

# Universidad Católica de Santa María

## Facultad de Odontología

### Segunda Especialidad en Cariología y Endodoncia



**EFICACIA IN VITRO DE LA LAMPARA DE LUZ LED DE ALTA POTENCIA  
CON Y SIN ESPATULA DE FOTOPLUS DE TDV EN LA PROFUNDIDAD DE  
POLIMERIZADO DE BLOQUES DE RESINA EN LA CONSULTA PRIVADA  
AREQUIPA 2017.**

Tesis presentada por el Cirujano Dentista:

**Villavicencio Caparó, Emilio**

Para optar el Título Profesional de:

**Segunda Especialidad en Cariología y  
Endodoncia.**

Asesor: **Mg. C.D. Zevallos Chávez, Marco**

**Arequipa – Perú**

**2018**

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

DR LARRY ROSADO LINARES

BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 95

Vista la solicitud que presenta don (ña) CD EMILIO VILLAVICENCIO CAPARO sobre el dictamen de la Tesis titulada "ESTUDIO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE POLIMERIZADO CON LAMPARA DE LUZ LED DE ALTA POTENCIA EN ASOCIACION DE LA ESPATULA DE RESINA FOTOPLUS DE TDV AREQUIPA 2017" y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra el JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR LARRY ROSADO LINARES  
DR HERBERT GALLEGOS VARGAS  
CD RENAN TEJADA TEJADA

Arequipa, 28 de NOVIEMBRE del 2017

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
  
DR. MARTIN LARRY ROSADO LINARES  
Decano de la Facultad de Odontología

INFORME

Sr. Decano

Habiendo revisado el presente Borrador de Tesis, sugiero:

- 1) Ordenar paginas preliminares
- 2) Mejorar título a:

"Eficacia in vitro de lampara de luz led de alta potencia con y sin spatula (de resina) fotoplus de TDV en la profundidad de polimerizado en bloques de resina. en consulta ciudad, Arequipa, 2017"

o/ A partir de ste enunciado reformular, componentes que lo requiera

Habiendo constatado que las correcciones fueron realizadas, el presente Borrador de Tesis cursa con mi opinion favorable

Arequipa, 2017 Diciembre 12

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

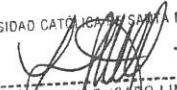
DR HERBERT GALLEGOS VARGAS

BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 95

Vista la solicitud que presenta don (ña) CD EMILIO VILLAVICENCIO CAPARO sobre el dictamen de la Tesis titulada "ESTUDIO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE POLIMERIZADO CON LAMPARA DE LUZ LED DE ALTA POTENCIA EN ASOCIACION DE LA ESPATULA DE RESINA FOTOPLUS DE TDV AREQUIPA 2017" y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra el JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR LARRY ROSADO LINARES  
DR HERBERT GALLEGOS VARGAS  
CD RENAN TEJADA TEJADA

Arequipa, 28 de NOVIEMBRE del 2017

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
  
DR. MARTIN LARRY ROSADO LINARES  
Decano de la Facultad de Odontología

INFORME

Señor Decano Revisado el pte trabajo de Investigación es necesario realizar los siguientes cambios  
- Formato - Interrogantes - pies de pags  
- antecedentes - Cuadros y Fuente - Discusión  
- Recomendaciones - Bibliografía orden alfabético - Matriz de datos.

Realizados los cambios, el trabajo de investigación se encuentra en condiciones de ser sustentado.

Arequipa, 2017 Diciembre 12

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

CD RENAN TEJADA TEJADA

BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 95

Vista la solicitud que presenta don (ña) CD EMILIO VILLAVICENCIO CAPARO sobre el dictamen de la Tesis titulada "ESTUDIO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE POLIMERIZADO CON LAMPARA DE LUZ LED DE ALTA POTENCIA EN ASOCIACION DE LA ESPATULA DE RESINA FOTOPLUS DE TDV AREQUIPA 2017" y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra el JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR LARRY ROSADO LINARES  
DR HERBERT GALLEGOS VARGAS  
CD RENAN TEJADA TEJADA

Arequipa, 28 de NOVIEMBRE del 2017

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA

Dr. MARTIN LARRY ROSADO LINARES  
Decano de la Facultad de Odontología

INFORME

Se ha revisado el presente trabajo de investigación y se observó que el autor ha cumplido con las indicaciones, requisitos y normas de formato, estructura y contenido.

Por lo tanto, las correcciones solicitadas se autorizan para la presentación y sustentación de la tesis.

Arequipa, 2017 01/12/



## **DEDICATORIA**

Dedicado a mi familia y amigos,  
Fuente inagotable de apoyo y cariño  
Sin ellos mis logros solo serían sueños.



Quando el objetivo te parezca difícil,  
No cambies de objetivo;  
busca un nuevo camino para llegar a él.

***CONFUCIO***  
***(551-479 a.C.)***

## INTRODUCCIÓN

Desde el inicio del estudio de la caries dental y sus posibles formas de intervenir y restaurar piezas dentales, los odontólogos buscamos tecnología que pueda facilitar y garantizar la longevidad de materiales en las restauraciones de las consecuencias de dicha patología. El conocimiento y descubrimiento de materiales que podamos incorporar en los instrumentos para hacer posible los tratamientos dentales, va incrementando conjuntamente con el avance del conocimiento humano.

La restauración realizada más frecuentemente por los profesionales viene a ser la curación de las caries dentales inter proximales, ya que por la anatomía propia de los dientes estos espacios son muy vulnerables a los ataques ácidos que producen la desmineralización del esmalte causando cavitación que en algunos casos pasa desapercibida al examen clínico, por lo que en la actualidad se complementa el estudio con radiografías que permitan evidenciar dicha lesión.

La recidiva de caries en piezas ya restauradas tiene una alta frecuencia en la población por diversos factores como los hábitos de higiene del paciente, la dificultad de acceso de esta zona por la anatomía, deficiente polimerizado del margen de la preparación clase II del piso gingival de la cavidad o punto de contacto inter proximal desbordante. Para los factores que dependen de los profesionales de la salud es que cada vez podemos dar mano de muchas técnicas e instrumental para minimizar estos factores y uno de ellos es la espátula Foto Plus que mejora la profundidad de polimerizado en cavidades clase II y además ejerciendo algo de presión se puede mejorar el alcance de la resina a los márgenes y ángulos gingivales de la cavidad a restaurar.

La investigación presentada quiere proporcionar evidencia científica del uso de la espátula Foto Plus, en condiciones ideales para determinar si puede mejorar las propiedades de polimerización en cuanto a la profundidad de resinas compuestas utilizadas en la práctica odontológica.

La investigación esta ordenada en tres capítulos principales. El Capítulo I se presenta el planteamiento operacional de la investigación, así como el desarrollo del problema a investigar, los objetivos, el marco teórico y el planteamiento de la hipótesis. El Capítulo II consta del planteamiento operacional donde se indica la forma en que se realizó la investigación. En el Capítulo III se presentan los resultados de la investigación y la explicación de los datos obtenidos y los resultados estadísticos de las pruebas correspondientes para el análisis de los datos. Al final del documento se presenta la bibliografía utilizada para el desarrollo de la investigación y los anexos que constan de documentos e información relevante.

## RESUMEN

**Objetivo:** Comparar la profundidad de polimerización obtenida en la utilización de una espátula de polisulfona que trasmite la luz de la lámpara led de alta potencia en el proceso de foto polimerización de resinas compuestas de uso odontológico en contraste con la técnica tradicional de polimerización. **Materiales y métodos:** El estudio es de diseño observacional, transversal, descriptivo y laboratorial. Se elaboraron 60 troqueles cilíndricos de resina, de 6mm de diámetro y 8mm de alto, luego se dividieron en 4 grupos (Grupo 1 control a 20 segundos; grupo 2 control a 40 segundos; grupo 3 Foto plus a 20 segundos y grupo 4 Foto plus a 40 segundos). Luego del foto curado se midió la cantidad de polimerización en cuatro partes de cada cilindro. **Resultados:** Existe diferencia significativa en la profundidad de polimerizado utilizando la espátula Foto plus a 20 segundos de foto curado obteniendo una profundidad promedio de 6.7533 mm a comparación del grupo control con la técnica tradicional que obtuvo una profundidad media de 6.4867 mm. (Prueba U de Mann Whitney  $p=0.017$ ). Para el tiempo de 40 segundos la diferencia entre el grupo de la técnica de polimerización con la espátula y técnica tradicional presentan diferencia significativa estadística, resultando un promedio de profundidad para el grupo de la espátula foto plus de 7.3913 mm y grupo control obtuvo una media de profundidad de 7.199 mm (Prueba T de Student  $p=0.017$ ).

**Palabras Claves:** Polimerización, Resinas Compuestas, Curación por Luz de Adhesivos Dentales.

## ABSTRACT

**Objective:** To compare the depth of polymerization obtained in the use of a polysulfone lamp that transmits the light of the high power led lamp in the process of photopolymerization of composite resins for dental use in contrast to the traditional polymerization technique. **Materials and methods:** The study is of observational, transversal, descriptive and laboratory design. Six cylindrical resin dies, 6 mm in diameter and 8 mm high, were then divided into 4 groups (Group 1 controls 20 seconds, group 2 controls 40 seconds, group 3 Photo plus 20 seconds and group 4 Photo plus at 40 seconds). After the curing video, the amount of polymerization was measured in four parts of each cylinder. **Results:** There is a significant difference in the depth of polymerization using the spatula Photo plus 20 seconds of photo obtaining an average depth of 6.7533 mm. A comparison of the control group with the traditional technique obtained an average depth of 6.4867 mm. (U Mann Whitney test  $p = 0.017$ ). For the time of 40 seconds the difference between the group of the polymerization technique with the spike and the traditional technique did present a statistically significant difference, resulting in an average depth for the group of the image of more than 7.3913 mm and the control group obtained an average depth of 7.199 mm. (T Student test  $p = 0.017$ )

**Key Words:** Polymerization, Composite, Light-Curing of Dental Adhesives.

## ÍNDICE

CAPÍTULO I .....	1
PLANTEAMIENTO TEÓRICO .....	1
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA. ....	2
1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA. ....	3
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA. ....	5
2. OBJETIVOS .....	7
3.- MARCO TEÓRICO.....	7
4.- HIPÓTESIS.....	38
CAPÍTULO II .....	39
PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....	39
1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN.....	40
1.1. TÉCNICA.....	40
1.2. INSTRUMENTOS .....	44
1.3. MATERIALES. ....	45
2. CAMPO DE VERIFICACIÓN.....	45
2.1. UBICACIÓN ESPACIAL .....	45
2.2. UBICACIÓN TEMPORAL .....	45
2.3. UNIDADES DE ESTUDIO.....	45
3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	48
3.1. ORGANIZACIÓN.....	48
3.2. RECURSOS.....	48
3.3. PRUEBA PILOTO.....	49
4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS.....	49
CAPÍTULO III .....	51
RESULTADOS .....	51
DISCUSIÓN.....	60
CONCLUSIONES .....	61
RECOMENDACIONES .....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS .....	67

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO TEÓRICO**



## PLANTEAMIENTO TEÓRICO

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.

En el sistema de salud del Perú, el año 2015, los problemas de la cavidad bucal fueron la segunda causa de consulta externa con un 15.2% de las atenciones de todo el país, solo después de las infecciones respiratorias que tienen 16% y por encima de las infecciones intestinales con 3.4%.<sup>1</sup> Esto implica que una gran parte del gasto en salud del país, se destina a la atención de la caries dental.

En la práctica profesional de la odontología, el tratamiento más frecuente es el de la restauración de lesiones de caries. Uno de los tratamientos frecuentes es el de la restauración de clase II, que implica obturar una cavidad que afecta dos superficies de una misma pieza dentaria, que conglomeran destrucciones de la superficie oclusal y adicionalmente una superficie mesial o distal, denominando a esta última porción de la cavidad, el cajón o caja proximal<sup>2</sup>, que dependiendo de su profundidad, comprometerá o no el punto de contacto y si el cajón es más profundo, podría llegar inclusive a ser infra gingival. En este último caso se hace imprescindible evaluar la polimerización, desde su dirección, profundidad y calidad, para saber cuál es la mejor manera de polimerizar el material de restauración en este tipo de procedimiento dental. En

---

<sup>1</sup> Minsiterio de Salud del Perú. Estadísticas MINSA. [Online].; 2015 [cited 2017 Enero 21. Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/morbilidad/cemacros.asp?00>.

<sup>2</sup> Tapia R, Lovón W. Estudio comparativo, in vitro, de la filtración marginal en restauraciones estéticas de piezas dentarias posteriores obturadas con cerámica cerana y resina compuesta 3M FILTEK Z250. Arequipa 2015. Revista Científica "Investigación Andina". p. 196-209.

la actualidad se encuentran instrumentos que ayudan a llevar la luz de fotocurado hacia las partes más profundas de las cajas proximales.

En orden de garantizar la adecuada restauración del cajón proximal, podemos encontrar muchos nuevos materiales e instrumentales, que pueden mejorar el resultado de los tratamientos, una de esas innovaciones es la utilización de una espátula transparente que transmite la luz a través de su cuerpo y permite polimerizar la resina empaquetada en la posición más adecuada para la conformación de la interface de unión en las zonas más inaccesibles de la cavidad.

En ese sentido el problema de la presente investigación es comparar científicamente la profundidad de fotocurado en cavidades clase II utilizando la transmisión de luz a través de la espátula Fotoplus de TDV y la forma estándar de obturación sin utilizar dicha espátula.

## **1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA.**

Eficacia in vitro de la lámpara de luz led de alta potencia con y sin espátula de Fotoplus de TDV en la profundidad de polimerizado de bloques de resina en la consulta privada Arequipa 2017.

### 1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

#### A. Área del conocimiento.

Campo: Ciencias de la Salud.

Área: Odontología

Especialidad: Odontología Restauradora y Estética.

Tópico: Materiales Dentales.

#### B. ANÁLISIS DE VARIABLES: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLES	INDICADORES
Variable Estímulo 1 Lámpara de luz LED de alta potencia con espátula Foto Plus de TDV	- 20 segundos - 40 segundos
Variable Estímulo 2 Lámpara de luz LED de alta potencia sin espátula Foto Plus de TDV	- 20 segundos - 40 segundos
Variable respuesta Profundidad de polimerizado	- Medida en mm

### C. INTERROGANTES BÁSICAS.

¿Cuál es el efecto in vitro de la lámpara de luz LED de alta potencia con la espátula de resina Foto Plus TDV en la profundidad de polimerizado?

¿Cuál es el efecto in vitro de la lámpara de luz LED de alta potencia sin la espátula Foto Plus TDV en la profundidad de polimerizado?

¿Cuál es la diferencia in vitro de la lámpara de luz LED de alta potencia con y sin espátula Foto Plus TDV en la profundidad de polimerizado?

### D.- TAXONOMÍA DE LA INVESTIGACIÓN:

ABORDAJE	TIPO DE ESTUDIO					DISEÑO	NIVEL
	POR LA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN	POR EL TIPO DE DATO	POR EL N° DE MEDICIONES DE LA VARIABLE	POR EL NÚMERO DE MUESTRA	POR EL ÁMBITO DE RECOLECCIÓN		
Cuantitativo	Experimental	Prospectivo	Transversal	Comparativo	Laboratorial	Cuasi experimental	Explicativo

### 1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

La relevancia humana del presente estudio se evidencia mediante la observación de la constante evolución de materiales e instrumentales odontológicos para el tratamiento de pacientes, que hace que los profesionales dispongamos de una amplia gama de técnicas y procesos que mejoran y garantizan tratamientos más seguros y confiables, por lo que el

desarrollo y estudio de los mismos potencia sus características con el fin supremo de mejorar el servicio a nuestros pacientes. La relevancia científica del presente estudio se hace presente evidenciando que el proceso de polimerizado de las restauraciones realizadas con resinas compuestas es un paso primordial en la duración y efectividad de la rehabilitación de un diente cariado para restablecer la función masticatoria, las técnicas que mejoran la profundidad de polimerizado garantizan la dureza y el término del proceso de polimerizado de la resina en cavidades profundas como son las cavidades tipo II en molares.

El presente estudio tiene relevancia social porque aporta en la investigación acerca de una de las condiciones más frecuentes que resuelve la odontología caries de tipo clase II, de igual forma esta investigación contribuye a la promoción de nuevas tecnologías en la comunidad odontológica mediante la investigación, haciendo que los colegas odontólogos conozcan nuevas técnicas que mejoran los tratamientos tanto en función como durabilidad, que se ve reflejado directamente en la salud de la población y en la calidad de vida de nuestros pacientes.

El presente estudio es original e innovador en nuestro país ya que la empresa TDV recién introduce al mercado estas nuevas tecnologías en Perú, el conocimiento y manejo de estos instrumentales no son tocados todavía en la currícula de pregrado ni post grado de nuestra facultad, y no hay precedentes de estudios de este producto en las investigaciones realizadas por nuestros especialistas.

La investigación es viable puesto que se cuenta con los recursos humanos e institucionales y es auto sustentada por el investigador, con apoyo de representantes de venta de la empresa TDV en el Perú que proporcionaron las espátulas con la cuales se desarrolla la investigación.

## 2. OBJETIVOS

Determinar el efecto in vitro de la lámpara de luz LED de alta potencia con la espátula Foto Plus TDV en la profundidad de polimerización.

Evaluar el efecto in vitro de la lámpara de luz LED de alta potencia sin la espátula Foto Plus TDV en la profundidad de polimerización.

Comparar la eficacia in vitro de la lámpara de luz LED de alta potencia con y sin espátula Foto Plus TDV en la profundidad de polimerizado.

## 3.- MARCO TEÓRICO

### 3.1. MARCO CONCEPTUAL

#### 3.1.1 POLIMERIZADO

Ciertos materiales logran su reacción de endurecimiento (fraguado) por una reacción de polimerización. Cuando esta polimerización se realiza por adición, requiere energía para activar la etapa de iniciación y así se podrá completar convenientemente la reacción en un lapso no muy prolongado.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Macchi R. Materiales dentales; p 157 - 186.

En la fotoactivación, esa energía se obtiene por medio de la absorción de una radiación por una sustancia apropiada. Ésta, produce el desdoblamiento de dobles enlaces de moléculas (monómeros) presentes en un material. La tecnología del fotocurado se basa en la fotoquímica, es decir, en la producción de trabajo a través de la energía radiante para desencadenar una reacción química. Para que se produzca el fotocurado es necesario que la radiación lumínica sea absorbida por el material. Dicha absorción se produce en función de la longitud de onda de la radiación incidente y de las características de la estructura sobre la que incide. En las resinas compuestas o composites y en algunos otros materiales usados en odontología, es posible incorporar sustancias que, al absorber una radiación de una determinada longitud de onda, pueden desencadenar el trabajo de polimerización. La polimerización se produce, por tanto, a través de una serie de reacciones químicas por las cuales se forma una macromolécula o polímero a partir de una gran cantidad de moléculas simples conocidas como monómeros. En otras palabras, gran cantidad de moléculas de bajo peso molecular, de una o más especies, reaccionan y forman una molécula grande de elevado peso molecular.<sup>4</sup>

El proceso de polimerización se lleva a cabo en cuatro periodos: Inducción, propagación, terminación y transferencia de cadena. Las radiaciones electromagnéticas pueden ser identificadas por su longitud de onda. Su espectro comienza en valores inferiores al nanómetro (milésima de micrómetro) con los rayos cósmicos y se extiende hasta valores superiores al metro o sus múltiplos como las ondas de radio o televisión. Entre ambos

---

<sup>4</sup> Phillips R. La Ciencia de los Materiales Dentales; p 143 - 166.

extremos se encuentra el espectro de la llamada luz visible, constituido por las radiaciones que el ser humano es capaz de reconocer con su sentido de la visión. Su rango está entre los 400nm y 700 nm aproximadamente, con las radiaciones que se perciben como violetas en el límite inferior y las rojas en el superior<sup>5</sup>.

### **3.1.1.1 Grado de polimerización**

El grado de polimerización o conversión hace referencia a cuánta polimerización (porcentaje de monómeros que se han convertido en polímeros) ocurre en el composite (Keogh, 2001). Actualmente se consigue entre un 60-70 % de conversión y se ha especulado que con más intensidad se consigue mayor conversión, es decir, una polimerización más completa, además con menor tiempo de exposición. Esto, realmente, no es así puesto que el grado de conversión no sólo depende de la calidad de la luz, sino del sistema de catalización. No es posible en la actualidad una conversión del 100 % con los composites directos. Parece ser que un grado de conversión del 100 % tampoco es posible empleando resinas de composite indirectas. La mayor parte de los monómeros remanentes, que no participan directamente en la polimerización, quedan unidos mediante enlaces covalentes a la cadena de polímeros mientras que una pequeña cantidad de monómero permanece libre y puede salir de la restauración. El aumento de intensidad no permite una mayor conversión, ya que el composite se

---

<sup>5</sup> Macchi R. op.cit

“cristaliza” y será imposible reaccionar con terminaciones activas de la cadena<sup>6</sup>.

### 3.1.1.2 Factores que influyen en la polimerización

La calidad o el grado de fotopolimerización que depende de tres factores:

A) Factores dependientes de una correcta técnica.

- Tiempo de fotoactivación: El tiempo de exposición a la luz surge de la fórmula de potencia (trabajo/tiempo). Si el tiempo es reducido no se genera suficiente trabajo (inadecuada polimerización) aun cuando la potencia sea elevada. Esto se traduce en que unidades con alta potencia en la salida de luz pueden producir más trabajo por unidad de tiempo y facilitar así el trabajo clínico. Contrariamente, unidades de baja potencia requerirán mayor tiempo de emisión<sup>7</sup>.

El mínimo tiempo de curado es de 40 segundos. Los composites que polimerizan por luz halógena lo hacen durante y después de la activación de la luz. Estas dos reacciones de curado se han denominado reacción con luz y reacción oscura. La reacción con luz es la polimerización que tiene lugar cuando la luz está incidiendo y atravesando la resina. La reacción oscura es la polimerización que comienza inmediatamente después de que se

---

<sup>6</sup> Ortega-Flores R. Estudio comparativo in vitro de la resistencia al desgaste de 3 resinas compuestas de nanotecnología y 3 resinas compuestas convencionales. Tesis de pre grado. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Odontología; 2005.

<sup>7</sup> Macchi R. Op. Cit.

apaga la luz. Esta reacción, por tanto, no depende de la presencia de la luz y continúa por lo menos durante 24 horas, incluso en total oscuridad<sup>8</sup>.

Un 50 % aproximadamente de la polimerización de la resina (medida por la dureza de superficie) tiene lugar durante la llamada reacción oscura, que comienza después del cese de la irradiación de la luz halógena. Debe aplicarse la luz un mínimo de 40 s sobre la resina compuesta para que el curado que ocurre en la reacción oscura continúe hasta que se complete. El curado en exceso de los composites, aunque no es perjudicial, no mejora las propiedades del material. En todos los composites se alcanza la máxima dureza en siete días, aunque el 90 % de ésta ocurre durante las primeras 24 horas<sup>9</sup>.

- **Distancia luz-material:** Debe ser mínima, evitando el contacto material-punta y manteniendo la fuente de luz a 90° con la superficie del composite. La luz emergente del dispositivo debe ser aplicada lo más cerca del material como sea posible, ya que al alejarse la fuente se incrementa la superficie irradiada. Como la potencia de salida es la misma, disminuye así la potencia por unidad de superficie y por consiguiente la calidad de polimerización obtenida.

---

<sup>8</sup> Albers H. Sistemas de resinas: química del composite en Odontología estética. p 124 - 162.

<sup>9</sup> Macchi R. Op. Cit.

• Potencia (intensidad) de la luz emergente: Si se reconoce que el fotocurado es la producción de trabajo (fuerza que desplaza su punto de aplicación, en este caso de desplazamiento de electrones en una reacción química) por medio de la energía radiante, se pueden deducir ciertos aspectos de importancia.

Si  $T$  (trabajo) =  $F$  (fuerza)  $\times$   $d$  (distancia),

y su unidad es el joule o julio ( $J = \text{Newton} \times \text{metro}$ ), entonces puede sostenerse que para lograr la correcta polimerización de un material se hace necesaria una cierta cantidad de joules. Pero a su vez, ese trabajo debe ser realizado en un tiempo compatible con la situación clínica. Para ello hay que utilizar un dispositivo de suficiente potencia

potencia = trabajo/unidad de tiempo,

y su unidad watt o vatio,  $W = J/s$ ; y esta potencia debe estar disponible en la superficie del material a polimerizar. En definitiva, se necesita una unidad de polimerización (unidad de luz o lámpara) que permita obtener suficiente potencia por unidad de superficie para generar la cantidad de trabajo de polimerización necesaria para que el material alcance sus propiedades finales convenientemente en un lapso razonable en una situación clínica<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Macchi R. Op. Cit.

Se considera que la potencia mínima requerida para desencadenar la fotopolimerización adecuadamente, oscila alrededor de los 300 y 350 mW/cm<sup>2</sup>. La capacidad de una unidad de polimerización determinada para alcanzar esta condición puede ser evaluada con dispositivos medidores denominados radiómetros. Éstos permiten hacer llegar la luz que emana de la unidad a una “ventana” y leer en un indicador la potencia que se genera por unidad de superficie. Es también importante que la potencia de trabajo sea alcanzada con la radiación de longitud de onda apropiada (alrededor de 470 nm)<sup>11</sup>. Si la potencia es elevada, en ausencia de filtros que impidan que lleguen a la zona de trabajo radiaciones de mayor longitud de onda (cercasas al rojo), el material podría completar adecuadamente su polimerización aunque a expensas de generación de calor en tejidos vitales como la pulpa dentaria. Este requisito puede ser evaluado midiendo la potencia generada por eventuales radiaciones superiores a alrededor de 500 nm que lleguen a la zona de trabajo<sup>12</sup>. El radiómetro que registra la potencia generada en esas condiciones se conoce como radiómetro térmico para diferenciarlo del radiómetro de curado que registra la potencia obtenida con radiaciones en el orden de los 470 nm<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup> Macchi R. Op. Cit.

<sup>12</sup> *Ibíd.*

<sup>13</sup> *Ibíd.*

- Espesor del material: A medida que la luz penetra en la masa de material de obturación, es absorbida y pierde capacidad de hacer polimerizar a las zonas profundas.

- Otros: Polimerización a través de la estructura dentaria, reflexión de la luz del área periférica (luz ambiente, iluminación del equipo, incandescente, fluorescente), temperatura y humedad ambiental y otros<sup>14</sup>.

#### B) Factores dependientes del material

- Composición: La composición de la matriz de resina, la concentración del inhibidor, la cantidad de acelerador activado por luz, la composición y forma del relleno, así como los índices refractarios del relleno y la resina, van a influir en la polimerización. La dispersión de la luz al interior del material de cementación está relacionada con las partículas de relleno, su tamaño y su peso o carga. En general, cuanto mayor carga de relleno inorgánico tiene un composite, más fácilmente se polimeriza. Esto se debe a que las resinas absorben más luz que los rellenos inorgánicos. Muchos de éstos son vidrios que ayudan a transmitir la luz a través del material. Además, la diferencia entre el índice de refracción de la resina y el del relleno controla la cantidad de luz perdida por refracción. La penetración de la luz en un composite va a depender de la

---

<sup>14</sup> Macchi R. Op. Cit.

absorción por parte de la matriz, ya que ésta va a ser la que consume esa energía que aporta la luz<sup>15</sup>.

- Color de la resina: Los tonos más oscuros de composite requieren más tiempo de polimerización y experimentan un fraguado menos profundo que los tonos más claros, debido a que el pigmento absorbe la luz<sup>16</sup>.

- Otros: Temperatura, cantidad de acelerador activado por luz.

#### C) Factores dependientes de la lámpara de polimerización.

- Extremo de la lámpara: Debe evitarse la acumulación de pequeñas cantidades de composite adheridas, en el extremo, las cuales disminuirían de forma importante la intensidad de polimerización. La punta o terminal debe estar, libre de cualquier contaminante. La luz emergente de la punta tiene que ser uniforme en toda su superficie. De este modo se manifestará una adecuada densidad lumínica<sup>17</sup>.

- Haces de fibra óptica: Las fibras ópticas de los haces son muy frágiles y pueden romperse con el uso. La integridad del sistema óptico de conducción es indispensable para el logro de una adecuada intensidad lumínica<sup>18</sup>.

---

<sup>15</sup> Albers H. Op. Cit.

<sup>16</sup> *Ibíd.*

<sup>17</sup> Macchi R. Op. Cit.

<sup>18</sup> *Ibíd.*

• Filtros: Las lámparas llevan un filtro, situado entre la bombilla y el terminal, que selecciona la longitud de onda apropiada para activar al fotoiniciador. Debe tenerse muy en cuenta que son los responsables de transmitir el color azul con mínima generación de calor. Sus alteraciones pueden producir una disminución de la potencia o la emisión de radiaciones no deseables<sup>19</sup>.

### 3.1.1.3 Tipos de Polimerización.

a. Sistema químicamente activado: Los materiales con activación de este tipo tienen presentación en 2 pastas, una de ellas contiene el iniciador (peróxido de benzoilo) y la otra el activador amina terciaria (N-N dimetil-p-toluidina). Cuando se combinan las dos pastas, la amina terciaria reacciona con el peróxido y forman radicales libres, iniciando la polimerización<sup>20</sup>.

b. Sistema fotoactivado: Los componentes químicamente activados fueron por mucho tiempo utilizados, sin embargo, sus limitaciones y/o desventajas, tales como el descontrol sobre el tiempo de polimerización, inestabilidad de color, porosidad entre otros, demandaron el desarrollo de esta nueva clase de materiales plásticos que se polimerizan a través de la exposición a una intensa fuente de irradiación óptica electromagnética, Las resinas compuestas polimerizables, al inicio se polimerizaban con radiación ultravioleta localizada en una franja de ondas de 320 a 365 nm, éste sistema no es muy efectivo respecto a la profundidad de polimerización, factor que añadido a las desventajas de

---

<sup>19</sup> Macchi R. Op. Cit.

<sup>20</sup> Phillips R. Op. Cit.

la irradiación ultravioleta impulsaron el desarrollo de las resinas compuestas activadas por luz visible, que superó las deficiencias principales del sistema anterior, presentándose mucho más segura, lo que contribuyó para su rápida difusión<sup>21</sup>.

#### **3.1.1.4. Mecanismo básico de polimerización por luz visible**

A diferencia de las resinas compuestas químicamente activadas, que producen radicales libres (reacción de polimerización por adición) a través de la reacción química del peróxido de benzoilo con una amina terciaria, las resinas compuestas activadas por luz visible inician su proceso de polimerización por absorción de luz, pero solamente luz dentro de una franja específica de longitud de onda. Por medio de esta fuente lumínica se excita el fotoiniciador, que corresponde a una canforoquinona y que es a su vez, una alfa dicetona. Esta dicetona activada, interacciona con un agente reductor (una amina terciaria alifática) para liberar los radicales libres, que dan inicio a la polimerización de los grupos metacrilatos y forman una matriz polimérica de reacción cruzada<sup>22</sup>.

Este radical libre es una molécula extremadamente reactiva, con un electrón libre en su región externa, que busca formar un enlace covalente. Este radical libre reaccionará con el monómero que posee un enlace doble de carbono ( $C=C$ ), dando inicio a la reacción de polimerización. De esta forma comienza la reacción en cadena, en la

---

<sup>21</sup> Phillips R. Op. Cit.

<sup>22</sup> Carvalho-Chain M, Baratieri LN. Restauraciones estéticas con resina compuesta en dientes posteriores. p 25 - 153

cual el enlace doble de carbono reacciona con el radical libre, dejando un electrón disponible para reaccionar con otro enlace doble de carbono. La reacción de polimerización solo terminará cuando dos radicales complejos estén próximos<sup>23</sup>.

Lo que es importante entender de este proceso físico de activación por luz, es que cada cadena polimérica formada necesita de un radical libre, que depende directamente de la cantidad de luz disponible, es decir si no hay luz suficiente para activar el componente alfa-dicetona el grado de conversión será deficiente, y el material presentará propiedades físicas y mecánicas pobres<sup>24</sup>.

**3.1.1.5 Fases de la resina durante el proceso de polimerización** Se ha establecido que, durante el proceso de polimerización, la resina compuesta atraviesa tres fases claramente diferenciadas, a saber:

- Fase Pre gel.- Se produce al inicio de la polimerización de un material de base orgánica. En este momento, el material todavía es una “pasta” (más plástica), su matriz resinosa se encuentra en un estado viscoplastico, por lo que el composite puede fluir (incluso por su propio peso). Es decir, los monómeros que forman parte de la matriz pueden moverse o adoptar nuevas posiciones dentro de ella<sup>25</sup>.

---

<sup>23</sup> Ortega-Flores R. Op. Cit.

<sup>24</sup> Carvalho-Chain M. Op. Cit.

<sup>25</sup> Lanata E. Operatoria Dental. p 76 - 116

- Punto Gel.- Esta fase se detecta cuando la reacción de polimerización ha avanzado lo suficiente como para formar tal cantidad de macromoléculas que logran transformar el material en un sólido. En este momento no será posible el movimiento o la difusión de moléculas dentro de la matriz orgánica. Este período se define como el punto donde la fluencia del material no puede acompañar su contracción, en este momento el material entra en la fase pos gel<sup>26</sup>.

- Fase Post Gel.- En esta fase el material alcanza un grado de rigidez elevado. No obstante, como la polimerización sigue avanzando, el material sigue contrayéndose. Cuando dicha contracción es interferida en la fase pos gel, se produce la denominada tensión o stress de contracción<sup>27</sup>.

El material empieza a contraerse volumétricamente desde el inicio de la etapa pre gel. La contracción volumétrica ocurre por el acercamiento entre las moléculas luego de la reacción de polimerización. Se ha estudiado que antes de dicha reacción, la distancia entre moléculas (distancia de Van-del-Waals) es aproximadamente 3,4 a (0,34nm), mientras que luego de la polimerización esa brecha se reduce a 1,5 a (0,15nm). Mientras mayor sea el peso molecular de los monómeros que constituyen la matriz de un composite, menor será su contracción de polimerización. La molécula de BIS-GMA con un peso molecular de 513, alcanza valores de contracción volumétrica al alrededor de 6%. La

---

<sup>26</sup> Lanata E.Op. Cit.

<sup>27</sup> *Ibíd.*

contracción volumétrica de polimerización es un fenómeno anexo a dicha reacción química y su génesis está totalmente relacionada con la composición del material de base orgánica que se considere (tipos de monómeros y contenido de refuerzo cerámico). Mientras que los materiales de bajo contenido de refuerzo cerámico, al poseer mayor proporción de matriz orgánica, se contraen en mayor grado y lo inverso sucede con aquellos de alto contenido mineral<sup>28</sup>.

Ya que la contracción volumétrica depende exclusivamente del material, siempre y cuando este no se encuentre adherido a sustrato alguno, los vectores de dicha contracción (dirección del efecto) se producirán hacia el centro de la masa. Este fenómeno se conoce también con el nombre de contracción libre y no es posible detectar diferencias entre las fases pre gel y post gel<sup>29</sup>.

### **3.1.1.6 Técnicas de polimerización**

Existen diferentes tipos y potencias de curado, que varían según los casos clínicos a realizar, y que hoy se denominan:

- Boost: Es por lo general, la más alta potencia que la lámpara puede generar. Esta potencia es producida dentro de los cinco primeros segundos de activación. Todo el intervalo de fotocurado estará en este nivel de potencia. Típicamente, se

---

<sup>28</sup> Lanata E. Op. Cit.

<sup>29</sup> Ibít.

halla sincronizado con un timer que tiene intervalos de diez segundos, tal vez no apto para muchas restauraciones.<sup>30</sup>

- Regular o Normal: Es el nivel de potencia mediana. Polimeriza todo tipo de restauraciones; es ligeramente más lento que la alta potencia<sup>31</sup>.

- Step/ Soft Start: Es la secuencia de polimerizado que inicia en baja potencia (usualmente alrededor de 150mW/cm<sup>2</sup>) por 10 segundos, seguido de un instantáneo incremento de potencia denominado “step up” a un valor mayor (generalmente el máximo de la lámpara) por el resto del intervalo de polimerizado<sup>32</sup>.

- Rampa: Es una secuencia de polimerización que comienza a baja potencia (alrededor de 150mW/cm<sup>2</sup>) seguido de un incremento lineal hacia una potencia mayor (usualmente el máximo de la lámpara) por diez segundos, y luego permanece a esa potencia por el resto del intervalo de tiempo de polimerizado<sup>33,34</sup>.

- Pulse: Tiene un significado distinto para diferentes lámparas, pero usualmente significa que es una secuencia de polimerización en la que la potencia hace ciclos entre alta y baja

---

<sup>30</sup> Barrancos-Mooney J, Barrancos P. Operatoria Dental. p 755 - 1084

<sup>31</sup> Ibít.

<sup>32</sup> Barrancos-Mooney J. Op Cit.

<sup>33</sup> Ibít.

<sup>34</sup> Suh B, Li F, Wang Y, Cripe C, Cincione F, de Rjik W. The effect of the pulse delay curing technique on residual strain in composites.: p. 4-12.

cada segundo, o bien la potencia se interrumpe y luego recomienza cada segundo, y otras variantes desde el comienzo de la polimerización<sup>35</sup>.

La capacidad de fluir cuando el composite es polimerizado a intensidades bajas da como resultado una formación más lenta de la red polimérica y menor y más lento entrecruzamiento, lo que proporciona condiciones favorables para la adaptación de las moléculas dentro de la cadena de polímero en formación<sup>36</sup>.

### **3.1.1.7. Unidades de polimerización**

En la actualidad las lámparas de fotocurado han evolucionado variando su espectro de luz, su forma ergonómica y su potencia de polimerización, en busca de una optimización de la calidad de fotocurado de las resinas. Hoy en día es indiscutible que las resinas constituyen uno de los materiales más importantes en Odontología, pues ofrecen adhesión y estética a la vez. Estas pasan por un fenómeno de polimerización, el cual puede ser alcanzado a través de un proceso de fotocurado. Las primeras unidades de energía radiante para la polimerización de las resinas compuestas, fueron fabricadas para la emisión de luz ultravioleta, esto sucedió en la década de los años setenta<sup>37</sup>.

---

<sup>35</sup> Barrancos-Mooney J. Op Cit.

<sup>36</sup> Lovell L, Hui L, Elliot J, Stansbury J, Bowman C. The effect of cure rate on the mechanical properties of dental resins. *Dental Materials.* ; 17: p. 504-511.

<sup>37</sup> Carvalho-Chain M. Op. Cit.

Así pues, desde mediados de los ochenta y hasta mitad de los noventa, la principal fuente de iluminación utilizada fue la lámpara halógena, la cual sufrió una escasa evolución cualitativa durante ese período, ya que los principales esfuerzos científicos se encaminaron hacia la mejora de la polimerización mediante el desarrollo y la evolución de la composición química de los materiales fotocurables. La principal misión de la lámpara de fotoactivación en el proceso de endurecimiento de la resina, consiste en la activación, mediante su energía lumínica de los compuestos químicos fotoiniciadores existentes en la propia formulación del material, los cuales desencadenan la reacción química de transformación del producto inicial en el producto final deseado. Estos compuestos, cuyo principal representante son las canforoquinonas, son especialmente sensibles a la energía lumínica en el rango de los 470-475 nm de longitud de onda (luz azul), y provocan tras su fotoactivación, la aparición de radicales libres capaces de desencadenar la reacción química deseada sobre el compuesto. En la actualidad, la industria ha vuelto a prestar atención a la fuente lumínica de fotoactivación como nueva posibilidad para la mejora en las propiedades clínicas de estos materiales. Existen unidades de polimerización como<sup>38</sup>:

- Lámparas de luz Halógenas o Convencionales
  
- Lámparas de Luz Emitida por Diodos (LED)

---

<sup>38</sup> Carvalho-Chain M. Op. Cit.

- Lámparas Láser

- Lámparas Arco de Plasma.

### 3.1.1.7.1 LUZ L.E.D.

La tecnología LED se basa en la diferencia entre dos sustratos semiconductores diferentes para determinar la longitud de onda de la luz emitida. Son mucho más eficientes que las fuentes para fotocurado previamente desarrolladas, más ligeras y pueden ser fácilmente alimentadas por baterías permitiendo su portabilidad<sup>39</sup>.

#### a. L.E.D. de primera generación

Las lámparas de primera generación fueron introducidas en el año 2000. En general, el diseño constaba de una lámpara compuesta por múltiples unidades individuales que funcionaban al unísono, cada chip entregaba 30-60mW ubicados de tal forma que en conjunto lograban la potencia suficiente para activar la canforquinona (CQ). Existían diseños desde 7 a 64 unidades pero aun así, la luz producida no era equiparable a la de las lámparas halógenas a pesar de que la gran mayoría de la luz producida por la LED se encontraba dentro del rango de longitud de onda para la activación de la CQ. Además, la alimentación se encontraba basada en baterías Ni-Cad que

---

<sup>39</sup> NICADENT. Fotoplus. [Online].; 2013 [cited 2017 Enero 21. Available from: <http://nicadent.com/portfolio/fotoplus/#prettyPhoto>.

tenían un pobre desempeño y además sufrían de efecto de memoria<sup>40</sup>.

**b. L.E.D. de segunda generación.**

Gracias a avances realizados el año 2000 fue posible introducir múltiples diodos en un solo chip. Los fabricantes comenzaron a desarrollar nuevos chips de 1W (140)mW de salida en las luces de foto-curado. Estos eran elaborados para emitir una longitud de onda específica para la CQ siendo denominados como LEDs dentales azules. Posteriormente, apareció un nuevo chip de 5W con 600mW de salida que entregaba una luminiscencia 10-20 veces mayor a los chips de primera generación. Sin embargo las longitudes de onda emitidas tanto por estas lámparas como por las de primera generación se encontraban fuera del espectro para la activación de foto iniciadores alternativos<sup>41</sup>.

La tecnología de las baterías también mejoró, se comenzaron a utilizar las de níquel- hidruro metálico (Ni-MH). El problema principal para esta generación derivaba del aumento de la potencia concentrada en un área relativamente pequeña lo que ocasionaba un aumento de temperatura en los chips. Esto fue controlado por medio de un termostato incorporado a la lámpara, además de la incorporación de disipadores metálicos. Incluso se ha visto el retorno de la refrigeración con ventiladores<sup>42</sup>

---

<sup>40</sup> Rueggeberg F. State-of-the-art: dental photocuring--a review. Dent Mater. p. 39-52.

<sup>41</sup> Rueggeberg F. Op. Cit.

<sup>42</sup> Ibít.

Recientemente han sido desarrollados nuevos LEDs aún más potentes, de 10W (LZ4-00DB10, LedEngin, Inc.) y 15W (LZ4-00CB15, LedEngin, Inc.) capaces de entregar 4.2W y 5.6W de potencia radiante respectivamente. Con el dramático aumento en la potencia de salida de las lámparas LED estas han sido capaces de sobrepasar a las demás fuentes luminosas acortando los tiempos de exposición<sup>43</sup>

### c. LED de tercera generación.

Las lámparas de tercera generación buscaron terminar con la limitación de sus predecesoras en la activación de foto iniciadores alternativos. Para esto las primeras unidades constaban de un chip de 5W rodeado de 4 Leds violetas de baja potencia (alrededor de los 400 nm). Estas unidades se encuentran normalmente alimentadas por baterías de NiMH o Li-ion y son capaces de activar cualquier tipo de resina gracias a su amplio rango de longitud de onda.

Las lámparas de nueva generación vienen en forma de pistola similar a las de cuarzo-tungsteno con una punta turbo o bien un haz de fibra óptica, o bien en una forma similar a un lápiz con el chip en su porción distal.<sup>44</sup>

---

<sup>43</sup> Rueggeberg F. Op. Cit.

<sup>44</sup> Ibít.

### 3.1.1.8. PROFUNDIDAD DE CURADO; NORMA ISO 4049.

La norma internacional emitida por la Organización Internacional de Estandarización (ISO) que indica los requerimientos mínimos y las formas de prueba estándar para los materiales composites dentales es la norma ISO4049. En esta son evaluadas varias de las características de estos materiales incluyendo la profundidad de curado para los materiales de foto polimerización. La profundidad de curado determina que tan grueso puede ser un cuerpo de resina foto polimerizable manteniendo al mismo tiempo un nivel de conversión de monómero aceptable (>50%). Para determinarlo, según la norma ISO la resina a probar se coloca en un molde de acero y se foto polimeriza. Se retira entonces el material sin polimerizar con una espátula plástica y se mide el grosor obtenido con un micrómetro con una precisión de 0,01mm. La profundidad de polimerización corresponde a la mitad de este valor. El estándar ISO corresponde a 1,5 mm aunque las resinas compuestas obtienen generalmente valores mayores a 2 mm. Los valores obtenidos por este método se correlacionan con otras metodologías como la medición de la dureza Vickers en la parte superior e inferior de la muestra de distintos grosores. Se considera que el material ha curado completamente cuando la diferencia entre ambas mediciones es inferior al 80%.<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup> International Organization for Standardization. Dentistry -- Polymer-based filling, restorative and luting materials. [ISO: No. 4049 Dentistry Polymer-based filling, restorative and luting materials (2009a)]. Disponible en:  
[http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_ics/catalogue\\_detail\\_ics.htm?csnumber=23041](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=23041).

### 3.1.2. USO DE LA ESPÁTULA FOTOPLUS

La comunidad científica odontológica ha invertido grandes esfuerzos en la búsqueda de evitar o reducir uno de los mayores factores de fracaso en las restauraciones Clase II de resina compuesta, conocida como la filtración marginal cervical. Se sabe hoy que cuando el primer incremento de resina se mantiene bajo presión en la caja proximal mientras es polimerizado, se obtienen resultados estadísticamente significativos que demuestran la reducción del riesgo de filtración marginal. Los instrumentos transparentes como la espátula Fotoplus, con sus cuatro diferentes puntas activas, fueron desarrollados específicamente para la aplicación de esta técnica.<sup>46</sup>

Se debe elegir entre las cuatro puntas la que mejor se adapte a la caja proximal pues se desea que actúe como un émbolo sobre la resina dentro de la cavidad. Llevar el primer incremento de resina a la cavidad con el instrumento Fotoplus y mantenerla bajo una leve presión mientras es fotopolimerizada. Retira el instrumento de la cavidad y continuar con el procedimiento habitual.<sup>47</sup>

Los fabricantes recomiendan que la espátula Fotoplus sea esterilizada en autoclave antes de utilizarla. No se debe utilizar en pacientes que tengan antecedentes de alergia al componente de este producto.

La esterilización del instrumento se debe realizar en autoclavable a 126°C, con 147kPa, durante 16min. Antes de la esterilización, debe realizar la limpieza con ayuda de agua y detergente enzimático. La espátula tiene en

---

<sup>46</sup> NICADENT. Op. Cit.

<sup>47</sup> Ibít

su composición Polisulfona, y debe almacenarse en local seco y al abrigo de la luz solar.<sup>48</sup>

### 3.2. ANALISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

#### 3.2.1 ANTECEDENTES NACIONALES

a. **Título:** “Sellado marginal de obturaciones de resina compuesta fotoactivadas con luz L.E.D. y luz halógena.”

**Autor:** Pineda-Mejía M.

**Resumen:** su investigación tuvo como objetivo comparar in vitro el grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta fotopolimerizadas con luz L.E.D y con luz halógena convencional. Se emplearon 20 molares sanas recientemente extraídas, en cada una de las cuales se realizaron cavidades clase V, una en la superficie vestibular y otra en la superficie palatina de dimensiones estandarizadas. Ambas cavidades fueron obturadas con resina compuesta de nanopartículas Filteck Z350 y adhesivo Single Bond (3M). Las restauraciones vestibulares se polimerizaron con luz L.E.D.; y las palatinas o linguales con luz halógena convencional. Una vez restaurados, los molares se mantuvieron por 48 horas a 37 °C y 100% de humedad. Las muestras fueron sometidas a un régimen de termociclaje en una solución de azul de metileno al 1 % para posteriormente evaluar el grado de microfiltración marginal del colorante, realizando un corte en sentido vestíbulo palatino o lingual,

---

<sup>48</sup> NICADENT. Op. Cit.

y evaluando con un microscopio estereoscópico. Los resultados mostraron que la frecuencia de especímenes que presentaron filtración de colorante fue del 85 % para las obturaciones fotoactivadas con luz convencional y del 50 % para las obturaciones fotoactivadas con luz L.E.D, esta diferencia fue estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ). El grado más severo de penetración de colorante en la interfase diente-restauración se presentó en el 60 % de las muestras fotoactivadas con luz halógena y en un 15 % de las muestras fotoactivadas con luz L.E.D, esta diferencia resultó estadísticamente significativa, ( $p = 0.004$ ). Bajo las condiciones del presente estudio se llegó a la conclusión que el grado de sellado marginal de obturaciones de resina compuesta fue significativamente mayor con el fotoactivado de luz L.E.D, que con luz halógena convencional

### 3.2.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

**a. Título:** Profundidad de curado de resinas compuestas fluidas activadas con luz halógena y L.E.D. a través de distintos espesores de resina compuesta indirecta.

**Autor:** Caro-Cohen M.

**Resumen:** Caro en el 2014 realizó la publicación de un estudio in-vitro donde evaluó la influencia del espesor de una resina compuesta indirecta en la profundidad de polimerización de resina fluida al ser activada con distintas fuentes de luz, interponiendo bloques de resina compuesta indirecta de distinto grosor. Se polimerizó resina fluida en un conformador metálico de 4 mm. de profundidad y 6 mm. de

diámetro, interponiendo bloques de resina compuesta indirecta de 3 y 4 mm. de espesor, utilizando luz halógena y luz LED durante 40 seg. Terminada la iluminación se retiró el material sin polimerizar y se midió la resina endurecida con un pie de metro digital, con sensibilidad de 0,01 milímetros. Los valores fueron tabulados y sometidos a test estadísticos donde se encontró diferencia entre los grupos ( $p < 0,05$ ). El uso de luz LED aumenta la profundidad de polimerización de la resina fluida subyacente a la resina indirecta y ésta a mayor grosor disminuye la efectividad de polimerización

**b. Título:** Análisis comparativo in vitro del sellado marginal obtenido en restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de hibridación convencional e hibridación reversa.

**Autor:** Constanza Cáceres.

**Resumen:** Cáceres en el 2012; realizó un estudio in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta confeccionadas con la técnica de Hibridación Convencional y la Técnica de Hibridación Reversa, utilizando el adhesivo Single Bond 2 ®(3M ESPE). Se utilizaron 20 molares recientemente extraídos, en los cuales se realizaron dos preparaciones biológicas Clase V estandarizadas, una en vestibular y la otra en lingual. Las preparaciones vestibulares se trataron con la técnica de Hibridación Convencional, es decir, con la técnica de grabado ácido de esmalte y dentina, para luego aplicar el sistema adhesivo. Las preparaciones del lado lingual se trataron con la Técnica de Hibridación Reversa, que consistió en el grabado de esmalte y

dentina, el retiro del ácido seguido por la remoción del colágeno con Hipoclorito de Sodio al 10%, lavado y secado, para enseguida aplicar el adhesivo. Posteriormente al sellado adhesivo, se realizaron las restauraciones de resina compuesta siguiendo el mismo protocolo incremental en ambos grupos. Una vez restauradas las piezas dentarias, fueron sometidas a un proceso de 100 ciclos de termociclado. Luego se realizaron cortes transversales a través de las restauraciones para poder exponer su interface adhesiva y observarla en un microscopio óptico para evaluar el porcentaje de penetración del colorante. Si bien el promedio de filtración marginal con la Técnica de Hibridación Convencional fue mayor al obtenido con la Técnica de Hibridación Reversa, el análisis estadístico de los resultados no arrojó diferencia estadísticamente significativa.

c. **Título:** Visco-elastic parameters of dental restorative materials during setting.

**Autor:** Dauvillier BS, Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL.

**Resumen:** Dauvillier, en su investigación realizada en el año 2000 tuvo como propósito revisar las propiedades del material y las técnicas de aplicación importantes para reducir al mínimo los efectos de la contracción de polimerización durante la reacción de curado de resina de restauración utilizada en odontología adhesiva. Entre los materiales y métodos utilizados fueron revisados críticamente publicaciones científicas relevantes. Como resultados reconoció que la contracción, que tiene lugar durante la reacción de curado de la resina como material

restaurador compuesto, puede causar graves problemas en la adhesión, y se ha puesto considerable esfuerzo en la reducción de los efectos negativos. El problema más importante es la desunión de la interfaz de restauración de dientes, lo que resulta en un aumento de la microfiltración y, en última instancia, en caries secundaria. A pesar de todos los esfuerzos, según el autor todavía no existe un método de aplicación de material que garantice una prueba de fugas y la restauración duradera. También menciona que es de suma importancia que los odontólogos sepan cómo hacer frente a los problemas relacionados a la contracción de material compuesto de resina, de modo que puedan elegir el material y el procedimiento que maximiza el potencial para el éxito clínico.

**d. Título:** Effects of pulp capping materials on fracture resistance of Class II composite restorations.

**Autor:** Kucukyilmaz E.

**Resumen:** Kucukyilmaz en el año 2015 tuvo como objetivo de su estudio investigar el efecto del diseño de la cavidad y el tipo de materiales de recubrimiento pulpar en la resistencia a la fractura de las restauraciones de Clase II compuestas. Seleccionó sesenta dientes molares recién extraídos para el estudio. Preparó cavidad en mesio-oclusal y cavidad en la ranura de las superficies disto-oclusal de cada diente, estos se dividieron en 4 grupos siendo uno de ellos grupo de control. Los materiales de recubrimiento pulpar (TheraCal LC, LC Calcimol, Dycal) aplicados en la pared pulpo-axial de cada cavidad, y la restauración se completó con resina compuesta. Los dientes se

sometieron a una carga de compresión en una máquina de ensayo mecánico universal. Las superficies del diente y la restauración se examinaron bajo un microscopio estereoscópico. Los datos fueron analizados utilizando el análisis factorial de varianza y prueba de Tukey. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $p > 0,05$ ). Concluye que el diseño de la cavidad muestra una mejor resistencia a la fractura en restauraciones de Clase II compuestas, independiente de materiales de recubrimiento pulpar utilizado o no utilizado.

e. **Título:** Fotopolimerización de resinas compuestas a través de diversos espesores de tejido dental.

**Autor:** Orozco-Barreto R.

**Resumen:** Orozco en el año 2015 realizó una investigación con el objetivo de determinar el espesor de tejido dental a través del cual se presente la fotopolimerización de la resina Prime Dent® con mínimo encogimiento y profundidad de curado adecuada. Fue realizado en 80 láminas de molares de 1, 2, 3 y 4mm de espesor (20 por grupo), midió la contracción y calculó el encogimiento de la resina polimerizando (Visilux 2, 3M) a través de cada lámina (60 s, 400 mW/cm<sup>2</sup>). Para esto utilizó la técnica de bonded-disc., realizó pruebas de profundidad de curado, midiendo el espesor de resina polimerizada de acuerdo con la especificación No. 27 ADA. Un grupo control sin tejido dental fue preparado para ambas propiedades. Los datos fueron analizados usando ANOVA con prueba de Tukey ( $p < 0.001$ ). Como resultado obtuvo que la profundidad de curado: a medida que aumentó el espesor, disminuyó,

existiendo diferencia estadísticamente significativa en todos los grupos. El espesor que mostró menor encogimiento, cumpliendo con una profundidad de curado adecuada (ADA marca como valor mínimo, 1mm) fue de 3mm. Encogimiento: a medida que aumentó el espesor, éste disminuyó, no existiendo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de 2 y 3mm. Concluye que de acuerdo con los resultados, es posible polimerizar a través de un espesor de 3mm, por lo que no se recomienda polimerizar a través de un espesor de 4mm.

**f. Título:** Estudio de microfiltración con nuevos materiales alternativos para el sector posterior.

**Autor:** Robles-Gijón V.

**Resumen:** Robles-Gijón en el año 2002 indica en su investigación que se han comercializado una serie de materiales con la finalidad de disminuir algunos de los inconvenientes más graves que presentan los composites convencionales, el propósito del estudio fue comparar la filtración marginal de restauraciones de clase II MOD, obturadas con materiales representativos de cada grupo. Grupo 1: Prime & Bond NT.- SureFil, Grupo 2: Ariston Liner- Ariston pHc, Grupo 3: One Coat Bond- Synergy, Grupo 4: One-Step- Pyramid y Grupo 5: Etch & Prime3.0- Definite. Las muestras se termociclaron, y se almacenaron en azul de metileno al 2%, durante 7 días a 37° C. Después de ser seccionados longitudinalmente, se evaluó la microfiltración mediante observación con lupa estereoscópica a 10x. En sus resultados el análisis estadístico indica que no existen diferencias significativas en la filtración entre los grupos 3, 4 y 5, pero estos tres grupos sí presentan

diferencias significativas respecto a los dos restantes: 1 y 2, que muestran mayores tasas de filtración. Como conclusiones indica que la filtración en los grupos obturados con Prime & Bond- SureFil y Ariston Liner- Ariston pHc es significativamente mayor que en los grupos en que se utilizó One Coat Bond- Synergy, One-Step- Pyramid y Etch & Prime3.0- Definite.

**g. Título:** Effect of Extension and Type of Composite-Restored Class II Cavities on Biomechanical Properties of Teeth: A Three Dimensional Finite Element Analysis.

**Autor:** Valian A.

**Resumen:** Valian en el 2015, indicó en su estudio que existe controversia con respecto a la preparación de la cavidad para la restauración de caries interproximales en los dientes posteriores en cuanto a la preservación de la estructura del diente y la distribución de la tensión adecuada. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la extensión y tipo de cavidades de clase II y la estructura dental remanente en premolares superiores restaurados con resina compuesta en las propiedades biomecánicas de los dientes utilizando el método de elementos finitos (FEM). Concluye que el aumento de las dimensiones de las cavidades MD, disminuyendo el espesor de la pared residual entre mesial y distal con desviación desde el centro de los dientes puede aumentar la concentración de tensión en el esmalte, pero no en la dentina.

**h. Título:** The finite element analysis of stress distribution in different size of MO cavities restored with composite resin inlays.

**Autor:** Zhang L, Lu Y, Yang B, Guo Y, Li F.

**Resumen:** Zhang L en el 2015 tuvo como propósito explorar el efecto de diferente profundidad y la anchura mesio-oclusal (Clase II) en la resistencia a la tensión del tejido después de la restauración de dientes con incrustaciones de resina compuesta. Utilizó el modelo de elementos finitos en 3D del primer molar inferior con cavidad Mesio-oclusal (Clase II) restaurada con incrustaciones de resina compuesta, analizó la distribución de la tensión. Entre los resultados obtenidos indica que la tensión principal se encuentra en la pared gingival opuesta a la incrustación, mientras que el área de mayor concentración de tensión del diente se distribuyó cerca del canal en la parte inferior de la cavidad. Con el aumento de la profundidad y la anchura, la tensión principal subraya áreas de distribución de los dientes que se hacen más grandes. Llega a la conclusión que el aumento de la profundidad y la anchura de la cavidad, así como la fuerza de carga lateral, la tensión de pico de diente con incrustaciones aumentó y la distribución de la concentración de tensión se modifica después que la cavidad Mesio-oclusal (Clase II) está restaurada con la incrustación de resina compuesta.

#### 4.- HIPÓTESIS

Dado que la espátula Foto Plus TDV propicia la transmisión de luz y está en contacto directo con la resina:

Es probable que la lámpara de luz LED de alta potencia con la espátula de resina Foto Plus TDV tenga efecto diferente que su análoga sin espátula en la profundidad de polimerizado.





## I. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

### 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN.

#### 1.1. TÉCNICA.

##### a. Especificación

Observación directa para recoger información de la variable respuesta.

##### b. Esquematización

Variable Respuesta	Técnica
Profundidad	Medición en milímetros con dos decimales de precisión

##### c. Descripción de la Técnica.

#### c.1. Tratamiento Experimental

- Se confeccionaron tubos contenedores para la resina, los cuales fueron recortados de los tubos de resina fluida con una medida estándar de 8mm de altura por 6mm de diámetro considerando lo que indica la norma ISO 4049 para polimerización de materiales dentales.
- Se procedió a medir la intensidad de la lámpara de fotocurado antes de realizar la polimerización de cada muestra para poder tener un valor sin variación de la fuente de luz.
- Se rellenaron los tubos contenedores de la resina en una caja oscura para evitar el inicio de la polimerización por luz natural o artificial de una fuente que no sea la esperada en la experiencia.
- Inicio el proceso de polimerización (20 segundos) de las muestras con la técnica convencional dando un espacio entre la punta de luz

y la muestra, simulando la distancia que podemos encontrar en una cavidad clase II al piso de la cavidad tomando como referencia 10mm lo cual obtendremos colocando una regla milimetrada fijada a la punta de la lámpara y al recipiente contenedor de la muestra, luego se procedió a fotocurar utilizando la espátula Foto Plus como indica la técnica del fabricante en 20 segundos.

- Se replicó el proceso de polimerización con la técnica convencional en 40 segundos de exposición a la luz de la lámpara led primero para el grupo de control y luego de igual forma la aplicación de 40 segundos de polimerización para el grupo en el cual se utilizó la espátula Foto Plus.

- Las muestras ya polimerizadas fueron retiradas de los tubos contenedores y luego se eliminó el excedente de resina que no fotocuró utilizando una gasa estéril embebida en una solución de alcohol isopropílico, para obtener muestras que podrán ser medidas para el análisis correspondiente.

### **c.2. Post Test**

- Las muestras fueron evaluadas antes de tomar la medición tanto en su integridad estructural o presencia de algún factor que excluya la muestra de ser válida para la experiencia, todos los especímenes fueron medidos en la longitud obtenida de la polimerización por efecto de la luz led de las diferentes técnicas a evaluar, este dato se obtuvo midiendo las unidades de estudio con un tornillo micrométrico de Palmer de alta precisión.

- Los datos fueron recolectados en una ficha la cual será procesada por los paquetes estadísticos para logra el análisis correspondiente al estudio
- Se realizaron tablas y gráficos estadísticos para agrupar los resultados y presentar los mismos para lograr una conclusión del estudio y poder presentar los informes de una forma entendible y práctica.

#### **d. Diseño de la investigación**

##### **d.1. Tipo de diseño**

Ensayo laboratorial no randomizado con Post Test único.

##### **d.2. Esquema Básico**

	<b>Pre Test</b>	<b>T.Exp</b>	<b>Post Test</b>
<b>Grupo Experimental</b>	-	X	02
<b>Grupo Control</b>	-	Y	02

### e. Diagramación Operativo



COMPARACIONES

GRUPOS	20 SEGUNDOS	40 SEGUNDOS
GRUPO EXPERIMENTAL	↕	↕
GRUPO CONTROL		

## 1.2. INSTRUMENTOS

### a. Instrumento documental

Se diseñó una ficha de recolección de datos que consta de el número de muestra, el grupo de estudio al que pertenece y la medición en milímetros obtenidos después de la experiencia.

### b. Instrumentos Mecánicos

- Vernier metálico, de alta precisión.

- Espátula Foto Plus TDV.

### **1.3. MATERIALES.**

- Cilindros plásticos de dimensiones estandarizadas.
- Resina Híbrida Foto polimerizable z 250 color A2 marca 3M
- Útiles de escritorio.

## **2. CAMPO DE VERIFICACIÓN.**

### **2.1. UBICACIÓN ESPACIAL**

Las mediciones se realizaron en las instalaciones de la consulta privada.

### **2.2. UBICACIÓN TEMPORAL**

La investigación se llevó a cabo en el año 2017.

### **2.3. UNIDADES DE ESTUDIO.**

**a. Alternativa:** Grupos

**b. Identificación de los Grupos**

- Grupo Experimental: Recibe luz de lámpara LED de alta potencia con espátula.
- Grupo Control: Recibe luz de lámpara LED de alta potencia sin espátula.

**c. Control de los Grupos****c.1. Criterios de inclusión**

- Muestras realizadas con resina de color A2 en la marca 3m z250
- Muestras realizadas con las mismas condiciones experimentales.

**c.2. Criterios de exclusión**

- Fallas estructurales como burbujas dentro de la muestra.
- Especímenes sin buena compactación
- Muestras con polimerizado irregular

**d. Asignación de la muestra a cada grupo: No aleatoria****e. Tamaño de los grupos:**

Se utilizará la opción de GRUPOS, teniendo un grupo experimental y un grupo control, el tamaño de los grupos se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{2 * (Z\alpha + Z\beta)^2 * S^2}{(d)^2}$$

Donde:

$Z\alpha$ = 1.96 constante del 95% de confiabilidad.

$Z\beta$ = 1.645 constante de la potencia del estudio 95%

$S$ = desviación estandar del antecedente.

$$d = \mu_1 - \mu_2$$

$\mu_1$ = promedio grupo 1 del antecedente

$\mu_2$ = promedio grupo 2 de lo que se espera. Hipótesis

Reemplazando:

$$n = \frac{2 * (1.96 + 1.645)^2 * (0.14)^2}{(0.20)^2}$$

n = 12.74 haciendo el redondeo se toma como valor de n = 13, haciendo el cálculo de tamaño muestral ajustado a pérdidas con un valor R = 15% se determina utilizar n= 15 unidades de estudio, para cada sub grupo logrando un total de 60 unidades para toda la investigación.

**f. Formalización de los Grupos**

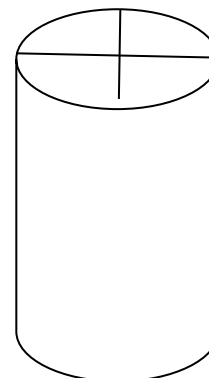
GRUPO	20	40	NÚMERO
	SEGUNDOS	SEGUNDOS	
GRUPO EXPERIMENTAL	15 BLOQUES	15 BLOQUES	60
GRUPO CONTROL	15 BLOQUES	15 BLOQUES	

Descripción de las unidades de estudio:

Se elaborarán 60 troqueles de resina de 6mm de diámetro y 8mm de alto, como indica el gráfico 1.

Gráfico 1.- Esquema de la elaboración de las unidades de estudio.

Cartuchos de Plástico, de color negro de medidas específicas de 6mm de diámetro y 8 mm de alto, estos cilindros son gruesos de tal manera que no dejan pasar la luz por los costados y por el material la resina contenida en ellos no se pega al cilindro.



### 3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

#### 3.1. ORGANIZACIÓN.

Se solicitó la inscripción del tema de investigación a la comisión de grados y títulos de la facultad de odontología de la UCSM.

Se coordinó con el encargado del laboratorio del Centro Dental Sao Paulo para realizar la parte experimental en las instalaciones de la institución.

Se coordinó con la empresa TDV, para recibir un ejemplar de muestra de la espátula FOTO PLUS TDV, con la finalidad de testear la efectividad de la técnica que se propone.

#### 3.2. RECURSOS.

##### a. Recursos Humanos

Investigador: C.D. Emilio Villavicencio Caparó

Asesor: Mg.Esp. Marco Zevallos Chávez.

**b. Recursos Físicos**

Disponibilidades ambientales y de infraestructura de la consulta privada.

**c. Recursos Económicos**

Autofinanciados por el investigador, quien declara no tener conflictos de interés con ningún actor del presente estudio

**d. Recursos Institucionales**

Universidad Católica de Santa María

**3.3. PRUEBA PILOTO**

**a. Tipo de prueba:** Sin recuperación.

**b. Muestra piloto:** Se emplearon 5 unidades de estudio por grupo

**c. Recolección piloto:**

Aplicación preliminar de los instrumentos a la muestra piloto.

**4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS.**

**4.1. Plan de procesamiento de los datos**

**a. Tipo de procesamiento**

Manual y computarizada (Programa SPSS Versión 21 y Excel).

## b. Operaciones del procesamiento

### b.1. Clasificación

La información obtenida a través de la ficha de recolección, fue ordenada en una Matriz de Sistematización que figura en los anexos de la tesis.

### b.2. Codificación

Se utilizó la codificación por dígitos.

### b.3. Recuento

Se empleó matrices de conteo.

### b.4. Tabulación

Se elaboraron tablas de doble entrada.

### b.5. Graficación

Se elaboró gráfico de caja y bigotes.

## 4.2. Plan de análisis de datos

### a. Tipo de análisis

Cuantitativo bifactorial, univariado.

### b. Tratamiento estadístico

VARIABLE RESPUESTA	TIPO	ESCALA	ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS	PRUEBAS
PROFUNDIDAD DE POLIMERIZADO	CUANTITATIVO CONTINUO	DE RAZÓN	TENDENCIA CENTRAL  VARIABLE	- SHAPIRO WILK - KRUSKAL-WALLIS - U DE MANN-WHITNEY - T DE STUDENT

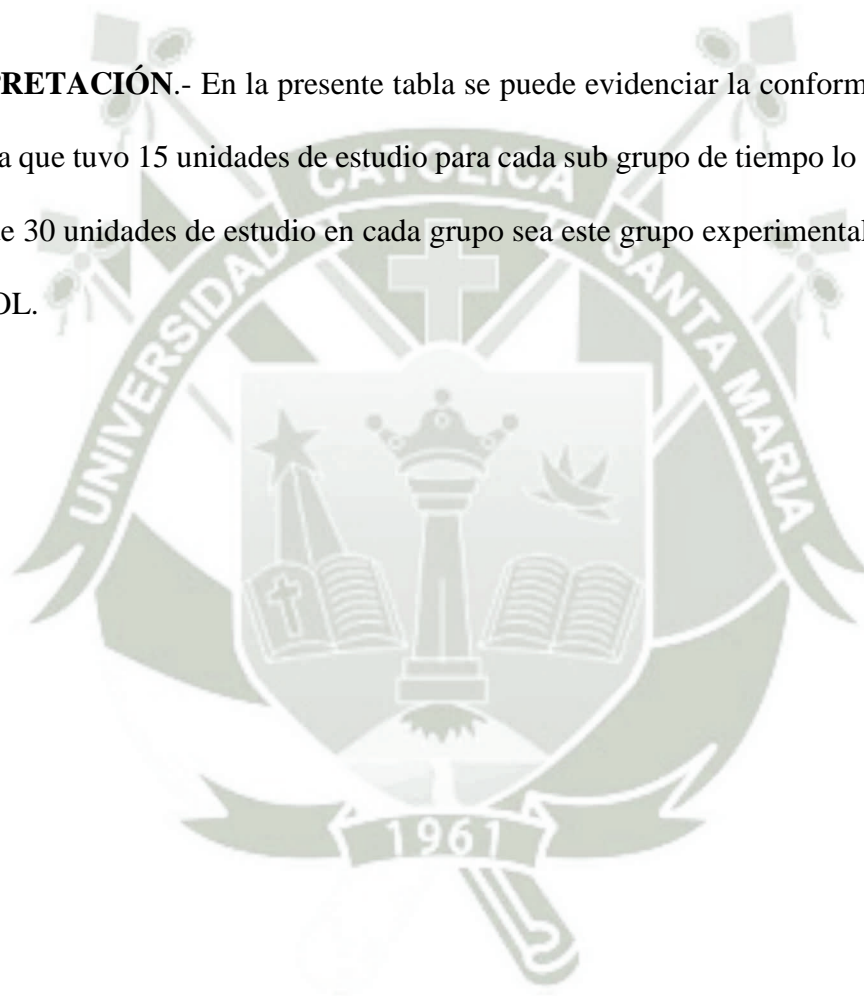


**TABLA 1.- DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA.**

GRUPO		Frecuencia	Porcentaje
GRUPO EXPERIMENTAL	20 SEG	15	25.0
	40 SEG	15	25.0
GRUPO CONTROL	20 SEG	15	25.0
	40 SEG	15	25.0
Total		60	100.0

Fuente: Matriz de datos propia

**INTERPRETACIÓN.-** En la presente tabla se puede evidenciar la conformación de la muestra que tuvo 15 unidades de estudio para cada sub grupo de tiempo lo que hace un total de 30 unidades de estudio en cada grupo sea este grupo experimental o grupo CONTROL.

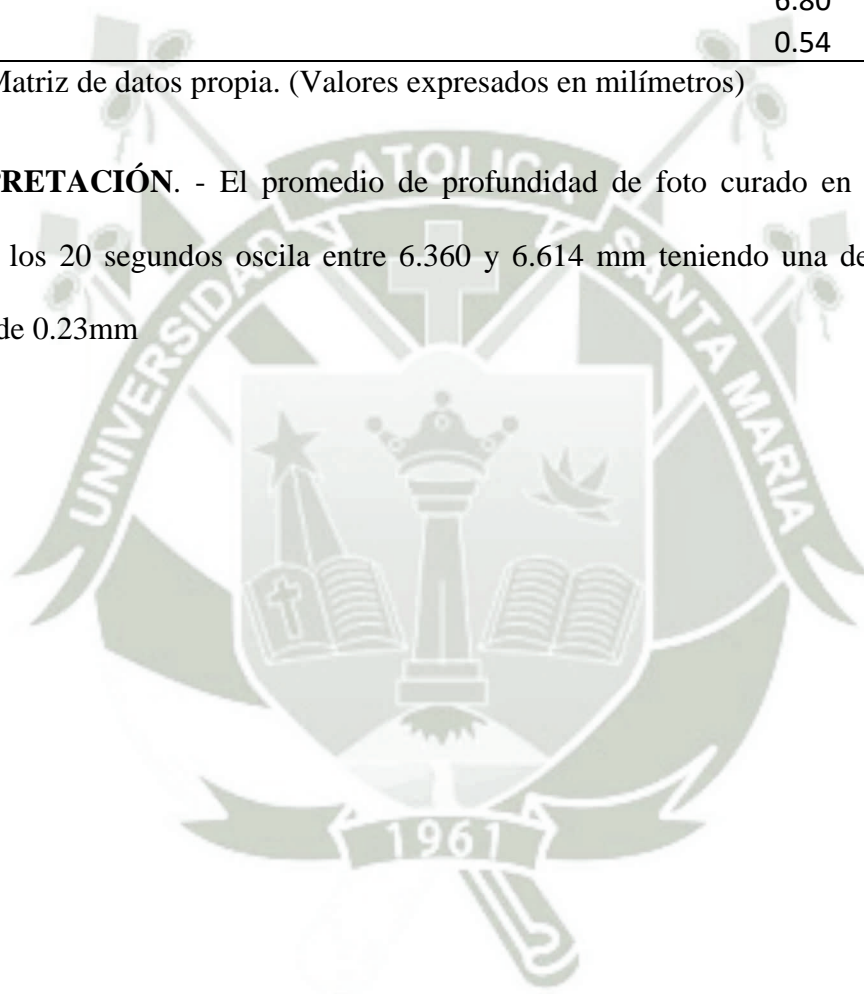


**TABLA 2.- ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL SUBGRUPO  
CONTROL 20SEG**

Estadísticos	Valores	
Media	6.487	
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6.360
	Límite superior	6.614
Mediana	6.300	
Varianza	0.05	
Desviación estándar	0.23	
Mínimo	6.26	
Máximo	6.80	
Rango	0.54	

Fuente: Matriz de datos propia. (Valores expresados en milímetros)

**INTERPRETACIÓN.** - El promedio de profundidad de foto curado en el grupo control a los 20 segundos oscila entre 6.360 y 6.614 mm teniendo una desviación estándar de 0.23mm



**TABLA 3.- ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL SUBGRUPO CONTROL 40 SEG**

Estadísticos	Valores	
Media	7.199	
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7.109
	Límite superior	7.367
Mediana	7.220	
Varianza	0.05	
Desviación estándar	0.17	
Mínimo	6.77	
Máximo	7.40	
Rango	1.05	

Fuente: Matriz de datos propia. (Valores expresados en milímetros)

**INTERPRETACIÓN.-** La media obtenida por el grupo control de 40 segundos es de 7.199 mm. de profundidad, teniendo como valor mínimo una profundidad de 6.77 mm. y como máximo 7.40 mm.

**TABLA 4.- ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL SUBGRUPO  
EXPERIMENTAL 20 SEG**

Estadístico	Valores	
Media	6.7533	
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6.5638
	Límite superior	6.9429
Mediana	6.9000	
Varianza	.117	
Desviación estándar	.34228	
Mínimo	6.28	
Máximo	7.31	
Rango	1.03	

Fuente: Matriz de datos propia. (Valores expresados en milímetros)

**INTERPRETACIÓN.** - El promedio de profundidad de foto curado en el grupo Fotoplus a los 20 segundos oscila entre 6.28 y 7.31 mm teniendo una desviación estándar de 0.342 mm.

**TABLA 5.- ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL SUBGRUPO  
EXPERIMENTAL 40 SEG**

Estadístico	Valores	
Media	7.3913	
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7.2596
	Límite superior	7.5231
Mediana	7.4000	
Varianza	.057	
Desviación estándar	.23796	
Mínimo	7.10	
Máximo	7.78	
Rango	.68	

Fuente: Matriz de datos propia. (Valores expresados en milímetros)

**INTERPRETACIÓN.-** La media obtenida por el grupo Fotoplus de 40 segundos es de 7.3913 mm. de profundidad, teniendo como valor mínimo una profundidad de 7.10 mm. y como máximo 7.78 mm.

**TABLA 6.- PRUEBA DE NORMALIDAD DE LAS  
MEDIDAS DE LOS SUBGRUPOS**

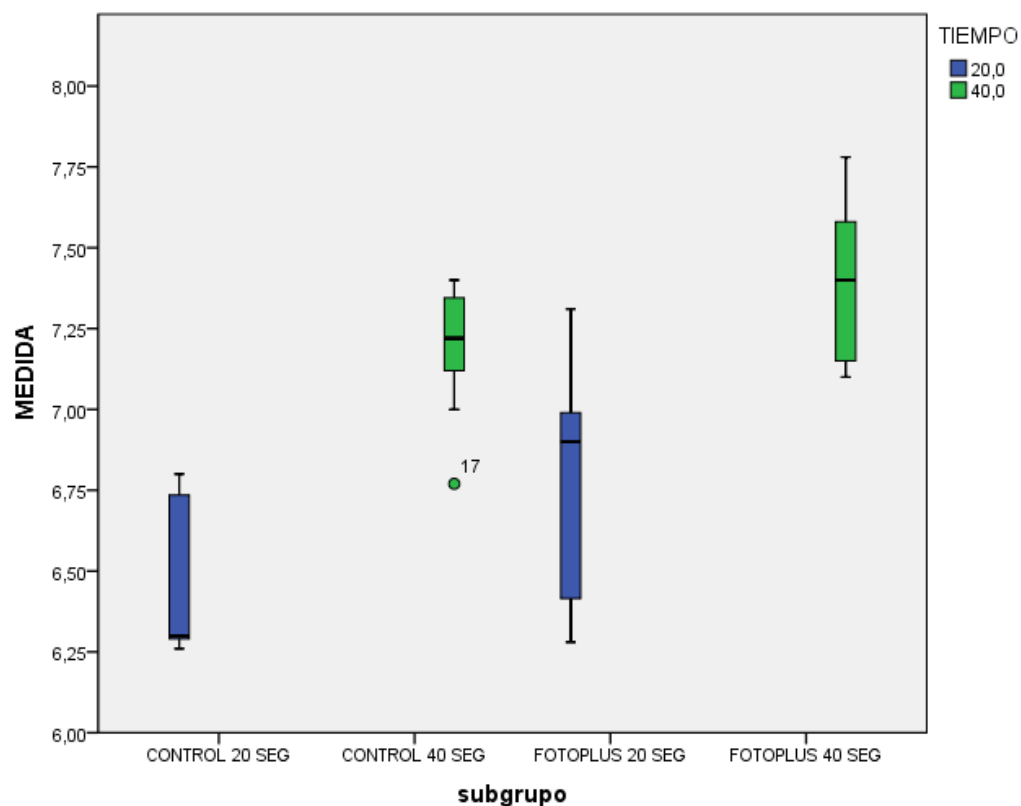
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
CONTROL 20 SEG	0.763	15	0.001
CONTROL 40 SEG	0.910	15	0.133
EXPERIMENTAL 20 SEG	0.913	15	0.151
EXPERIMENTAL 40 SEG	0.903	15	0.106

Fuente: Matriz de datos propia.

**INTERPRETACIÓN.-** Los grupos demostraron presentar distribución normal excepto el de control a los 20 segundos, por lo tanto se pasa a realizar pruebas estadísticas no paramétricas.



**GRÁFICO 1.- COMPARACIÓN DE LAS DISTRIBUCIONES ENTRE SUB  
GRUPOS.**



Medida valores expresados en milímetros

**INTERPRETACIÓN:** Realizada la prueba estadística Kruskal-Wallis para muestras independientes, se obtuvo el valor  $p= 0.000$ ; por lo tanto, se asume que los grupos no son iguales y se pasa a realizar la comparación de grupo contra grupo para determinar los grupos que son iguales entre sí.

**TABLA 7.-COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS CON Y SIN ESPATULA**

	n	Media	p
CONTROL 20 SEG	15	6.4867	
EXPERIMENTAL 20 SEG	15	6.7533	0.017*
CONTROL 40 SEG	15	7.199	
EXPERIMENTAL 40 SEG	15	7.3913	0.017**

Media expresada en milímetros (\*) Prueba de comparación de grupos U de Mann Whitney (\*\*) Prueba de T de Student

**INTERPRETACIÓN.-** Grupos de 20 segundos tienen diferencia significativa realizando la prueba U de Mann Whitney por tener una distribución no paramétrica en el grupo de control de 20 segundos. Grupos de 40 segundos tienen diferencia significativa realizando la prueba estadística de T de Student.

## DISCUSIÓN

El hallazgo más importante del presente estudio radica en que el uso de la espátula Foto plus alcanza mayor profundidad de polimerizado en comparación a la técnica convencional, lo que puede mejorar la adhesión del material a la pared gingival de las restauraciones clase II con lo que podríamos lograr menor filtración de los márgenes por falta de polimerizado en este tipo de restauraciones.

Caro en el 2014 realizó la publicación de un estudio in-vitro donde evaluó la influencia del espesor de una resina compuesta indirecta en la profundidad de polimerización de resina fluida al ser activada con distintas fuentes de luz, el objetivo de colocar una resina fluida en el piso gingival de una restauración es evitar la filtración de la restauración en el tiempo, pero las propiedades de una resina fluida en comparación a una de condensación en cuanto a soportar cargas de presión son menores, por lo que el concepto de mejorar la profundidad de polimerizado de una resina empacable y ejerciendo una presión en el momento del polimerizado mejora la técnica tradicional de foto curado ya que la presión ejercida por la espátula logra hacer que la resina discorra por los márgenes logrando un mejor sellado.

## CONCLUSIONES

**Primera:** La profundidad promedio de polimerizado obtenido por la técnica tradicional de foto polimerizado en 20 y 40 segundos de polimerización, fue de 6.487 y 7.199 mm respectivamente.

**Segunda:** La profundidad promedio de polimerizado obtenido por la técnica de foto polimerizado utilizando la espátula Fotoplus de TDV en 20 y 40 segundos de polimerización, fue de 6.753 y 7.391mm respectivamente.

**Tercera:** Existe diferencia significativa en la profundidad de polimerizado utilizando la espátula Fotoplus TDV en comparación a la profundidad alcanzada por la técnica tradicional, tanto a los 20 y 40 segundos de aplicación, a favor del grupo de Foto plus TDV.

**Cuarta:** Consecuentemente se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, con un nivel de significancia de 0.05.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda profundizar el estudio de las propiedades físicas de las resinas, ya que es probable que el color, la opacidad y la fluidez sean factores que puedan influir en la profundidad de foto curado en restauraciones de clase II. También se recomienda el estudio de la micro filtración de las restauraciones utilizando esta nueva tecnología.
2. El estudio de nuevos materiales como las resina bulk, es probable que puedan ser potenciados en cuanto a sus propiedades utilizando instrumental como el que fue parte de este estudio.
3. El empleo de la espátula Foto Plus en restauraciones profundas mejora el alcance de la polimerización en las capas de la base de la restauración por lo que se recomienda su uso en cavidades clase II.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albers H. Sistemas de resinas: química del composite en Odontología estética. 1st ed. Barcelona: Ed. Labor; 1988.
- Barrancos-Mooney J, Barrancos P. Varas PA, "Operatoria Dental" editor. Bs As: Médica Panamericana; 2006.
- Carvalho-Chain M, Baratieri LN. "Restauraciones estéticas con resina compuesta en dientes posteriores". 3rd ed. Sao Paulo: Médica Panamericana; 2006.
- Lanata E. "Operatoria Dental". 2nd ed. Bs. As.: Alfa Omega grupo Editor Argentino ; 2011.
- Macchi R. "Materiales Dentales". 3rd ed. Bs. As.: Ed. Panamericana; 2000.
- Ortega-Flores R. "Estudio comparativo in vitro de la resistencia al desgaste de 3 resinas compuestas de nanotecnología y 3 resinas compuestas convencionales". Tesis de pre grado. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Odontología; 2005.
- Phillips R. "La Ciencia de los Materiales Dentales"; México: Interamericana; 1998.

## HEMEROGRAFIA

- Caro-Cohen M. “Profundidad de curado de resinas compuestas fluidas activadas con luz halógena y L.E.D. a través de distintos espesores de resina compuesta indirecta”. Revista Dental de Chile. 2014; 105(3): p. 20-23.
- Constanza C. “Análisis comparativo in vitro del sellado marginal obtenido en restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de hibridación convencional e hibridación reversa”. Revista Dental de Chile. 2012; 103(2): p. 5-13.
- Dauvillier BS, Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. ”Visco-elastic parameters of dental restorative materials during setting”. Journal Of Dental Research. 2000;(79): p. 818–823.
- Kucukyilmaz E. “Effects of pulp capping materials on fracture resistance of Class II composite restorations”. Eur J Dent. 2015 Abril-Junio; 9(2): p. 218–223.
- Lovell L, Hui L, Elliot J, Stansbury J, Bowman C. “The effect of cure rate on the mechanical properties of dental resins. Dental Materials”. ; 17: p. 504-511.
- Orozco-Barreto R. “Fotopolimerización de resinas compuestas a través de diversos espesores de tejido dental”. Revista Odontológica Mexicana. 2015 Octubre-Diciembre; 19(4).
- Pineda-Mejía M. “Sellado marginal de obturaciones de resina compuesta fotoactivadas con luz L.E.D. y luz halógena”. Odontol. Sanmarquina. 2012; 15(1): p. 19-23.
- Robles-Gijón V. “Estudio de microfiltración con nuevos materiales alternativos para el sector posterior”. RCOE. 2002 Set-Oct.; 7(5).
- Rueggeberg F. “State-of-the-art: dental photocuring--a review”. Dent Mater. 2011 Enero; 27(1): p. 39-52.

- Suh B, Li F, Wang Y, Cripe C, Cincione F, de Rjik W. “The effect of the pulse delay curing technique on residual strain in composites”. 1999; 20(2 Suppl): p. 4-12.
- Tapia R, Lovón W. “Estudio comparativo, in vitro, de la filtración marginal en restauraciones estéticas de piezas dentarias posteriores obturadas con cerámica cerana y resina compuesta 3M FILTEK Z250. Arequipa 2015”. Revista Científica “Investigación Andina”. 2016 Enero – Junio; 16(1): p. 196-209.
- Valian A. “Effect of Extension and Type of Composite-Restored Class II Cavities on Biomechanical Properties of Teeth: A Three Dimensional Finite Element Analysis”. J Dent (Tehran). 2015 Feb; 12(2): p. 140-150.
- Zhang L, Lu Y, Yang B, Guo Y, Li F. “The finite element analysis of stress distribution in different size of MO cavities restored with composite resin inlays”. Shanghai Kou Qiang Yi Xue. 2015 Abril; 24(2): p. 170-6.

## INFORMATOGRAFIA

- Fistera. Determinación del tamaño muestral. [Online].; 2010 [cited 2017 Enero 21. Disponible en:  
<http://www.fistera.com/mbe/investiga/9muestras/9muestras2.asp>.
- International Organization for Standardization. Dentistry -- Polymer-based filling, restorative and luting materials. [Online].; 2009 [cited 2017 Enero 21 [ISO: No. 4049 Dentistry Polymer-based filling, restorative and luting materials (2009a)]. Disponible en:  
[http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_ics/catalogue\\_detail\\_ics.htm?csnumber=23041](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=23041).
- Minsiterio de Salud del Perú. Estadísticas MINSA. [Online].; 2015 [cited 2017 Enero 21. Disponible en:  
<http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/morbilidad/cemacros.asp?00>.
- NICADENT. Fotoplus. [Online].; 2013 [cited 2017 Enero 21. Disponible en:  
<http://nicadent.com/portfolio/fotoplus/#prettyPhoto>.



MODELO DEL INSTRUMENTO DOCUMENTAL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N°	TIEMPO	GRUPO	MEDIDA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

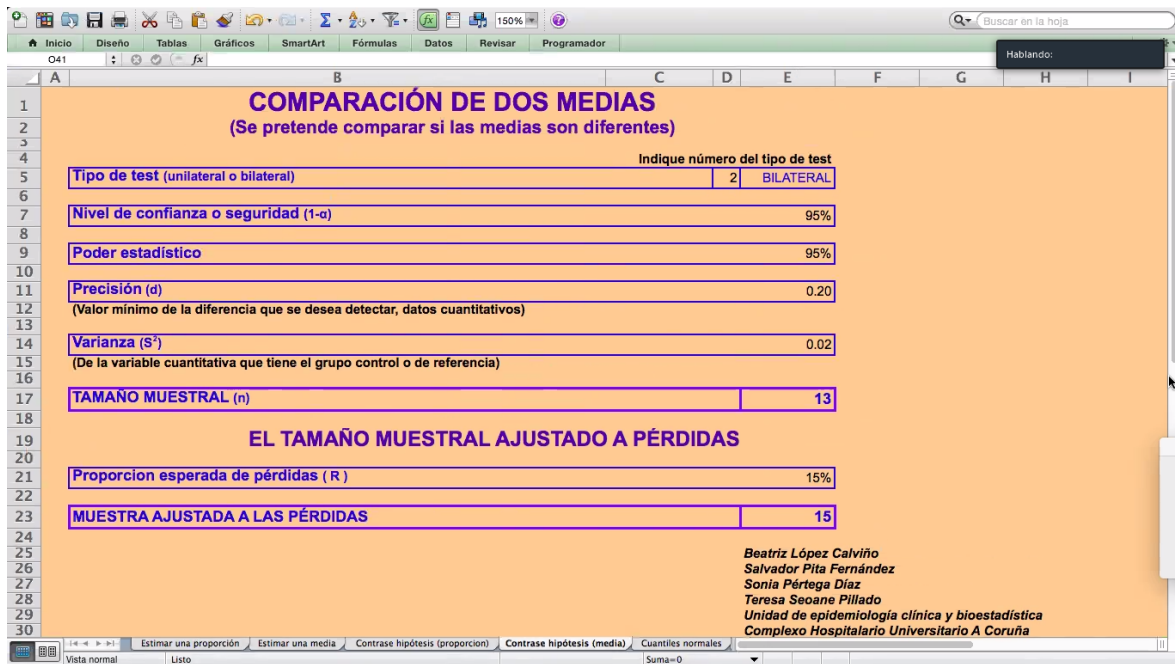
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N°	TIEMPO	GRUPO	MEDIDA
1	20	CONTROL	6.26
2	20	CONTROL	6.28
3	20	CONTROL	6.30
4	20	CONTROL	6.54
5	20	CONTROL	6.66
6	20	CONTROL	6.73
7	20	CONTROL	6.29
8	20	CONTROL	6.80
9	20	CONTROL	6.29
10	20	CONTROL	6.29
11	20	CONTROL	6.28
12	20	CONTROL	6.74
13	20	CONTROL	6.78
14	20	CONTROL	6.76
15	20	CONTROL	6.30
16	40	CONTROL	7.11
17	40	CONTROL	6.77
18	40	CONTROL	7.35
19	40	CONTROL	7.36
20	40	CONTROL	7.34
21	40	CONTROL	7.38
22	40	CONTROL	7.13
23	40	CONTROL	7.19
24	40	CONTROL	7.27
25	40	CONTROL	7.40
26	40	CONTROL	7.22
27	40	CONTROL	7.00
28	40	CONTROL	7.10
29	40	CONTROL	7.23
30	40	CONTROL	7.13

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N°	TIEMPO	GRUPO	MEDIDA
1	20	EXPERIMENTAL	7.31
2	20	EXPERIMENTAL	6.32
3	20	EXPERIMENTAL	6.28
4	20	EXPERIMENTAL	7.01
5	20	EXPERIMENTAL	6.66
6	20	EXPERIMENTAL	6.31
7	20	EXPERIMENTAL	7.03
8	20	EXPERIMENTAL	6.90
9	20	EXPERIMENTAL	7.16
10	20	EXPERIMENTAL	6.70
11	20	EXPERIMENTAL	6.95
12	20	EXPERIMENTAL	6.29
13	20	EXPERIMENTAL	6.97
14	20	EXPERIMENTAL	6.51
15	20	EXPERIMENTAL	6.90
16	40	EXPERIMENTAL	7.14
17	40	EXPERIMENTAL	7.16
18	40	EXPERIMENTAL	7.78
19	40	EXPERIMENTAL	7.10
20	40	EXPERIMENTAL	7.57
21	40	EXPERIMENTAL	7.12
22	40	EXPERIMENTAL	7.70
23	40	EXPERIMENTAL	7.66
24	40	EXPERIMENTAL	7.59
25	40	EXPERIMENTAL	7.40
26	40	EXPERIMENTAL	7.39
27	40	EXPERIMENTAL	7.42
28	40	EXPERIMENTAL	7.52
29	40	EXPERIMENTAL	7.20
30	40	EXPERIMENTAL	7.12

PAGINA DE CALCULO DE MUESTRA FISTERRA



**COMPARACIÓN DE DOS MEDIAS**  
(Se pretende comparar si las medias son diferentes)

Indique número del tipo de test

Tipo de test (unilateral o bilateral)	2 BILATERAL
Nivel de confianza o seguridad (1- $\alpha$ )	95%
Poder estadístico	95%
Precisión (d) (Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar, datos cuantitativos)	0.20
Varianza ( $S^2$ ) (De la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia)	0.02
TAMAÑO MUESTRAL (n)	13

**EL TAMAÑO MUESTRAL AJUSTADO A PÉRDIDAS**

Proporcion esperada de pérdidas ( R )	15%
MUESTRA AJUSTADA A LAS PÉRDIDAS	15

Beatriz López Calviño  
Salvador Pita Fernández  
Sonia Pártega Díaz  
Teresa Seoane Pillado  
Unidad de epidemiología clínica y bioestadística  
Complejo Hospitalario Universitario A Coruña



FOTOGRAFIAS DEL PROCESO EXPERIMENTAL



