yáñez C, Martínez-Juárez J, Palma-Guzmán M, Yáñez-Santos J. Análisis del grabado dental utilizando el microscopio metalográfico y el software analysis. *Informacion Tecnologica*. 2009;20(2):13–8.)

22. Meléndez L, Varela R, Cueto G, Mondragón J, Carrillo L, Coronado E. Evaluación del grabado del esmalte en piezas con ápice inmaduro y maduro utilizando ácido ortofosfórico al 37% por medio de microscopia electrónica de barrido. *Acta odontol. venez* [Internet]. 2002 ene [citado 2024 mayo 27]; 40(1): 26-30. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652002000100006&lng=es.

23. Hernández M. Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. *Av Odontoestomatol* [Internet]. 2004 feb [citado 2023 Nov 27]; 20(1): 19-32. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852004000100003&lng=es.

24. Pagano S, Lombardo G, Balloni S, Bodo M, Cianetti S, Barbati A, et al. Cytotoxicity of universal dental adhesive systems: Assessment in vitro assays on human gingival fibroblasts. *Toxicology in Vitro*. 2019 oct 1; 60:252–60-)

25. Silva M, Carneiro K, Lobato M. y cols. Adhesive systems: important aspects to their composition and clinical use, 2010. *J Appl Oral Sci*; 18(3):207-21

26. Nagarkar S, Theis-Mahon N, Perdigao J. Adhesivos dentales universales: estado actual, pruebas de laboratorio y desempeño clínico.

Publicado en línea el mes 00 de 2019 en Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/jbm.b.34305

27. Byoung I. Suh. Universal Adhesives: The evolution continues for the ideal Adhesive. *Bident Globe*, May 2014, volume XVIII, issue IX, p.1-3
28. Gary A. “Universal Adhesives: The next evolution in adhesive Dentistry?”. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, Enero de 2015
29. Perdigão J. Current perspectives on dental adhesion: (1) Dentin adhesion – not there yet. *Jpn Dent Sci Rev*. 2020;56(1):190–207.
30. Single Bond Universal® Adhesivo de Resina Universal. Ficha Técnica. 3M
31. Carrilho E, Cardoso M, Ferreira MM, Marto CM, Paula A, Coelho AS. 10-MDP based dental adhesives: Adhesive interface characterization and adhesive stability-A systematic review. Vol. 12, *Materials*. MDPI AG; 2019
32. One Coat 7 Universal. Ficha Técnica. Coltene
33. Skupien J, Lenzi T, Borges M, et al. Adhesive systems: Considerations about solvents. *Int Odontostomatol*. 2014;8(3):1–9.
34. Sarfati A, Tello M, Andrade F. Comparative analysis of dental adhesive systems. *J Dent Res*. 2019;98(4):345–52.

XIV. Anexos

Anexo 1: resultados del grupo control

Grupo control	
Muestras	Ángulo de contacto
1	11°
2	37°
3	28°
4	20°
5	34°
6	35°
7	42°
8	36°
9	39°
10	28°
11	19°
12	34°
13	36°
14	38°
15	40°
16	26°
17	48°
18	38°
19	52°
20	22°
21	37°

Anexo 2: resultados del grupo experimental

Grupo experimental	
Muestras	Ángulo de contacto
22	8°
23	10°
24	16°
25	11°
26	13°
27	0°
28	9°
29	0°
30	16°
31	15°
32	10°
33	8°
34	20°
35	11°
36	8°
37	10°
38	9°
39	0°
40	13°
41	19°
42	11°