



**EFEECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO FLUORHÍDRICO SOBRE  
EL ÁNGULO DE CONTACTO DE SILANOS DE UNO Y DOS PASOS EN  
CERÁMICA DE DISILICATO DE LITIO**

**EFFECT OF HYDROFLUORIC ACID CONCENTRATION ON THE CONTACT  
ANGLE OF ONE AND TWO-STEP SILANES IN LITHIUM DISILICATE  
CERAMIC**

**TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OPTAR**

**POR EL TITULO DE CIRUJANO DENTISTA**

**ALUMNOS:**

**MARIELLA ANTONIETA MAIME HERRERA**

**ROSARIO JOSSELIN ZAPATA PACHECO**

**ASESORES:**

**Ph.D. JOHN ALEXIS DOMINGUEZ**

**CD. DALMA ESPEJO LOYOLA**

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **JURADO**

Presidente:	Mg. C.D. Leyla Delgado Cotrina
Vocal:	C.D. Elizabeth Casas Chávez
Secretario:	Ph D.Mg. C.D. Lidia Yileng Tay Chu Jon
Fecha de sustentación:	09 de marzo de 2021
Calificación:	Aprobado

**ASESORES DE TRABAJO DE INVESTIGACION**

**ASESOR:**

**Ph.D. JOHN ALEXIS DOMINGUEZ**

**Departamento Académico de Odontología Social**

**ASESOR:**

**CD. DALMA ESPEJO LOYOLA**

**Departamento Académico de Odontología Social**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres Pedro y Antonieta que no solo inculcaron en mí, valores para hacerme un buen ser humano sino también me dieron las herramientas necesarias para alcanzar mis sueños. Ellos con su ejemplo me demostraron que no importan los obstáculos, que con esfuerzo y dedicación todo se puede lograr.

A mis hermanas Carmencita y Roció por su apoyo incondicional, cariño y amor que me demuestran a diario. Gracias Dios por regalarme a las mejores hermanas.

Dedico este logro obtenido a mis padres y hermanos por brindarme los recursos necesarios, el apoyo incondicional y la confianza en todo este proceso. También agradecer a mis padrinos, abuelos, primos y tíos en estar siempre a mi lado y que con sus consejos me animaron a no rendirme.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia por todo el apoyo, que me alentaron a culminar mis estudios de manera satisfactoria.

## **DECLARACIONES Y CONFLICTO DE INTERES**

Los autores declaran no tener conflictos de interés

## **TABLA DE CONTENIDOS**

	<b>Pág.</b>
<b>I. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>II. Objetivo del Estudio</b>	<b>3</b>
<b>III. Materiales y Métodos</b>	<b>4</b>
<b>IV. Resultados</b>	<b>12</b>
<b>V. Discusión</b>	<b>13</b>
<b>VI. Conclusiones</b>	<b>17</b>
<b>VII. Referencias Bibliográficas</b>	<b>18</b>
<b>VIII. Tablas</b>	<b>22</b>
<b>ANEXOS</b>	

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el ángulo de contacto del silano de uno y dos pasos en una cerámica de Disilicato con tres concentraciones de Ácido fluorhídrico. **Materiales y métodos:** Se utilizó 36 bloques de cerámica y se dividió en dos grupos: grupo con silano de uno y dos pasos, y con las concentraciones de ácido fluorhídrico al 5%, 9% y 10 % respectivamente. Para evaluar el ángulo de contacto se colocó una gota de silano en el centro de las cerámicas previamente grabadas y posteriormente mediante técnicas fotográficas se obtuvo imágenes de la gota para analizarlas en un software Image J **Resultados:** En un tratamiento de superficie con silano de un paso y ácido fluorhídrico al 5 %, 9% y 10% los ángulos de contacto obtuvieron diferencia significativa. Con silano de dos pasos, con el tratamiento de superficie con ácido fluorhídrico al 9 % se mostró diferencia significativa con respecto al ángulo de contacto entre las concentraciones de ácido fluorhídrico al 5% y al 10%. **Conclusión:** En el tratamiento de superficie con ácido fluorhídrico al 10% y silano de un paso, se mostró un menor ángulo de contacto y con silano de dos pasos, se mostró un menor ángulo de contacto con la concentración de ácido fluorhídrico al 5% y 10%.

**PALABRAS CLAVES:** CERÁMICA, ACIDO FLUORHÍDRICO, SOFTWARE

## SUMMARY

**Objective:** To evaluate the contact angle of the silane of one and two steps in a disilicate ceramic with three concentrations of hydrofluoric acid. **Materials and methods:** Were used 36 ceramic blocks and it was divided into two groups: group with one- and two-step silane, and with hydrofluoric acid concentrations at 5%, 9% and 10% respectively. To evaluate the contact angle, a silane drop was placed in the center of the previously etched ceramics and later using photographic techniques, images of the drop were obtained to analyze them in an Image J software. **Results:** In a surface treatment with one-step silane and hydrofluoric acid at 5%, 9% and 10%, the contact angles obtained significant difference. With two-step silane, the surface treatment with 9% hydrofluoric acid showed a significant difference with respect to the contact angle between the 5% and 10% hydrofluoric acid concentrations. **Conclusion:** In the surface treatment with 10% hydrofluoric acid and one-step silane, a smaller contact angle was shown and with two-step silane, a smaller contact angle was shown with the 5% and 10 % hydrofluoric acid concentration.

**KEY WORDS:** CERAMICS, HYDROFLUORIC ACID, SOFTWARE



## **I.- INTRODUCCION**

En la actualidad, la estética juega un rol importante en las relaciones sociales, los pacientes buscan tener restauraciones con un alto nivel estético, siendo la más usada la cerámica de disilicato de litio por tener un aumento a la resistencia, durabilidad y por su alta estética.

Los criterios que se utilizan para diferenciar las familias de la cerámica de disilicato de litio son la composición química<sup>(1)</sup>. Gracis y Col, clasifican las cerámicas en tres familias: matriz policristalina, matriz de resina y cerámica de matriz de vidrio, dentro de esta familia encontramos la cerámica de disilicato de litio<sup>(2)</sup>.

La técnica de cementación de la cerámica de disilicato de litio, comienza con la aplicación de ácido fluorhídrico que se presenta en varias concentraciones; el primer paso consiste en la aplicación del ácido fluorhídrico sobre la superficie de la cerámica, generando una reacción en la matriz vítrea de esta, dicha matriz vítrea está conformada por dos fases: fase vítrea y fase cristalina. Mediante la reacción del ácido fluorhídrico y la cerámica de disilicato de litio, las partículas de la fase vítrea serán retiradas selectivamente obteniendo retenciones en la superficie de la cerámica<sup>(3)</sup>.

Asimismo, la matriz vítrea de la cerámica de disilicato de litio contiene sílice y forma los hexafluorosilicatos<sup>(4)</sup>.

Los silanos son promotores de adhesión, agentes acopladores y modificadores de la superficie. El silano es una molécula bipolar que tiene grupos metacrilatos, se utiliza para unir las partículas de relleno, mediante la unión de puentes de hidrógenos, formando uniones covalentes durante el proceso de polimerización, lo cual brinda una interfase entre la resina y partícula de relleno<sup>(5)</sup>.

Para obtener mejores valores de resistencia de unión se tiene que generar una mayor humectabilidad, la cual se mide con ángulo de contacto.

El ángulo de contacto es una propiedad superficial que cuantifica el grado de humectabilidad y se basa en la medida del ángulo que forma la gota con una superficie lisa y plana<sup>(6)</sup>. Cuando el ángulo es menor a  $90^\circ$  significa que el líquido presenta humectabilidad al sólido, por el contrario, cuando el ángulo es mayor a  $90^\circ$ , el líquido presenta poca humectabilidad al sólido<sup>(7)</sup>.

Por lo antes expuesto, se desea evaluar el ángulo de contacto con silano de uno y dos pasos en una cerámica de disilicato tomando con tres concentraciones de ácido fluorhídrico con 5%, 9% y 10%.

## **II. OBJETIVOS:**

### **Objetivo general:**

Evaluar el ángulo de contacto del silano de uno y dos pasos en una cerámica de disilicato tratadas con tres concentraciones de ácido fluorhídrico.

### **Objetivos específicos:**

1. Comparar el ángulo de contacto del silano de un paso en cerámica de disilicato de litio tratada con ácido fluorhídrico de 5 %, 9% y 10%.
2. Comparar el ángulo de contacto del silano de dos pasos en cerámica de disilicato de litio tratada con ácido fluorhídrico de 5 %, 9% y 10%.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Diseño de estudio**

Experimental, in vitro

#### **Muestra**

La muestra estuvo conformada de acuerdo al estudio<sup>(9)</sup>, y por eso en nuestro estudio utilizamos 36 discos cerámicos IPS e max (Ivoclar Vivadent Liechtenstein, Suiza) (figura #1. A), los cuales se han dividido en dos grupos de silano: grupo 1 con silano en un paso y grupo 2 con silano de dos pasos.

El grupo 1 con silano de un paso se dividió en un subgrupo 1 A con silano de un paso y ácido fluorhídrico del 5 %, el siguiente subgrupo es 1 B, con silano de un paso y ácido fluorhídrico del 9% y el subgrupo 1 C con silano de un paso y ácido fluorhídrico al 10 %. Igualmente, en el grupo 2 con silano de dos pasos se dividió en el subgrupo 2 A con silano de dos pasos y ácido fluorhídrico al 5 %, el siguiente subgrupo 2 B con silano de dos pasos y ácido fluorhídrico al 9% y finalmente el subgrupo 2 C con silano de dos pasos y ácido fluorhídrico al 10 %, y en cada uno de estos subgrupos utilizamos 6 bloques de cerámica (flujograma #1).

## **Criterios de selección**

- Ausencia de fractura de cerámica disilicato
- Ausencia de burbuja
- Ausencia de línea fractura

## **DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES**

- A. Ángulo de Contacto: Es el ángulo que forma una gota del adhesivo al entrar en contacto con el sustrato; la medida y valor de dicho ángulo nos indicará el grado de mojabilidad y por lo tanto el grado de adhesión sobre el sustrato. Es una variable de tipo cuantitativa de escala razón.
- B. Ácido Fluorhídrico: Llamado también fluoruro de hidrógeno, es un compuesto inorgánico, su función es grabar y crear retenciones en la superficie de la cerámica de disilicato de litio. Es una variable tipo cualitativa de tipo nominal.
- C. Silano: Es un agente de unión, capaz de mejorar la humectabilidad superficial, lo cual brindará un mejor contacto. Es una variable tipo cualitativa de tipo nominal.

## **PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS**

Se utilizaron 36 bloques de cerámica (12 x 7 x 2 milímetros) a partir de cerámica prefabricada IPS e. max (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, Suiza), que fueron colocadas en tubos de policloruro de vinilo (PVC) y fijadas con acrílicos transparente (figura #1. A). Los discos fueron divididos en 2 grupos: grupo con silano de un paso y silano de dos pasos, donde cada grupo se subdividió en 3 subgrupos:

El grupo 1 de silano de un paso se subdivide en 3 subgrupos 1A, 1B Y 1C con las concentraciones de ácido fluorhídrico al 5%, 9% y 10 % respectivamente.

El grupo 2 de silano de dos pasos se subdivide en 3 subgrupos 2A, 2B Y 2C con las concentraciones de ácido fluorhídrico al 5%, 9% y 10 % respectivamente.

(flujograma #1).

### **Todos los grupos recibieron el siguiente tratamiento:**

Estandarizamos el tiempo de grabado del ácido fluorhídrico en el uso de las cerámicas de disilicato de litio durante 20 segundos de acuerdo con las casas comerciales Ultradent y FGM, también el lavado del ácido fluorhídrico y secado durante 30 segundos.

### **División de grupos de silano de un paso**

**Sub grupo 1 A cerámica de disilicato de litio con silano de un paso y ácido fluorhídrico al 5 % (n=6 ):** En el disco de cerámica de disilicato de litio IPS e.max (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, Suiza) (figura #1.A), se aplicó una gota de ácido fluorhídrico al 5% (Condac, FGM, Brasil) (figura #3.A ), a una distancia entre el ácido fluorhídrico y la cerámica de 1.4 cm, por 20 segundos y luego se enjuagó con agua durante 30 segundos, después se secó por 30 segundos, finalmente se aplicó una gota de silano de un paso (Microsil ,Microdonto, Brasil ) (figura #2.A ), a una distancia entre el silano y la cerámica de 1.4 cm, mediante una jeringa de 1 mililitro.

**Sub grupo 1 B cerámica de disilicato de litio con silano de un paso y ácido fluorhídrico al 9 % (n=6 ):** En el disco de cerámica de disilicato de litio IPS e.max (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, Suiza) (figura #1.A), se aplicó una gota de ácido fluorhídrico al 9% (Porcelain Etch ,Ultradent, Estados Unidos ) (figura #3.B), a una distancia entre el ácido fluorhídrico y la cerámica de 1.4 cm, por 20 segundos y luego se enjuagó con agua durante 30 segundos, después se secó por 30 segundos, finalmente se aplicó una gota de silano de un paso (Microsil, Microdonto, Brasil ) ( figura #2.A), a una distancia entre el silano y la cerámica de 1.4 cm, mediante una jeringa de 1 mililitro.

**Sub grupo 1 C cerámica de disilicato de litio con silano de un paso y ácido fluorhídrico al 10 % (n=6 ):** En el disco de cerámica de disilicato de litio IPS e.max (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, Suiza) (figura #1.A), se aplicó una gota de ácido fluorhídrico al 10% (Condac, FGM, Brasil) (figura #3.C ), a una distancia entre el ácido fluorhídrico y la cerámica de 1.4 cm, por 20 segundos y luego se enjuagó con agua durante 30 segundos, después se secó por 30 segundos, finalmente se aplicó una gota de silano de un paso (Microsil, Microdonto, Brasil ) (figura #2.A) a una distancia entre el silano y la cerámica de 1.4 cm ,mediante una jeringa de 1 mililitro.

#### **Aplicación de silano de dos pasos**

Asimismo, para la aplicación de silano de un paso (Microsil, Microdonto, Brasil ), la gota fue aplicada con la jeringa de 1 mililitro directamente en la cerámica de disilicato de litio; sin embargo, en el silano de dos pasos (Bis-silan, Bisco, Estados Unidos), previamente se mezcló la molécula prehidrolizada que se encuentra en la botella “A” y la primera que se encuentra en la botella “B”; posteriormente, en un vaso Dappen se realizó la mezcla con una espátula de cemento disolviendo totalmente ambos componentes.



### **División de grupo de silano de dos pasos**

**Sub grupo 2 A cerámica de disilicato de litio con silano de dos pasos y ácido fluorhídrico al 5 % (n=6 ):** En el disco de cerámica de disilicato de litio IPS e.max (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, Suiza) (figura #1.A ), se aplicó una gota de ácido fluorhídrico al 5% (Condac, FGM, Brasil) (figura #3.A ) a una distancia entre el ácido fluorhídrico y la cerámica de 1.4 cm, por 20 segundos, luego se enjuagó con agua durante 30 segundos, después se secó por 30 segundos, finalmente con una jeringa de 1 milímetro se aplicó una gota de silano de dos pasos (Bis-silan, Bisco, Estados Unidos ) ( figura #2.B ) a una distancia entre el silano y la cerámica de 1.4 centímetros.

**Sub grupo 2 B cerámica de disilicato de litio con silano de dos pasos y ácido fluorhídrico al 9 % (n=6 ):** En el disco de cerámica de disilicato IPS e.max (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, Suiza) (figura #1 .A ), se aplicó una gota de ácido fluorhídrico al 9% (Porcelain Etch ,Ultradent, Estados Unidos ) (figura #3.B), a una distancia entre el ácido fluorhídrico y la cerámica de 1.4 cm, por 20 segundos, se enjuagó con agua durante 30 segundos, después se secó por 30 segundos y finalmente con una jeringa de 1 milímetro se aplicó una gota de silano de dos pasos (Bis-silan, Bisco, Estados Unidos ) ( figura #2.B ) a una distancia entre el silano y la cerámica de 1.4 centímetros

**Sub grupo 2 C cerámica de disilicato de litio con silano de dos pasos y ácido fluorhídrico al 10 % (n=6 ):** En el disco de cerámica de disilicato IPS e.max (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, Suiza) (figura # 1.A ), se aplicó una gota de ácido fluorhídrico al 10% (Condac, FGM, Brasil) ( figura #3.C ) a una distancia entre el ácido fluorhídrico y la cerámica de 1.4 cm por 20 segundos, después se enjuagó con agua durante 30 segundos, se procedió a secar por 30 segundos y posteriormente, se aplicó una gota de silano de dos pasos (Bis-silan, Bisco, Estados Unidos ) ( figura #2.B) a una distancia entre el silano y la cerámica de 1.4 cm. mediante una jeringa de 1 mililitro.

### **Toma de fotografías**

Mediante técnicas fotográficas se obtuvieron imágenes de la gota con una cámara profesional marca Canon T2 con las siguientes características de ISO 200, velocidad 1/125, diafragma 29 y una distancia de 8,8 a 1,44 centímetros (esquema #1).

La toma de fotografía de la gota de silano en la cerámica de disilicato de litio la obtuvimos inmediatamente a su formación por subgrupo (flujograma #1), teniendo una foto por cada subgrupo, 6 subgrupos en total y por ende 6 fotografías (figuras # 4, #5, #6, #7, #8 y #9).

### **Software Image J**

Se analizaron las fotografías mediante un software Image J. Abrimos la fotografía que deseamos analizar en la barra de herramientas del software, una vez cargada la imagen (figura # 10), se procedió a dar clic en plugins y en contact angle, luego realizamos la evaluación manual que consistió en marcar siete puntos en el borde de la imagen de la gota en sentido de izquierda a derecha (figura # 11), posteriormente se mostró el ángulo interno formado (figura #12) y la aplicación nos brinda los resultados sobre las medidas del ángulo de contacto.

### **ASPECTOS ÉTICOS DEL ESTUDIO**

Este estudio se realizó luego de recibir una aprobación de la unidad de gestión de investigación, ciencia y tecnología de las facultades de Medicina, Estomatología y Enfermería de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Previa carta de aceptación de la Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT) CAREG-ORVEI-035-20 (figura #13).

### **PLAN DE ANÁLISIS**

Los datos fueron analizados por medio de un software estadístico Bioestat 5.3, por el test de Tukey, las medias de los tratamientos realizados en la cerámica con los silanos fueron analizados con la prueba de Anova. Se contó con un nivel de significancia de 0.05.

#### **IV. RESULTADOS**

Los datos de media y desviación estándar están expresados en la tabla #1, el estudio contó con un nivel de significancia de ( $p= 0.05$ ), se obtuvieron 6 subgrupos: grupo con silano en uno y dos pasos, con ácido fluorhídrico al 5%, 9% y 10 % respectivamente.

Con silano de un paso, teniendo un tratamiento de superficie con ácido fluorhídrico al 5%, se encontró un ángulo de contacto de  $06.2\pm 0.4$ , con la concentración de ácido fluorhídrico al 9%, se encontró un ángulo de contacto  $08.5 \pm 0.8$  y con la concentración al 10%, se encontró un ángulo de contacto  $03.5 \pm 0.2$ , mostrando entre las tres concentraciones de ácido fluorhídrico una diferencia significativa ( $p =0.003$ ).

Con silano de dos pasos, con el tratamiento de superficie con ácido fluorhídrico al 9% se mostró un ángulo de contacto  $11.1 \pm 0.4$  mostrándose diferencia significativa entre las concentraciones de ácido fluorhídrico al 5% que mostró un ángulo de contacto  $07.1 \pm 1.5$  y con la concentración de ácido fluorhídrico al 10% con un ángulo de contacto  $08.8 \pm 1.2$ .

En cambio, con el tratamiento de superficie con silano de dos pasos entre las concentraciones de ácido fluorhídrico al 5% con un ángulo de contacto  $07.1 \pm 1.5$  y con la concentración de ácido fluorhídrico al 10 % con un ángulo de contacto  $08.8 \pm 1.2$  no denota diferencia significativa entre dichas concentraciones ( $p= 0:089$ ).

## V. DISCUSION

El presente estudio fue realizado con el propósito de evaluar el ángulo de contacto del silano de uno y dos pasos en una cerámica de disilicato con tres concentraciones de ácido fluorhídrico. Con silano de un paso y ácido fluorhídrico al 10% se obtuvo un menor ángulo de contacto.

La cerámica de disilicato de litio, es una cerámica vítrea, sus partículas cristalizadas están dispersas uniformemente en una matriz <sup>(1)</sup> que consta de dos fases: vítrea y cristalina <sup>(8)</sup> Asimismo la fórmula química del disilicato de litio es  $\text{LiSiO}_4$ , está compuesta de sílice, óxido de potasio y pentóxido de fósforo entre otros componentes. <sup>(1)</sup>

El ácido fluorhídrico se considera un ácido débil, porque tiene una baja tendencia a disociarse en iones  $\text{H}^+$  y  $\text{F}^-$ , en odontología, las concentraciones más utilizadas son al 5%, 9% y 10%, <sup>(9)</sup> Según Zogheib L, Bona A y col, sugirieron que el tratamiento de superficie con ácido fluorhídrico favorece la retención y por ende propicia una mejor resistencia de unión a la restauración. <sup>(10)</sup>

Según Addison O, Marquis P y col, el ácido fluorhídrico de acuerdo a su concentración y al tiempo de grabado, ocasiona diferentes alteraciones en la superficie de la cerámica<sup>(11)</sup>. Sin embargo, respecto al tiempo de grabado y concentración óptima del ácido fluorhídrico para tratar la superficie de una restauración de vitrocerámica, no se ha encontrado literatura suficiente y clara<sup>(12)</sup>.

En la fase vítrea de la cerámica de disilicato de litio se realiza el grabado de ácido fluorhídrico, lo cual produce una disolución selectiva generando que dicha fase se convierta en porosa microscópicamente, y en consecuencia, un aumento en la tensión superficial<sup>(8)</sup>.

Según Vidotti HA, el ácido fluorhídrico al 10% es capaz de eliminar la matriz de vidrio y exponer los cristales de disilicato, que crean una superficie irregular fundamental para una buena adhesión<sup>(13)</sup>.

El siguiente componente que usamos es el silano que tiene como función proporcionar un enlace químico fuerte y una interfaz estable<sup>(14)</sup>, además presenta una estructura R- SiX<sub>3</sub> donde R es el grupo órgano funcional, que se enlaza al polímero y el resto es el grupo silo funcional (trimetossilano) que reacciona después de hidrolizar, formando puentes de hidrógenos con los centros activos de la superficie inorgánica o por condensación con otros compuestos del silicio generando enlaces de gran fortaleza<sup>(15)</sup>.

El silano puede ser monofuncional cuando hay un átomo de si (silicio) con tres grupos alcoxi en la molécula o, bifuncional, es decir, hay dos átomos de silicio y cada uno con su respectivo grupo alcoxi. También existe el silano trifuncional con tres átomos de silicio y cada uno de ellos con tres grupos alcoxi<sup>(16)(17)</sup>.

En odontología protésica y restauradora, el silano más usado es monofuncional - metacriloxipropiltrimetoxisilano o 3-trimetoxisililpropilo metacrilato (MPS), presentando una gran adherencia mediante el acoplamiento químico y físico<sup>(18)</sup>.

El silano de un paso está prehidrolizado y contiene una mezcla que consta de etanol y agua. Además, tiene una vida útil relativamente corta.

En contraste, el silano de dos pasos consiste en dos solventes, el primero contiene  $\gamma$ -MPTS sin hidrolizar y el segundo solvente es el ácido acético, el cual aumenta la vida útil en comparación con el silano de un paso<sup>(19)(20)</sup>.

Según Lee Y et al., los silanos convencionales de dos pasos, utilizan ácido acético como activador para la hidrólisis del silano. El ácido acético actúa como un catalizador para la hidrólisis y condensación de moléculas de silano. El ácido acético pertenece a los ácidos carboxílicos caracterizado por la presencia de un grupo químico funcional carboxilo, que puede reaccionar con la superficie del grupo hidroxilo y como resultado contribuyen a la unión de la resina a la cerámica<sup>(21)</sup>.

En los últimos años, se ha prestado una mayor atención al comportamiento de humectabilidad especialmente en materiales biológicos, por ello se han desarrollado diversos métodos para medir el ángulo de contacto. El ángulo de contacto es un parámetro que se utiliza para cuantificar la humectabilidad de superficies sólidas<sup>(22)</sup>.

Jennissen, H. evalúa el ángulo de contacto utilizando dos métodos de evaluación. En la medición dinámica, el método estándar de Wilhelmy y en la medición estática, el método de gota sésil extendido, en la cual realiza una comparación entre las dos formas de medición del ángulo de contacto concluyendo, que cualquiera de los dos métodos es viable ya que conducen a resultados similares<sup>(23)</sup>.

Nuestro trabajo pertenece a la medición estática debido al uso de fotografías, y por el uso del software llamado Image J, que es un programa de procesamiento de

imágenes diseñado para fotografías científicas y donde una de sus características es evaluar el ángulo de contacto<sup>(24)</sup>.

El estudio de Borin A, Grassel R y Col evaluó el efecto de diferentes concentraciones de ácido fluorhídrico en la resistencia de unión de una cerámica a base de disilicato de litio, las cuales son: 1% (HF1), 3% (HF3), 5% (HF5), y 10% (HF10), concluyendo que para obtener mejores resultados de resistencia adhesiva, la cerámica puede ser acondicionada por el ácido fluorhídrico en concentraciones de 3%, 5% y 10%<sup>(7)</sup>. Comparando con nuestro trabajo usamos diferentes concentraciones de ácido fluorhídrico al 5%,9% y 10%, donde se encontró que sí existe una diferencia significativa en el valor del ángulo de contacto con la concentración de ácido de fluorhídrico al 10 %, mientras que con el uso de ácido de fluorhídrico al 3% y 5 % obtuvimos valores similares de ángulo de contacto.



## **VI. CONCLUSIONES**

1. Con silano de un paso, se mostró un menor ángulo de contacto con la concentración de ácido fluorhídrico al 10%.
2. Con silano de dos pasos, se mostró un menor ángulo de contacto con la concentración de ácido fluorhídrico al 5% y 10 %.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martínez F., Pradíes G., Suárez J., Rivera B. Cerámicas Dentales: Clasificación y Criterios de Selección. RCOE. 2007. 12 (4): 253-263.
2. Gracis S., Van P., Jonathan L., Nelson R., Estevam A. A New Classification System for All-ceramics and Ceramic-like Restorative Materials. Int J Prosthodont. 2015. 28 (3) :227-228.
3. Hooshmand T, Parvizi S, Keshvad A. Effect of surface acid etching on the biaxial flexural strength of two hot-pressed glass ceramics. J Prosthodont, 2008.17 (2): 415-419.
4. Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin. Oper Dent, 1998. 23 (1): 250-257.
5. Nuñez TS, Peña M, Gomes OMM, Dominguez JA. Efecto del silano precalentado en la resistencia de unión de las cerámicas de disilicato de litio y cementos. Rev CES Odont. 2014.27 (1) :12-13
6. W.A. Zisman, Relation of the equilibrium contact angle to liquid and solid constitution, ed. A.i. Chemistry. 1964. p. 1-51.
7. N.I. Koshkin y M.G. Shirkévich. Manual de Física elemental. 1th. ed. E. Mir Moscú. 1975. p. 2-12.
8. G. Ergun, I Cekic, Lippo v. J. Lassila & pekka k. Vallittu, Bonding of

9. lithium-disilicate ceramic to enamel and dentin using orthotropic fiber-reinforced composite at the interface, Turku – Finlandia .2006 .2 (1) :14-15
10. Prochnow C, Borin A, Venturini and Col. Adhesion to a Lithium Disilicate Glass Ceramic Etched with Hydrofluoric Acid at Distinct Concentrations. Brazilian Dental Journal .2018 .5 (2): 492-499.
11. Zogheib LV, Bona AD, Kimpara ET, McCabe JF. Effect of hydrofluoric acid etching duration on the roughness and flexural strength of a lithium disilicate-based glass ceramic. Braz Dent J .2011. 22 (4) :45-50.
12. Addison O, Marquis PM, Fleming GJ. The impact of hydrofluoric acid surface treatments on the performance of a porcelain laminate restorative material. Dent Mater. 2007 .23 (1) :461- 468.
13. Faraneh M., Homayoon A. , Soraya K. Effect of hydrofluoric acid surface treatments on micro-shear bond strength of CAD/CAM ceramics . 2017. 9 (10): 5487-5493.
14. Vidotti HA, Garcia RP, Conti PCR, Pereira JR, Valle ALd. Influence of low concentration acid treatment on lithium disilicate core/veneer ceramic bond strength. J Clin Exp Dent. 2013.5(4):57-62.
15. Matinlinna J, Vallittu P. Bonding of resin composites to etchable ceramic surfaces - an insight review of the chemical aspects on surface conditioning Journal of Oral Rehabilitacion. 2007 .34 (3): 622 – 630
16. Zeng K, Oden A, Rowcliffe D. Evaluation of mechanical properties of dental ceramic core materials in combination with porcelains. Int J Prosthodont. 1998.2 (11): 183-189.

17. Brum R, Mazur R, Almeida J, Borges G, Caldas D. The influence of surface standardization of lithium disilicate glass ceramic on bond strength to a dual resin cement. *Oper Dent*. 2011. 36 (1):478-485.
18. Kjnusavice, K. Phillips. *Science of dental materials*. ed. Elsevier España. 2004 p. 20-22
19. Zhao, Tianyi & Jiang, Lei. Contact angle measurement of natural materials. *Colloids and surfaces. B, Biointerfaces*. 2017. 161 (2): 324-330.
20. Lung CY, Matinlinna JP. Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: An overview. *Dent. Mater*. 2012;28:467–477.
21. Hooshmand T, van Noort R, Keshvad A. Storage effect of a pre-activated silane on the resin to ceramic bond. *Dent. Mater*. 2004; 20:635–642.
22. Lee Y , Chaeb M , Kyo-Han K , Tae-Yub K. Effect of dental silane primer activation time on resin–ceramic bonding . *Journal of Adhesion Science and Technology*. 2015 .29 (11): 1155–1167
23. Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW, et al. Nih image to imagej: 25 years of image analysis. *Nat Methods*. 2012. 1(9): 671–5.
24. Jennissen, H. Contact Angle Measurement on Dental Implants. *Biomed. Tech. Berl* 2014. 1(59): 180-183.
25. Zhao, Tianyi & Jiang, Lei. Contact angle measurement of natural materials. *Colloids and surfaces. B, Biointerfaces*. 2017. 2 (161): 324-330.

## VII. TABLAS

Tabla 1. Media  $\pm$  desviación estándar de ángulo de contacto en silano de un paso y de dos pasos con las concentraciones de ácido fluorhídrico al 5%, 9 % y 10 % respectivamente.

AF			
	5 %	9%	10%
Silane 1 step	06.2 $\pm$ 0.4 A b	08.5 $\pm$ 0.8 B a	03.5 $\pm$ 0.2 B c
Silane 2 step	07.1 $\pm$ 1.5 A a	11.1 $\pm$ 0.4 A b	08.8 $\pm$ 1.2 A a

Letras mayúsculas denotan diferencia significativa en análisis vertical

Letras minúsculas denotan diferencia significativa en análisis horizontal

## ANEXOS

Cuadro #1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONECPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO	ESCALA DE MEDICION	VALORES
Ángulo de contacto	Es el ángulo que forma una gota del adhesivo al entrar en contacto con el substrato; la medida y valor de dicho ángulo nos indicara el grado de mojabilidad y por lo tanto el grado de adhesión sobre el substrato.	Medimos a través del Software Image J	Cuantitativa	Intervalo	- Ángulo menor de 90 ° - Ángulo mayor de 90 °

Ácido fluorhídrico	Es un compuesto inorgánico, su función es grabar la porcelana que limita el ángulo cavo superficial de la fractura y crear una superficie óptima para la unión con la resina	Se aplicará ácido fluorhídrico a la cerámica de disilicato de litio luego se enjuaga	Cualitativo	Nominal	- Ácido Fluorídrico de 5 % - Ácido Fluorídrico de 9% - Acido Fluorídrico de 10%

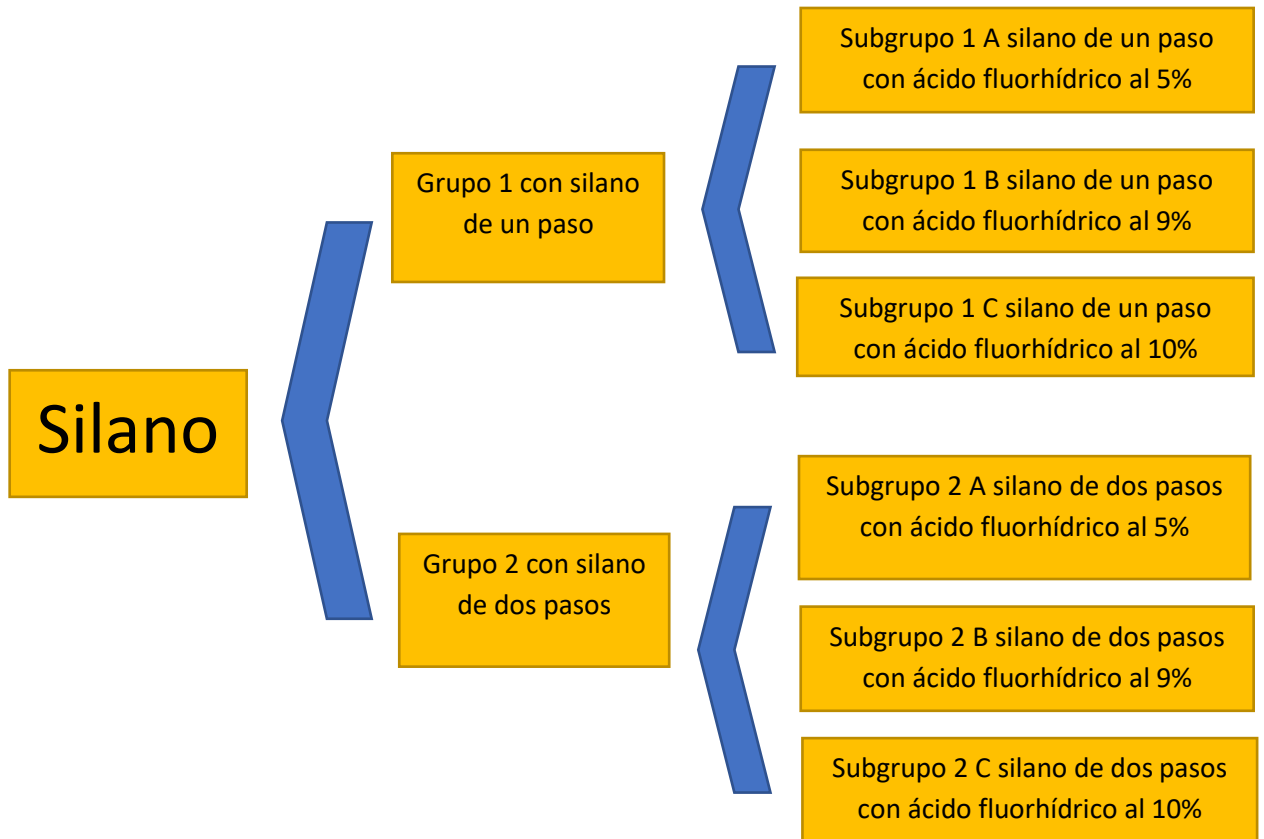
<p>Silano</p>	<p>Es un agente de unión que es capaz de mejorar la humectabilidad superficial</p>	<p>Se medirá si brinda un mejor contacto, ya que se infiltrará en las irregularidades causadas por el grabado ácido.</p>	<p>Cualitativo</p>	<p>Nominal</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Silano de un paso</li> <li>- Silano de dos pasos</li> </ul>
---------------	--	--	--------------------	----------------	--



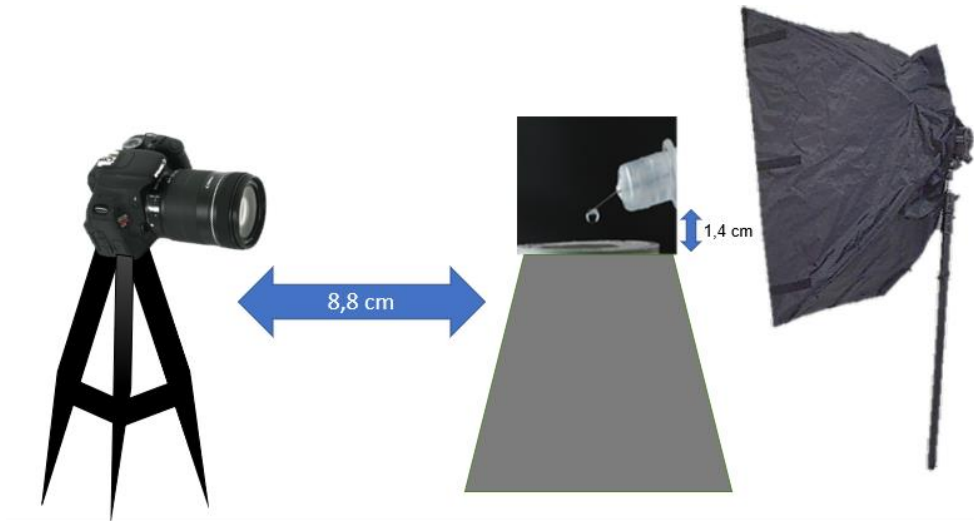
Cuadro #2. Producto y empresa de los materiales a utilizar

<b>Materiales</b>	<b>Empresa</b>
Cerámica de disilicato de litio (IPS e. max)	Ivoclar vivadent
Silano de un paso (microsil)	Microodonto
Silano de dos pasos (bis-silan)	Bisco
Ácido fluorídrico al 5% (condac)	FGM
Ácido fluorhídrico al 9% (porcelain etch)	Ultradent
Ácido fluorídrico al 10% (condac)	FGM

Flujograma #1. Flujograma de división grupos de trabajo:



### Esquema #1. Gráfico de toma de fotografía



### Fotografías

Figura #1. A. Bloques de cerámicas en tubos de policloruro de vinilo (PVC) y fijadas con acrílicos.



Figura #2. A. Silano de un paso



A. Silano de un paso

Figura #2. B. Silano de dos pasos



B. Silano de dos pasos

Figura #3. A. Ácido fluorhídrico de 5% de la marca condac , casa comercial FGM



A.

Ácido fluorhídrico 5 %

Figura #3. B. Ácido fluorhídrico de 9% de la marca porcelain etch , casa comercial ultradent



B.

Ácido fluorhídrico 9 %

Figura #3. C. Ácido fluorhídrico de 10% de la marca condac , casa comercial FGM



C.

Ácido fluorhídrico 10%

Figura #4. Imagen de gota con silano de un paso y ácido fluorhídrico de 5%



Figura #5. Imagen de gota con silano de un paso y ácido fluorhídrico de 9%

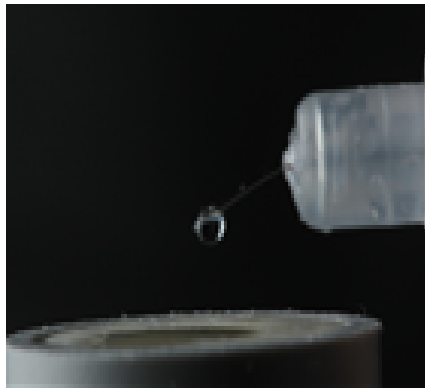


Figura #6. Imagen de gota con silano de un paso y ácido fluorhídrico de 10%



Figura #7. Imagen de gota con silano de dos pasos y ácido fluorhídrico de 5%



Figura #8. Imagen de gota con silano de dos pasos y ácido fluorhídrico de 9%



Figura #9. Imagen de gota con silano de dos pasos y ácido fluorhídrico de 10%



Figura #10. Imagen de la gota para evaluación del software Image J

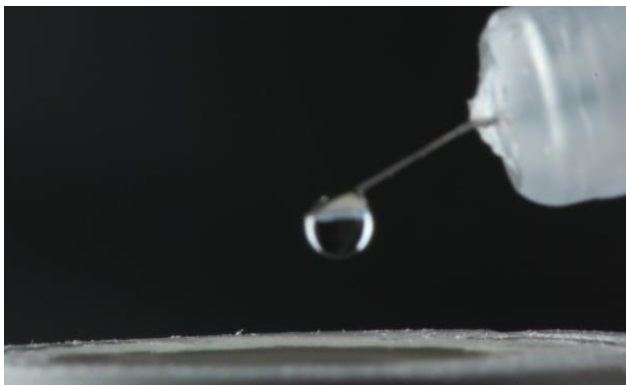


Figura #11. Imagen de gota con puntos en aplicación Image J



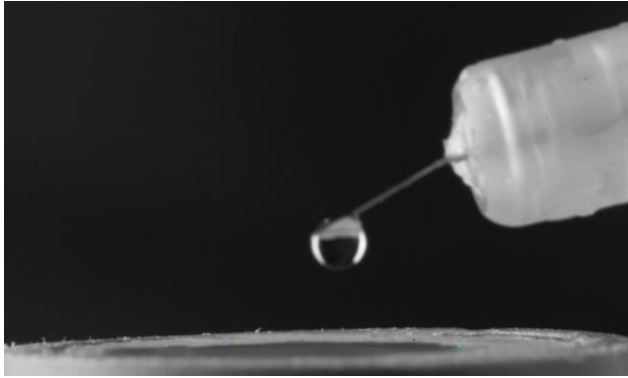


Figura #12. Imagen de gota con ángulos formados

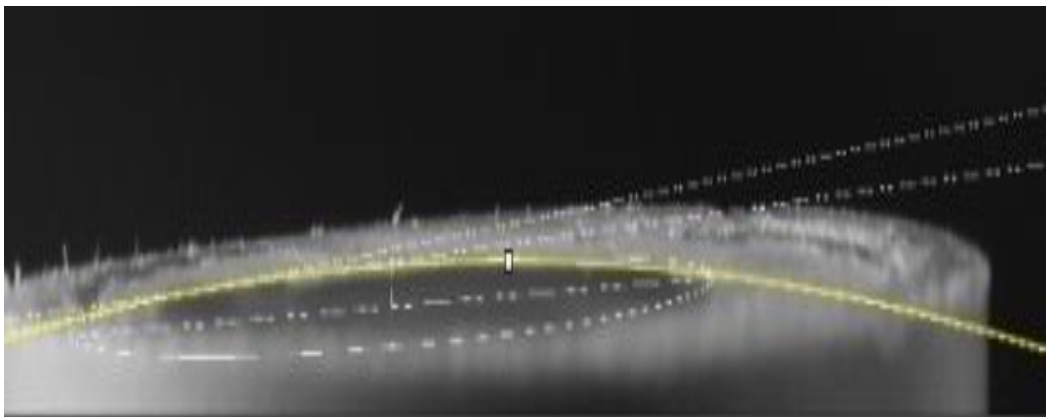


Figura #13. Aceptación de DUICT



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Dirección Universitaria de  
**INVESTIGACIÓN, CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA (DUICT)**

CAREG-ORVEI-035-20

Lima, 25 de mayo del 2020

Señores:

**MAIME HERRERA MARIELLA ANTONIETA,  
ZAPATA PACHECO ROSARIO JOSSELIN**

Presente.-

Estimados investigadores:

Es grato dirigirme a ustedes para saludarlos y a la vez informarles que hemos recibido el proyecto de investigación Títulado; EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO FLUORHIDRICO SOBRE EL ÁNGULO DE CONTACTO DE UN SILANO EN CERÁMICA DE DISILICATO DE LITIO, SIDISI 201499, el cual ha sido revisado y registrado en la Dirección Universitaria De Investigación, Ciencia Y Tecnología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. De acuerdo al Manual de Procedimientos de nuestra universidad y por sus características, este proyecto no requiere evaluación por el Comité Institucional de Ética en Humanos o en Animales, pudiendo iniciar su ejecución.

Agradecemos tenga a bien presentar su informe de cierre al concluir la ejecución de su proyecto.

Atentamente,

  
  
Dr. Carlos Zamudio Fuentes  
Director  
Dirección Universitaria de Investigación,  
Ciencia y Tecnología

/s/