



EFEECTO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE LIMPIEZA PRE-
CEMENTACIÓN, SOBRE LA RESISTENCIA DE UNIÓN ADHESIVA
EN RESTAURACIONES DE RESINA COMPUESTA INDIRECTA
CONTAMINADAS CON SALIVA

Trabajo de investigación
Requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista

Alumnas: Elizabeth Gaete Olivares
Catalina Guerrero Silva
Ana Martínez Vicentela

Docente Guía: Prof. Dra. Claudia Cañete Hernández
Cátedra de Operatoria Dental

Valparaíso – Chile
2019

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico primero a mi familia, que si bien, me dieron un apoyo a su manera, bastante distinta, solo creó fortaleza en mí para seguir adelante todos estos años. A mi primo Marcelo, que ha sido prácticamente como mi otro padre y me ha ayudado en todo aspecto durante toda mi vida; a mi tía Sofía, que desde la distancia, siempre ha estado atenta a mí y preocupada en cómo ha ido todo. A mis amigos de la vida: Eduardo, Alan, Claudia, Catalina, Felipe, Tanya, Nicolás, que me han visto tanto en los mejores momentos, como en los más duros y siempre han estado conmigo entregándome su apoyo incondicional. A mis amigos que gané en la U Emilio, Nicole, Paola, Álvaro, Claudia, Macarena por haberse convertido en un gran pilar en esta etapa. A mis amigos “gamers” con los que construí un lazo que va más allá de un juego, Sebastián, David, Matías, Felipe (sí, son más de uno), Cristian, Paula y a la familia Noob Reborn. Gracias a ustedes, he fortalecido la perseverancia, tolerancia y la voluntad de seguir adelante y no rendirse. A Vero y a Marquitos por estar siempre con el apoyo incondicional dentro de la universidad, compartiendo y escuchando cada momento. A los doctores Mirko Riveros, Gabriela Jerez por ser nuestra base y apoyo desinteresado en el desarrollo de esta tesis y también a la doctora Claudia Cañete, por la buena disposición de juntarnos en distintos días y recibirme en su casa para revisar los últimos detalles. Finalmente agradecer a mi familia putativa de Santiago, que siempre me ha recibido de la mejor forma, con tanto cariño, dedicación y siempre atentos a que todo anduviera bien. Gracias tía Elizabeth, Nena, tía Yoya y a mi querido Juan, por ayudarnos además con la tesis, y a apoyarme incluso cuando ni yo misma creía en mis capacidades y por haber sido un apoyo fundamental en este proceso.

Elizabeth

Luego de recorrer este largo camino quiero darles las gracias a mi familia y amigos que me apoyaron en todo momento, y a las personas que hicieron posible esta tesis.

Catalina

Quiero agradecer en primer lugar a mis padres Sergio y Ana, por el apoyo incondicional que me han dado siempre, por la confianza y por enseñarme que con esfuerzo se logran cumplir las metas. A mis hermanos, a mi tía Lucía, mi prima Karen y su familia, por siempre estar ahí para sacarme una sonrisa y alegrarme en los momentos difíciles. A mis amigos y amigas por el cariño y la contención durante todos estos años, gracias por todas aquellas veces que desinteresadamente me fueron a asistir a clínica, gracias por prestarme materiales cuando me faltaban, por retirarme materiales cuando yo no alcanzaba y por toda la ayuda que recibí durante la carrera, sin ustedes no lo habría logrado. Pero sobre todo, gracias por las risas, por las juntas y por todos los momentos compartidos durante nuestra etapa universitaria. A aquellas personitas que lograron hacer más grato mi paso por la universidad, asistentes, funcionarios, secretarías y docentes. A Marcos y a la Vero, gracias por cada tecito y cada palabra de aliento que me dieron. A mi tutora Dra. Claudia Cañete, al Dr. Mirko Riveros y a la Dra. Gabriela Jerez, por toda la paciencia y apoyo que nos brindaron a lo largo de este proceso. Al personal de la facultad por su buena disposición y por habernos facilitado los medios necesarios para la realización de esta tesis. Y por último a mis amigas y también compañeras de tesis, fue un proceso largo y lleno de contratiempos, pero logramos superar cada uno de ellos. Agradezco su paciencia, entrega y motivación, fue un agrado trabajar con ustedes.

A todos ustedes, infinitas gracias, las palabras no alcanzan para describir lo agradecida que estoy de cada uno de ustedes. Nunca olvidaré lo que me costó llegar hasta aquí ni a las personas que estuvieron conmigo durante todo este proceso. Gracias totales.

Ana

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1. Planteamiento del problema	1
1.1 Pregunta de investigación	2
1.2 Viabilidad.....	2
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	4
2. Materiales de resina compuesta en Odontología	4
2.1 ¿Qué es una resina compuesta?	4
2.2 Clasificación según tamaño y distribución de las partículas de relleno:	5
2.3 Clasificación según el tipo de restauración definitiva	7
2.3.1 Resina compuesta directa	7
2.3.2 Resina compuesta indirecta:.....	7
2.4 Resinas InJoy.....	7
2.5 Protocolos de limpieza para resinas compuestas indirectas	8
2.5.1 Etanol	9
2.5.2 Lavadora Ultrasónica.....	9
2.5.3 Pasta de limpieza universal	9
2.5.3.1 Ivoclean.....	9
2.6 Tratamiento de superficie para las resinas compuestas indirectas de uso odontológico.....	10
2.6.1 Monómero de Fosfato.....	10
2.6.1.1 Monobond N.....	10
2.7 ¿Qué es un cemento dental?	10
2.8 Cementación adhesiva:.....	10
2.8.1 Clasificación de los cementos de resina	11
2.8.1.1 Según el tamaño de sus partículas de relleno:	11
2.8.1.2 Según el sistema adhesivo que requieren:	11
2.8.1.3 Según Christensen (1993), se clasifican según su forma de polimerización en:	11
2.9 Variolink Esthetic LC	12
2.10 Microcizallamiento.....	12
2.11 Saliva	13
2.11.1 ¿Qué es la saliva?	13
2.11.2 Funciones de la saliva	13
2.11.3 Componentes de la saliva.....	14
2.11.4 Componentes orgánicos.....	14
2.11.5 Componentes inorgánicos	14
2.11.6 Proteínas Salivales	14
2.11.7 Efecto de la Saliva Humana en la Adhesión.....	15
2.11.8 Acción de la Saliva Humana en la Resina Compuesta.....	16
CAPÍTULO III: OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo general:	17
3.2 Objetivos específicos:	17

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. Planteamiento del problema

Dentro de la odontología restauradora adhesiva, el uso de resinas compuestas ha aumentado en los últimos años y esto ha obligado a desarrollar mejoras en las propiedades físico-mecánicas y en sus sistemas de adhesión¹. Sin embargo, existen ciertas deficiencias de material que aún persisten en las resinas compuestas directas, como lo son la alta contracción de polimerización^{1,2}, inestabilidad del color, falta de integridad marginal³, poca resistencia al desgaste en el área de contacto, dificultad para generar contacto y contorno proximal y sensibilidad postoperatoria, entre otras⁴. Para tratar de superar estas deficiencias, se ha implementado el uso de resinas compuestas indirectas en aquellos casos donde la pérdida de tejido dentario es mayor^{5,6}. Este tipo de restauraciones, tienen una etapa adicional dentro de su técnica, que es la cementación adhesiva. “Esta etapa, es un paso crucial en el proceso de restauración, y su rendimiento clínico, depende de la unión del agente de cementación tanto al diente como al material restaurador, lo que es esencial y crítico para su longevidad^{6,7,8}.

Además, es una técnica sensible, debido a todas las etapas que conlleva, dentro de las cuales se encuentran los procedimientos de pre-cementación, que consideran la limpieza y el acondicionamiento de la superficie (mecánico- químico), existiendo varios protocolos que buscan mejorar esta técnica de cementación^{2,6,7,9}. Este paso puede ser vulnerable a la contaminación de fluidos, tales como: saliva, sangre o plasma durante los procedimientos de ajuste intraoral^{9,10}. La contaminación por saliva es uno de los defectos más frecuentes en la adhesión¹¹. Como se ha demostrado por estudios anteriores, la contaminación de la superficie del diente antes o durante los procedimientos de cementación puede dar lugar a una disminución de la calidad del enlace. Esta contaminación salival puede tener efectos adversos en la longevidad de la restauración y puede llevar a sensibilidad, decoloración de los dientes y, finalmente, pérdida de la restauración. Por lo que resulta indispensable para proporcionar un tratamiento exitoso, garantizar que el área operativa esté libre de contaminación¹².

Para lograr esto, se utilizan diferentes protocolos de limpieza pre cementación, donde se busca eliminar la contaminación de la superficie interna de las restauraciones antes de cementar. Dentro de la literatura, encontramos el uso de Etanol, Clorhexidina (CHX), Ácido ortofosfórico (AO), y Lavadora Ultrasónica como métodos útiles para la eliminación de contaminantes de la superficie restauradora. No obstante, en diferentes estudios donde se evaluaron estos métodos de limpieza, aplicando contaminación a las muestras, los valores de resistencia de unión adhesiva, fueron más bajos que las superficies no contaminadas, lo que confirma que efectivamente la contaminación repercutiría en la cementación adhesiva^{10,13}. Sin embargo, estos diferentes protocolos de limpieza pre-cementación no han sido el principal foco de investigación, por lo que aún no se comprueba claramente si los

métodos de limpieza de superficies efectivamente mejoran la unión cemento/resina. Si bien, se realizó un estudio el 2017 en donde se hizo enfoque a los protocolos de limpieza pre-cementación y al tratamiento de superficie de resinas compuestas indirectas, este no incluyó como variable la contaminación de las muestras con saliva¹⁴. Además, no existe estandarización dentro de los protocolos, tampoco de los tiempos que deben ser utilizados y cuáles son los que eliminan de manera más efectiva los contaminantes¹⁵.

En el año 2015, se introdujo al mercado un nuevo producto llamado Ivoclean (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein), que consiste en una suspensión alcalina de óxido de circonio y partículas de hidróxido de sodio¹⁶. El fabricante afirma que el enjuague con agua y el secado al aire después de la aplicación de la solución eliminan efectivamente los contaminantes de saliva de la superficie de las restauraciones, incluida la zirconia¹³. Sin embargo, no existe evidencia científica que evalúe la eficacia de la limpieza pre cementación de Ivoclean en restauraciones de resinas indirectas, ni estudios que incluyan la contaminación previa con saliva para evaluar este producto, a pesar de que el fabricante considere las restauraciones de resina indirecta dentro de las indicaciones de uso de Ivoclean. Los pocos estudios existentes en la actualidad en torno al Ivoclean, solo han evaluado la limpieza pre cementación de restauraciones indirectas experimentado exclusivamente con materiales cerámicos, como lo son el circonio, disilicato de litio y cerámicas de vidrio^{17,18}.

Es por lo anterior que, el propósito de este estudio es comparar el efecto de diferentes protocolos de limpieza pre-cementación, sobre la resistencia de unión adhesiva (MPa) en restauraciones de resina compuesta indirecta contaminadas con saliva.

1.1 Pregunta de investigación

¿Los diferentes protocolos de limpieza pre-cementación afectan la resistencia de unión cemento/RCI contaminada con saliva en comparación al tratamiento sin saliva?

1.2 Viabilidad

Dentro de los recursos necesarios para la ejecución de este estudio estuvo: Recursos Humanos, es decir, el grupo investigador. Los recursos físicos y técnicos que fue: el Laboratorio de Ciencias Odontológicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, que cuenta con la máquina de ensayo universal Microtensile OM 100. Finalmente los recursos económicos, específicamente materiales en los que se invirtió son los siguientes:

- Matriz de corte de aluminio: Fabricación artesanal.
- Bloques de Resina In:Joy (Dentsply).

- Tratamientos de limpieza: Agua/ultrasonido, etanol 96°, Ivoclean (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)
- Tratamiento de superficie: Monobond N (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).
- Cemento de Resina: Variolink Esthetic LC (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. Materiales de resina compuesta en Odontología

2.1 ¿Qué es una resina compuesta?

Resina acrílica formada por matriz orgánica; matriz inorgánica; y un órgano-silano o agente de unión entre la resina orgánica e inorgánica, cuya molécula posee grupos silánicos en un extremo (unión iónica con SiO₂), y grupos metacrilatos en el otro extremo (unión covalente con la resina)¹⁹.

La matriz orgánica de las resinas compuestas, está constituida básicamente por: un sistema de monómeros mono, di- o tri-funcionales; el BIS-GMA, también llamada molécula de Bowen, que es un co-monómero integrado por una resina epóxica y una resina vinílica. También se puede utilizar el uretano dimetacrilato (UDMA), co-monómero formado por una resina compuesta, originada por la unión de un poliol, un isocianato y un metil metacrilato. Por un sistema iniciador que en las resinas compuestas fotopolimerizables el sistema fotoiniciador típico utilizado se basa en una alfa-dicetona (Canforquinona)²⁰ con una amina terciaria aromática como acelerador (4-n,n-dimetilaminofetil alcohol, DMAPE. Estos son sensibles a la luz azul en 468 nm, y la irradiación causa la descomposición homolítica de la canforquinona para formar radicales libres, que a continuación, inician la polimerización y el endurecimiento de la resina compuesta. Se han utilizado otros sistemas iniciadores, como el PPD (1-fenil-1,2-propanediona)^{21,22} y el óxido de bis-acilfosfina^{21,23}. Tienen la ventaja de que tienen un color menos intenso que el de la canforquinona y, en consecuencia, hay una coincidencia de color mucho más estrecha entre el compuesto en sus estados curado y no curado. Esto hace que elegir el tono correcto de la resina compuesta para el diente sea más sencillo^{21,24}. A pesar de las diferencias en la química de estas sustancias, su modo de acción esencial es el mismo en todos los casos. Se excitan con la luz de una longitud de onda específica, como resultado de lo cual se fragmentan en radicales libres, y los radicales libres promueven la polimerización de los monómeros^{21,25}. En las resinas compuestas quimiopolimerizables el sistema iniciador típico es un per-compuesto, el peróxido de benzoilo, usado en combinación con una amina terciaria aromática (n,n-dihidroxietil-p-toluidina); un sistema acelerador que actúa sobre el iniciador y permite la polimerización en un intervalo clínicamente aceptable (el dimetilamino etilmetacrilato DMAEM, el etil-4-dimetilaminobenzoato EDMAB o el N,N-cianoetilmetilanilina CEMA). Las resinas compuestas también poseen un sistema de estabilizadores o inhibidores, como el éter monometílico de hidroquinona, para maximizar la durabilidad del producto durante el almacenamiento antes de la polimerización y su estabilidad química tras la misma; por último, los absorbentes de la luz ultravioleta por debajo de los 350 nm, como la 2- hidroximetoxibenzofenona, para proveer estabilidad del color y eliminar sus efectos sobre los compuestos amínicos del sistema iniciador capaces de generar decoloraciones a medio o largo plazo¹⁹.

En la matriz inorgánica, existe una gran variedad de partículas de relleno empleadas en función de su composición química, morfología y dimensiones, destacando de forma mayoritaria el dióxido de silicio, así como los borosilicatos y aluminosilicatos de litio. Muchos composites reemplazan parcialmente el cuarzo por partículas de metales pesados, como el bario, estroncio, zinc, aluminio o zirconio, que son radiopacos. En la actualidad se buscan materiales, como el metafosfato de calcio, que tengan una dureza menor que los vidrios de modo que sean menos abrasivos con el diente antagonista¹⁹.

Los agentes de enlace o acople, cumplen la función de unir la partícula inorgánica a la matriz orgánica. Son compuestos órgano silánicos, moléculas con duplicidad reactiva, por una parte con el BIS-GMA y, por otra con la sílice que contiene el relleno inorgánico que forma la partícula. El primero utilizado fue el vinil silano, que por su baja reactividad ha sido cambiado, en la actualidad, por gamma 3 (metacriloxi) propiltrimetoxisilano²⁶.

Cualquiera sea la composición o uso que pueda tener una resina compuesta, requiere para su polimerización de un iniciador de ella, que es el peróxido de benzoilo. Este iniciador, debe a su vez, ser activado en su producción de radicales libres que abran los dobles enlaces de una resina compuesta (diacrilatos o metil metacrilatos). Para ello se pueden utilizar agentes físicos como el calor; agentes químicos como una amina terciaria, la dimetil paratoluidina, o el ácido sulfínico; o fotoquímicos, en donde un elemento fotosensible es activado por una determinada longitud de onda²⁷.

2.2 Clasificación según tamaño y distribución de las partículas de relleno:

Categoría	Tamaño medio (µm)	Características e Indicaciones
Macrorelleno	8 a 20 µm	<p>Primeras en desarrollarse y se han modificado en el tiempo. Partículas de relleno eran grandes y estaban rodeadas de cantidades apreciables de la matriz de resina. Poseían rugosidad en la superficie como resultado de la abrasión selectiva de la matriz alrededor de las partículas de relleno. Pulido deficiente, tendían a pigmentarse²⁸.</p> <p>La textura superficial pobre es probablemente la razón de su desempeño clínico inferior en la región posterior, al encontrarse bajo tensiones oclusales²⁹.</p>

Microparticuladas	0,04 y 0,05 μm	Deben ser utilizadas en regiones donde la estética es primordial (zona anterior), proporcionan en su acabado final brillo superficial presentando un alto grado de estética en la restauración. Debido a las bajas propiedades mecánicas y físicas, no deben ser empleadas en dientes posteriores ³⁰ .
Partículas pequeñas	1 -8 μm	Poseen excelentes propiedades mecánicas, aunque no alcanzan la lisura superficial de las resinas microparticuladas o las híbridas. Estas resinas dejaron de utilizarse ²⁸ .
Híbridos	1- 8 μm y micropartículas de 0,04 a 0,05 μm	Presentan variedad de colores y capacidad de mimetización con la estructura dental, menor contracción de polimerización, baja absorción de agua, excelentes características de pulido y texturización, abrasión y desgaste muy similar al experimentado por las estructuras dentarias, coeficiente de expansión térmica similar a la del diente, fórmulas de uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia ³¹ .
Microhíbridos	0,4 μm a 1,0 μm	Son considerados composite universales ya que pueden ser utilizados para la mayoría de las restauraciones, tanto en dientes anteriores como posteriores por sus excelentes propiedades mecánicas, pulido y propiedades estéticas a largo plazo ²¹ .

Nanoparticulados	0,005 a 0,07µm	Son resinas de uso universal, poseen excelentes propiedades mecánicas y lisura superficial, ofrecen alta translucidez, pulido superior de alta durabilidad, pudiendo ser empleadas tanto en dientes anteriores como posteriores ³⁰ .
------------------	----------------	---

TABLA I: Clasificación de resinas compuestas según tamaño y distribución de partícula de relleno

2.3 Clasificación según el tipo de restauración definitiva

2.3.1 Resina compuesta directa

Resina compuesta que el profesional realiza directamente en el paciente con materiales que coloca en estado plástico sobre preparaciones específicas, y luego, por algún mecanismo, procedimiento o reacción, adquieren la dureza necesaria para cumplir con su objetivo restaurador ³².

2.3.2 Resina compuesta indirecta:

Resina compuesta realizada en laboratorio, permiten lograr correctos contornos y contactos interproximales, mayor grado de conversión de polimerización, menor grado de contracción de polimerización, mayor resistencia flexural, estabilidad cromática, mejor integridad marginal y menor sensibilidad post operatoria ³². Según un estudio de meta-análisis Da Veiga y cols. (2016), indicaron que no hay una diferencia estadísticamente significativa en la tasa de fracaso de los compuestos de resina directa frente a los compuestos de resina indirecta³³.

2.4 Resinas InJoy

In:Joy es un composite fotopolimerizable, para recubrimientos estéticos y de alta calidad, que se puede polimerizar en numerosas lámparas de polimerización. Apto para producir recubrimientos estéticos de alta calidad sobre estructuras metálicas y no metálicas. Posee excelentes propiedades físicas y permite una reproducción exacta del color, incluso en condiciones de espacio desfavorables³⁴.

En las indicaciones podemos encontrar: Inlays, onlays y carillas, coronas sin estructura metálica en dientes anteriores y posteriores, recubrimiento de coronas y puentes con estructura metálica, coronas telescópicas y cónicas, y además supraestructuras de implantes. Sus componentes son 2,2' Dimetacrilato de etilendioxidietilo 25% -50% y Óxido de difenilo (2,4,6-trimetilbenzoico) fosfina en <1%. Presentan un módulo de elasticidad de 5.0Gpa, una resistencia a la flexión de 90 Mpa, una resistencia a la abrasión de 0.2 mm³ y solubilidad en agua de 1.0 µg/mm³ ³⁵.

Para la restauración in:joy, se recomienda que el espesor de capa no debe sobrepasar los 2 mm, y se debe realizar una polimerización intermedia. Según el

instructivo del fabricante, se indica la polimerización de dentina en 6 minutos en la unidad de polimerización por luz visible Triad 2000³⁴.

2.5 Protocolos de limpieza para resinas compuestas indirectas

A través de los años se han utilizado diferentes protocolos de limpieza pre-cementación para restauraciones indirectas de resina compuesta. Se ha estudiado el uso de Clorhexidina (CHX), Ácido ortofosfórico (AO), Lavadora Ultrasónica y Etanol, como métodos para eliminar los diferentes contaminantes que podrían afectar las superficies de las restauraciones. Se comprobó que el grabado ácido de muestras de resina compuesta con ácido fosfórico al 37% durante 20s no mejoró la unión del cemento de resina. Cuando se tomaron en cuenta las imágenes SEM, no hubo diferencias notables entre el grupo de control y el grupo grabado al ácido. Esto está de acuerdo con otros estudios previos que informaron que el ataque con ácido no es suficiente para producir resistencias de unión mejoradas a las superficies de resina compuesta indirecta^{3,10,36,37}. Por otra parte, la solución de clorhexidina es activa contra una amplia gama de microorganismos, ya que es bacteriostática en concentraciones bajas y bactericida en concentraciones más altas³⁸. A su vez, el uso de clorhexidina puede inhibir las metaloproteinasas de matriz (MMP), que pueden activarse mediante agentes de unión contemporáneos y fibras de colágeno autodegrada dentro de la capa híbrida de dentina, por lo que tiene efectos beneficiosos sobre la preservación de la fuerza de enlace de la dentina. A pesar de esto, la aplicación de solución de clorhexidina antes o después del ácido fosfórico no influyó en la fuerza de unión a la dentina; El grabado con gel de ácido fosfórico al 37%, asociado con clorhexidina al 2%, tuvo un efecto similar al del gel de ácido fosfórico convencional; Una concentración de clorhexidina al 0,12 y 2% presentó un comportamiento similar, sin efectos adversos en la resistencia de la unión⁶. En un estudio² donde se utilizaron bloques de resina compuesta a base de silorano no se pudieron encontrar diferencias significativas en la resistencia de unión entre el grupo de control sin tratamiento y el grupo donde se utilizó Etanol. Estudios anteriores no han encontrado mejores o peores valores de resistencia de unión cuando se usó una solución de Etanol en resinas compuestas^{39,40,41}. Por el contrario, cuando se aplicó Etanol en conjunto con silano después del arenado, se lograron valores de resistencia de unión más altos⁴⁰. Otro estudio que comparó diferentes tratamientos de superficie y protocolos de limpieza, concluyó que la aplicación de Etanol resultó ser el tratamiento de limpieza pre-cementación más efectivo para todos los tiempos de aplicación y con los distintos *primers* utilizados¹⁴. Otro procedimiento de limpieza común para restauraciones indirectas es la lavadora ultrasónica, en la cual la restauración es inmersa en agua destilada. Este protocolo ha sido utilizado en distintos estudios, donde se han expuestos a diferentes tiempos, 120 seg⁹, 3 minutos^{2,41}, 5 minutos^{18,42,43} y 10 minutos⁴⁴. En cerámicas, el baño ultrasónico fue bueno para eliminar la capa de residuos y producir una buena resistencia de unión^{9,45}. Un estudio que comparó tratamientos de superficie y protocolos de limpieza pre-cementación aplicó lavadora ultrasónica en tiempos de 5 seg, 15 seg y 30 seg. Este protocolo se comportó de manera estable en todos los tiempos y para todos los tratamientos de superficie, sin diferencias significativas entre los grupos¹⁴.

2.5.1 Etanol

Es un líquido claro, incoloro, volátil e inflamable. Su punto de fusión es -114°C y su punto de ebullición es de 78°C . Esta sustancia se ha utilizado para desinfectar la parte interna de las restauraciones compuestas indirectas, sin embargo, se ha apreciado que el almacenamiento en solución de etanol puede acelerar la degradación del material por difusión y ablandamiento de la resina porque tiene un parámetro de solubilidad similar al del BisGMA y, por lo tanto, da como resultado un ablandamiento máximo de la resina¹⁰. Si se utiliza solo como un limpiador superficial y no para inmersión, el etanol no influye en la fuerza adhesiva de las resinas compuestas indirectas a la estructura dental⁴⁰. Al utilizar el Etanol como un limpiador superficial, este mejora las capacidades de humectación de la superficie de la resina, es capaz de vaporizar y eliminan rápidamente las moléculas de agua de la superficie². El Etanol es un disolvente de material orgánico y promueve la limpieza de la superficie, lo que facilita la unión entre la resina compuesta y el cemento resinoso³⁹.

2.5.2 Lavadora Ultrasónica

Aparato que realiza una limpieza por ondas ultrasónicas se produce por el fenómeno de cavitación. En este sistema la energía eléctrica es transformada en ondas oscilatorias de alta frecuencia y se transmiten al líquido por transductores. Estas ondas crean burbujas muy pequeñas (ebullición en frío) que desprenden la suciedad de la superficie de los objetos⁴⁶.

Dentro de los usos odontológicos, se destaca en periodoncia, endodoncia y en operatoria dental. En esto último, ha sido utilizado como protocolo de limpieza, previo al protocolo de cementación, en conjunto con agua destilada en donde la restauración es inmersa en un baño ultrasónico por diferentes tiempos⁴⁷.

2.5.3 Pasta de limpieza universal

2.5.3.1 Ivoclean

Consiste en una suspensión alcalina de partículas de óxido de circonio, agua, polietilenglicol, hidróxido de sodio y otros aditivos. Debido al tamaño y la concentración de las partículas en el medio, es mucho más probable que los contaminantes de fosfato se adhieran a ellos que a la superficie de la restauración de cerámica. Ivoclean absorbe los contaminantes de fosfato como una esponja y, por lo tanto, deja una superficie limpia. Después de haber enjuagado la restauración con agua, debe acondicionarse nuevamente con primer (por ejemplo, Monobond N). Posteriormente, la restauración se puede cementar con adhesivo de acuerdo con las instrucciones de uso⁴⁸. Kim et.al. el 2015 hicieron un estudio probando la resistencia de unión adhesiva en zirconia contaminada con saliva utilizando Ivoclean, el cual arrojó como resultado que la resistencia de unión adhesiva era semejante respecto al grupo control, incluso después de haberla contaminado, lo que significó, que Ivoclean sí eliminó contaminantes de la superficie de zirconia¹⁷.

2.6 Tratamiento de superficie para las resinas compuestas indirectas de uso odontológico

2.6.1 Monómero de Fosfato

2.6.1.1 Monobond N

Es un primer universal compuesto por solución alcohólica de metacrilato de silano, metacrilato de ácido fosfórico y sulfuro metacrilato. Facilita la unión adhesiva entre cementos resinosos y todos los materiales utilizados para restauraciones indirectas (cerámicas de vidrio, cerámicas de óxido, metal, composites y composites reforzados con fibra). Sirve como agente adhesivo y su utilización proporciona una adhesión química duradera entre los cementos resinosos y las restauraciones de cerámicas de vidrio/cerámicas de óxido, metal, composite y composites reforzados con fibra. En restauraciones de composite, se debe aplicar una fina capa de Monobond N con pincel o Microbrush sobre las superficies pre-tratadas. Dejar al material reaccionar durante 60 segundos. A continuación, dispersar cualquier exceso remanente con una fuerte corriente de aire. Por último, aplicar el cemento resinoso (ej. Variolink Esthetic LC) de acuerdo con las correspondientes instrucciones de uso e insertar la restauración. Durante todo el procedimiento, debe evitarse absolutamente la contaminación con saliva, sangre o agua⁴⁹. Muñoz y cols. el 2017 utilizaron Monobond como tratamiento de superficie pre-cementación. La mayor ventaja de estos monómeros funcionales es el aumento de las fuerzas de enlace y la mejora de las propiedades físicas y químicas de los sistemas adhesivos^{50,51}, esto se ve reflejado en los valores de resistencia de unión adhesiva alcanzados en el tratamiento de limpieza pre-cementación con etanol, independiente del tiempo de aplicación, esto podría ser explicado ya que dentro de su composición química el etanol se encuentra como disolvente⁵², y participa en la reacción química que origina los monómeros funcionales^{53,54}. Además de su alta volatilidad⁵⁵, por lo que no interferiría en el proceso de adhesión.

2.7 ¿Qué es un cemento dental?

Sustancia que endurece y que sirve como base, recubrimiento cavitario, material de relleno o adhesivo para unir los dispositivos y prótesis con la estructura dentaria o con otros materiales⁵⁶.

2.8 Cementación adhesiva:

Son cementos que aportan adhesión por mecanismo de retención micromecánica en esmalte y por hibridación en dentina. Es el sistema de adhesión dentinaria más fuerte y eficiente, en comparación con otros tipos de cementos⁵⁷. Los cementos de resina están compuestos por dos fases distintas de material, la fase líquida o Matriz que es la parte del cemento que aporta sus propiedades adhesivas y que forma el entramado polimérico cuando polimeriza el material. La fase sólida o relleno que es el componente que aporta sus propiedades ópticas y mecánicas. El tipo y cantidad de relleno determinan, entre otras cosas, la densidad del cemento y el grosor de capa. La composición de los cementos de resina es muy similar a la de los

composite empleados para las obturaciones, pero más fluidos (variando el tipo, tamaño de partícula y cantidad de relleno inorgánico). La adhesión de los cementos de resina actúa por un mecanismo de unión micromecánica que es suficiente para lograr un buen sellado y para evitar sensibilidades postoperatorias⁵⁷.

2.8.1 Clasificación de los cementos de resina

2.8.1.1 Según el tamaño de sus partículas de relleno:

1. Cementos resinosos microparticulados: Presentan sus partículas inorgánicas de relleno en una dimensión promedio de 0,04um. y en una proporción aproximada de 50% en volumen.
2. Cementos resinosos microhíbridos: Constituyen la mayoría de los cementos resinosos que se encuentran en el mercado odontológico. El tamaño promedio de sus partículas inorgánicas de relleno oscila entre 0,04um y 15um, y su proporción aproximada alcanza 60 a 80% en volumen⁵⁷.

2.8.1.2 Según el sistema adhesivo que requieren:

1. Grabado total: el acondicionamiento con ácido fosfórico del esmalte y dentina, complementado por la aplicación sucesiva de un primer y un agente adhesivo.
2. Auto-acondicionadores: utiliza ácidos orgánicos, obteniendo su adhesión mediante la modificación de la superficie de los tejidos dentales que se logra al aplicar un primer ácido, seguida de la aplicación de un agente adhesivo.
3. Autoadhesivos: Sistemas de “un paso” en los que en una sola aplicación se emplea un adhesivo ácido autograbante⁵⁷.

2.8.1.3 Según Christensen (1993), se clasifican según su forma de polimerización en:

1. Autopolimerizables: Su presentación más usual es pasta-pasta de autocurado o polimerización química, que es iniciada en el momento de la mezcla entre el peróxido de benzoilo y 2% de amina terciaria aromática. Tienen como desventaja lo acotado de su tiempo de trabajo, alta probabilidad de decoloración en el tiempo, y también la posibilidad de incorporar burbujas de aire al realizar el espatulado. Esto puede implicar un material con propiedades disminuidas por la inhibición de la polimerización con oxígeno.
2. Fotopolimerizables: Sistemas monopasta de fácil manipulación y estables de color, pero solo factibles de utilizarse solo en restauraciones delgadas

y translúcidas; su curado es absolutamente dependiente de que les llegue suficiente cantidad de luz desde la unidad de fotoactivación para que actúe la canforquinona y 0,04% de amina terciaria alifática y se desencadene así la polimerización

3. **Duales:** También son sistemas pasta-pasta, pero que tienen ambas formas de iniciación de la polimerización: química y por luz. Son los indicados para el cementado de restauraciones en las que, por tipo y grosor de las mismas, no es predecible la cantidad de luz que pueda alcanzar las zonas más alejadas o profundas.
4. **Opcionales (Foto/duales):** Sistemas pasta-pasta, pero con la ventaja de que tienen el fotoiniciador en una de ellas, lo que significa que de utilizarse sola, funcionaría como un “sistema fotopolimerizable”, pero ofrecen la opción de que, si se combinan con la otra pasta que tiene el catalizador químico, se vuelven de polimerización dual. En ambos casos, presentan las mismas ventajas y desventajas ya mencionadas para los “fotopolimerizables” y para los “duales”⁵⁸.

2.9 Variolink Esthetic LC

Variolink Esthetic LC es un cemento de composite fotopolimerizable indicado para la cementación permanente de restauraciones de cerámica y composite.

El cemento Variolink Esthetic LC está compuesto por una matriz de monómero de dimetacrilato de uretano y otros monómeros de metacrilato, por rellenos inorgánicos de trifluoruro de iterbio y óxido mixtoesferoide. Además, presenta en su composición ingredientes adicionales, como iniciadores, estabilizadores y pigmentos.

Dentro de sus indicaciones encontramos la cementación adhesiva permanente de restauraciones de composite, cerámica vítrea de disilicato de litio y cerámica vítrea (inlays, onlays y carillas)⁵⁹.

2.10 Microcizallamiento

Esta prueba se implementó con el fin de investigar el funcionamiento de sistemas y técnicas adhesivas⁶⁰. Emplea la misma configuración del cizallamiento convencional, pero se trabaja con áreas reducidas de adhesión. En esta prueba, la unión es rota por una fuerza aplicada paralelamente a la interfase adhesiva. Para la realización de este ensayo, cuerpos en forma de cilindro con diámetro de 0,7 mm son unidos a un sustrato plano por medio de un adhesivo, para entonces ser aplicada una carga a través de un haz metálico, un pedazo de alambre de acero o matriz de acero acoplada a una máquina de ensayo universal, induciendo el rompimiento de la unión a través de una tensión de micro-cizallamiento. La relación entre área de unión y respectivo valor de resistencia adhesiva también es aplicada a la prueba de micro-cizallamiento, es decir, los valores aparentes de resistencia del área de unión tienden a ser mayores que los observados en los experimentos convencionales que emplean áreas adhesivas mayores. Por lo tanto, la reducción del área adhesiva no modifica la producción de tensiones en menor magnitud, lo

que generará un menor número de fracturas cohesivas de sustrato⁶¹. A pesar de todas las ventajas de la prueba de micro-cizallamiento, hay una falta de la estandarización metodológica entre los diferentes estudios⁶⁰.

2.11 Saliva

2.11.1 ¿Qué es la saliva?

La saliva se define como una secreción mixta producto de la mezcla de los fluidos provenientes de las glándulas salivales mayores, de las glándulas salivales menores y del fluido crevicular. La secreción diaria oscila entre 500 y 1500mL por día en un adulto, con un volumen medio en la boca de 1,1mL. Su producción está controlada por el sistema nervioso autónomo. En reposo, la secreción oscila entre 0,25mL/min y 0,35mL/min y procede sobre todo de las glándulas submandibulares y sublinguales. Ante estímulos sensitivos, eléctricos o mecánicos, el volumen puede llegar hasta 1,5mL/min. El mayor volumen salival se produce antes, durante y después de las comidas, alcanza su peak máximo alrededor del mediodía y disminuye de forma muy considerable por la noche, durante el sueño⁶².

2.11.2 Funciones de la saliva

Una de las principales funciones de las glándulas salivales es proporcionar un flujo continuo de saliva en la cavidad oral para mantener la mucosa oral en una condición húmeda de manera que es menos susceptible a la abrasión y para eliminar los microorganismos⁶³. La saliva tiene varias funciones dentro de las cuales se encuentra su capacidad buffer que consiste en contrarrestar los cambios de pH, es decir, ayuda a proteger los tejidos bucales contra la acción de los ácidos provenientes de la comida o del biofilm, por lo tanto, puede reducir el potencial cariogénico del ambiente⁶². La saliva participa en el mantenimiento de la integridad del diente, debido a que modifica el pH de la placa que rodea el esmalte, reduciendo la desmineralización, inhibiendo de este modo la progresión de la caries. La saliva también promueve el proceso de remineralización, la sobresaturación de minerales (calcio y fosfato) en la saliva es crítico para este proceso. La presencia de fluoruro en la saliva acelera la precipitación de cristales de fluorapatita, que es más resistente a la caries que la estructura original del diente (hidroxiapatita). La saliva tiene acción antibacteriana ya que contiene agentes inmunológicos y no inmunológicos para la protección de los tejidos orales. Estos agentes inmunológicos incluyen IgA secretora, IgG e IgM. Dentro de los agentes no inmunológicos se encuentran proteínas, mucinas, péptidos y enzimas. Las IgA actúan como anticuerpos salivales, cuya función es participar en la agregación bacteriana y prevenir su adhesión a los tejidos duros y blandos de la cavidad bucal⁶². Además, la saliva también es responsable de la digestión inicial del almidón que favorece la formación del bolo alimenticio⁶⁴.

2.11.3 Componentes de la saliva

La saliva es una solución muy diluida, compuesto por más de 99% de agua. La saliva también contiene inmunoglobulinas, glicoproteínas, enzimas (por ejemplo, amilasa), mucinas, productos nitrogenados, y una variedad de electrolitos⁶⁵. La concentración de los componentes orgánicos e inorgánicos disueltos presenta variaciones en cada individuo según las circunstancias como el flujo salival, el aporte de cada glándula salival, el ritmo circadiano, la dieta, la duración y naturaleza del estímulo, las cuales generan diferentes funciones dentro de nuestra cavidad oral, se mantiene una flora bacteriana controlada y un pH estable.

2.11.4 Componentes orgánicos

La concentración de proteínas en el fluido salival es alrededor de 200 mg/mL, lo cual representa cerca del 3% de la concentración de proteínas del plasma. Este porcentaje incluye enzimas, inmunoglobulinas, glicoproteínas y albúminas^{62,66}.

2.11.5 Componentes inorgánicos

Se encuentran en forma iónica y no iónica. Se comportan como electrolitos, los más importantes son: sodio, potasio, calcio, cloruro, flúor y bicarbonato; estos contribuyen con la osmolaridad de la saliva, la cual es la mitad de la del plasma, por lo tanto, la saliva es hipotónica con respecto al plasma⁶².

2.11.6 Proteínas Salivales

Juegan un rol muy importante en la dinámica de la cavidad bucal puesto que se les atribuyen propiedades antimicrobianas y antifúngicas, participan en la lubricación y mantenimiento de la integridad de la mucosa, contribuyen a aumentar la capacidad buffer y promueven la remineralización, además de participar en los procesos fisiológicos de deglución, digestión, fonación y gusto. Las proteínas también intervienen en un gran número de procesos biológicos, como el soporte celular, la tensión y la flexibilidad de los tejidos, la respuesta inmune y las reacciones enzimáticas. Su especificidad en sus funciones biológicas varía de acuerdo al tipo de moléculas presentes en ella, dentro de éstas están las glucoproteínas ricas en prolina y albúmina encargadas de dar protección, las fosfoproteínas, tirosina, cistatina S, PRP's aniónicas, histatinas neutras que regulan el mantenimiento de la integridad dental, las mucinas y cistatinas, que mantienen la integridad de las mucosas, el factor de crecimiento epidérmico, encargado de la reparación de los tejidos blandos, los bicarbonatos, fosfatos, péptidos ricos en histidina, aminoácidos que regulan el mantenimiento del pH y las responsables de la actividad antimicrobiana, como la IgA secretora, las mucinas, la lisozima, las glucoproteínas básicas, la lactoferrina, la peroxidasa y las histatinas⁶².

Las enzimas salivales se originan a partir de glándulas salivales menores y mayores, los tejidos orales, microorganismos orales, respuestas inflamatorias y

sustancias ingeridas. Los niveles y tipos de enzimas puede variar entre individuos y se clasifican en cinco grandes grupos: Carbohidrasas; esterasas; Transferencia de enzimas; Enzimas proteolíticas; otras enzimas⁶⁷. Una de ellas es la enzima lipasa que se secreta en las glándulas de von Ebner. La lipasa al ser hidrofóbica, puede introducir glóbulos de grasa donde descompone los ácidos grasos.

Las esterasas se derivan de muchas fuentes biológicas diferentes, incluidas las glándulas salivales, las respuestas inflamatorias, los microorganismos y las células fagocíticas mononucleares, como los macrófagos y los monocitos, que se encuentran comúnmente en los tejidos gingivales normales e inflamados⁶⁷. Las Colinesterasas (ChE) son un grupo de esterasas que se encuentran en toda la saliva y su actividad es para hidrolizar ésteres de colina. Hay dos tipos principales en los seres humanos: la acetilcolinesterasa (ACE), que es altamente específico a la acetilcolina y pseudocolinesterasa (PCE).

2.11.7 Efecto de la Saliva Humana en la Adhesión

Varios estudios ^{68,69,70,71}, han demostrado que la contaminación con saliva después de la polimerización de la capa de adhesivo presentó un efecto perjudicial sobre la resistencia de la unión a la dentina. Esto podría explicarse por la adsorción de las glicoproteínas en la superficie adhesiva pobremente polimerizada, inhibiendo oxígeno, comprometiendo la polimerización entre el material adhesivo y la resina compuesta^{68,72}. Perdigão et al.⁷³, sugirió que las glicoproteínas salivales se adsorben a la estructura adhesiva polimerizada y forman una barrera que impide una co-polimerización adecuada del incremento de resina compuesta. Esto afecta la calidad de la unión, lo que lleva a la microfiltración entre el compuesto de resina y la estructura dental. Esto puede resultar en la pérdida de la restauración, caries recurrentes, sensibilidad y decoloración postoperatorias. Se ha informado que el exceso de la saliva causa mojado excesivo de las superficies de dentina y la reducción de la fuerza de unión de los adhesivos de dentina. También se ha demostrado que las macromoléculas de alto peso molecular en la saliva pueden difundirse en los túbulos dentinarios. Estas macromoléculas pueden competir con monómeros hidrófilos durante el proceso de hibridación, reduciendo la resistencia de la unión adhesiva⁶⁸.

La aplicación de múltiples etapas en la utilización de cementos de resina puede aumentar el riesgo de contaminación de saliva durante los procedimientos de cementación cuando el control de la humedad es insuficiente. El rendimiento del cemento de resina depende de la calidad de la hibridación de la dentina y del grado de polimerización del adhesivo y del cemento en la interfaz adhesiva. En un estudio de Chung & cols, demostraron que la contaminación con saliva disminuyó la resistencia de la unión de dos cementos de resina a la dentina y el efecto de diferentes tipos de métodos de descontaminación⁶⁸.

2.11.8 Acción de la Saliva Humana en la Resina Compuesta

Desde la década de 1990, muchos estudios^{74,75,76,77,78}, han confirmado que la saliva contiene enzimas que pueden hidrolizar y romper enlaces éster que se encuentran en las resinas compuestas. Las esterasas son la clase de enzimas más ampliamente estudiada contra la degradación de las resinas compuestas. Desde la década de 1990, se han usado muchas esterasas modelo para evaluar la degradación de los compuestos de resina. Varios de estos modelos de esterasa ahora se utilizan para investigar la estabilidad de las nuevas tecnologías de resina⁷⁹. Las Colinesterasas (ChE) consisten en un grupo de esterasas que hidrolizan ésteres de colina a una velocidad más alta que lo hacen otros ésteres⁸⁰. En los seres humanos, existen dos tipos principales de ChE: la colinesterasa (CE) y pseudocolinesterasa (PCE)⁸¹. La colinesterasa (CE) es una de las enzimas producidas por macrófagos maduros durante la inflamación aguda y puede ser utilizado como una enzima modelo para la biodegradación de resinas compuestas con alguna relevancia para condiciones in vivo⁸². La Pseudocolinesterasa (PCE) se ha demostrado que tiene una actividad degradativa fuerte hacia el monómero TEGDMA y para reducir la microdureza de los materiales compuestos de restauración dental, en comparación con un control. Jaffer et al⁷⁴, demostraron que la saliva humana degrada las resinas compuestas comerciales Filtek Z250 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) y Spectrum TPH (LD Caulk, Milford, Del., EE. UU.), que contienen BisGMA, TEGDMA y BisGMA12 modificado con uretano.

Como se ha demostrado por estudios anteriores, la contaminación de la superficie del diente antes o durante los procedimientos de cementación adhesiva puede dar lugar a disminución de la calidad del enlace de unión, que puede resultar en la microfiltración o la pérdida de material de restauración. La contaminación por saliva, sangre y el líquido crevicular gingival es un problema clínico importante encontrado durante el tratamiento restaurador dental, debido a que esto puede llevar al fracaso del tratamiento⁸³.

CAPÍTULO III: **OBJETIVOS**

3.1 Objetivo general:

Comparar el efecto de diferentes protocolos de limpieza pre-cementación, sobre la resistencia de unión adhesiva (MPa) en restauraciones de resina compuesta indirecta contaminadas con saliva.

3.2 Objetivos específicos:

1. Comparar la resistencia de unión adhesiva al micro-cizallamiento (MPa) de restauraciones de resina compuesta indirecta contaminadas con saliva, sometidas a diferentes protocolos de limpieza pre cementación (solución de hidróxido de sodio, lavadora ultrasónica y Etanol).
2. Comparar la resistencia de unión adhesiva al micro-cizallamiento (MPa) de restauraciones de resina compuesta indirecta contaminadas con saliva, sometidas a diferentes tiempo de aplicación (5, 20, 30 segundos, 3 minutos) de protocolos de limpieza pre cementación (solución de hidróxido de sodio; lavadora ultrasónica; Etanol 96°).
3. Determinar la influencia de la contaminación con saliva sobre la resistencia de unión adhesiva al micro-cizallamiento (MPa) de restauraciones de resina compuesta indirecta, sometidas a diferentes protocolos de limpieza pre cementación (solución de hidróxido de sodio; lavadora ultrasónica; Etanol 96°) y a diferentes tiempos de aplicación (5, 20, 30 segundos, 3 minutos).

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 Diseño de Estudio: Estudio cuantitativo, experimental *in vitro*.

Cuantitativo: los resultados se evaluarán en forma de magnitudes numéricas de modo de poder comparar dos o más variables de naturaleza numérica.

Experimental *in vitro*: El investigador controlará la exposición. Todos los estudios experimentales son analíticos, es decir, buscan comprobar una hipótesis de correlación o causalidad y son longitudinales.

4.2 Tipo de Muestra:

No probabilística, debido a que los cuerpos de prueba serán seleccionados por el operador para la aplicación de cada protocolo de forma predeterminada por una lista aleatorizada simple, la cual definirá qué tratamiento será aplicado en cada grupo, esto será ciego para el operador que traccione las muestras.

4.2.1 Selección de la Muestra:

Para el cálculo de muestra se consideraron protocolos disponibles en la literatura en relación a los grupos control seleccionando el valor promedio (30 MPa) y desviación estándar (10,5) de la resistencia de unión. De esta forma se propone una magnitud de efecto (20 MPa) para los grupos experimentales, los cuales indican utilizar un total de 5 cuerpos de prueba mínimo por grupo ($n=5$), valor obtenido a través de un test de cálculo de superioridad, considerando un nivel de significancia de 5% y una potencia de 80%¹⁴.

Basados en la literatura (Perdigao y cols, 2014)⁸⁴ fueron necesarios 5 cuerpos de prueba por grupo para observar una magnitud del efecto detectable entre el grupo control y los experimentales con una potencia de 80% y nivel de significancia de 5% (alfa). Los materiales utilizados presentan una alta homocedasticidad y la técnica de evaluación utilizada una alta sensibilidad.

Se utilizó las siguientes fórmulas:

$$n = f\left(\frac{\alpha}{2}, \beta\right) \times 2 \times \frac{\sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$
$$f(\alpha, \beta) = [\Phi - 1(\alpha) + \Phi - 1(\beta)]^2$$

Donde μ_1 y μ_2 son el *outcome* del control y del grupo experimental respectivamente y σ es la desviación estándar (10,5), $\Phi-1$ es la función de distribución acumulativa de una desviación normal estandarizada. Ajustes por cruce basados en la fórmula:

$$n_{adj} = \frac{n \times 10,000}{(100 - c1 - c2)^2}$$

Donde c1 and c2 son los porcentajes de cruce en el control y el grupo experimental respectivamente.

Por lo anterior, es que al tener una resina compuesta que fue sometida a tres protocolos de limpieza pre-cementación con tres tiempos de aplicación (en segundos), nos da un total de 22 grupos, con una muestra total de 110 cuerpos de prueba. Esto queda resumido en la Tabla II, la cual contiene todas las variables del estudio: tratamientos de limpieza (vertical) y diferentes tiempos (horizontal).

	SIN CONTAMINACIÓN				CON CONTAMINACIÓN			
Tto. Limpieza/ T° (seg)	5"	20"	30"	180"	5'	20"	30"	180"
U	U5" SC	U20" SC	U30" SC	U180" SC	U5" CC	U20" CC	U30" CC	U180' CC
E	E5" SC	E20" SC	E30" SC		E5" CC	E20" CC	E30" CC	
PL	PL5" SC	PL20" SC	PL30" SC		PL5" CC	PL20" CC	PL30" CC	
C	NEGATIVO				POSITIVO			

TABLA II. Matriz experimental de Protocolos de limpieza pre-cementación, tiempos de aplicación y grado de contaminación.

U: Ultrasonido, E: Etanol, PL: Pasta de Limpieza; C:Control.

La totalidad de los cuerpos de prueba (110) se dividieron en cuatro grupos, según el tiempo de aplicación del tratamiento de limpieza, dentro de éstos hay 3 subgrupos (5 cuerpos en cada uno), donde se les asignó (a través de la lista aleatorizada previamente) a qué tratamiento de limpieza fueron sometidos. El grupo control negativo no fue sometido ni a tratamiento de limpieza ni a contaminación, mientras que el grupo control positivo no fue sometido a tratamiento de limpieza, pero sí a contaminación.

4.3 Hipótesis de investigación

- Los diferentes protocolos de limpieza pre cementación (pasta de limpieza; lavadora ultrasónica; Etanol 96°), no influyen en la resistencia de unión adhesiva al micro-cizallamiento (MPa) de restauraciones de resina compuesta indirecta.
- Los diferentes tiempos de aplicación (5, 20, 30 segundos) de los protocolos de limpieza pre cementación (pasta de limpieza; lavadora ultrasónica; Etanol 96°), no influyen la resistencia de unión adhesiva al micro-cizallamiento (MPa) de restauraciones de resina compuesta indirecta.
- La contaminación con saliva no influye en la resistencia de unión adhesiva al micro-cizallamiento (MPa) de restauraciones de resina compuesta indirecta, sometidas a diferentes protocolos de limpieza pre cementación (pasta de limpieza; lavadora ultrasónica; Etanol 96°) y diferentes tiempos de aplicación (5, 20, 30 segundos).

4.4 Variables

Las variables independientes estudiadas fueron el protocolo de limpieza pre-cementación, el tiempo de aplicación y la contaminación de las muestras, las cuales son consideradas como variables cualitativa nominal, cuantitativa continua y cualitativa nominal respectivamente.

La variable dependiente estudiada fue la resistencia de unión adhesiva, la cual es considerada como cuantitativa continua.

4.4.1 Variables Independientes

4.4.1.1 Tipo de protocolo de limpieza pre-cementación: (cualitativa, nominal)

- **Definición Conceptual:** Modificación de la superficie de resina, mediante compuestos químico o procesos físicos, con el propósito de mejorar la unión entre ésta y el cemento de resina.
- **Definición Operacional:** Será el protocolo de limpieza pre-cementación en el cual se aplicarán los siguientes materiales en los tiempos 5, 20 y 30 segundos.
- **Agua/Ultrasonido (U):** Aplicación de agua destilada con ultrasonido sobre la superficie de la resina en los tiempos 5, 20 y 30 segundos. Se realizó también en 180 segundos, considerado en la literatura como tiempo *gold standard*.
- **Etanol (E):** Aplicación de etanol a una concentración 96° por medio de un microcepillo, el cual se frotó por 5, 20 y 30 segundos.

- **Pasta de limpieza (PL):** Aplicación de Ivoclean (Ivoclar Vivadent) sobre la superficie de la resina, en los tiempos 5, 20 y 30 segundos, y posterior enjuague con agua y se secado de la superficie de unión de la restauración con aire libre de aceites.

4.4.1.2 Tiempos de aplicación: (cuantitativa, continua).

- **Definición Conceptual:** Magnitud física fundamental, que puede ser medido utilizando un proceso periódico, entendiéndose como un proceso que se repite de manera idéntica e indefinidamente. La unidad de tiempo seleccionada es el segundo, definido como la 86.400 avas parte del día solar medio⁸⁵.

- **Definición Operacional:** Variación del tiempo en 5, 20 y 30 segundos en cada protocolo de tratamiento de limpieza.

4.4.1.3 Contaminación de las muestras: (cualitativa, nominal)

- **Definición Conceptual:** Aplicar agente contaminante, el cual puede tener efectos adversos en la longevidad de la restauración y puede llevar a sensibilidad, decoloración de los dientes y, finalmente, pérdida de la restauración.

- **Definición Operacional:** Sumergir las muestras en saliva por 60 segundos y enjuagar posteriormente con agua por 15 segundos.

4.4.2 Variables Dependientes:

4.4.2.1 Resistencia de unión (cuantitativa, continua):

- **Definición conceptual:** Es la fuerza que impide la separación de dos estructuras.

- **Definición operacional:** Valores obtenidos al someter los cuerpos de estudio, a una prueba bajo carga de cizallamiento constante, cuyo resultado en Newtons y su relación con el área transversal del cuerpo de prueba, permiten la obtención de la resistencia en Mega Pascal (MPa), utilizando la fórmula que posteriormente será descrita.

4.5 Forma de recolección de datos:

Una vez obtenidos los cuerpos de prueba se aplicó como técnica la prueba de micro-cizallamiento, prueba de carga constante en máquina de ensayo Microtensile OM 100 a una velocidad de ensayo de 0.5 mm/min hasta el punto de fractura. La carga se mide en Newton que en relación al área de contacto determina la resistencia al cizallamiento en MPa (Fuerza (F) por Área). Para lo anterior se realizó la estandarización de las tres operadoras mediante una prueba piloto de calibración en conformidad, aplicándose posteriormente el Índice de Lin.

$$F(\text{Newton}) = \frac{TBS(\text{MPa})}{\text{Área} (\text{mm}^2)}$$

Los datos obtenidos se ingresaron al programa Microsoft Excel, STATA 12 y Minitab 19 para hacer análisis estadístico.

4.6 Pertinencia de la técnica:

En cuanto a la pertinencia de la metodología, se escogió la realización de un estudio Experimental *in vitro* debido a que las pruebas *in vitro* han sido utilizadas para evaluar a los diferentes materiales dentales, con el fin de analizar sus propiedades e intentar correlacionar con su comportamiento clínico, presentando múltiples ventajas:

1. La rapidez de reunir los datos sobre un parámetro/propiedad específica.
2. La relativa facilidad de la metodología del test utilizado comúnmente.
3. La posibilidad (necesidad) de medir un parámetro específico, mientras se mantienen otras variables constantes.
4. Ser capaz de comparar directamente el desempeño de un material/técnica nueva y/o experimental con un Gold standard.
5. Ser capaz de probar simultáneamente muchos (dentro de ciertos límites) grupos experimentales, dentro de un mismo estudio.
6. Ser capaz de utilizar instrumentos/protocolos de bajo costo. En cuanto a la técnica utilizada - micro- cizallamiento- es pertinente debido a que usa la mayor cantidad de muestras a partir de un solo cuerpo, además de ser más confiable que su homólogo (macro- cizallamiento), siendo esta metodología la que puede probar mejor la interfase de unión^{14,86}.

4.7 Control de sesgo y limitaciones:

Una limitación del estudio es su naturaleza experimental *in vitro*, obteniéndose resultados en tiempo inmediato. Se debe considerar, además, que sólo fueron sometidos al estudio materiales dentales de marca comercial específicos, existiendo en el mercado una amplia gamma de ellos, con composición única.

El sesgo de medición podría haber surgido de un error en la recolección de datos al someterlo a prueba en la máquina Microtensile OM 100. Para controlarlo, el alambre de ortodoncia se posicionó lo más cercano a la interfase cemento/RCI para ejercer la fuerza de forma correcta.

El sesgo del instrumento se eliminó con la calibración por concordancia en conformidad de los operadores a través de un estudio piloto. Además, se tomaron varias muestras para eliminar algún resultado defectuoso.

4.8 Consideraciones de bioseguridad:

Se ingresó al laboratorio con guantes, mascarilla, delantal y lentes de protección; debido a que uno de los problemas que se podría tener es la manipulación del etanol y la solución de hidróxido de sodio, ya que este al contactar puede generar irritación al contactar con la piel o mucosas.

4.9 Materiales utilizados en este estudio:

Todos los materiales utilizados para la preparación de las muestras se describen en la siguiente tabla:

Material/ N°Lote	Fabricante	Composición y/o Descripción	Presentación
Resina In:Joy V32630	Dentsply	Triacrilato etoxilado de trimetilolpropano, óxido de difenil, fosfina	
Etanol Desnaturalizado	Reutter S.A.	Etanol desnaturalizado 96°	
Agua destilada	Productos Continental	Agua destilada	
Ivoclean	Ivoclar Vivadent	Solución de agua, hidróxido de sodio, óxido de zirconio, polietilenglicol, pigmentos	
Monobond N V33449	Ivoclar Vivadent	Etanol, éster de ácido fosfórico metacrilatado	

Variolink Esthetic LC Color Neutral	Ivoclar Vivadent	Dimetacrilato de Uretano, Decandioldimethacrilato. Relleno: Trifluoruro de iterbio, Óxido mixto esferoide.	
Lámpara fotocurado Bluephase N	Ivoclar Vivadent	Lámpara de polimerización LED, proporciona una intensidad de luz de 1.200 mW/cm ² y una longitud de onda de 385–515 nm.	
Máquina de microcizallamiento	Máquina de ensayo universal Microtensile OM 100	Genera microtracción, microshear, flexión tres puntos, flexión 4 puntos y microtracción con Jig Geraldeli 2. Cuenta con una capacidad de hasta 50 kgf (500 N).	
Sistema de Polimerización Triad 2000	Dentsply	Unidad de polimerización por luz visible con una fuente de luz halógena de tungsteno.	

Tabla III: Materiales utilizados para la preparación de las muestras.

4.10 Preparación de la muestra:

El estudio se inició con la calibración por conformidad de los 3 evaluadores. Para esto, hubo una preparación de aproximadamente 4 meses de práctica, en el que se utilizaron resinas compuestas, agente de enlace y cemento de resina. Cada evaluador pasó por 3 etapas de la experimentación: preparación de la superficie del

cuerpo de prueba; restauración propiamente tal y tracción de las muestras. El evaluador que adquirió mayor dominio de la etapa durante la práctica, fue el encargado de realizarla a la hora de la experimentación definitiva.

Se prepararon 110 cuerpos de RCI In:Joy los cuales fueron polimerizados en la unidad fotoactivadora Triad 2000 de Dentsply durante 6 minutos, los cuales fueron instalados dentro de cilindros de cloruro de polivinilo (PVC) de 11 mm de alto con un diámetro de 20 mm, fijados en compuesto de modelar.



Figuras I y II: Unidad fotoactivadora Triad 2000 (Dentsply), apagada y en funcionamiento respectivamente.
Figura III: Cuerpo de prueba fabricado con tubo de PVC, compuesto de modelar y resina compuesta indirecta In:Joy.

Los 110 cuerpos fueron distribuidos en 22 grupos ($n=5$) según las siguientes variables: contaminación con saliva (control negativo [SC] y control positivo [CC]); Protocolos de limpieza (Ultrasonido [U], Etanol 96° [E], Solución Hidróxido de Sodio [HS]) y Tiempos de aplicación (5, 20 y 30 segundos y 3 minutos).

Las superficies se regularizaron con una lija al agua 180 usando movimientos circulares en sentido horario durante 1 minuto, para luego ser lavados y secados con spray. A continuación, se marcó el perímetro de cada bloque de resina con lápiz grafito, posicionándose sobre éste una cinta doble-faz la cual se retiró, y dentro de la marca se realizaron orificios con perforador de goma. Las superficies se regularizaron con una lija al agua 600, usando movimientos circulares en sentido horario durante 1 minuto, para después ser lavados y secados con spray por 30 segundos.



Preparación de la superficie del cuerpo de prueba. Fig IV: Lijado inicial; Fig. V: Marca del perímetro de la superficie; Fig VI: Posicionamiento de cinta doble faz; Fig. VII: Perforación de cinta doble faz con perforador de goma dique; Fig. VIII Segundo lijado del cuerpo de prueba.

4.10.1 Contaminación de las muestras:

La saliva se obtuvo de un donante sin antecedentes sistémicos relevantes, sin enfermedad periodontal y caries activas, que se abstuvo de comer en las últimas 12 horas y de consumir líquidos en las últimas 2 horas, antes del procedimiento de recolección. Se pidió al donante recolectar saliva en la boca durante 5 minutos, evitando deglutir, luego permaneció sentado y con la cabeza inclinada hacia delante para expectorar en un tubo de centrifuga de 15 ml toda la saliva reunida.

Se contaminaron la mitad de las muestras, es decir, 11 grupos. Se sumergieron en saliva durante 60 segundos, después las muestras se enjuagaron con agua pulverizada durante 15 segundos y se secaron con chorro de aire por 15 segundos^{15,87}.

4.10.2 Protocolos de Limpieza:

Se realizarán los siguientes protocolos de limpieza:

1. **Grupo U (Limpieza Ultrasónica):** Limpieza ultrasónica durante 5, 20, 30 segundos y 3 min en agua destilada y secado con aire durante el mismo tiempo de aplicación¹⁶.



Fig. IX: Cuerpo de prueba en lavadora ultrasónica.

2. **Grupo E (Limpieza Etanol):** Limpieza con Etanol desnaturalizado al 96% por 5, 20 y 30 segundos, y secado con aire durante el mismo tiempo de aplicación¹⁷.



Fig. X: Aplicación de Etanol a cuerpo de prueba.

3. **Grupo PL (Pasta de limpieza):** La superficie se trató con Ivoclean (Ivoclar Vivadent), se aplicó el producto y se dejó reaccionar durante 5, 20 y 30 segundos luego se enjuagó con agua y se secó por el mismo tiempo de aplicación.



Fig XI y XII: Aplicación y lavado respectivamente de Pasta de Limpieza en el cuerpo de prueba.

4. **Grupo C (Control):** Grupo sin tratamiento de limpieza pre-cementación. A partir de este grupo, se generaron 2 subgrupos: control negativo (sin tratamiento de limpieza ni contaminación [SC]); y control positivo (sin tratamiento de limpieza con contaminación [CC]).

4.10.3 Cementación

Se posicionó la cinta doble-faz, adaptándola con un instrumento de punta roma posteriormente sobre cada orificio de la cinta, y se aplicó el tratamiento de superficie Monobond N durante 60 segundos con un microcepillo y se secó por 10 segundos. Se retiró la parte no adherente de la cinta doble faz y se posicionó sobre cada orificio, un cilindro de goma (tygon). La apertura de cada tygon coincidió con los orificios de la cinta. El posicionamiento se realizó en una lupa binocular OLYMPUS SZ60.

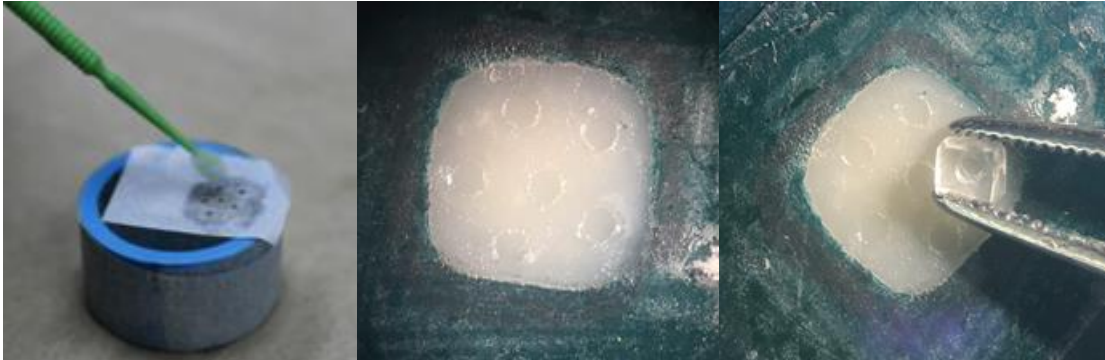


Fig. XIII: Aplicación de Monobond en orificios de cinta doble faz. Fig XIV: Cuerpo de prueba con orificios de cinta doble faz sin partes no adherentes. Fig. XV: Posicionamiento de tygons en orificios del cuerpo de prueba.

Finalmente, dentro de cada tygon, se aplicó cemento de resina Variolink Esthetic LC Neutral (Ivoclar Vivadent) hasta llenarlo por completo, para después ser fotoactivado con lámpara LED por 20 segundos (Bluephase N, Ivoclar Vivadent). Las muestras se guardaron por 24 hrs en agua destilada a 37°C en una estufa de cultivo.



Fig. XVI: Tygons posicionados en orificios de cuerpos de prueba. Fig XVII: Fotopolimerización de cemento de resina. Fig XVIII: Retiro de tygons con bisturí una vez fotopolimerizado.

4.10.4 Prueba de resistencia de unión al microcizallamiento:

Las muestras se testearon previo retiro de tygon, bajo carga de micro-cizallamiento constante en la máquina de ensayo universal Microtensile OM 100 a una velocidad de ensayo de 0,5 mm/min hasta el punto de fractura. Los resultados obtenidos en gramos (gr) se transformaron a Kilogramos (Kg). A continuación se calculó el valor

en Newton (N) para después utilizar la fórmula y obtener el resultado final en Megapascales (MPa).

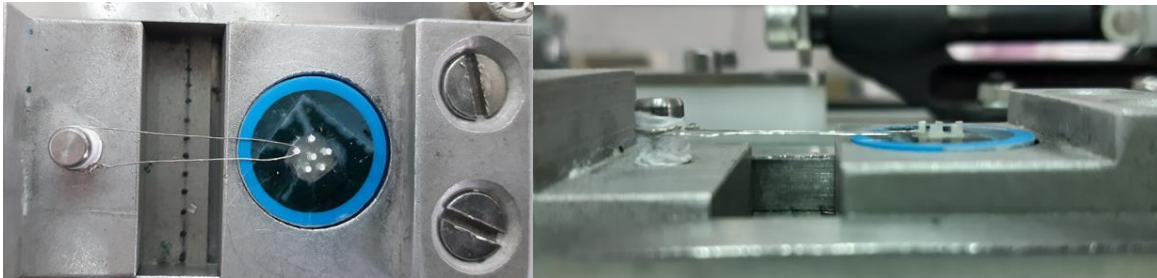


Fig XIX: Vista superior de cuerpo de prueba en máquina de microcizallamiento. Fig. XX: Vista lateral de cuerpo de prueba en máquina de microcizallamiento.

Luego de traccionados, los cuerpos de prueba fueron observados con la lupa binocular OLYMPUS SZ60 para determinar el modo de falla post prueba: adhesiva (falla entre el cuerpo de prueba y la resina In:Joy), cohesiva (falla dentro del cuerpo de prueba o dentro de la resina In:Joy) y mixta (se observa falla adhesiva y cohesiva en la resina In:Joy).

4.11 Análisis Estadístico:

4.11.1 Naturaleza de los datos

Previo a realizar el análisis estadístico de la investigación, se procedió a realizar una prueba estadística que contrasta si los datos de una variable proceden o no de una distribución normal. Para ello, se utilizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov para concluir que los grupos de trabajo presentaban comportamiento de distribución normal.

También se realizó a cada grupo de datos, un análisis de estadística descriptiva, donde se calculó el coeficiente de asimetría y curtosis, para corroborar que las muestras se encontraban en rangos teóricos de una muestra con distribución normal.

Se aplicó como estadística inferencial con un nivel de significancia de 95%, ANOVA de un factor para comparar los diferentes protocolos de limpieza pre-cementación y los tiempos para luego aplicar test de Tukey's post hoc para realizar el análisis de comparación múltiple. También, se aplicó prueba z para medias de dos grupos de muestras para comprobar si la tercera hipótesis de investigación se rechazaba o no.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

Para la resina compuesta indirecta [dimetacrilato de etilendioxidietilo y óxido de difenilo (2,4,6-trimetilbenzoico) fosfina - In:joy] los valores medios e intervalos de confianza de la resistencia de unión adhesiva (MPa) para los 5, 20, 30 segundos y controles, se encuentran en las tablas IV-VII y figuras XXI-XXXII.

Con respecto a los grupos sin contaminación, el protocolo de limpieza aplicado a los 5, 20 y 30 segundos que obtuvo los mejores resultados, fue el Etanol ($17,24 \pm 1,40$, $18,48 \pm 0,90$ y $20,17 \pm 0,95$ respectivamente). En cambio, el protocolo de limpieza aplicado tanto a los 5, 20 y 30 segundos que obtuvo los peores resultados, fueron los obtenidos por el Ultrasonido ($13,78 \pm 0,75$, $15,11 \pm 0,72$, $13,02 \pm 1,26$ respectivamente). Y por otro lado, los resultados a los 5, 20 y 30 segundos obtenidos por la Pasta de Limpieza, fueron $13,95 \pm 1,40$, $17,18 \pm 1,13$ y $19,51 \pm 1,3$ respectivamente.

El resultado más bajo en resistencia de unión adhesiva (MPa) en los grupos sin contaminación, considerando los tres tiempos de aplicación de los protocolos de limpieza, lo obtuvo el Ultrasonido a los 30 segundos. Por su parte el Etanol resultó ser el protocolo de limpieza más efectivo en los tres tiempos de aplicación. El mejor resultado fue Etanol a los 30 segundos ($20,17 \pm 0,95$) obteniendo una resistencia de unión adhesiva (MPa) mayor a su grupo control ($13,13 \pm 2,22$).

		SIN CONTAMINACIÓN		
TTO\Tiempo (seg)	5	20	30	
U	$13,78 \pm 0,75$ B,ab	$15,11 \pm 0,72$ B,a	$13,02 \pm 1,26$ B,b	
E	$17,24 \pm 1,40$ A,b	$18,48 \pm 0,90$ A,ab	$20,17 \pm 0,95$ A,a	
PL	$13,95 \pm 1,40$ B,c	$17,18 \pm 1,13$ A,b	$19,51 \pm 1,31$ A,a	
C	$13,13 \pm 2,22$			

Tabla IV Resumen de resultados respecto a la resistencia media e intervalos de confianza en diferentes protocolos sin contaminación a los 5, 20 y 30 segundos. U: Ultrasonido; E: Etanol; PL: Pasta de limpieza; C: Control.

Por otra parte, en los grupos contaminados con saliva, el protocolo de limpieza aplicado a los 5 segundos que mostró el resultado más alto en la resistencia de unión adhesiva (MPa) fue la Pasta de limpieza ($11,04 \pm 1,50$) y el resultado más bajo fue el Etanol ($8,95 \pm 1,46$). A los 20 segundos la Pasta de limpieza logró el resultado más alto ($12,93 \pm 1,00$), mientras que el resultado más bajo lo entregó el Ultrasonido ($10,23 \pm 0,89$). En el tiempo de 30 segundos, el valor más alto de resistencia se obtuvo con la Pasta de limpieza ($14,57 \pm 1,01$). Mientras que el resultado más bajo lo obtuvo el Ultrasonido ($10,14 \pm 1,15$) otorgando una baja resistencia de unión adhesiva (MPa).

Dentro de los grupos sometidos a contaminación con saliva, el grupo que mostró resultado más bajo fue el Etanol a los 5 segundos ($8,95 \pm 1,46$), el cual es menor al grupo control ($9,64 \pm 0,63$), mientras que el resultado más alto lo obtuvo la Pasta de limpieza a los 30 segundos ($14,57 \pm 1,01$).

	CON CONTAMINACIÓN		
TTO\Tiempo (seg)	5	20	30
U	$10,16 \pm 0,86$ A,a	$10,23 \pm 0,89$ B,a	$10,14 \pm 1,15$ B,a
E	$8,95 \pm 1,46$ A,c	$11,43 \pm 1,15$ AB,b	$13,48 \pm 0,77$ A,a
PL	$11,04 \pm 1,50$ A,b	$12,93 \pm 1,00$ A,ab	$14,57 \pm 1,01$ A,a
C	$9,64 \pm 0,63$		

Tabla V: Resumen de resultados respecto a la resistencia media e intervalos de confianza en diferentes protocolos con contaminación a los 5, 20 y 30 segundos. U: Ultrasonido; E:Etanol; PL: Pasta de limpieza; C: Control.

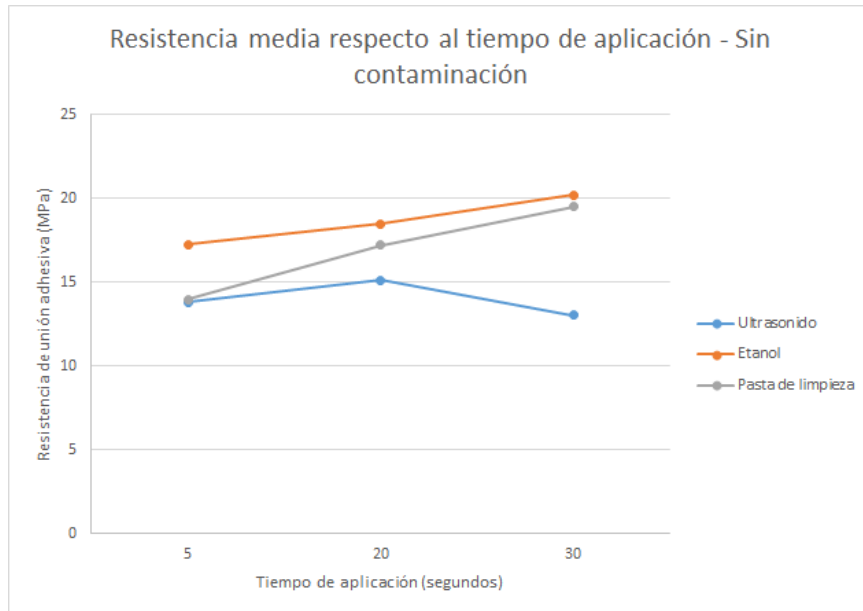


Figura XXI: Resistencia media de los protocolos de limpieza sin contaminación en los diferentes tiempos de aplicación (5, 20 y 30 segundos). Los mayores valores de resistencia media se encontraron en el Etanol y los peores en Ultrasonido. En el caso del Etanol y la Pasta de limpieza, existió un comportamiento ascendente, es decir, mientras mayor tiempo de aplicación, mayor resistencia de unión adhesiva, mientras que el ultrasonido tuvo comportamiento ascendente y descendente a medida que aumentaba el tiempo de aplicación.

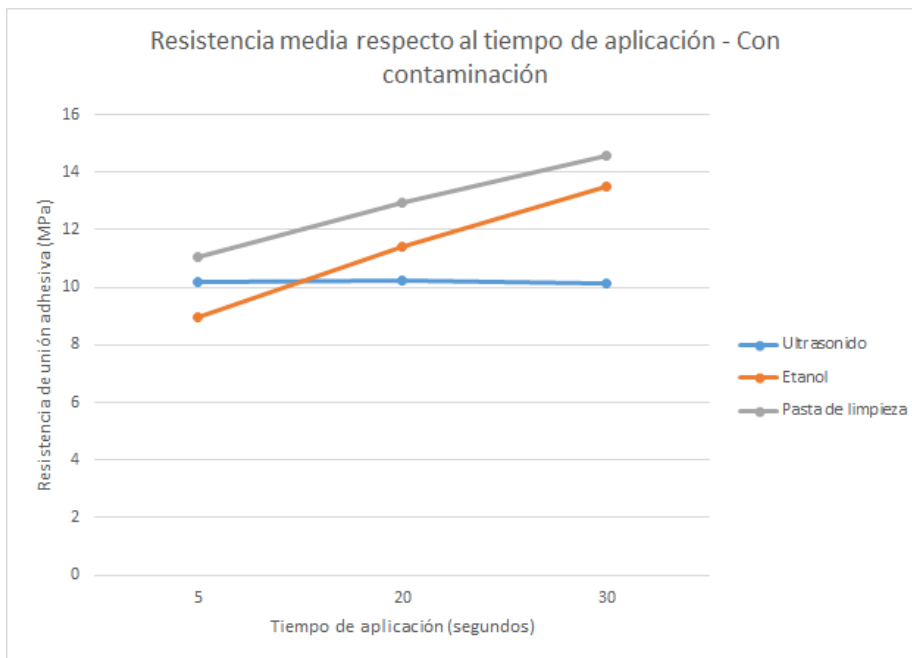


Figura XXII: Resistencia media de los protocolos de limpieza con contaminación en los diferentes tiempos de aplicación (5, 20 y 30 segundos). Los mayores valores de resistencia media se encontraron en la Pasta de limpieza y los peores en Ultrasonido. Tanto en la pasta de limpieza como en el Etanol, existió comportamiento ascendente, es decir, a mayor tiempo de aplicación, mayor resistencia de unión adhesiva, mientras que el Ultrasonido mantuvo un comportamiento constante en los distintos tiempos.

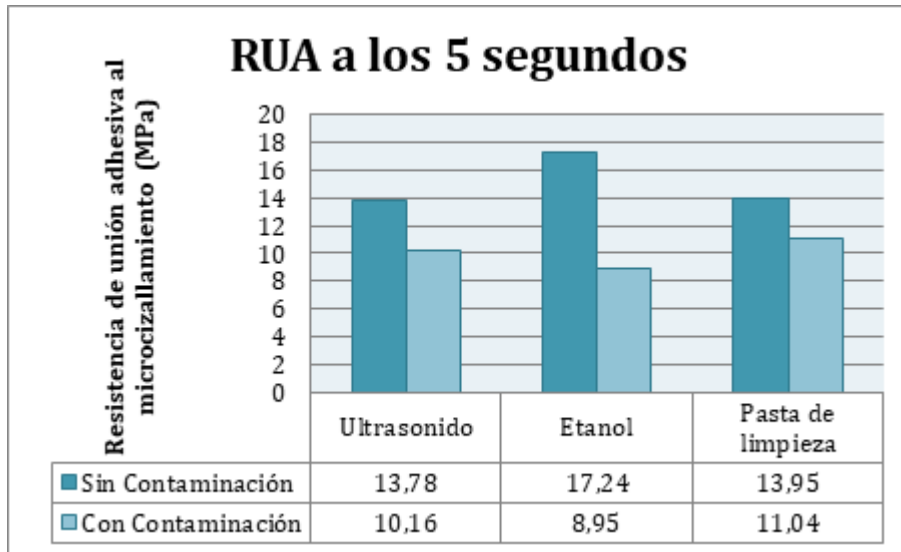


Figura XXIII: Resultados de los protocolos de limpieza/ contaminación de las muestras sobre la resistencia de unión (MPa) al micro-cizallamiento en 5 segundos.

El mejor protocolo de limpieza a los 5 segundos resultó ser Etanol sin contaminación ($17,24 \pm 1,40$ MPa), siendo estadísticamente significativo con el protocolo de Etanol con contaminación, que a la vez presentó la resistencia de unión más baja ($8,95 \pm 1,46$ MPa).

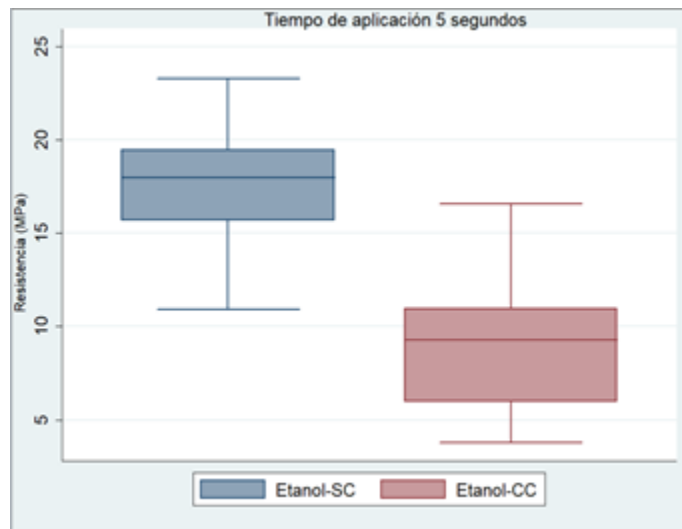


Figura XXIV: Resultados sobre la resistencia de unión al micro-cizallamiento en Megapascuales, utilizando protocolo de limpieza de Etanol a los 5 segundos y grado de contaminación. SC: Sin contaminación; CC: Con contaminación.

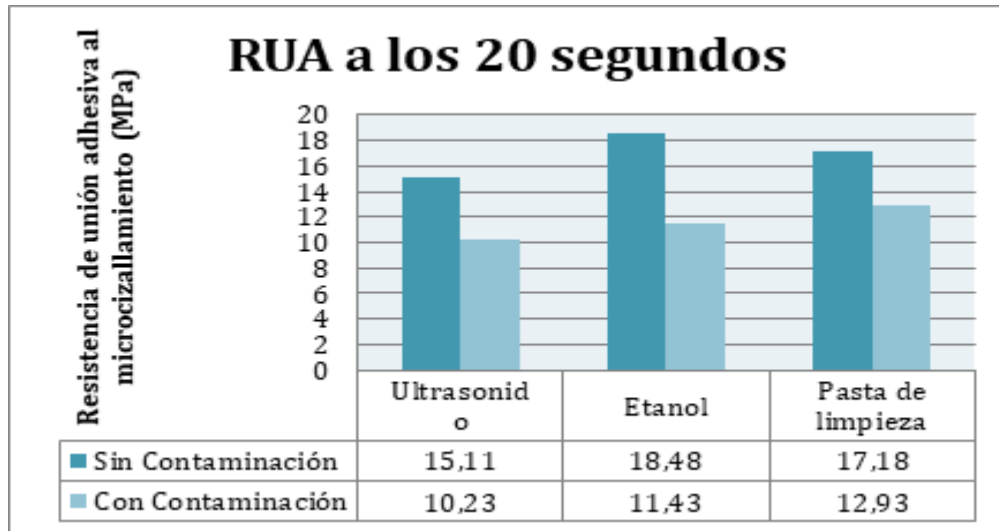


Figura XXV: Resultados de los protocolos de limpieza/ contaminación de las muestras sobre la resistencia de unión (MPa) al micro-cizallamiento en 20 segundos.

El mejor protocolo de limpieza a los 20 segundos resultó ser Etanol sin contaminación ($18,48 \pm 0,90$ MPa), siendo estadísticamente significativo con el protocolo de Etanol con contaminación.

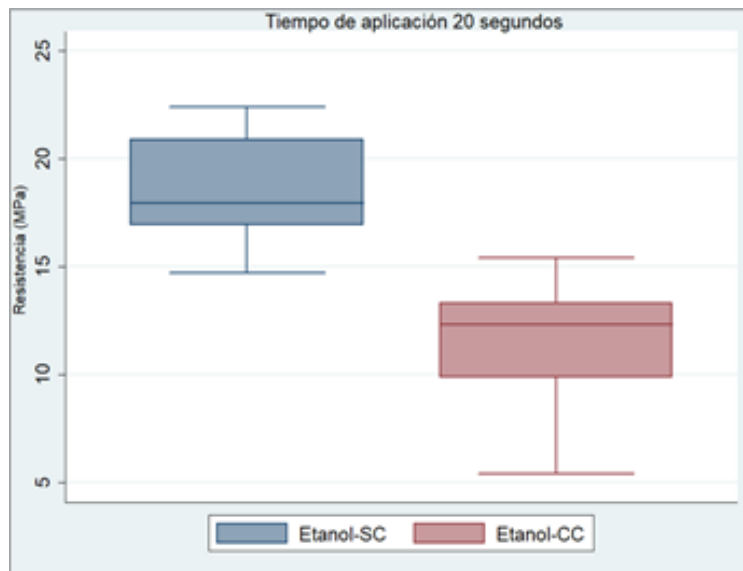


Figura XXVI: Resultados sobre la resistencia de unión al micro-cizallamiento en Megapascales, utilizando protocolo de limpieza de Etanol a los 20 segundos y grado de contaminación.

SC: Sin contaminación; CC: Con contaminación.

El peor resultado a los 20 segundos fue Ultrasonido con contaminación ($10,23 \pm 0,89$ MPa) con una diferencia estadísticamente significativa con el protocolo de Ultrasonido sin contaminación.

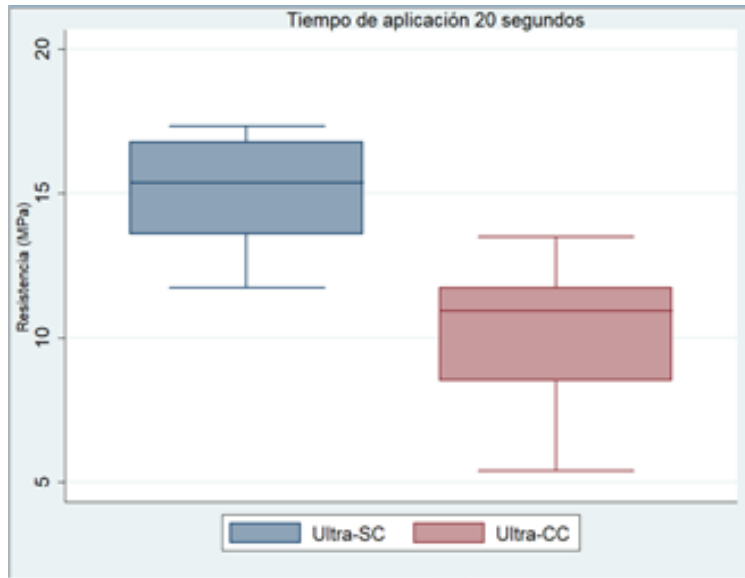


Figura XXVII: Resultados sobre la resistencia de unión al micro-cizallamiento en Megapascales, utilizando protocolo de limpieza de Ultrasonido a los 20 segundos y grado de contaminación. SC: Sin contaminación; CC: Con contaminación.

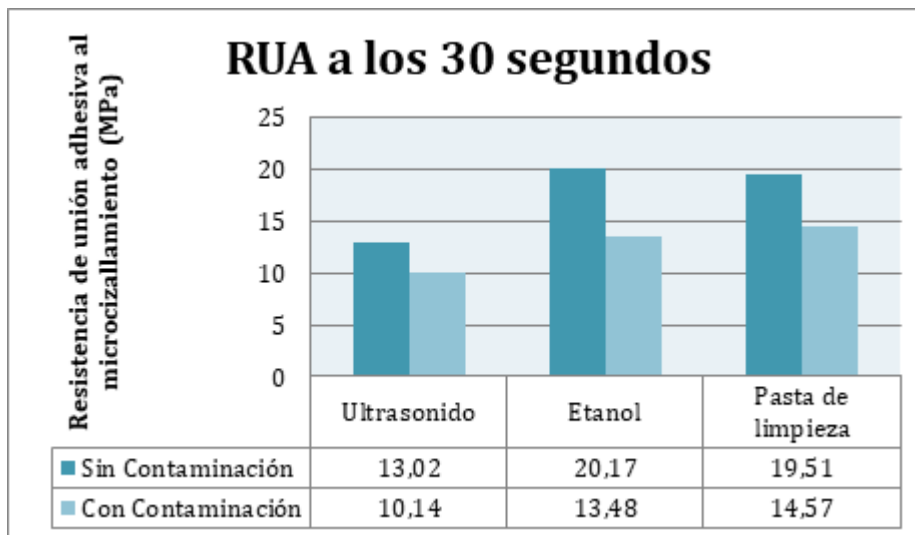


Figura XXVIII: Resultados de los protocolos de limpieza/ contaminación de las muestras sobre la resistencia de unión (MPa) al micro-cizallamiento en 30 segundos.

El mejor protocolo de limpieza a los 30 segundos resultó ser Etanol sin contaminación ($20,17 \pm 0,95$ MPa), siendo estadísticamente significativo con el protocolo de Etanol con contaminación.

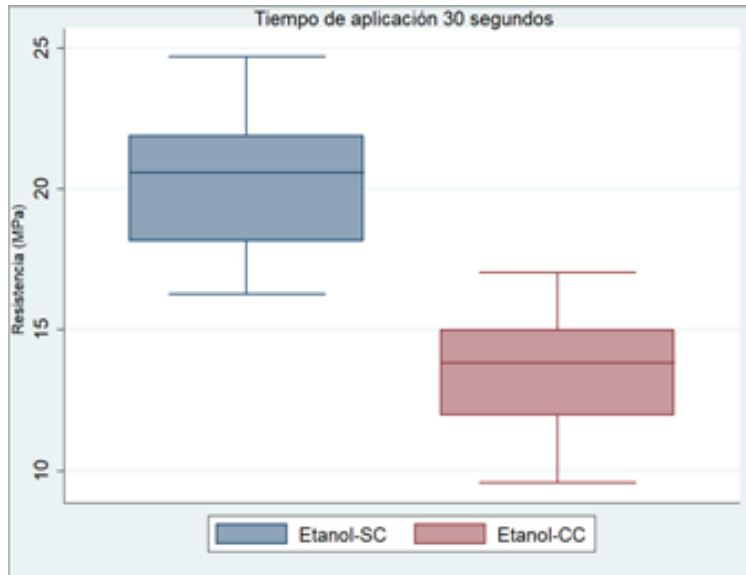


Figura XXIX: Resultados sobre la resistencia de unión al micro-cizallamiento en Megapascales, utilizando protocolo de limpieza de Etanol a los 30 segundos y grado de contaminación. SC: Sin contaminación; CC: Con contaminación.

El peor resultado a los 30 segundos fue Ultrasonido con contaminación (10,14±1,15 MPa) con una diferencia estadísticamente significativa con el protocolo de Ultrasonido sin contaminación.

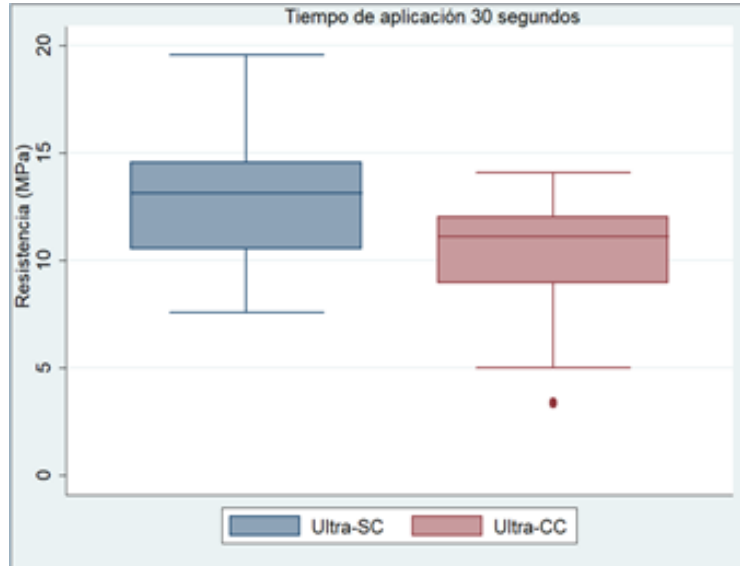


Figura XXX: Resultados sobre la resistencia de unión al micro-cizallamiento en Megapascales, utilizando protocolo de limpieza de Ultrasonido a los 30 segundos y grado de contaminación. SC: Sin contaminación; CC: Con contaminación.

Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente figura y tabla:

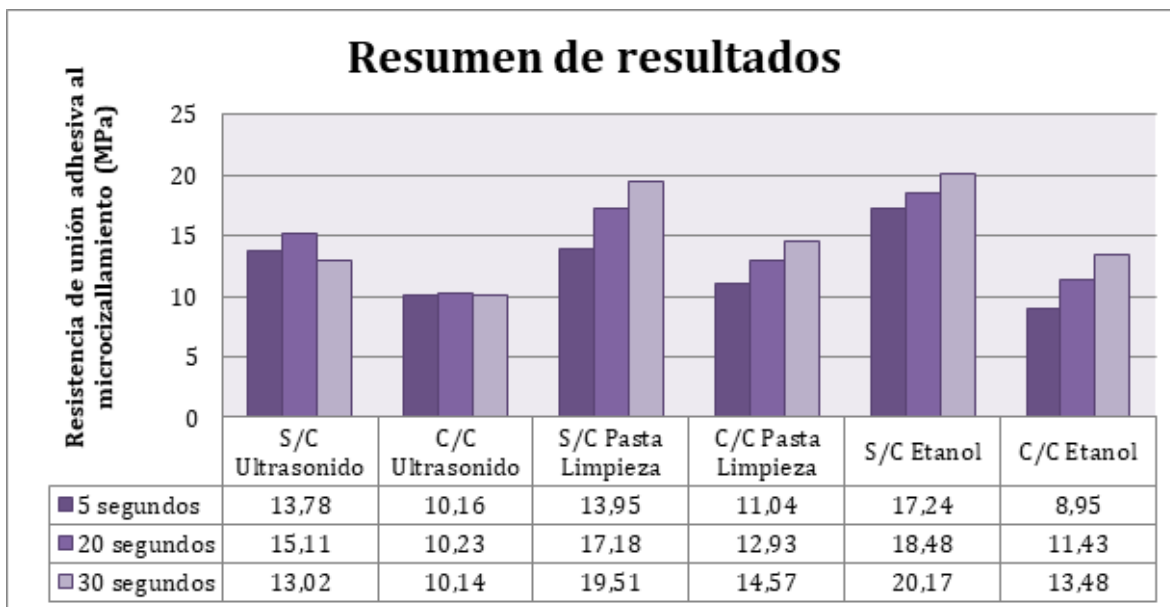


Figura XXXI: Resumen de resultados de los protocolos de limpieza/ contaminación de las muestras sobre la resistencia de unión (MPa) al micro-cizallamiento en resina compuesta indirecta (In:joy).

Los grupos contaminados presentaron valores menores de resistencia de unión adhesiva, en relación a los no contaminados, lo cual fue estadísticamente significativo ($P < 0.05$) en la mayoría de los protocolos de limpieza y tiempos (5", 20" y 30") a excepción del Ultrasonido, el cual no fue estadísticamente significativo entre sus tiempos ($P > 0.05$).

TTO\Tiempo (seg)	SIN CONTAMINACIÓN			CON CONTAMINACIÓN		
	5"	20"	30"	5"	20"	30"
U	13,78±0,75 B,ab	15,11±0,72 B,a	13,02±1,26 B,b	10,16±0,86 A,a	10,23±0,89 B,a	10,14±1,15 B,a
E	17,24±1,40 A,b	18,48±0,90 A,ab	20,17±0,95 A,a	8,95±1,46 A,c	11,43±1,15 AB,b	13,48±0,77 A,a
PL	13,95±1,40 B,c	17,18±1,13 A,b	19,51±1,31 A,a	11,04±1,50 A,b	12,93±1,00 A,ab	14,57±1,01 A,a
C	13,13±2,22			9,64±0,63		

Tabla VI: Resumen de resultados respecto a la resistencia media e intervalos de confianza en diferentes protocolos a los 5, 20 y 30 segundos y grado de contaminación. U: Ultrasonido; E:Etanol; PL: Pasta de limpieza; C: Control.

A partir de los resultados registrados anteriormente, se deben hacer las siguientes consideraciones: Las letras mayúsculas corresponden a la hipótesis 1, donde A v/s

A ó B v/s B son medias significativamente iguales; AB v/s A ó B son medias significativamente iguales; A v/s B son significativamente diferentes. Las letras minúsculas corresponden a la hipótesis 2, donde a v/s a ó b v/s b son medias significativamente iguales; ab v/s a ó b son medias significativamente iguales; a v/s b v/s c son medias significativamente diferentes.

Por lo tanto, respecto a los protocolos no contaminados se puede decir lo siguiente:

- A los 5 segundos, la media del ultrasonido es significativamente igual a la pasta de limpieza, pero ambos protocolos son significativamente diferentes al etanol.
- A los 20 segundos, la media del etanol y la pasta de limpieza son significativamente iguales, pero ambos son significativamente diferentes al ultrasonido.
- A los 30 segundos, la media del etanol y la pasta de limpieza son significativamente iguales, pero ambos son significativamente diferentes al ultrasonido.
- El ultrasonido a los 5 segundos, tiene media significativamente igual a si se realiza a los 20 o 30 segundos, pero media significativamente distinta entre los 20 y 30 segundos.
- El etanol a los 20 segundos tiene media significativamente igual a si se realiza a los 5 o 30 segundos, pero media significativamente distinta entre los 5 y 30 segundos.
- La pasta de limpieza tiene medias significativamente diferentes en sus 3 tiempos.

Por otra parte, respecto a los protocolos contaminados se puede decir lo siguiente:

- A los 5 segundos, las medias de los 3 protocolos fueron significativamente iguales.
- A los 20 segundos, la media del etanol es significativamente igual al ultrasonido y a la pasta de limpieza, pero la media del ultrasonido y de la pasta de limpieza son significativamente diferentes entre sí.
- A los 30 segundos, las medias del etanol y la pasta de limpieza son significativamente iguales, pero significativamente diferentes a la media del ultrasonido.
- El ultrasonido tiene medias significativamente iguales en sus 3 tiempos.
- El etanol tiene medias significativamente diferentes en sus 3 tiempos.
- La pasta de limpieza a los 20 segundos, tiene media significativamente igual a si se realiza a los 5 y 30 segundos, pero media significativamente distinta entre los 5 y 30 segundos.

Adicionalmente se realizó un protocolo de Ultrasonido con un tiempo de 180 segundos, debido a que dentro de la literatura este tiempo se utiliza como *gold standard*. (Hamano 2012, Kirmali 2014). El resultado se muestra en la tabla V, en la cual, se pudo registrar que no existió un aumento de la resistencia de unión en el protocolo de Ultrasonido a los 180 segundos, en comparación con otros tiempos [5, 20 y 30 segundos].

	SIN CONTAMINACIÓN	CON CONTAMINACIÓN
TTO\Tiempo (seg)	180	
U	11,92±0,94	9,93±0,71

Tabla VII: Resumen de resultados en relación a la resistencia media e intervalos de confianza en protocolo de Ultrasonido a los 180 segundos y grado de contaminación.
U: Ultrasonido.

Dentro del protocolo de Ultrasonido a los 180 segundos, se registró una resistencia de unión mayor en el Grupo No Contaminado que el Grupo Contaminado, como se logra representar en la figura XII.

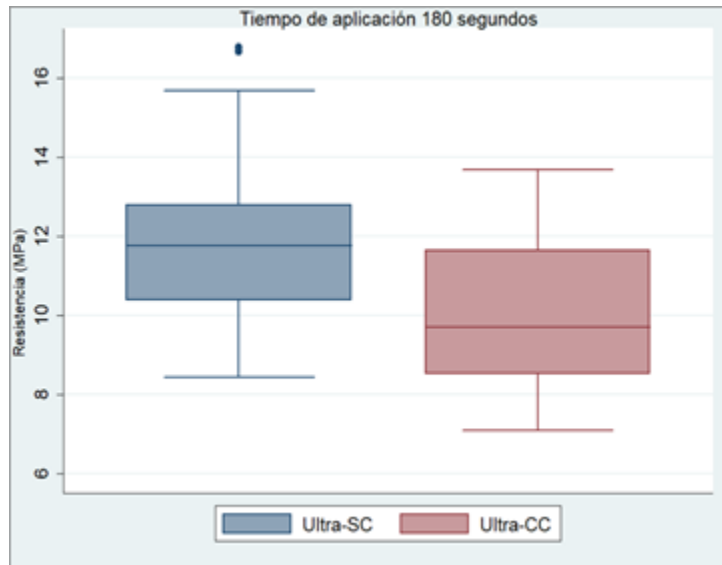


Figura XXXII: Resultados sobre la resistencia de unión al micro-cizallamiento en Megapascuales, utilizando protocolo de limpieza de Ultrasonido a los 180 segundos y grado de contaminación.
SC: Sin contaminación; CC: Con contaminación.

Las diferentes fallas que presentaron las muestras, se aprecian en la tabla VIII y figura XXXIII.

	Tipo de falla			Total
	A	M	C	
SC	31	81	138	250
CC	73	154	23	250
Total	104	235	161	500

Tabla VIII: Distribución total de fallas según contaminación
 A: Adhesiva; M: Mixta; C: Cohesiva; SC: Sin Contaminación; CC: Con Contaminación.

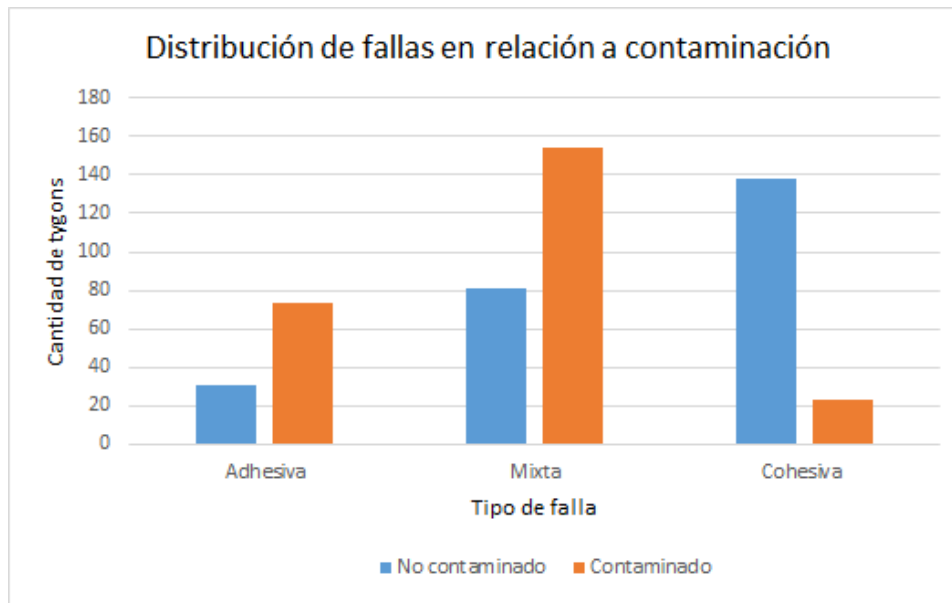


Figura XXXIII: Distribución total de tygons en relación a contaminación y tipo de falla.
 Azul: No contaminado; Rojo: Contaminado

La mayor cantidad de fallas adhesivas y mixtas se identificaron en los cuerpos que fueron contaminados. Por el contrario, la mayor cantidad de fallas cohesivas se registraron en los cuerpos no contaminados.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

Dentro de los hallazgos tras esta investigación, encontramos que los tratamientos de limpieza pre-cementación (pasta de limpieza [PL]; lavadora ultrasónica [U]; Etanol 96° [E]) influyen sobre la resistencia de unión adhesiva al micro-cizallamiento (MPa) de restauraciones de resina compuesta indirecta, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula planteada. Estos resultados se podrían explicar debido a la acción de los diferentes protocolos sobre la resina compuesta. Estos podrían promover la eliminación de los contaminantes de la superficie y así mejorar la adhesión, generando un aumento en la resistencia de unión adhesiva, lo cual está de acuerdo con los resultados obtenidos por otros estudios^{14,16,18,42,72,88,89,90,91,92,93}.

En cuanto a los tiempos de aplicación a los 20 y 30 segundos de los protocolos de limpieza pre-cementación (pasta de limpieza [PL]; Etanol 96° [E]), éstos sí afectaron la resistencia de unión adhesiva al micro-cizallamiento (MPa), por lo que la hipótesis planteada en relación a los tiempos de aplicación es rechazada. Muñoz M. (2017)¹⁴, concuerda con este resultado y postula que existen diferencias significativas en la resistencia de unión adhesiva al realizar la limpieza de las superficies de las restauraciones de resina compuesta indirectas. Sin embargo, los protocolos de limpieza pre-cementación aplicados a los 5 segundos no influyen de manera estadísticamente significativa sobre la resistencia de unión adhesiva (MPa) en las restauraciones contaminadas con saliva. Esto se podría explicar debido a que el tiempo empleado [5 segundos] fue demasiado reducido para lograr una real limpieza de la superficies de las restauraciones de resina compuesta indirecta, por lo que no logra influir de manera significativa en la resistencia de unión adhesiva.

Los resultados de este estudio revelaron que la contaminación con saliva reduce de forma estadísticamente significativa la resistencia de unión adhesiva (MPa) en restauraciones de resina compuesta indirecta, sometidas a los diferentes protocolos de limpieza pre-cementación y diferentes tiempos de aplicación, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula planteada. Estos resultados podrían explicarse debido a que después de la contaminación con saliva se espera que ocurra una adsorción no covalente de proteínas salivales, lo que produce un recubrimiento adhesivo orgánico en los primeros segundos, que es resistente al enjuague con agua y afecta negativamente la unión de la resina a los materiales restauradores^{36,87,88,92,94}. Además, se ha demostrado que el Bis-GMA en el composite se degrada por las enzimas presentes en la saliva humana, y esta actividad hidrolítica puede contribuir de manera similar a la ruptura de enlaces^{68,68,69,70,71,74}. A sí mismo Sankar S. (2017)⁹⁵ y Yang B. (2007)⁸⁷ demostraron en sus estudios que la contaminación salival reduce los los valores de fuerza de unión adhesiva. Por otra parte, Kawaguchi A. (2016)⁹ confirmó que la contaminación con saliva artificial afecta a la resistencia de unión adhesiva entre bloques de resina CAD/ CAM y el agente de cementación, a pesar de que la saliva artificial incluye sólo los componentes inorgánicos, como calcio y fosfato, y no incluye las proteínas salivales humanas.

El protocolo de limpieza de la lavadora ultrasónica [U] en sus diferentes tiempos de aplicación (5, 20, 30 segundos), no influye de manera estadísticamente significativa sobre la resistencia de unión adhesiva (MPa) de restauraciones de resina compuesta indirecta que fueron contaminadas con saliva, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula planteada, para este caso en particular, a diferencia del protocolo de ultrasonido en resinas no contaminadas que sí logra influir en la RUA, a los 20 segundos y que concuerda con autores como Belli R. (2010)⁴². Por el contrario, Kawaguchi A. (2016)⁹ y Muñoz M. (2017)¹⁴ señalan que sin importar los tiempos de aplicación, el protocolo con ultrasonido logró influir en la RUA. Esto se podría explicar debido a que no se utilizó ningún protocolo de contaminación con saliva en dichos estudios. De los grupos que no se contaminaron, presentaron a los 30 segundos la resistencia de unión adhesiva más baja, lo cual coincide con el estudio de Muñoz M. (2017)¹⁴, en donde el peor resultado lo obtuvo el Ultrasonido+Monobond Plus a los 30 segundos, otorgando una baja resistencia de unión adhesiva (MPa). No obstante, Muñoz M. (2017)¹⁴ señala que ultrasonido se comportó de manera estable sin importar los tiempos de aplicación mostrando diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Esto se podría explicar debido a que el Ultrasonido se utilizó en combinación con diferentes tratamientos de superficie (Silano [S]; Monobond Plus [MN]; Clearfill Ceramic Primer [MF]). Además otros autores^{18,36,42,43} utilizaron el protocolo de ultrasonido por un tiempo mayor (5 minutos o más) en comparación a los tiempos utilizados en este estudio, lo que podría haber llevado a obtener mejores resultados. En los grupos contaminados con saliva, se observan los resultados más estables en sus distintos tiempos de aplicación, sin embargo, presentan valores bajos de resistencia de unión adhesiva al microzillamiento en comparación a los otros protocolos. Lapinska B. (2019)⁹⁶ al utilizar TOF-SIMS (espectrometría de masas de iones secundarios en el tiempo de vuelo), evaluó la eliminación de los compuestos orgánicos de saliva de la superficie cerámica de vidrio reforzada con leucita contaminada con saliva. Concluyendo que de los métodos de limpieza probados, la lavadora ultrasónica demostró una menor efectividad en comparación con la pasta de limpieza. Inclusive el protocolo de lavadora ultrasónica resultó en valores de RUA significativamente más bajos que la limpieza con agua pulverizada ($p < 0.01$), la limpieza con H₃PO₄ ($p < 0.05$) o el regrabado ($p < 0.001$)⁹⁶.

Con respecto al protocolo de etanol, en los grupos que no fueron sometidos a contaminación, resulta ser el tratamiento de limpieza pre-cementación más efectivo para todos sus tiempos de aplicación. Muñoz M. (2017)¹⁴ estudió diferentes protocolos de limpieza y tratamientos de superficie en resinas compuestas indirectas, y concluyó que al aplicar E a 96° resultó ser el protocolo de limpieza más estable y efectivo en los tres tiempos de aplicación (5, 15 y 30 segundos) y en conjunto a los tres tratamientos de superficie utilizados (Silano [S]; Monobond Plus [MN]; Clearfill Ceramic Primer [MF]). Siendo a los 30 segundos, el mejor resultado obtenido al utilizarse en conjunto con Monobond Plus, lo que coincide con este estudio. Así mismo, otros autores^{97,98,99,100,101,102}, han demostrado que utilizar Etanol como limpieza pre cementación se considera una técnica efectiva, que ha logrado eliminar los contaminantes de las superficies de resina compuesta, lo cual demuestra altos valores en la RUA. Según Caneppele T. (2010)³⁹, Etanol es un

disolvente de material orgánico y promueve la limpieza de la superficie, lo que facilita la unión entre la resina compuesta y el cemento resinoso. Hamano, informó que el Etanol ha sido utilizado como un limpiador superficial, que mejora las capacidades de humectación de la superficie de la resina, y es capaz de evaporar y eliminar rápidamente las moléculas de agua de la superficie.

En el presente estudio, cuando fueron contaminados los cuerpos, el Etanol mostró una disminución en la resistencia de unión adhesiva en todos sus tiempos en comparación a los no contaminados, siendo a los 5 segundos el peor resultado de todos los grupos. Estos resultados coinciden con autores como Samran A. (2019)¹⁰³ que demostró que la contaminación con saliva redujo significativamente la resistencia de unión adhesiva ($P < .05$) en restauraciones de cerámica de zirconia, y en acuerdo con estudios previos^{13,88}. Samran A. (2019)¹⁰³ afirmó que la contaminación con saliva puede depositar un recubrimiento adhesivo orgánico sobre la superficie de unión de los materiales restauradores, que es resistente a la limpieza con agua y alcohol. Yang B. (2008)⁹² comprueba que la limpieza con Etanol parece no ser muy efectiva para eliminar los contaminantes orgánicos salivales, ya que la reducción de carbono, oxígeno y nitrógeno fue limitada al ser evaluada con espectroscopía de fotoelectrones, demostrando que existía una influencia de la contaminación de la saliva en la resistencia de unión adhesiva en restauraciones de cerámica de zirconio. Así mismo, en un estudio de Hamano N. (2012)² donde se contaminaron bloques de resina compuesta a base de silorano, no se pudieron encontrar diferencias significativas en la resistencia de unión entre el grupo de control sin tratamiento y el grupo donde se utilizó Etanol, lo que sugiere que no tuvo efectos positivos ni negativos^{13,88,92,97,98,99,101,102,103}. Caneppele T. (2010)³⁹ relató no encontrar mejores o peores valores de resistencia de unión cuando se usó una solución de etanol en materiales compuestos, lo que podría explicarse por la menor concentración y el menor tiempo de inmersión en el etanol utilizado.

El otro protocolo utilizado, Pasta de Limpieza, muestra mejoras estadísticamente significativas en la resistencia de unión adhesiva al micro-cizallamiento en todos sus tiempos de aplicación, al ser aplicada tanto en grupos no contaminados como contaminados. Dentro de sus diferentes tiempos de aplicación (5, 15, o 30 segundos) los valores de resistencia de unión adhesiva alcanzados a los 30 segundos fueron los más altos.

Según el fabricante (Ivoclar Vivadent Scientific Documentation, 2011)⁴⁸, la Pasta de Limpieza consiste en una suspensión alcalina de partículas de óxido de circonio, que debido a su tamaño y concentración, ofrecen una superficie mayor en relación a las superficies de las restauraciones, logrando unir preferentemente los contaminantes de fosfato de la saliva (fosfoproteína), lo que da como resultado una superficie limpia. Además, al contener hidróxido de sodio, probablemente también sea capaz de disolver proteínas¹⁰⁴. Este es el primer estudio que utiliza el material para la limpieza de resinas compuestas indirectas, ya que solo ha sido probada en restauraciones de cerámica de zirconia y cerámicas de vidrio y disilicato. Diversos autores^{16,17,18,36,42,105}, han demostrando que el protocolo con la pasta de limpieza fue eficiente para limpiar las superficies contaminadas con saliva, restableciendo la

resistencia de unión adhesiva de restauraciones indirectas de zirconia. Negreiros W. (2017)¹⁰⁶ registró por primera vez en la literatura que la combinación de Ivoclean + Monobond Plus en restauraciones de zirconia mostraron una resistencia de unión adhesiva más alta que el grupo de control sin contaminación, lo que coincide con el presente estudio, ya que al utilizar Ivoclean + Monobond N en restauraciones de resina compuesta indirecta, se obtuvo resistencia de unión adhesiva más alta que el grupo control. Sankar (2017)⁹⁵ afirma que en la práctica clínica, una alternativa efectiva a la abrasión con aire es la aplicación de la pasta de limpieza a base de ZrO₂ para eliminar los contaminantes salivales de la superficie de restauraciones de zirconia. En un estudio de Yoshida K. (2018)¹⁵ se detectó en las superficies de las muestras evaluadas a través de espectroscopía de fotoelectrones de rayos X, una pequeña cantidad de elementos de fósforo en el grupo que fue descontaminado con la pasta de limpieza, y esta fue menor que la cantidad encontrada en el grupo que utilizó solo enjuague con agua. Sin embargo, en cuanto a los elementos de nitrógeno que se detectaron en el grupo de la PL, fue casi al mismo nivel que el nitrógeno encontrado en el grupo que utilizó Ácido fosfórico.

Dentro de todos los protocolos probados en las restauraciones de resina compuesta del presente estudio, en los grupos contaminados con saliva, el protocolo con pasta de limpieza fue el que entregó los mejores resultados. Lo que coincide con diferentes estudios^{16,17,18,36,42,105} que trabajaron con restauraciones de zirconia. En ellos se logró comprobar que la contaminación de la saliva influyó significativamente de forma negativa en la resistencia y durabilidad de la unión del cemento de resina a la cerámica de zirconio, y que la Pasta de limpieza mejoró significativamente dicha fuerza de unión¹⁰⁷. Un estudio¹⁵ demostró que la mayoría de los elementos de la saliva no fueron eliminados con éxito de las restauraciones de zirconia, por la pasta de limpieza de ZrO₂. Así mismo, Lapinska B. (2019)⁹⁶ utilizó Pasta de Limpieza para la descontaminación de superficies cerámicas contaminadas con saliva, y sus resultados no permitieron alcanzar valores de fuerza de unión adhesiva comparables al grupo de control. Es importante señalar que diferentes estudios solo realizan el protocolo al tiempo determinado por el fabricante, vale decir, a los 20 segundos, pero no comparando el mismo protocolo con distintos tiempos.

En este estudio se utilizaron como controles dos grupos que no fueron sometidos a ningún protocolo de limpieza pre-cementación: uno sin contaminación (control negativo), el cual mostró mejores resultados en la resistencia de unión adhesiva (MPa) en comparación al grupo control con contaminación (control positivo). Lo que coincide con el estudio de Takahashi A. (2018)⁴³, donde evaluaron el efecto de diferentes protocolos de limpieza en cerámica de zirconia. En aquel estudio, incluyeron un grupo control negativo y uno positivo, obteniendo que la resistencia de unión adhesiva era mayor en el grupo control negativo⁴³. Esto se debe a la implicancia de la saliva en la superficie de resina compuesta^{68,68,69,70,71,72}.

Todos estos resultados no pueden ser extrapolados a situaciones clínicas, lo que se considera una de las limitaciones de este estudio in vitro. Esto se debe a que si bien, este estudio busca acercarse a las condiciones intraorales al contaminar las muestras con saliva, faltarían otros contaminantes por considerar, como sangre y

líquido crevicular.⁶² Además, la utilización de materiales de una marca específica, como es el caso de la resina compuesta indirecta, el cemento de resina y el primer universal, es un factor importante a considerar, ya que al utilizar productos de otros fabricantes esto podría generar una influencia sobre los resultados.

CAPÍTULO VII: **CONCLUSIONES**

Los resultados de este estudio in vitro sugieren que el protocolo con lavadora ultrasónica, no sería el agente de limpieza adecuado para la limpieza pre-cementación de resinas compuestas indirectas, al compararlo con las otras opciones utilizadas en el estudio. Los agentes de limpieza Etanol y Pasta de Limpieza obtuvieron mejores resultados de resistencia de unión adhesiva a los 30 segundos de aplicación, tanto al no contaminar, como al contaminar.

Cuando existe una contaminación con saliva, los resultados demuestran que al aumentar los tiempos de exposición de los agentes de limpieza Etanol y Pasta de Limpieza, aumentan los niveles de resistencia de unión adhesiva.

Es de suma importancia evitar la contaminación con saliva en resinas compuestas indirectas, pues se debe considerar que no fue posible volver a los mismos valores de resistencia de unión adhesiva con ningún agente de limpieza a los diferentes tiempos probados. Lo anterior sugiere que con estos agentes de limpieza utilizados a estos tiempos, no es posible eliminar por completo la influencia de la contaminación con saliva en la resistencia de unión adhesiva.

7.1 Sugerencias

Este es el primer estudio que evalúa la pasta de limpieza de ZrO_2 como protocolo de limpieza pre-cementación en resinas compuestas indirectas, por lo que se sugiere seguir estudiando este producto en este tipo de restauraciones. Se podría utilizar esta pasta de limpieza a otros tiempos, en conjunto con otras técnicas de cementación, aplicando previamente distintos tipos de contaminantes y quizás utilizar otras técnicas de medición, como la prueba de micro-tracción.

Es recomendable, replicar el estudio utilizando otras marcas de materiales; en agentes de enlace como tratamiento de superficie interna, resinas compuestas de laboratorio y cementos de resina. Con ellos, se podría evaluar el comportamiento in vitro utilizando las mismas variables, y ver si existen diferencias significativas entre ellos por si hubiese variación en la compatibilidad química.

Al ser un estudio in vitro, no simula al 100% las condiciones intraorales, por lo que se sugiere continuar esta línea de investigación agregando otros contaminantes, tales como sangre sumando alguna simulación de envejecimiento. Es necesario posteriormente realizar estudios clínicos sobre la aplicación de estos protocolos de limpieza pre cementación.

Se sugiere estudiar otros tiempos de aplicación de los distintos protocolos de limpieza pre-cementación a realizar, incluyendo los tiempos indicados por el fabricante.

CAPÍTULO VIII: RESUMEN

Título: EFECTO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE LIMPIEZA PRE-CEMENTACIÓN, SOBRE LA RESISTENCIA DE UNIÓN ADHESIVA EN RESTAURACIONES DE RESINA COMPUESTA INDIRECTA CONTAMINADAS CON SALIVA

Background: Los protocolos de limpieza pre-cementación son importantes en la cementación. Hay establecidos protocolos para mejorar resistencia de unión adhesiva, sin embargo, son poco claros, no estandarizados y no se les considera el factor contaminación.

Objetivo: Comparar el efecto de diferentes protocolos de limpieza pre-cementación, sobre la resistencia de unión adhesiva (MPa) en restauraciones de resina compuesta indirecta contaminadas con saliva.

Metodología: 110 cuerpos de resina compuesta indirecta, divididos en 2 grupos: sin contaminación (SC); con contaminación (CC); distribuidos en 22 subgrupos (n=5) según las variables Ultrasonido (U); Pasta de Limpieza (PL); Etanol 96° (E), Tiempos de aplicación: 5-20-30-180s. Cinco cilindros (1mm alto x 0,7 Ø) de cemento (Variolink Esthetic LC) por muestra realizados sobre superficies tratadas y fotopolimerizadas (20s). Luego de 24hrs/37°C+agua destilada fueron sometidos a prueba de RUA (0,5 mm/min) hasta su fractura en máquina de ensayo universal. Analizados con ANOVA de un factor, prueba z para medias de dos grupos y test de Tukey post hoc ($\alpha=0,05$).

Resultados: PL30" contaminado fue el protocolo con mayor resistencia de unión ($14,57\pm 1,01$) ($p<0.05$).

Discusión: Saliva reduce de forma estadísticamente significativa resistencia de unión adhesiva en restauraciones de resina compuesta indirecta, a los diferentes protocolos de limpieza pre-cementación y tiempos de aplicación.

Conclusiones: Cuando existe contaminación salival, resultados demostraron que al aumentar los tiempos de Etanol y Pasta de Limpieza, aumentan los niveles de resistencia de unión adhesiva.

CAPÍTULO IX: **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. D'Arcangelo C, Vanini L. Effect of three surface treatments on the adhesive properties of indirect composite restorations. *J Adhes Dent*. 2007 Jun;9(3):319-26.
2. Hamano N, Chiang y, Nyamaa I, Yamaguchi H, Ino S, Hickel R, Kunzelmann KH. Repair of silorane-based dental composites: Influence of surface treatments. *Dental Materials* 28 2012; 894–902.
3. Harorli OT, Barutcugil C, Kirmali D, Kapdan A. “Shear bond strength of a self-etched resin cement to an indirect composite: Effect of different surface treatments” *Nigerian Journal of Clinical Practice*; 2016; May-Jun; Vol 18;Issue 3.
4. Barabanti N, Preti A, Vano M, Derchi G, et al. Indirect composite restorations luted with two different procedures: A ten years follow up clinical trial. *J Clin Exp Dent*. 2015;7(1):e54-9
5. Shortall AC, Baylis RL, Baylis MA, Grundy JR. Marginal seal comparison between resin-bonded calss II porcelain inlays, posterior composite restorations and direct inlays. *Int J Prosthodont* 1989;2:217-223.
6. Soares CJ, Soares PV, Pereira JC, Fonseca RB. Surface treatment protocols in the cementation process of ceramic and laboratory-processed composite restorations:a literature review. *J Esthet Restor Dent* 2005;17:224–35.
7. Cura M, González-González I, Fuentes V, Ceballos L. Effect of surface treatment and aging on bond strength of composite resin onlays. *J Prosthet Dent*. 2016 Sep;116(3):389-96.
8. Spitznagel FA, Horvath SD, Guess PC, Blatz MB. Resin Bond to indirect composite and new ceramic/polymer materials: A review of the literature.*J Esthet Restor Dent* 2014.
9. Kawaguchi A, Matsumoto M., Hugashi M., Muira J., Minamino T.,Kabetani T.,Takeshige F., Mine A., Yatani H. “Bonding effectiveness of self-adhesive and conventional-type adhesive resin cements to CAD/CAM resin blocks. Part 2: Effect of ultrasonic and acid cleaning” *Dental Materials Journal* 2016; 35(1): 29–36.
10. Furuse AY, Pirolo R, Rodrigues LK, Pizzatto E, Losso EM, Mondelli J. The efficacy of acid etching for removing contamination in layered dental restorations. *Gen Dent* 2012; 60: e312-e314.
11. Zachrisson BJ. A posttreatment evaluation of direct bonding.in orthodontics. *Am J Orthod*. 1977;71(2):173-89.

12. Nair P, Hickel R, Ilie N. Adverse effects of salivary contamination for adhesives in restorative dentistry. A literature review. *Am J Dent.* 2017 Jun;30(3):156-164. Review. PubMed PMID: 29178762.
13. Quaas AC, Yang B, Kern M. Panavia F2.0 bonding to contaminated zirconia ceramic after different cleaning procedures. *Dent Mater.* 2007;23(4):506–512.
14. Muñoz M, Luque I, Cabezas X, Carrasco R, Jerez G, Valenzuela B. (2017). Efecto de los protocolos de limpieza y tratamientos de superficie pre-cementación sobre la resistencia de unión de diferentes resinas compuestas indirectas. (Tesis de Pregrado). Universidad de Valparaíso, Valparaíso.
15. Yoshida K. Influence of cleaning methods on resin bonding to saliva-contaminated zirconia. *J Esthet Restor Dent.* 2018 May;30(3):259-264.
16. Angkasith P, Burgess JO, Bottino MC, Lawson NC. Cleaning Methods for Zirconia Following Salivary Contamination. *J Prosthodont.* 2016 Jul; 25 (5): 375-9..
17. Kim DH, Son JS, Jeong SH, et al. Efficacy of various cleaning solutions on saliva-contaminated zirconia for improved resin bonding. *J Adv Prosthodont.* 2015;7(2):85–92.
18. Feitosa SA, Patel D, Borges AL, et al. Effect of cleaning methods on saliva-contaminated zirconia -an evaluation of resin bond durability. *Oper Dent.* 2015;40(2):163–171.
19. Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2006 Mar 1;11(2):E215-20.
20. Steenbecker. Principios y bases en Operatoria Dental Estética Adhesiva. Cap. VIII. Pág 294.
21. Nicholson J, Czarnecka B. (2016). Materials for the Direct Restoration of Teeth. Chapter 3. Page 40.
22. Park YJ, Chae KH, Rawls HR. Development of a new photoinitiation system for dental light-cure composite resins. *Dent Mater.* 1999 Mar;15(2):120-7.
23. Moore BK, Platt JA, Borges G, Chu TM, Katsilieri I. Depth of cure of dental resin composites: ISO 4049 depth and microhardness of types of materials and shades. *Oper Dent.* 2008 Jul-Aug;33(4):408-12.
24. Ferracane JL Resin composite--state of the art. *Dent Mater.* 2011 Jan;27(1):29-38.
25. JF McCabe, Walls AWG, Applied Dental Materials, noveno ed., Blackwell Munksgaard, Oxford, 2008.

26. Steenbecker. Principios y bases en Operatoria Dental Estética Adhesiva. Cap. VIII. Pág 295.
27. Steenbecker. Principios y bases en Operatoria Dental Estética Adhesiva. Cap. VIII. Pág 296.
28. Donoso J. "ANÁLISIS COMPARATIVO IN VITRO, DE LA RADIOPACIDAD DE RESINAS COMPUESTAS FOTOPOLIMERIZABLES PRESENTES EN EL MERCADO ACTUALMENTE" (Tesis de pregrado). Universidad de Chile. 2008.
29. Chain M, Baratieri M. Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores. 1 Ed Editora Artes Medicas. 2001.
30. Cova, J. Biomateriales dentales. Caracas: Amolca. 2010
31. Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater* 2005;21:962-70. ;Wakefield CW, Kofford KR. Advances in restorative materials. *Dent Clin North Am*. 2001;45:7-29.
32. Gilberto Henostroza. Adhesión en Odontología Restauradora. 1º Edición, cap. 12. Pág. 316.
33. Da Veiga AM, Cunha AC, Ferreira DM, da Silva Fidalgo TK, Chianca TK, Reis KR, Maia LC Longevity of direct and indirect resin composite restorations in permanent posterior teeth: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2016; 54: 1–12.
34. Dentsply: Instructions for use In: Joy Das clevere verblendkomposit-multilingual. 2013; pág 19- 23.
35. DeguDent Dentsply Company. "SAFETY DATA SHEET, in: joy Stain in: joy Gum"; 2017 pág 2.
36. Ishii R, Tsujimoto A, Takamizawa T, et al: Influence of surface treatment of contaminated zirconia on surface free energy and resin cement bonding. *J Adv Prosthodont* 2015;34:91-97
37. Dos Santos VH¹, Griza S², de Moraes RR³, Faria-E-Silva AL¹. Bond strength of self-adhesive resin cements to composite submitted to different surface pretreatments. *Restor Dent Endod*. 2014 Feb;39(1):12-6.
38. Matthijs S, Adriaens PA. Chlohexidine varnishes: A review. *J Clin Periodontol*. 2002 Jan;29(1):1-8.
39. Caneppele TM, Zogheib LV, Gomes I, Kuwana AS, Pagani C. Bond strength of a composite resin to an adhesive luting cement. *Braz Dent J*. 2010;21(4):322-6.

40. Poskus LT, Meirelles RS, Schuina VB, Ferreira LM, da Silva EM, Guimarães JG. Effects of different surface treatments on bond strength of an indirect composite to bovine dentin. *Indian J Dent Res.* 2015 May-Jun;26(3):289-94.
41. Kirmali O, Barutcugil C, Hararli O, Kapdan A, Er K. Resin cement to indirect composite resin bonding: effect of various surface treatments. *Scanning.* 2015 Mar-Apr;37(2):89-94.
42. Belli R, Guimarães JC, Filho AM, Vieira LC. Post-etching cleaning and resin/ceramic bonding: microtensile bond strength and EDX analysis. *J Adhes Dent.* 2010 Aug;12(4):295-303.
43. Takahashi A, Takagaki T, Wada T, Uo M, Nikaido T, Tagami. The effect of different cleaning agents on saliva contamination for bonding performance of zirconia ceramics. *Dent Mater J.* 2018 Sep 30;37(5):734-739.
44. Güngör MB, Nemli SK, Bilge Turhan Bal, Ünver S, and Doğan A. Effect of surface treatments on shear bond strength of resin composite bonded to CAD/CAM resin-ceramic hybrid materials. *J Adv Prosthodont.* 2016 Aug; 8(4): 259–266.
45. Magalhães APR, Decurcio RA, Ojeda GPD, Teixeira TR, Cardoso PC. Does Post-etching Cleaning Influence Bond Strength of Lithium Disilicate Laminate Veneers? *Compend Contin Educ Dent.* 2017 May;38(5):e9-e12.
46. Negroni. “Microbiología Estomatológica, Fundamentos y guía práctica”. Cap. 13 pag 138, Cap 31. pag 597. Segunda edición, 2009.
47. Hewitt, P.G. Física conceptual. Editorial Pearson.1999.
48. Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein. Scientific Documentation Ivoclean. 2011.
49. Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein. Scientific Documentation Monobond N. 2012.
50. Feitosa VP, Pomacondor-Hernandez C, Oglari FA, Leal F, Correr AB, Sauro S. Chemical interaction of 10-MDP (methacryloyloxi-decyl-dihydrogen-phosphate) in zinc-doped self-etch adhesives. *Journal of dentistry.* 2014;42(3):359-65.
51. Li N, Nikaido T, Takagaki T, Sadr A, Makishi P, Chen J, et al. The role of functional monomers in bonding to enamel: acid-base resistant zone and bonding performance. *Journal of dentistry.* 2010;38(9):722-30.
52. Cardenas A, Siqueira F, Hass V, Malaquias P, Gutierrez M, Reis A, Perdigao J, Loguercio A. “Effect of MDP-containing Silane and Adhesive Used Alone or in Combination on the Long-term Bond Strength and Chemical Interaction with Lithium Disilicate Ceramics” 2017. *J Adhes Dent* 1–10.

53. Yoshiharaa K, Nagaokab N, Okiharac T, Kuroboshic M, Hayakawad S, Maruoe Y, Nishigawae G, De Munckf J, Yoshidag Y, Van Meerbeek B. "Functional monomer impurity affects adhesive performance"; 2015; *Dental Materials* 31; 1493-150.
54. Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: a systematic review. *Dental Materials* 2005;21:895–910.
55. Scheneider L. et al. Cross-link density evaluation through softening tests: Effect of ethanol concentration. *Dent Mater J* 24 (2008)199–203
56. Phillips. *Ciencia de los Materiales Dentales*. Cap. 15. Pág. 418
57. Díaz-Romeral P, Orejas J, López J VT. Cementado adhesivo de restauraciones totalmente cerámicas. *Científica Dent Rev científica Form Contin*. 2009;6(2):137-151.
58. Gilberto Henostroza. *Adhesión en Odontología Restauradora*. 1º Edición, cap. 11. Pág 282.
59. Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein. *Catálogo Variolink Esthetic LC* Elcomposite de cementación adhesiva. 2014.
60. Muñoz MA, Baggio R, Emilio Mendes YB, Gomes GM, Luque-Martinez I, Loguercio AD, et al. The effect of the loading method and cross-head speed on resin–dentin microshear bond strength. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. 2014;50:136-41.
61. Viégas Montenegro R, da Cunha Uchôa R, Lira Montenegro SC, Lira A, Japiassú M, Fonseca da Silveira M, et al. Análisis comparativo entre los experimentos mecánicos de cizallamiento y microcizallamiento. *Acta Odontológica Venezolana*. 2008;46:416-22.
62. Hernández AA, Aranzazu GC. Características y propiedades físico-químicas de la saliva: una revisión. *Ustasalud* 2012; 11: 102 - 112].
63. Dawes C. Salivary clearance and its effects on oral health. In: Edgar M, Dawes C, O'Mullane D, editors. *Saliva and oral health*. 4th ed. London: Stephen Hancocks Ltd.; 2012. p. 81– 96. [chapter 5].
64. De Almeida P del V, Grégio AM, Machado MA, de Lima AA, Azevedo LR. Saliva composition and functions: a comprehensive review. *J Contemp Dent Pract* 2008; 9 (3): 72 – 80.
65. Humphrey SP, Williamson RT. A review of saliva: normal composition, flow, and function. *J Prosthet Dent* .2001 Feb;85(2):162-9.

66. Edgar WM. Saliva: its secretion, composition and functions. *Br Dent J* 1992; 172: 305.
67. Chauncey HH. Salivary enzymes. *J Am Dent Assoc.* 1961 Sep;63:360-8.
68. Hiraishi N, Kitasako Y, Nikaido T, Nomura S, Burrow MF, Tagami J. Effect of artificial saliva contamination on pH value change and dentin bond strength. *Dent Mater.* 2003 Jul;19(5):429-34.
69. Park JW, Lee KC. The influence of salivary contamination on shear bond strength of dentin adhesive systems. *Operative Dentistry* 2004 29(4):437-42
70. Sattabanasuk V, Shimada Y, Tagami J. Effects of saliva contamination on dentin bond strength using all-in-one adhesives. *Journal of adhesive dentistry*, 2006, 8(5), 311-318
71. Yoo HM, Oh TS, Pereira PN. Effect of saliva contamination on the microshear bond strength of one-step self-etching adhesive systems to dentin. *Oper Dent.* 2006;31:127-34.
72. Eiriksson SO, Pereira PN, Swift Jr EJ, Heymann HO, Sigurdsson A. Efectos de contaminación saliva en la fuerza de unión resina-resina. *Materiales Dentales* 2004; 20: 37-44.
73. Perdigão J, Lambrechts P, van Meerbeek B, Tomé AR, Vanherle G, Lopes AB. Morphological field emission-SEM study of the effect of six phosphoric acid etching agents on human dentin. *Dent Mater* 1996;12:262-71.
74. Jaffer F, Finer Y, Santerre JP. Interactions between resin monomers and commercial composite resins with human saliva derived esterases. *Biomaterials.* 2002. Apr;23(7):1707-1719.
75. Finer Y, Santerre JP. Biodegradation of a dental composite by esterase-dependence on enzyme concentration and specificity. *J Biomater Sci Polym Ed.* 2003;14(8):837-49.
76. Finer Y, Santerre JP. Salivary esterase activity and its association with the biodegradation of dental composites. *J Dent Res* 2004; 83:22-26.
77. Lin BA, Jaffer F, Duff MD, Tang YW, Santerre JP. Identifying enzyme activities within human saliva which are relevant to dental resin composite biodegradation. *Biomaterials.* 2005 Jul;26(20):4259-64.
78. Shokati B1, Tam LE, Santerre JP, Finer Y. Effect of salivary esterase on the integrity and fracture toughness of the dentin-resin interface. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2010 Jul;94(1):230-7.

79. Delaviz Y1, Finer Y2, Santerre JP3. Biodegradation of resin composites and adhesives by oral bacteria and saliva: a rationale for new material designs that consider the clinical environment and treatment challenges. *Dent Mater.* 2014 Jan;30(1):16-32.
80. Ryhänen RJ. Pseudocholinesterase activity in some human body fluids. *Gen Pharmacol* 14:459-460.
81. Ryhänen R, Närhi M, Puhakainen E, Hänninen O, Kontturi-Närhi V. Pseudocholinesterase activity and its origin in human oral fluid. *J Dent Res.* 1983 Jan;62(1):20-3.
82. Santerre JP, Shajii L, Leung BW (2001). Relation of dental composite formulations to their degradation and the release of hydrolyzed polymeric-resin-derived products. *Crit Rev Oral Biol Med* 12:136151.
83. Chung CW, Yiu CK, King NM, Hiraishi N, Tay FR. Effect of saliva contamination on bond strength of resin luting cements to dentin. *J Dent.* 2009 Dec;37(12):923-31.
84. Perdigao J, Sezinando A, Muñoz MA, Luque-Martínez IV, Loguercio AD. Prefabricated veneers-bond strengths and ultramorphological analyses. *J Adhes Dent.* 2014;16(2):137-46.
85. Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas. G. Horton.
86. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental Materials.* 2010;26(2):e100-e21.
87. Yang B, Wolfart S, Scharnberg M, Ludwig K, Adelung R, Kern M. Influence of Contamination on Zirconia Ceramic Bonding. *J Dent Res.* 2007 Aug;86(8):749-53.
88. Zhang S, Kocjan A, Lehmann F, Kosmac T, Kern M. Influence of contamination on resin bond strength to nano-structured alumina-coated zirconia ceramic. *Eur J Oral Sci* 2010;118:396-403.
89. Klosa K, Wolfart S, Lehmann F, Wenz HJ, Kern M. The effect of storage conditions, contamination modes and cleaning procedures on the resin bond strength to lithium disilicate ceramic. *J Adhes Dent.* 2009; 11:127-135.
90. Nejatidanesh F, Savabi O, Savabi G, Razavi M. Effect of cleaning methods on retentive values of saliva-contaminated implant-supported zirconia copings. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29:530-536.

91. Van Schalkwyk JH, Botha FS, van der Vyver PJ, de Wet FA, Botha SJ. Effect of biological contamination on dentine bond strength of adhesive resins. *SADJ*. 2003;58:143-147.
92. Yang B, Lange-Jansen HC, Scharnberg M, et al. Influence of saliva contamination on zirconia ceramic bonding. *Dent Mater*. 2008;24: 508-513.
93. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Gatti S, Klersy C. Effect of water and saliva contamination on the shear bond strength of a new light-cured cyanoacrylate adhesive. *Prog Orthod*. 2007;8(1):100-11.
94. Pitta J, Branco TC, Portugal J. Effect of saliva contamination and artificial aging on different primer/cement systems bonded to zirconia. *J Prosthet Dent*. 2018 May;119(5):833-839.
95. Sankar S, Kondas VV, Dhanasekaran SV, Elavarasu PK. Comparative evaluation of shear bond strength of zirconia restorations cleansed various cleansing protocols bonded with two different resin cements: An In vitro study. *Indian J Dent Res*. 2017 May-Jun;28(3):325-329.
96. Lapinska B, Rogowski J, Nowak J, Nissan J, Sokolowski J, Lukomska-Szymanska M. Effect of Surface Cleaning Regimen on Glass Ceramic Bond Strength. *Molecules*. 2019 Jan 22;24(3).
97. Shin TP, Yao X, Huenergardt R, Walker MP, Wang Y. Morphological and chemical characterization of bonding hydrophobic adhesive to dentin using ethanol wet bonding technique. *Dent Mater*. 2009 Aug;25(8):1050-7.
98. Huang X, Li L, Huang C, Du X. Effect of ethanol-wet bonding with hydrophobic adhesive on caries-affected dentine. *Eur J Oral Sci*. 2011 Aug;119(4):310-5.
99. Li MZ, Wang JR, Liu H, Wang X, Gan K, Liu XJ, Niu DL, Song XQ. Effects of light curing modes and ethanol-wet bonding on dentin bonding properties. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2016 Sep;17(9):703-11.
100. Nikolaus F, Wolkewitz M, Hahn P. Bond strength of composite resin to glass ceramic after saliva contamination. *Clin Oral Investig*. 2013 Apr;17(3):751-5.
101. Talungchit S, Jessop JL, Cobb DS, Qian F, Geraldeli S, Pashley DH, Armstrong SR. Ethanol-wet bonding and chlorhexidine improve resin-dentin bond durability: quantitative analysis using raman spectroscopy. *J Adhes Dent*. 2014 Oct;16(5):441-50.
102. Ramezani Nik I, Baradaran Naseri E, Majidinia S, Ramezani Nik S, Jafari Giv M. Effect of Chlorhexidine and Ethanol on Microleakage of Composite Resin Restoration to Dentine. *Chin J Dent Res*. 2017;20(3):161-168.

103. Samran A, Al-Ammari A, El Bahra S, Halboub E, Wille S, Kern M. Bond strength durability of self-adhesive resin cements to zirconia ceramic: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2019 Mar;121(3):477-484.
104. Yoshida K. Influence of cleaning methods on the bond strength of resin cement to saliva-contaminated lithium disilicate ceramic. *Clin Oral Investig*. 2019 Oct 23.
105. Wattanasirmkit K, Charasseangpaisarn T. Effect of different cleansing agents and adhesive resins on bond strength of contaminated zirconia. *J Prosthodont Res*. 2019 Jul;63(3):271-276.
106. Negreiros W, Ambrosano G, Giannini M. Effect of cleaning agent, primer application and their combination on the bond strength of a resin cement to two yttrium-tetragonal zirconia polycrystal zirconia ceramics. *Eur J Dent*. 2017 Jan-Mar;11(1):6-11.
107. Lyann S, Takagaki T, Nikaido T, Wada T, Uo M, Ikeda M, Sadr A, Tagami J. Efficacy of Various Surface Treatments on the Bonding Performance of Saliva-contaminated Lithium-Disilicate Ceramics. *J Adhes Dent*. 2019;21(1):51-58.

CAPÍTULO X:
ANEXOS

Carta Aceptación proyecto de Tesis Comité de Bioseguridad y Bioética.

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
Comité de Revisión
Proyectos de Investigación


Valparaíso, 24 de Abril de 2019

Srta.
Prof. Dra. Claudia Cañete
Presente

De nuestra consideración:

Se realizó la evaluación de su Proyecto de Investigación titulado "Efecto de diferentes protocolos de limpieza pre-cementación sobre la resistencia de unión adhesiva en restauraciones de resina compuesta indirecta contaminadas con saliva", bajo el código PREGBIOSEG-02-18 no encontrándose reparos desde el punto de vista metodológico ni de bioseguridad. En consecuencia, se aprueba la ejecución de su proyecto.

Atentamente,


Prof. Dr. Ricardo Moreno Silva
Presidente
Comité de Revisión
Proyectos de Investigación
Facultad de Odontología

ANALISIS CON SOFTWARE MINITAB – HIPOTESIS 1

CASOS SIN CONTAMINACIÓN

ANOVA de un solo factor: Resistencia vs. TTO

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

TTO	3 Etanol - 5"; Ivo - 5"; Ultra - 5"
-----	-------------------------------------

Análisis de Varianza

		SC	MC	Valor	Valor
Fuente	GL	Ajust.	Ajust.	F	p
TTO	2	190,5	95,257	9,78	0,000
Error	72	701,0	9,737		
Total	74	891,5			

Resumen del modelo

	R-	R-	R-
S	cuad. (ajustado)	cuad. (pred)	cuad.
3,12034	21,37%	19,18%	14,68%

Medias

TTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Etanol - 5"	25	17,242	3,580	(15,998; 18,486)
Ivo - 5"	25	13,948	3,573	(12,704; 15,192)
Ultra - 5"	25	13,780	1,904	(12,536; 15,024)

Desv.Est. agrupada = 3,12034

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TTO N Media Agrupación

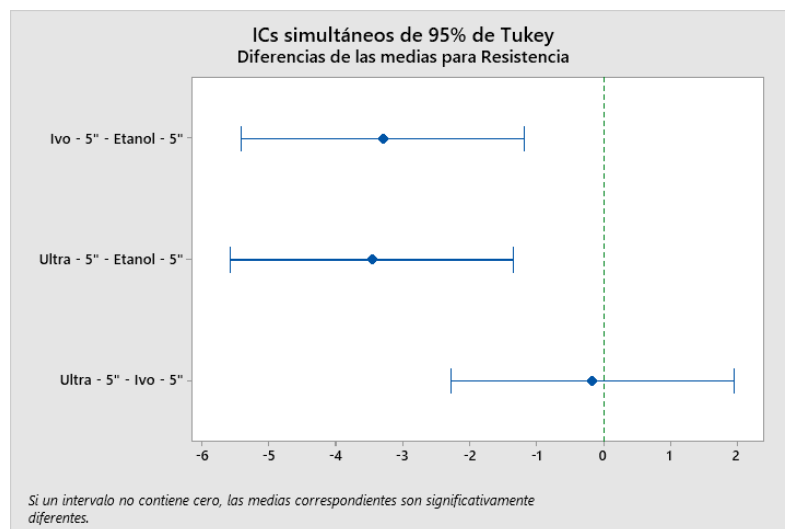
Etanol - 5"	25	17,242	A
Ivo - 5"	25	13,948	B
Ultra - 5"	25	13,780	B

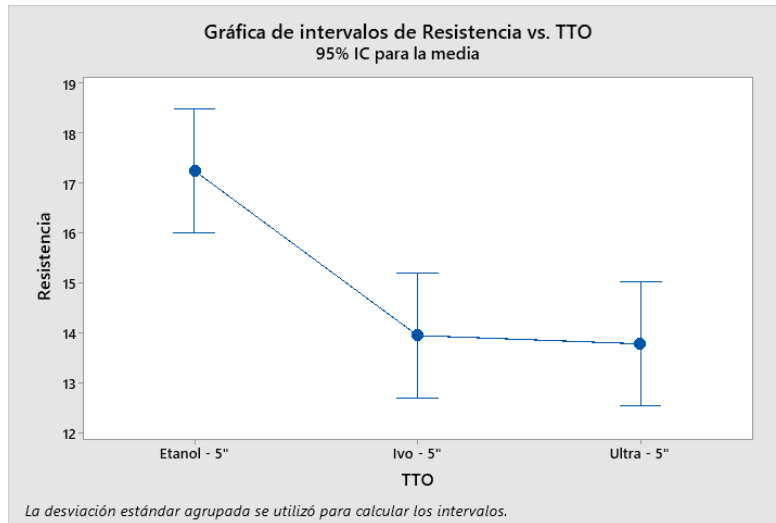
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T ajustado	Valor p
Ivo - 5" - Etanol - 5"	-3,294	0,883	(-5,403; -1,184)	-3,73	0,001
Ultra - 5" - Etanol - 5"	-3,462	0,883	(-5,571; -1,353)	-3,92	0,001
Ultra - 5" - Ivo - 5"	-0,168	0,883	(-2,278; 1,941)	-0,19	0,980

Nivel de confianza individual = 98,05%





ANOVA de un solo factor: Resistencia_1 vs. TTO_1

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

TTO_1 3 Etanol - 20"; Ivo -
20"; Ultra - 20"

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TTO_1	2	144,3	72,141	12,75	0,000
Error	72	407,5	5,660		
Total	74	551,8			

Resumen del modelo

S	R- cuad. (ajustado)	R- cuad. (pred)
2,37899	26,15%	24,10% 19,87%

Medias

TTO_1	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Etanol - 20"	25	18,484	2,295	(17,535; 19,432)
Ivo - 20"	25	17,178	2,891	(16,229; 18,126)
Ultra - 20"	25	15,114	1,832	(14,166; 16,063)

Desv.Est. agrupada = 2,37899

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

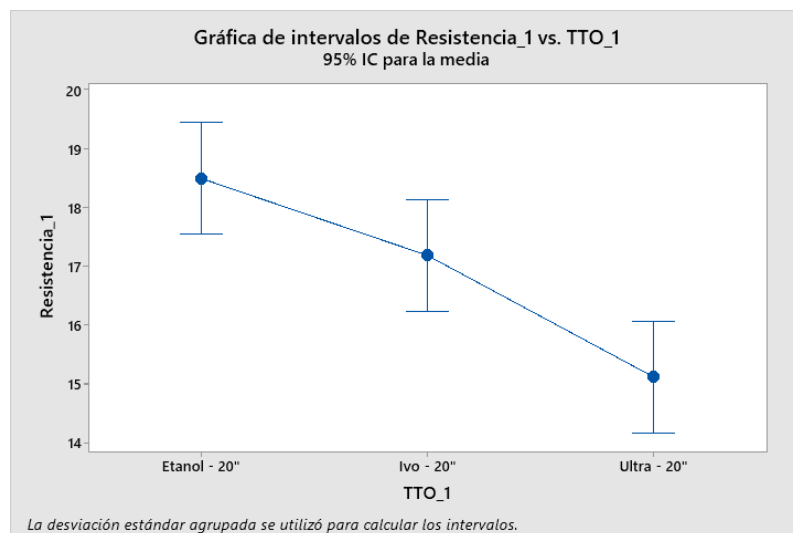
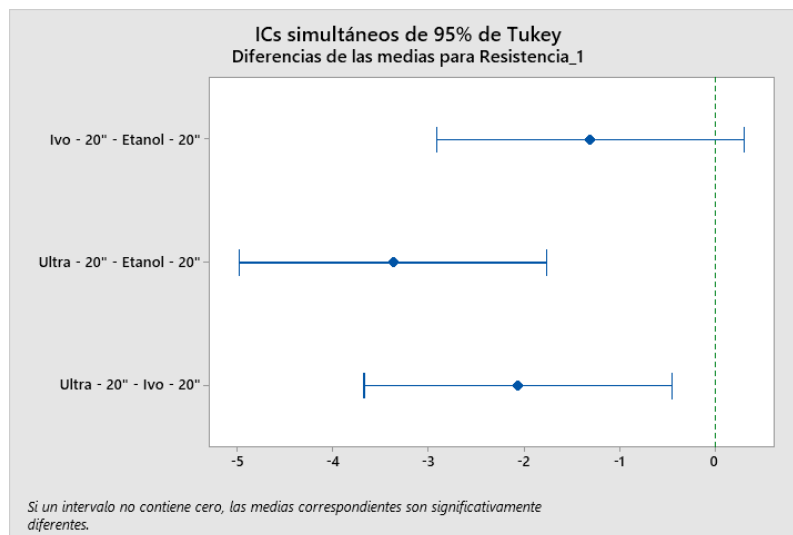
TTO_1	N	Media	Agrupación
Etanol - 20"	25	18,484	A
Ivo - 20"	25	17,178	A
Ultra - 20"	25	15,114	B

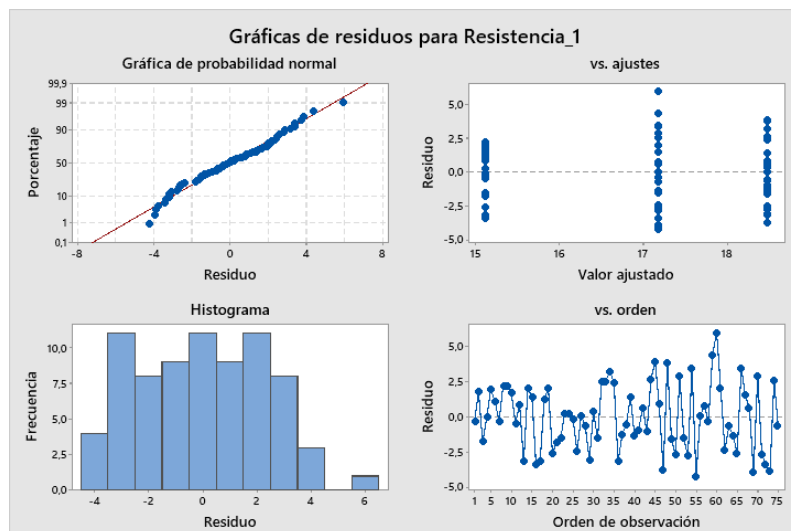
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T ajustado	Valor p
Ivo - 20" - Etanol - 20"	-1,306	0,673	(-2,914; 0,302)	-1,94	0,135
Ultra - 20" - Etanol - 20"	-3,369	0,673	(-4,977; -1,761)	-5,01	0,000
Ultra - 20" - Ivo - 20" - 20"	-2,063	0,673	(-3,671; -0,455)	-3,07	0,008

Nivel de confianza individual = 98,05%





ANOVA de un solo factor: Resistencia_1_1 vs. TTO_1_1

Método

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna: No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TTO_1_1	3	Etanol - 30"; Ivo - 30"; Ultra - 30"

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TTO_1_1	2	779,6	389,813	42,60	0,000
Error	72	658,8	9,150		
Total	74	1438,5			

Resumen del modelo

R- S	R- cuad. (ajustado)	R- cuad. (pred)
3,02496	54,20%	52,93%
		50,30%

Medias

<u>TTO_1_1</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Desv.Est.</u>	<u>IC de 95%</u>
Etanol - 30"	25	20,166	2,435	(18,960; 21,372)
Ivo - 30"	25	19,508	3,345	(18,302; 20,714)
Ultra - 30"	25	13,021	3,214	(11,815; 14,227)

Desv.Est. agrupada = 3,02496

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

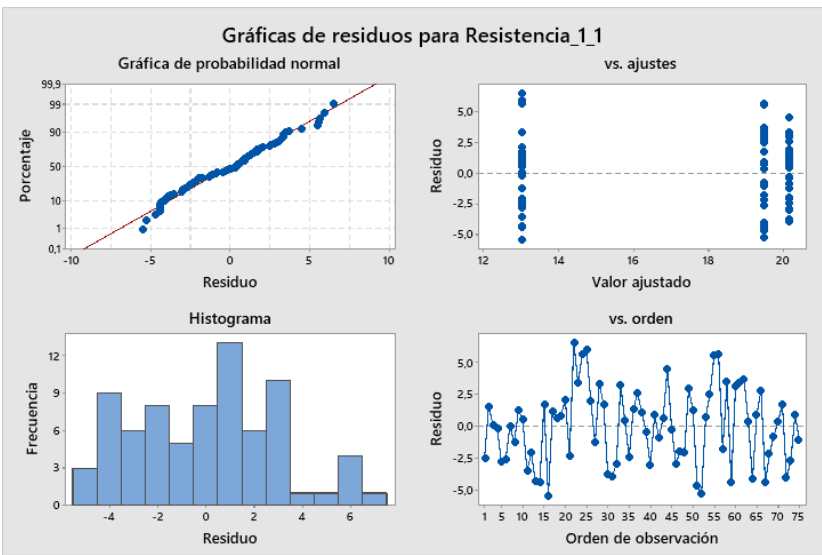
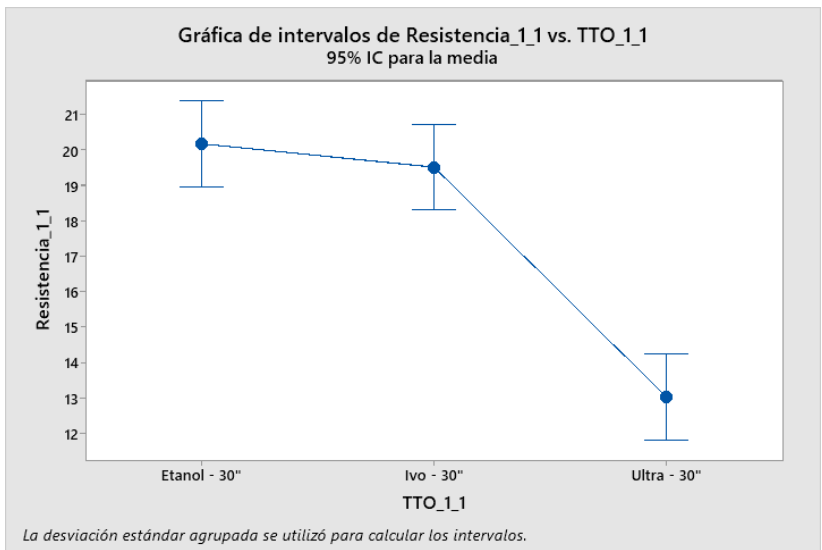
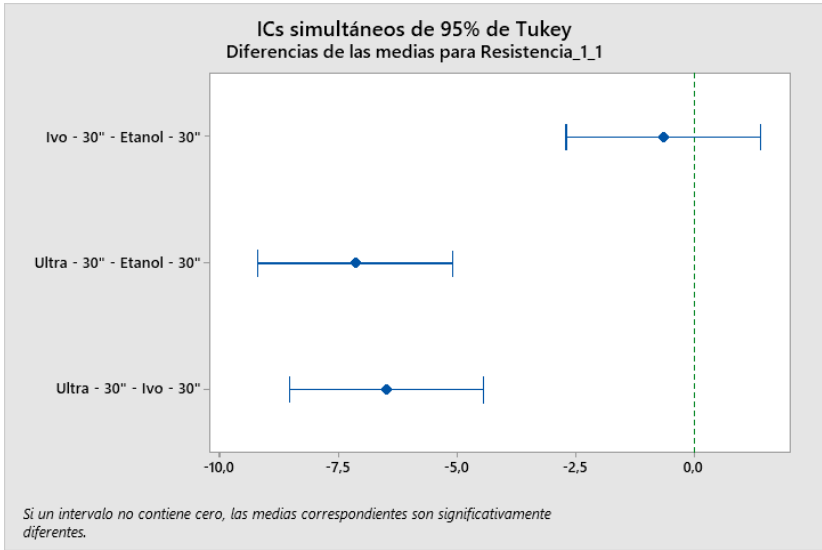
<u>TTO_1_1</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Agrupación</u>
Etanol - 30"	25	20,166	A
Ivo - 30"	25	19,508	A
Ultra - 30"	25	13,021	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

<u>Diferencia de niveles</u>	<u>Diferencia de las medias</u>	<u>EE de diferencia</u>	<u>IC de 95%</u>	<u>Valor T ajustado</u>	<u>Valor p</u>
Ivo - 30" - Etanol - 30"	-0,658	0,856	(-2,703; 1,386)	-0,77	0,723
Ultra - 30" - Etanol - 30"	-7,145	0,856	(-9,190; -5,100)	-8,35	0,000
Ultra - 30" - Ivo - 30"	-6,486	0,856	(-8,531; -4,442)	-7,58	0,000

Nivel de confianza individual = 98,05%



CASOS CON CONTAMINACIÓN

ANOVA de un solo factor: ResistenciaCC vs. TTOCC

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TTOCC	3	Etanol - 5"; Ivo - 5"; Ultra - 5"

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TTOCC	2	54,83	27,41	2,46	0,092
Error	72	800,78	11,12		
Total	74	855,61			

Resumen del modelo

R- S cuad. (ajustado)	R- cuad. (pred)	R- cuad. (pred)
3,33497	6,41%	3,81% 0,00%

Medias

TTOCC	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Etanol - 5"	25	8,951	3,732	(7,622; 10,281)
Ivo - 5"	25	11,036	3,825	(9,707; 12,366)
Ultra - 5"	25	10,163	2,192	(8,833; 11,492)

Desv.Est. agrupada = 3,33497

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TTOCC N Media Agrupación

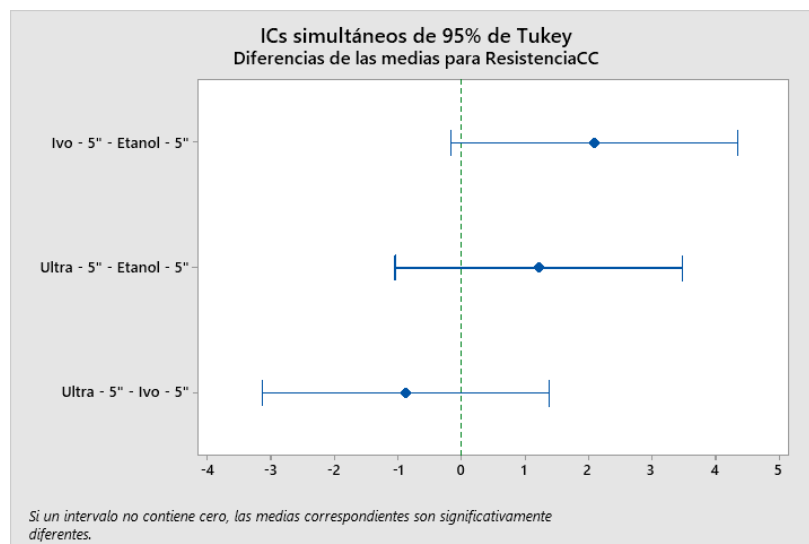
Ivo - 5" 25 11,036 A
 Ultra - 25 10,163 A
 5"
 Etanol 25 8,951 A
 - 5"

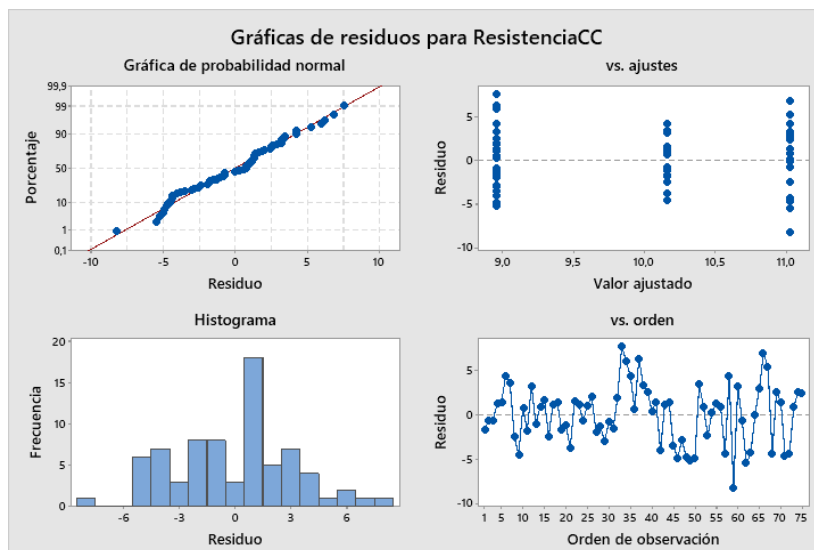
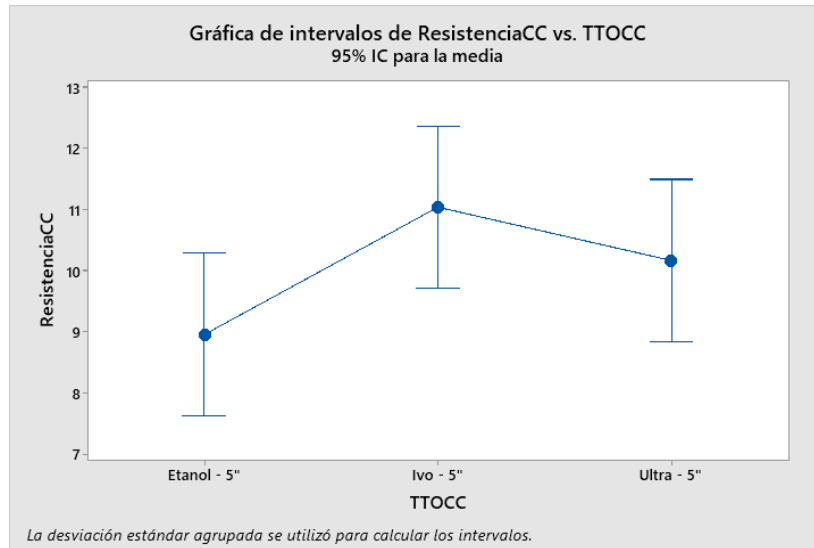
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T ajustado	Valor p
Ivo - 5" - Etanol - 5"	2,085	0,943	(-0,169; 4,340)	2,21	0,076
Ultra - 5" - Etanol - 5"	1,212	0,943	(-1,043; 3,466)	1,28	0,409
Ultra - 5" - Ivo - 5"	-0,874	0,943	(-3,128; 1,381)	-0,93	0,626

Nivel de confianza individual = 98,05%





ANOVA de un solo factor: ResistenciaCC_1 vs. TTOCC_1

Método

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna: No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TTOCC_1	3	Etanol - 20"; Ivo - 20"; Ultra - 20"

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TTOCC_1	2	91,87	45,937	6,82	0,002
Error		72 485,19	6,739		
Total		74 577,06			

Resumen del modelo

S	R- cuad. (ajustado)	R- cuad. (pred)	R- cuad. (pred)
2,59590	15,92%	13,59%	8,77%

Medias

TTOCC_1	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Etanol - 20"	25	11,428	2,927	(10,393; 12,463)
Ivo - 20"	25	12,935	2,556	(11,900; 13,970)
Ultra - 20"	25	10,230	2,262	(9,195; 11,265)

Desv.Est. agrupada = 2,59590

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

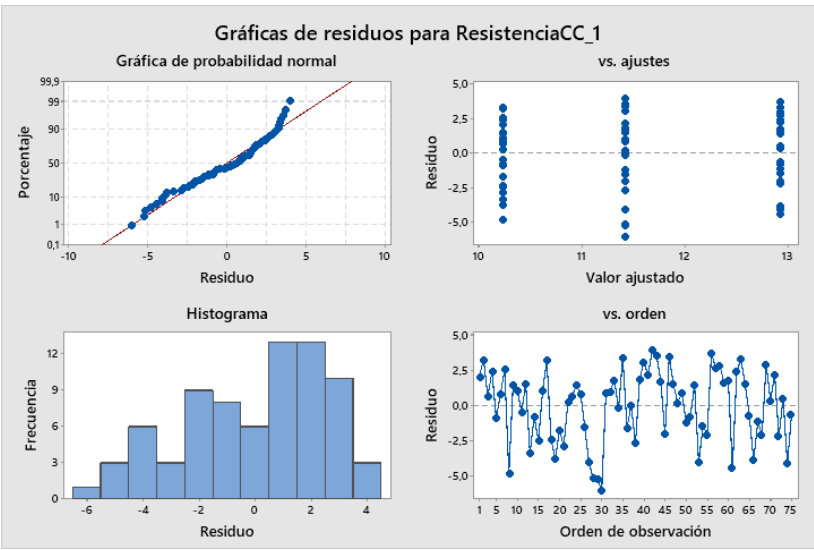
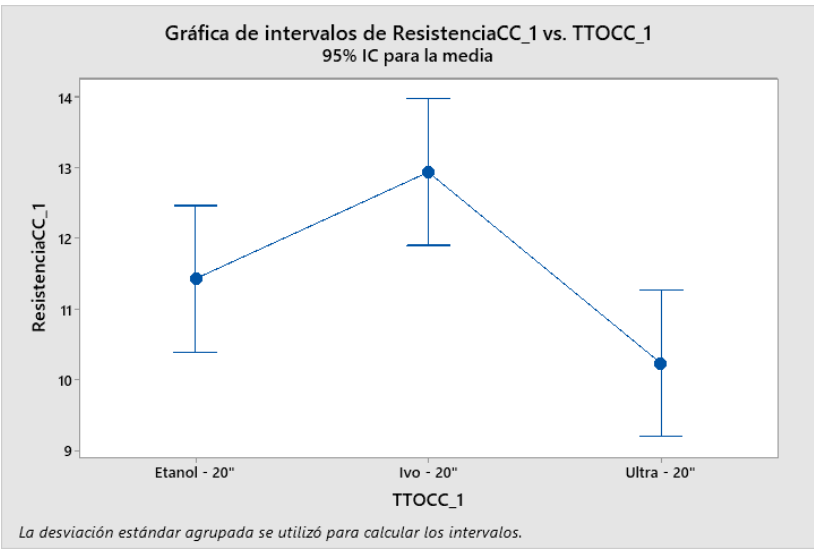
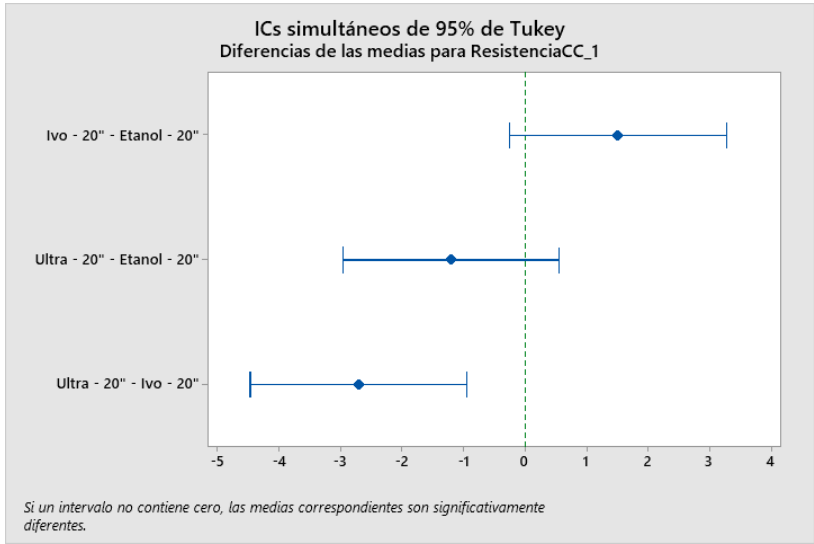
TTOCC_1	N	Media	Agrupación
Ivo - 20"	25	12,935	A
Etanol - 20"	25	11,428	A B
Ultra - 20"	25	10,230	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T ajustado	Valor p
Ivo - 20" - Etanol - 20"	1,507	0,734	(-0,248; 3,262)	2,05	0,107
Ultra - 20" - Etanol - 20"	-1,198	0,734	(-2,953; 0,557)	-1,63	0,239
Ultra - 20" - Ivo - 20"	-2,705	0,734	(-4,460; -0,950)	-3,68	0,001

Nivel de confianza individual = 98,05%



ANOVA de un solo factor: ResistenciaCC_2 vs. TTOCC_2

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TTOCC_2	3	Etanol - 30"; Ivo - 30"; Ultra - 30"

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TTOCC_2	2	266,4	133,183	20,76	0,000
Error	72	462,0	6,416		
Total	74	728,3			

Resumen del modelo

S	R- cuad. (ajustado)	R- cuad. (pred)
2,53303	36,57%	34,81%

Medias

TTOCC_2	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Etanol - 30"	25	13,482	1,977	(12,472; 14,492)
Ivo - 30"	25	14,574	2,586	(13,564; 15,584)
Ultra - 30"	25	10,144	2,941	(9,134; 11,154)

Desv.Est. agrupada = 2,53303

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TTOCC_2 N Media Agrupación

Ivo - 30" 25 14,574 A

Etanol - 25 13,482 A

30"

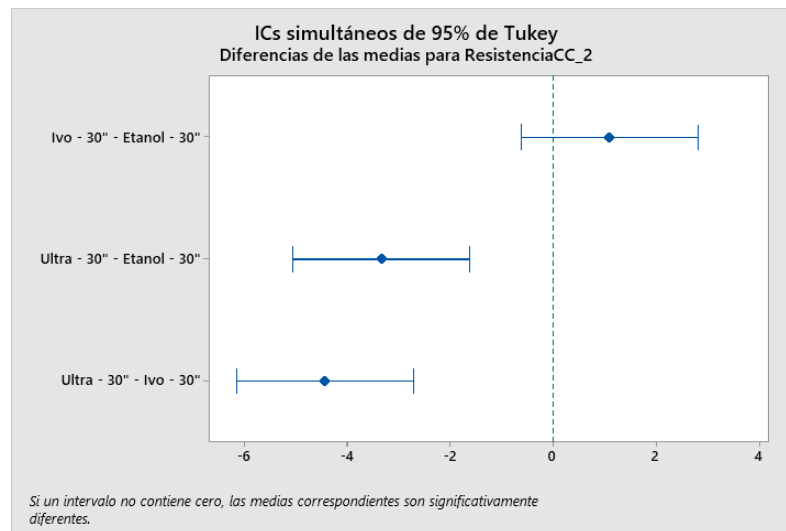
Ultra - 30" 25 10,144 B

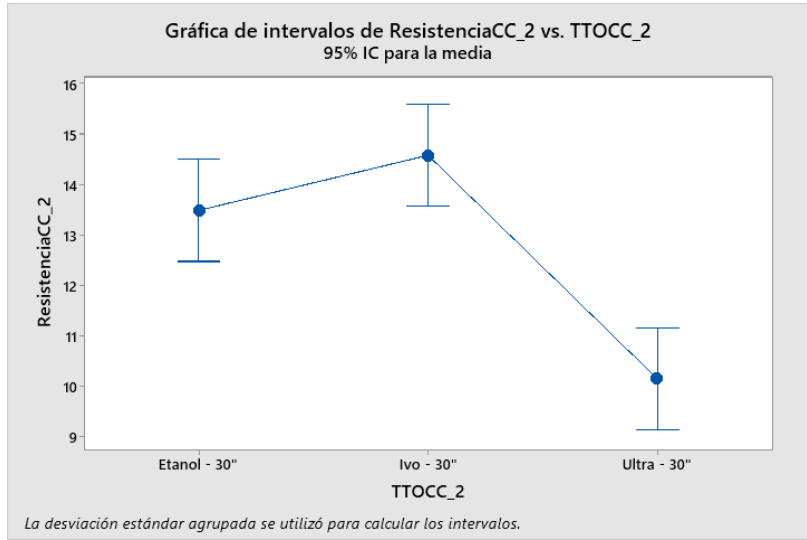
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T ajustado	Valor p
Ivo - 30" - Etanol - 30"	1,092	0,716	(-0,620; 2,805)	1,52	0,285
Ultra - 30" - Etanol - 30"	-3,338	0,716	(-5,050; -1,626)	-4,66	0,000
Ultra - 30" - Ivo - 30"	-4,430	0,716	(-6,143; -2,718)	-6,18	0,000

Nivel de confianza individual = 98,05%





ANALISIS CON SOFTWARE MINITAB – HIPOTESIS 2

CASOS SIN CONTAMINACIÓN

ANOVA de un solo factor: Resist vs. TT

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

TT	3	Ultra - 20"; Ultra - 30"; Ultra - 5"
----	---	--------------------------------------

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TT	2	56,15	28,076	4,86	0,010
Error	72	415,54	5,771		
Total	74	471,70			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2,40239	11,90%	9,46%	4,41%

Medias

TT	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Ultra - 25 20"	15,114	1,832	(14,157; 16,072)	
Ultra - 25 30"	13,021	3,214	(12,063; 13,979)	
Ultra - 25 5"	13,780	1,904	(12,822; 14,737)	

Desv.Est. agrupada = 2,40239

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

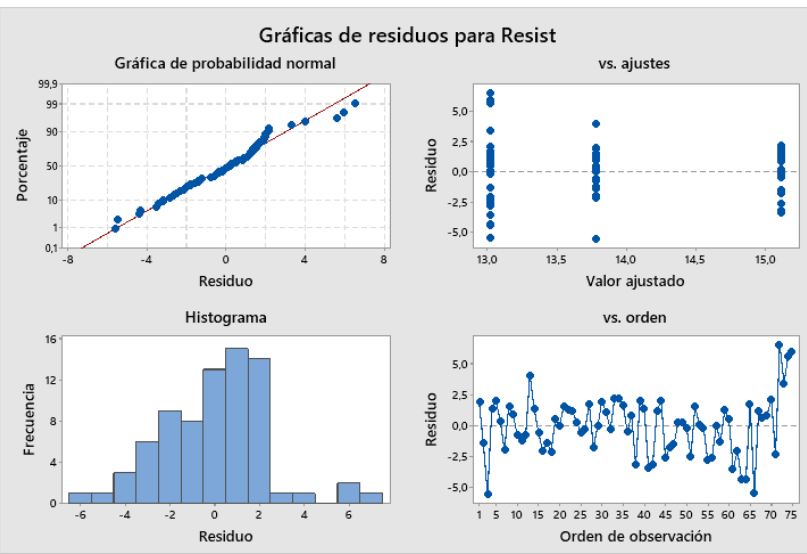
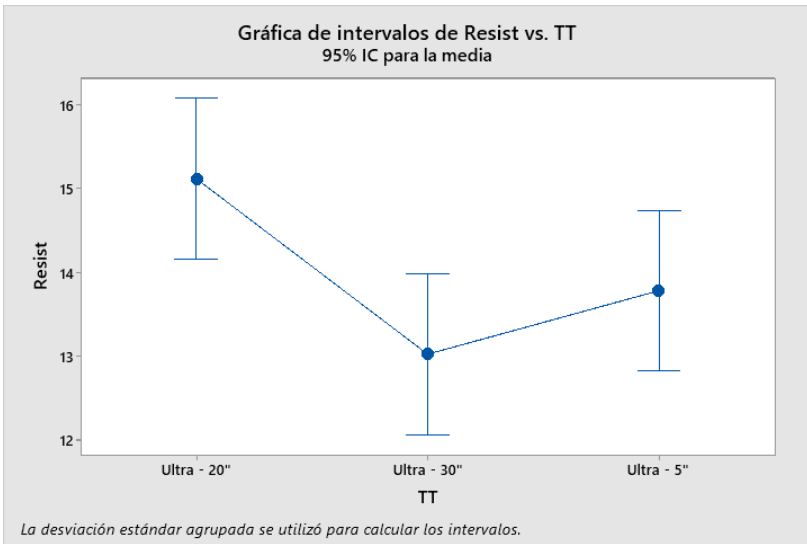
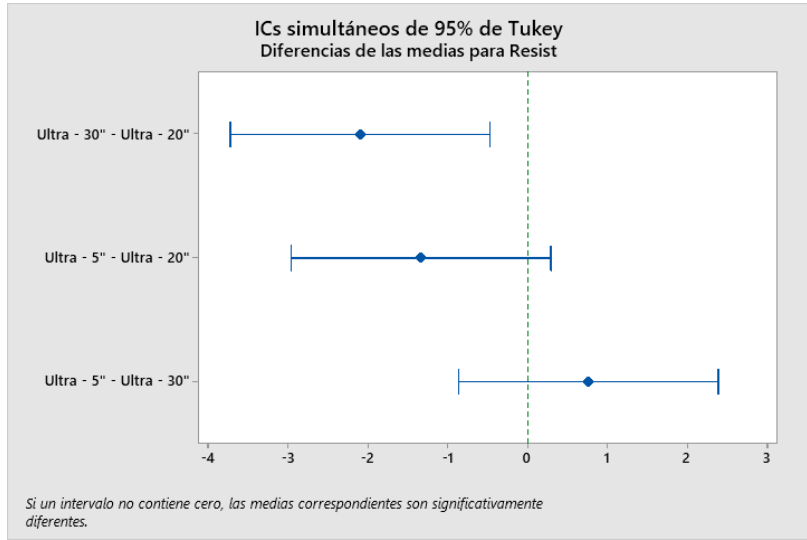
TT	N	Media	Agrupación
Ultra - 25 20"	15,114	A	
Ultra - 25 5"	13,780	A	B
Ultra - 25 30"	13,021	B	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de medias	de las medias	EE	de IC de 95%	de Valor T	Valor p ajustado
Ultra - 30"	-2,093		0,679	(-3,717; 0,469)	-3,08	0,008
Ultra - 5" - Ultra - 20"	-1,335		0,679	(-2,959; 0,289)	-1,96	0,129
Ultra - 5" - Ultra - 30"	0,758		0,679	(-0,866; 2,382)	1,12	0,507

Nivel de confianza individual = 98,05%



ANOVA de un solo factor: Resist_1 vs. TT_1

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

TT_1 3 Etanol - 20"; Etanol - 30"; Etanol - 5"

Análisis de Varianza

		SC	MC	Valor	Valor
Fuente	GL	Ajust.	Ajust.	F	p
TT_1	2	107,7	53,855	6,73	0,002
Error	72	576,2	8,003		
Total	74	683,9			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2,82899	15,75%	13,41%	8,58%

Medias

TT_1	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Etanol - 20"	25	18,484	2,295	(17,356; 19,611)
Etanol - 30"	25	20,166	2,435	(19,038; 21,294)
Etanol - 5"	25	17,242	3,580	(16,114; 18,369)

Desv.Est. agrupada = 2,82899

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TT_1 N Media Agrupación

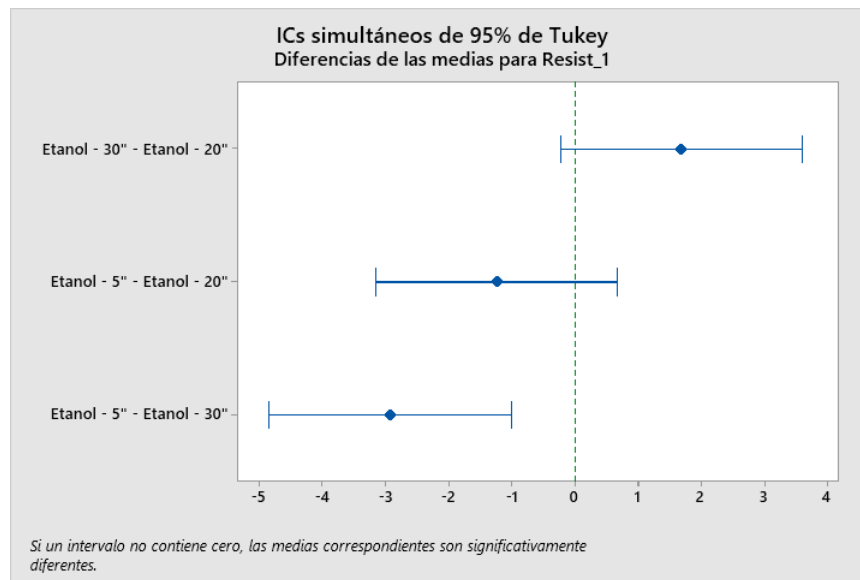
Etanol - 30"	25	20,166	A
Etanol - 20"	25	18,484	B
Etanol - 5"	25	17,242	B

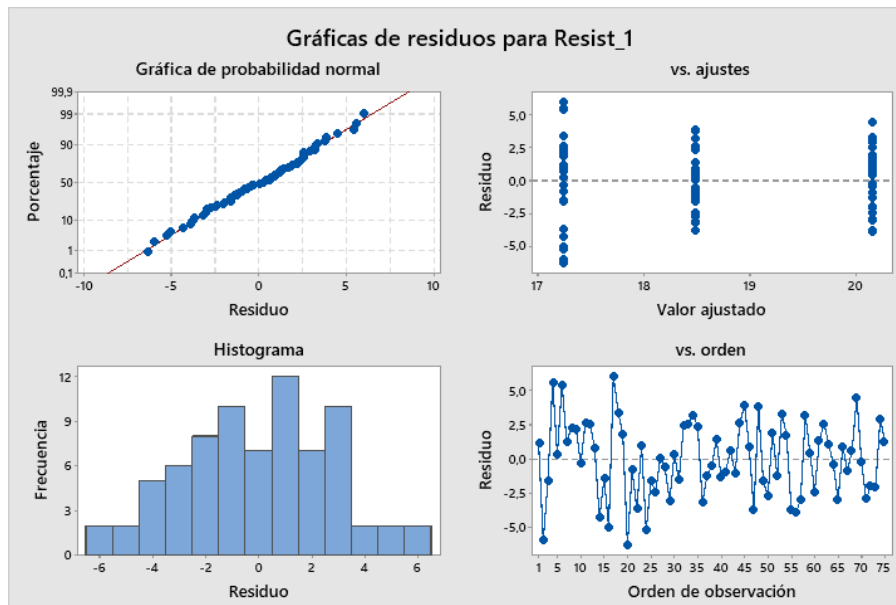
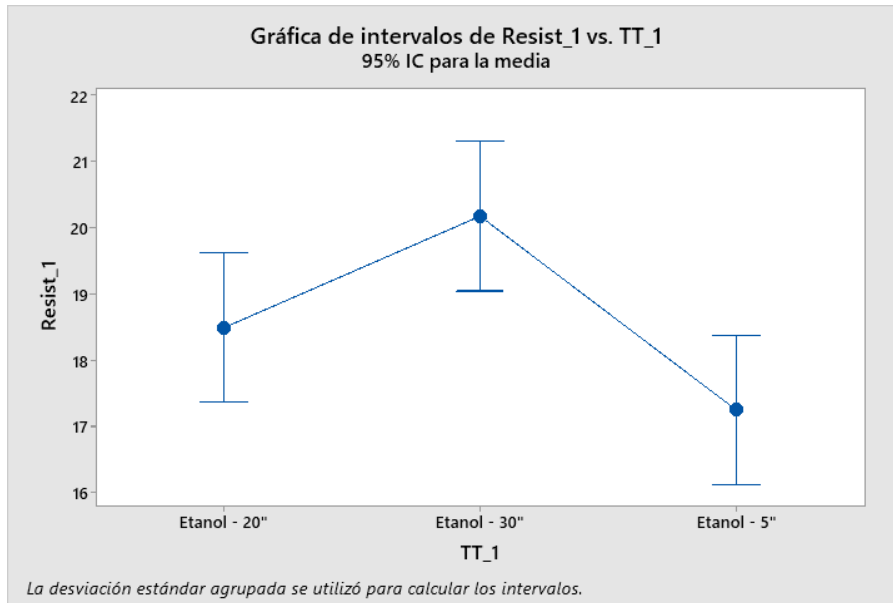
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de medias	EE	de IC de 95%	de Valor T	Valor p ajustado
Etanol - 30" - Etanol - 20"	-1,682	0,800	(-0,230; 3,595)	2,10	0,096
Etanol - 5" - Etanol - 20"	-1,242	0,800	(-3,154; 0,670)	-1,55	0,273
Etanol - 5" - Etanol - 30"	-2,924	0,800	(-4,837; 1,012)	-3,65	0,001

Nivel de confianza individual = 98,05%





ANOVA de un solo factor: Resist_2 vs. TT_2

Método

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna: No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TT_2	3	Ivo - 20"; Ivo - 30"; Ivo - 5"

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TT_2	2	389,7	194,87	18,09	0,000
Error	72	775,6	10,77		
Total	74	1165,3			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
3,28204	33,44%	31,60%	27,78%

Medias

TT_2	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Ivo - 20"	25	17,178	2,891	(15,869; 18,486)
Ivo - 30"	25	19,508	3,345	(18,199; 20,816)
Ivo - 5"	25	13,948	3,573	(12,639; 15,257)

Desv.Est. agrupada = 3,28204

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TT_2	N	Media	Agrupación
Ivo - 30"	25	19,508	A
Ivo - 20"	25	17,178	B
Ivo - 5"	25	13,948	C

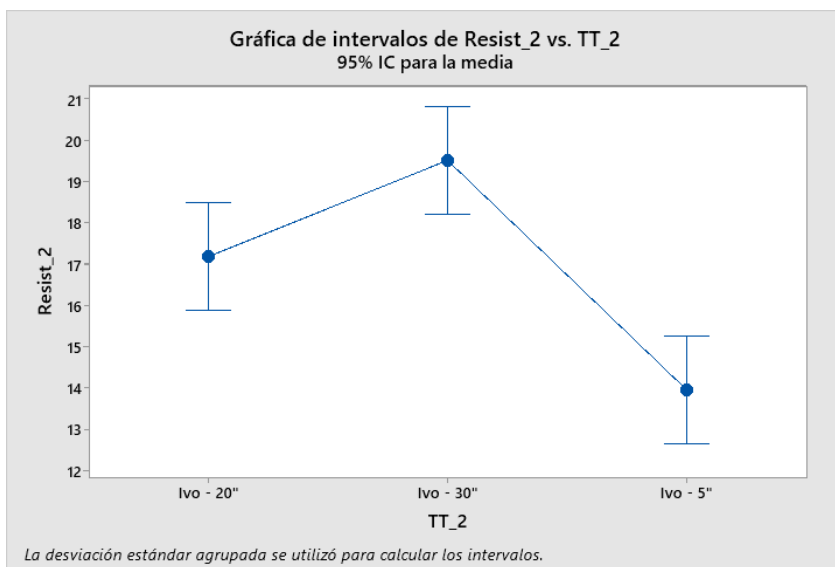
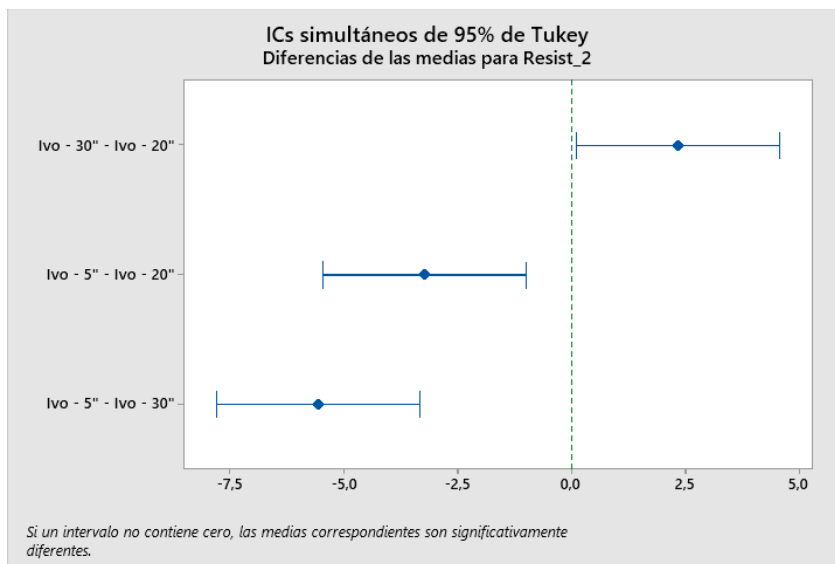
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

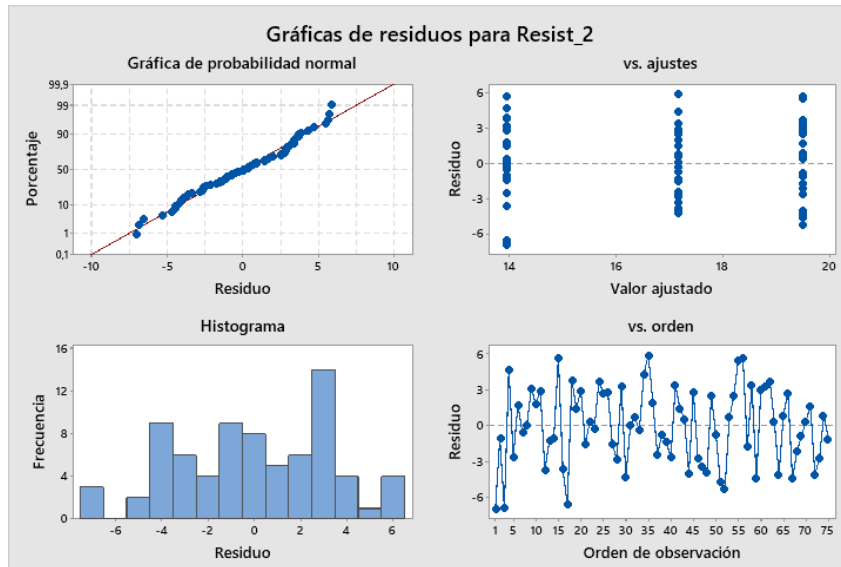
Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de medias	de las EE diferencia	de IC 95%	de Valor T	Valor p ajustado
-----------------------	----------------------	----------------------	-----------	------------	------------------

Ivo - 30" - Ivo - 20"	2,330	0,928	(0,111; 4,549)	2,51	0,038
Ivo - 5" - Ivo - 20"	-3,230	0,928	(-5,448; -1,011)	-3,48	0,002
Ivo - 5" - Ivo - 30"	-5,560	0,928	(-7,778; -3,341)	-5,99	0,000

Nivel de confianza individual = 98,05%





CASOS CON CONTAMINACIÓN

ANOVA de un solo factor: Resist_3 vs. TT_3

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia de $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

TT_3 3 Ultra - 20"; Ultra - 30"; Ultra - 5"

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TT_3	2	0,102	0,05095	0,01	0,992
Error	72	445,764	6,19117		
Total	74	445,866			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2,48821	0,02%	0,00%	0,00%

Medias

TT_3	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Ultra - 25 20"	10	10,230	2,262	(9,238; 11,222)
Ultra - 25 30"	10	10,144	2,941	(9,152; 11,136)
Ultra - 25 5"	10	10,163	2,192	(9,171; 11,155)

Desv.Est. agrupada = 2,48821

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TT_3 N Media Agrupación

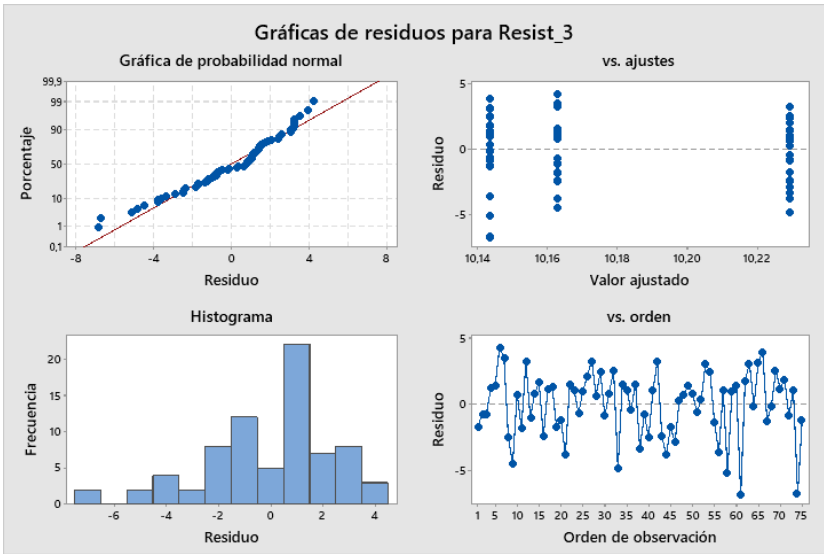
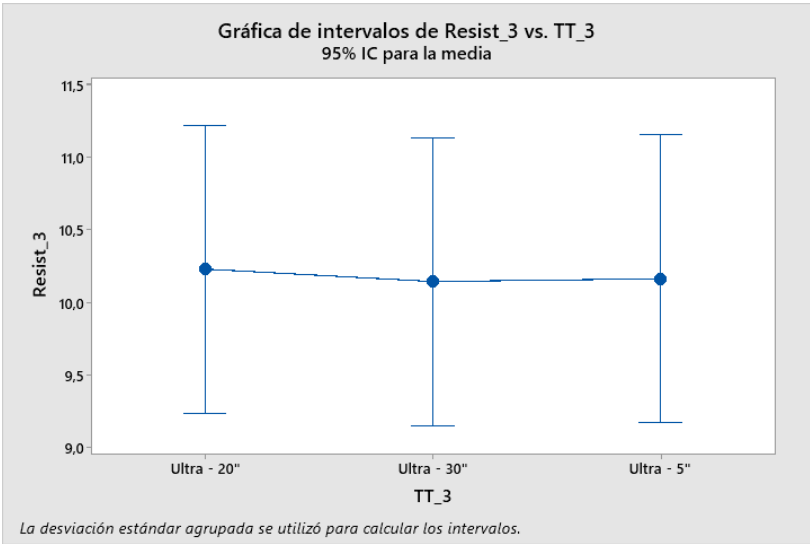
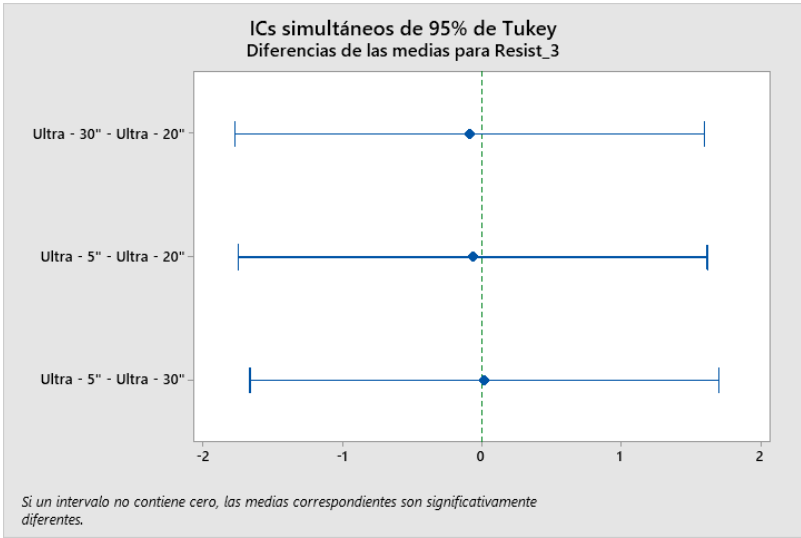
Ultra - 25 10,230 A
20"
Ultra - 25 10,163 A
5"
Ultra - 25 10,144 A
30"

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de medias	de las EE	de IC de 95%	de Valor T	Valor p ajustado
Ultra - 30"	-0,086	0,704	(-1,768; 1,596)	-0,12	0,992
Ultra - 5" - Ultra - 20"	-0,067	0,704	(-1,749; 1,615)	-0,09	0,995
Ultra - 5" - Ultra - 30"	0,019	0,704	(-1,663; 1,701)	0,03	1,000

Nivel de confianza individual = 98,05%



ANOVA de un solo factor: Resist_1_1 vs. TT_1_1

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TT_1_1	3	Etanol - 20"; Etanol - 30"; Etanol - 5"

Análisis de Varianza

Fuente	SC GL	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TT_1_1	2 257,3	128,650	14,62	0,000
Error	72 633,6	8,800		
Total	74 890,9			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2,96654	28,88%	26,90%	22,83%

Medias

TT_1_1	N	Media	Desv.Est.	IC 95% de
Etanol - 20"	25	11,428	2,927	(10,245; 12,610)
Etanol - 30"	25	13,482	1,977	(12,299; 14,664)
Etanol - 5"	25	8,951	3,732	(7,768; 10,134)

Desv.Est. agrupada = 2,96654

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TT_1_1 N Media Agrupación

Etanol - 25 13,482 A

30"

Etanol - 25 11,428 B

20"

Etanol - 25 8,951 C

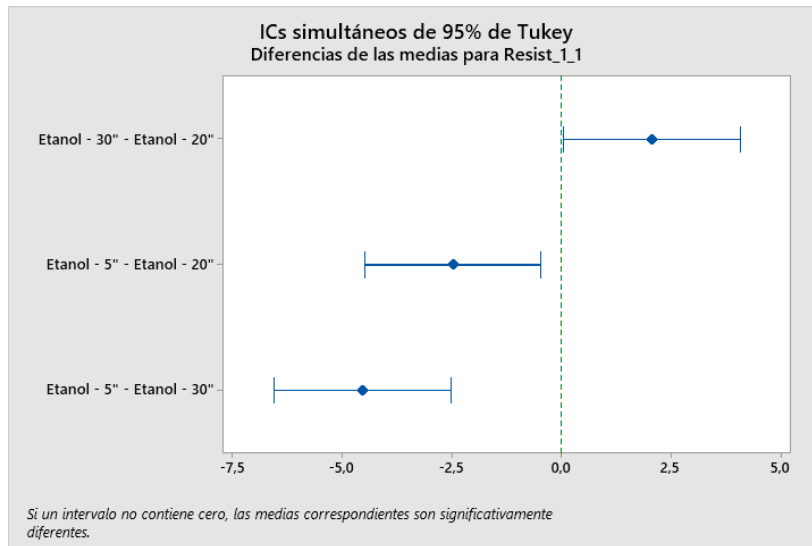
5"

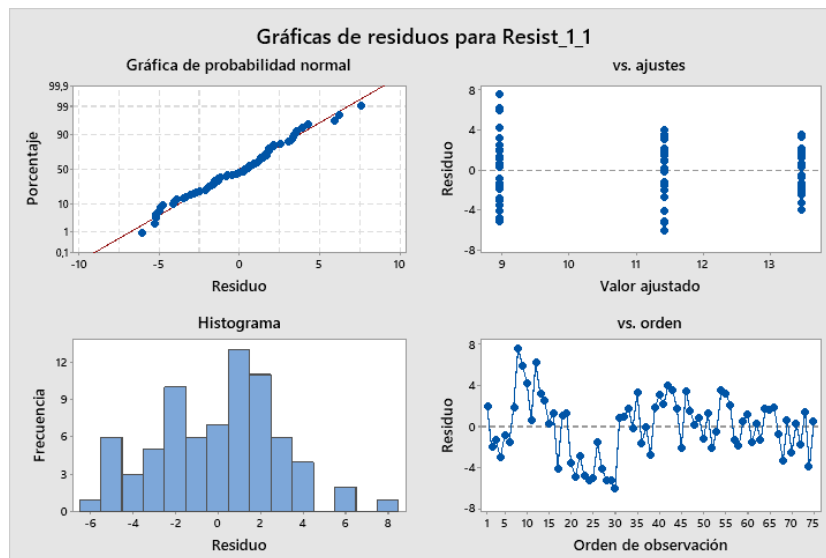
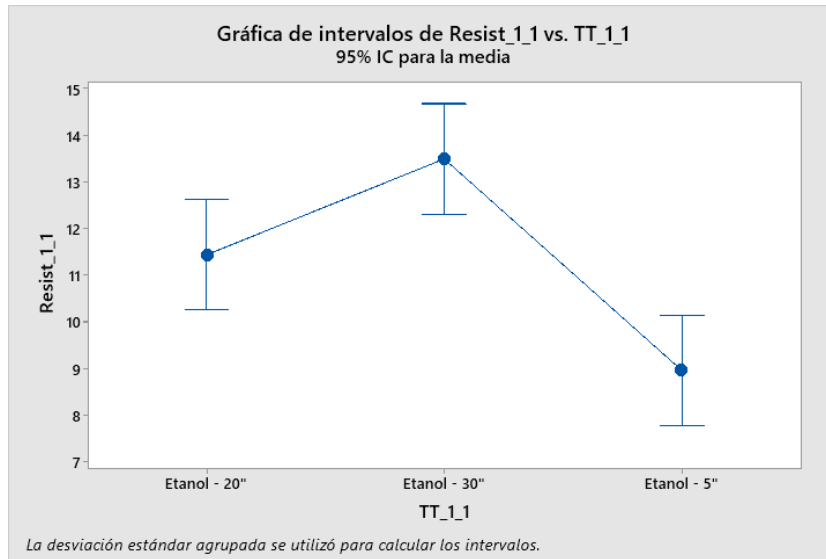
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de medias	de las EE	de IC de diferencia 95%	de Valor T	Valor p ajustado
Etanol - 30" - Etanol - 20"	-2,054	0,839	(0,049; 4,059)	2,45	0,044
Etanol - 5" - Etanol - 20"	-2,476	0,839	(-4,482; 0,471)	-2,95	0,012
Etanol - 5" - Etanol - 30"	-4,530	0,839	(-6,536; 2,525)	-5,40	0,000

Nivel de confianza individual = 98,05%





ANOVA de un solo factor: Resist_2_1 vs. TT_2_1

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia de $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TT_2_1	3	Ivo - 20"; Ivo - 30"; Ivo - 5"

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TT_2_1	2	156,7	78,356	8,44	0,001
Error	72	668,5	9,285		
Total	74	825,3			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
3,04720	18,99%	16,74%	12,10%

Medias

TT_2_1	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Ivo - 20"	25	12,935	2,556	(11,720; 14,150)
Ivo - 30"	25	14,574	2,586	(13,359; 15,789)
Ivo - 5"	25	11,036	3,825	(9,822; 12,251)

Desv.Est. agrupada = 3,04720

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

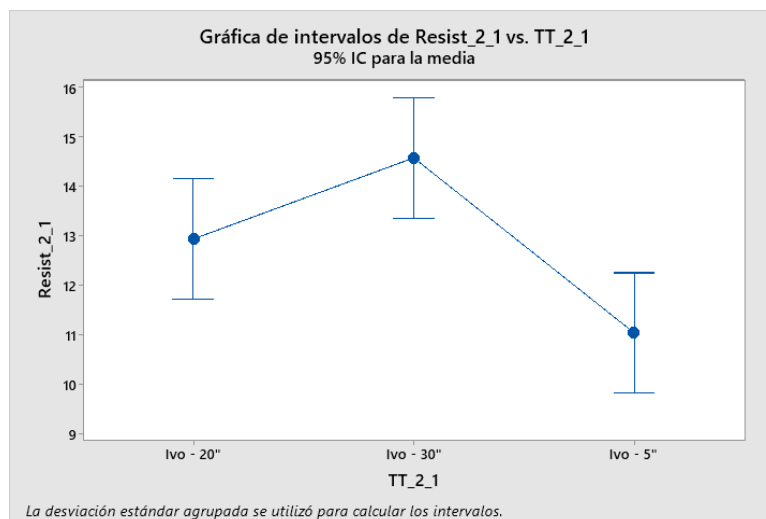
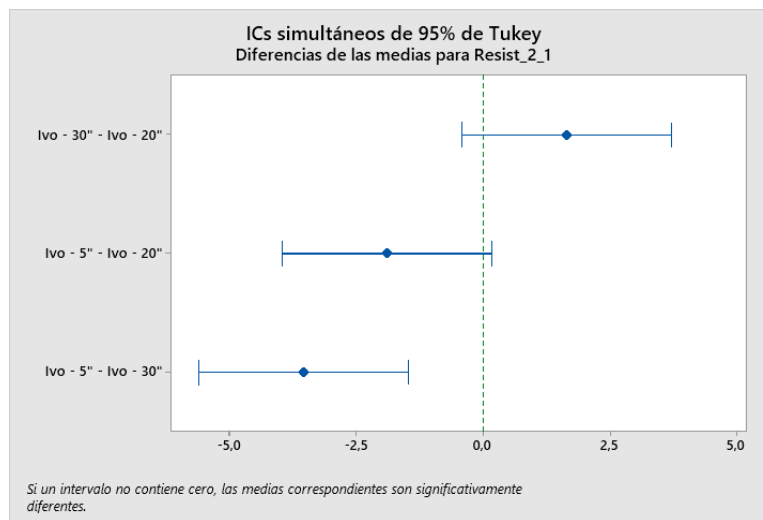
TT_2_1	N	Media	Agrupación
Ivo - 30"	25	14,574	A
Ivo - 20"	25	12,935	A B
Ivo - 5"	25	11,036	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de medias	de las EE de diferencia	de IC 95%	de Valor T	Valor p ajustado
Ivo - 30" - Ivo - 20"	-1,639	0,862	(-0,421; 3,699)	1,90	0,146
Ivo - 5" - Ivo - 20"	-1,898	0,862	(-3,958; 0,162)	-2,20	0,078
Ivo - 5" - Ivo - 30"	-3,538	0,862	(-5,598; -1,478)	-4,10	0,000

Nivel de confianza individual = 98,05%



Gráficas de residuos para Resist_2_1

