

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**  
**ESCUELA DE ESTOMATOLOGÍA**



**“Intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas  
por cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca, 2015”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**CIRUJANO DENTISTA**

Autora: Bach. CABANILLAS MARTOS, María del Carmen

Asesor : Dr. C.D. VILLARREAL BECERRA, Einer Niels.

TRUJILLO – PERÚ

2016

**MIEMBROS DEL JURADO**

**PRESIDENTE:**

**DR. PORTOCARRERO REYES, WEYDER**

**SECRETARIA:**

**MG. ANTICONA LUNA VICTORIA ANA CECILIA**

**VOCAL:**

**MG. LLANOS VERA VICTOR EDUARDO**

## DEDICATORIA

*A Dios, por iluminarme, bendecirme, protegerme y darme la fortaleza de no rendirme jamás. Porque con Él todo lo puedo, sin Él nada.*

*A mis padres, Violeta y Ángel, por depositar su entera confianza en mí, por enseñarme día a día que con humildad, perseverancia y paciencia todo se puede lograr; además porque sin escatimar esfuerzo alguno, me apoyaron a realizar una de mis grandes metas, por ustedes soy lo que soy ahora. Los amo.*

*A mi hermana Analí, por estar a mi lado en estos años de mi carrera profesional y compartir conmigo buenos y malos momentos.*

*A todos mis seres queridos, especialmente a mis tíos Medardo, Ausberto, Aurea y Luis, a mis primos Luis y Guillermo, seres con los que compartí momentos inolvidables a lo largo de mi vida y estuvieron pendientes en forma asertiva de mis logros y formación profesional.*

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios, por iluminarme, bendecirme y estar conmigo siempre, permitiéndome hoy ver hecho realidad una de mis grandes metas.
- A mi gran familia, por su interminable apoyo en todo momento de mi vida, por su confianza, sus enseñanzas, consejos y ánimo diario que me brindaron día a día.
- A mi asesor, Dr. Einer Niels Villarreal Becerra, por sus conocimientos brindados, su apoyo incondicional, tiempo, paciencia, consejos, confianza y amistad depositada en mí; porque ha sido fundamental no solo para lograr realizar y culminar este trabajo, sino para crecer cada día como profesional.
- Al Dr. Jorge Neciosup Obando, por la orientación, apoyo, amistad y ayuda que me brindo para la realización de esta tesis.
- Quiero extender mi agradecimiento a cada uno de los cirujanos dentistas de la Escuela Profesional de Estomatología de la Universidad Privada Antenor Orrego, por sus enseñanzas y conocimientos que me transmitieron a lo largo de mi formación profesional.
- Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de este trabajo de investigación, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por cirujanos dentistas de la ciudad Cajamarca, 2015.

**Materiales y métodos:** El estudio prospectivo, transversal, descriptivo y observacional, está constituido por 109 unidades de fotopolimerización utilizadas por cirujanos dentistas de la ciudad Cajamarca en sus consultorios y/o clínicas privadas. Primeramente se evaluó una serie de datos proporcionados por el cirujano dentista, que se centra en el tipo de fuente de luz, marca y tiempo de uso de las unidades de fotopolimerización; finalmente se determinó la intensidad de luz emitida por éstas con ayuda de un radiómetro de marca Litex (Optilux Dentamerica<sup>®</sup>). Para el análisis estadístico los datos recogidos fueron procesados en el programa estadístico SPSS versión 21 (IBM).

**Resultados:** Los resultados obtenidos permitieron concluir que la gran mayoría de las unidades de fotopolimerización presentan un nivel de intensidad de luz eficiente. En relación al tipo de fuente de luz, marca comercial y tiempo de uso se ubican mayormente en el nivel eficiente en emisión de luz.

**Conclusión:** El nivel de intensidad emitida por unidades de fotopolimerización de cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca es significativamente eficiente.

**Palabras clave:** intensidad de luz, unidades de fotopolimerización.

## **ABSTRACT**

**Objective:** To determine the intensity of light emitted by light curing units used by dentists in Cajamarca city, 2015.

**Materials and methods:** The prospective, transversal, descriptive and observational study consists of 109 curing units used by dentists in Cajamarca city in their offices and / or private clinics. First, a series of data provided by dentists, which focuses on the type of light source, make and time use of curing units was evaluated. Finally the intensity of light emitted by curing units using a radiometer Litex mark (Dentamerica ® Optilux) was determined. For statistical analysis the data collected were processed in SPSS version 21 (IBM).

**Results:** The results lead to the conclusion that the vast majority of light-curing units had a level of light intensity efficiently. Regarding the type of light source, brand and time use are located mostly in the efficient light emission level.

**Conclusion:** The intensity of light emitted by light curing units used by dentists in Cajamarca city is significantly efficient.

**Keywords:** light intensity, light-curing units

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA .....	<i>i</i>
AGRADECIMIENTO .....	<i>ii</i>
RESUMEN .....	<i>iii</i>
ABSTRACT .....	<i>iv</i>
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. DISEÑO METODOLÓGICO.....	8
III. RESULTADOS.....	17
IV. DISCUSIÓN .....	25
V. CONCLUSIONES .....	29
VI. RECOMENDACIONES .....	30
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31
ANEXOS.....	36

## I. INTRODUCCIÓN

La Odontología restauradora ha experimentado grandes transformaciones en los últimos años, convirtiéndose en la práctica más desarrollada en la mayoría de los consultorios dentales y obligando a los profesionales de la Odontología a explorar en este terreno para dar satisfacción a la demanda social existente en este aspecto.<sup>1</sup>

Actualmente, el uso de materiales fotopolimerizables se ha incrementado significativamente y conjuntamente el desarrollo de la tecnología en las unidades de fotopolimerización para activación de estos materiales.<sup>3,4</sup>

Las unidades de fotopolimerización se han constituido en el elemento de mayor utilización de parte del odontólogo en tratamientos restaurativos, es así que a partir de los años 70 comienza un intento por crear la unidad de fotopolimerización ideal, con el objetivo de llevar acabo la polimerización adecuada de los compuestos de resina.<sup>2,4</sup>

El desarrollo tecnológico de todas las unidades de fotopolimerización se centra en la búsqueda de una fuente luminosa que en virtud de su máxima potencia y espectro lumínico adecuado, consiga cumplir su principal función en el proceso de polimerización de los composites o en su aplicación sobre agentes blanqueadores, que es la activación, mediante energía lumínica de los compuestos químicos fotoiniciadores existentes en los materiales.<sup>5</sup>

Para que se produzca la reacción de polimerización, se requiere de suficiente intensidad de luz y una longitud de onda adecuada con el fin de activar la canforoquinona, que es el fotosensibilizador más común utilizado en los composites fotopolimerizables. La canforoquinona a su vez reacciona con el agente reductor para formar radicales libres e iniciar el proceso de polimerización.<sup>6-9</sup>

La adecuada polimerización depende principalmente de tres factores: la intensidad de la fuente de luz, de la longitud de onda emitida y del tiempo de exposición, pero generalmente la eficiencia de una adecuada polimerización se expresa en términos de densidad de flujo de radiación, también conocida como intensidad de luz, la cual es medida en miliwatts por centímetro cuadrado. Autores han sugerido una intensidad mínima de  $300\text{mW}/\text{cm}^2$  para la polimerización estándar, pero trabajos de investigación últimos recomiendan que la intensidad de luz mínima necesaria para una adecuada fotopolimerización debería estar por los  $500\text{mw}/\text{cm}^2$ .<sup>2, 10-12</sup>

Por otro lado, la intensidad de salida de las unidades de luz puede ser reducida significativamente por una variedad de factores. Estos, pueden incluir una caída del voltaje de la línea, degradación o desgaste del bombillo, reflectores, filtros perforados o fracturados, alteraciones de la fibra óptica y de su extremo activo y variaciones en el diseño.<sup>13-15</sup>

Los materiales fotopolimerizados por equipos ineficaces pueden presentar resistencias mecánicas y propiedades físicas bajas, faltas de retención, mayor solubilidad y

respuestas pulpares adversas por la presencia de una gran cantidad de monómeros no polimerizados, lo que limita la vida útil de los compuestos de resina.<sup>16-18</sup>

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, las principales fuentes generadoras de luz desarrolladas para la activación de materiales fotocurables, tenemos: halógena de cuarzo-tungsteno (QTH), luz por emisión de diodos (LED), arco plasma y laser de argón; siendo las dos primeras mencionadas, las más utilizadas en la actualidad.<sup>8,18</sup>

Las unidades de luz halógena de cuarzo-tungsteno (QTH) generan luz a través del calentamiento a una alta temperatura de los filamentos de Tungsteno presentes en un bulbo conteniendo gas halógeno, emitiendo luz visible con una salida de 400 – 500 nm y depende de un sistema de filtrado para definir su rango exacto. Como ventajas de este sistema, es importante mencionar que lleva ya un buen tiempo siendo un estándar en la industria dental y que presenta una tecnología de bajo costo.<sup>19</sup>

A pesar de su popularidad de estas lámparas presentan muchas limitaciones, tales como: la reducción gradual de la salida de energía debido a la degradación de sus focos con el tiempo, el filtro puede acumular polvo; lo que puede alterar las longitudes de ondas transmitidas, permitiendo la emisión de rayos UV dañinos. Además, las puntas estrechas emiten un haz de luz angosto, por lo que pueden requerir de múltiples ciclos de polimerización en restauraciones extensas.<sup>2, 13,19</sup>

Para superar estas limitaciones de las unidades de luz halógena de cuarzo-tungsteno se crearon las unidades LED, que proviene de las iniciales que se refieren a diodos emisores de luz., son una combinación de dos semiconductores y tras un estímulo de energía eléctrica, los electrones se conectan y producen luz.<sup>13,19</sup>

Las ventajas de las unidades LED son diversas, como producir menos calor, son más pequeños en tamaño e inalámbricos. Así mismo, la unidad LED puede operar durante miles de horas con una potencia constante en el poder y espectro. Tiene una potencia de intensidad superior a  $400 \text{ mW/cm}^2$ , lo que permite una reducción del tiempo de exposición recomendado por los fabricantes de compuestos y presentan una banda muy delgada de salida de radiación en el rango de  $460 - 470\text{nm}$ .<sup>19, 20</sup>

Por otra parte, para poder controlar la eficacia de las lámparas de fotocurado, existen los radiómetros. Estos aparatos constan de un fotodiodo que, al recibir la luz, genera un milivoltaje. El fotodiodo es sensible a la luz azul, que es la que es capaz de excitar las moléculas de canforoquinona. Por lo tanto, un radiómetro para lámparas de polimerizar medirá la intensidad de luz azul emitida por ellas. Algunas lámparas llevan un radiómetro incorporado, aunque también podemos conseguirlos independientemente de los mismos aparatos.<sup>14, 21</sup>

Mowafy y col. (2005) midieron la intensidad de luz de 214 lámparas de diferentes consultorios privados en Toronto, obteniendo que la intensidad de la luz de las unidades de fotopolimerización varió ampliamente, desde  $120$  a  $1000 \text{ mW/cm}^2$ .<sup>22</sup>

Hegde V y col. (2009) realizaron un estudio en Maharashtra, obteniendo que sólo el 10% máquinas de LED y 2% de unidades de curado QTH registraron buenas intensidades de luz.<sup>21</sup>

Alshaafi MM. (2012) realizó un estudio evaluando 140 lámparas, 112 en las zonas urbanas y 28 en las zonas rurales. En las zonas rurales, sólo 7 de las 22 unidades QTH entregaron intensidades superiores a  $300 \text{ mW/cm}^2$ , mientras que 4 de las 6 unidades LED los valores entregados fueron superiores a  $600 \text{ mW/cm}^2$ . En los centros urbanos, 43 de 61 unidades LED y 25 de 61 unidades QTH se consideraron clínicamente aceptables.<sup>1</sup>

Maghaireh y col. (2013) obtuvieron que el promedio de la intensidad de luz de las 295 lámparas examinadas era  $361 \text{ mW/cm}^2$ , y 136 lámparas entregaron una irradiación de menos de  $300 \text{ mW/cm}^2$ ; concluyendo que la edad de la unidad, el tipo y la presencia de compuesto de resina en las puntas de luz de curado tuvieron un efecto significativo sobre la intensidad.<sup>23</sup>

Por lo expuesto, es importante que los cirujanos dentistas comprendamos que la polimerización adecuada de materiales fotopolimerizables depende de varios factores pero principalmente de la intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización, asegurando así tratamientos exitosos, por lo que se hace necesario efectuar mediciones de la intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización

utilizadas por cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca, para garantizar su correcto funcionamiento, una polimerización adecuada de los materiales y determinar si cumplen con los requerimientos de emisión de luz.

## **1. Formulación del problema**

¿Cuál es la intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca, 2015?

## **2. Objetivos**

### **2.1 General**

- Determinar la intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por cirujanos dentistas de la ciudad Cajamarca, 2015.

### **2.2 Específicos**

- Determinar la intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por cirujanos dentistas de la ciudad Cajamarca, según fuente de luz.
- Determinar la intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por cirujanos dentistas de la ciudad Cajamarca, según marca comercial.
- Determinar la intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por cirujanos dentistas de la ciudad Cajamarca, según tiempo de uso.

## II. DISEÑO METODOLÓGICO

### 1. Material de estudio

#### 1.1 Tipo de investigación

<b>Según el período en que se capta la información</b>	<b>Según la evolución del fenómeno estudiado</b>	<b>Según la comparación de poblaciones</b>	<b>Según la interferencia del investigador en el estudio</b>
Prospectivo	Transversal	Descriptivo	Observacional

#### 1.2 Área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en consultorios y/o clínicas privadas de cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca.

#### 1.3 Definición de la población muestral

##### 1.3.1 Características Generales

La población muestral estuvo constituida por cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca, que utilicen unidades de fotopolimerización en sus consultorios y/o clínicas privadas.

### **1.3.1.1 Criterios de inclusión:**

- Cirujano dentista de la ciudad de Cajamarca habilitado por el Colegio Odontológico del Perú Región Cajamarca.
- Cirujano dentista en ejercicio profesional en consultorio y/o clínica privada. de la ciudad de Cajamarca,
- Cirujano dentista que utilice unidades de fotopolimerización de luz halógena de cuarzo-tungsteno (QTH) y/o de diodos emisores de luz (LED).

### **1.3.1.2 Criterios de exclusión**

- Cirujano dentista que utilicen otros tipos de unidades de fotopolimerización.

## **1.3.2 Diseño estadístico de muestreo**

### **1.3.2.1 Unidad de análisis**

Unidad de fotopolimerización de luz halógena de cuarzo-tungsteno (QTH) o diodo emisor de luz (LED) utilizadas por cirujano dentista de la ciudad de Cajamarca.

### **1.3.2.2 Unidad de muestreo**

Cirujano dentista de la ciudad de Cajamarca que cumpla con los criterios establecidos.

### **1.3.2.3 Tamaño de muestra**

No se contó con tamaño de muestra ya que se evaluó a toda la población, conformada por 109 cirujanos dentistas habilitados y en ejercicio profesional según reporte del COP Región Cajamarca

## **1.4 Consideraciones éticas**

Para la ejecución de la presente investigación, se siguió los principios de la Declaración de Helsinki, adoptada por la 18o Asamblea Médica Mundial (Helsinki, 1964), y modificada en Seúl, Octubre 2008.

## **2. Método, técnicas e instrumento de recolección de datos**

### **2.1 Método**

Observación.

## **2.2 Descripción del procedimiento**

### **2.2.1 De la aprobación del proyecto**

El primer paso para la realización del presente estudio de investigación fue la obtención del permiso para la ejecución, mediante la aprobación del proyecto por el Comité Permanente de Investigación Científica de la Escuela de Estomatología de la Universidad Privada Antenor Orrego con la correspondiente Resolución Decanal.

### **2.2.2 De la autorización para la ejecución**

Una vez aprobado el proyecto se solicitó el permiso a los cirujanos dentistas para poder realizar la evaluación de la intensidad de luz emitida por las unidades de fotopolimerización utilizadas en sus consultorios y/o clínicas privadas.

### **2.2.3 De la selección de los sujetos para el estudio**

Primeramente se obtuvo un registro de los cirujanos dentistas habilitados de la ciudad de Cajamarca en el Colegio Odontológico del Perú Región Cajamarca.

A cada cirujano dentista se le contactó y explicó la finalidad del presente trabajo de investigación para que tomen de forma voluntaria, la decisión de permitir el estudio de la intensidad de

luz emitida por las unidades de fotopolimerización utilizadas por ellos en sus consultorios y/o clínicas privadas.

Una vez conseguido el permiso del cirujano dentista para la ejecución del presente trabajo de investigación, se le solicitó firmar el consentimiento informado como comprobante de aceptación para la realización de la investigación (Anexo 01), luego se procedió a interrogar al cirujano dentista una serie de datos relacionados con las unidades de fotopolimerización y a realizar la evaluación de la intensidad de luz emitida por las lámparas de fotopolimerización, la cual se consignó en la ficha de recolección de datos diseñada (Anexo 02).

#### **2.2.4 De la confiabilidad del método**

Dado que las lámparas a evaluar son instrumento mecánicos no es necesario realizar calibración intra o inter-evaluador del investigador. Sin embargo, para verificar que los datos brindados por las lámparas son confiables, diez de ellas fueron medidas en dos momentos para determinar la reproducibilidad de los valores proporcionados por las mismas, lo cual fue evaluada con la prueba estadística Coeficiente de Correlación de Concordancia, obteniendo un valor de  $r = 0.999$ .

### **2.2.5 Recojo de información**

Para obtener la información, se utilizó una tabla de datos diseñada específicamente para la presente investigación (Anexo 02), donde se consignó datos proporcionados por los cirujanos dentistas relacionadas a las unidades de fotopolimerización y datos obtenidos de la medición realizada con el radiómetro.

La recolección de la información estuvo a cargo del propio investigador. Se comenzó primero interrogando al cirujano dentista una serie de datos que se centra en el tipo de fuente de luz, marca comercial y tiempo de uso, con respecto a las unidades de fotopolimerización.

Inmediatamente después, se procedió a realizar la medición de la intensidad de luz emitida por las unidades de fotopolimerización utilizadas por los cirujanos dentistas en sus consultorios y/o clínicas privadas, utilizando un radiómetro, el cual fue oportunamente calibrado. Considerando las especificaciones del fabricante en cuanto a su uso y técnica de medición, se colocó sobre el sensor la punta de la fibra óptica de las lámparas oportunamente encendidas, el radiómetro encendió automáticamente, sostuvimos la punta de la fibra óptica de la lámpara sobre el sensor durante 10 segundos, después fue

retirada, el radiómetro nos mostró durante algunos segundos el máximo nivel alcanzado y se apagó automáticamente.

### **2.3 Del instrumento de recolección de datos**

El instrumento que se utilizó fue un radiómetro de marca Litex (Optilux Dentamerica ®), el cual registró la intensidad de luz emitida por las unidades de fotopolimerización evaluadas.

## 2.4 Variables

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL (INDICADORES)</b>	<b>TIPO SEGÚN SU NATURALEZA</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<b>INTENSIDAD DE LUZ</b>	Cantidad de flujo luminoso que emite una fuente. <sup>5</sup>	La potencia de las lámparas de incandescencia se mide en $mW/cm^2$ .  Eficiente: $\geq 500 mW/cm^2$ No factible: 300 – 499 $mW/cm^2$ Deficiente: $\leq 299 mW/cm^2$	Cualitativa	Ordinal
<b>COVARIABLES</b>				
<b>FUENTE DE LUZ</b>	Tipo de fuente generadora de luz para activación de composites. <sup>2</sup>	Lámpara halógena Lámpara LED	Cualitativa	Nominal
<b>MARCA COMERCIAL</b>	Marca que permite identificar o distinguir a la unidad de fotopolimerización. <sup>2</sup>	Woodpecker, Curing Ligth Otras marcas	Cualitativa	Nominal
<b>TIEMPO DE USO</b>	Tiempo útil transcurrido de las unidades de fotopolimerización. <sup>13</sup>	Uso menor de 1 año, Uso entre 1-3 años, Uso de 4 a más años	Cualitativa	Ordinal

### **3. Análisis estadístico e interpretación de la información**

La información contenida en el protocolo de recolección de datos fue volcada a una hoja Excel privilegiando el registro con códigos numéricos. Luego esta información fue migrada al software estadístico SPSS versión 21 de IBM para lograr el procesamiento de datos, reportando distribuciones de frecuencia de la intensidad de luz, por tipo de fuente de luz, por marca comercial y por tiempo de uso.

Para el análisis se procedió en la aplicación de la prueba de independencia de criterios, para luego presentar los resultados en tablas y gráficos.

### III. RESULTADOS

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por cirujanos dentistas de la ciudad Cajamarca, 2015. La muestra estuvo constituida por 109 unidades de fotopolimerización utilizadas en consultorios y/o clínicas privadas de cirujanos dentistas, seleccionados según los criterios de inclusión y exclusión ya expuestos. De las unidades de fotopolimerización que fueron evaluadas se determinó la intensidad de luz emitida de acuerdo a su tipo de fuente de luz, marca comercial y tiempo de uso, obteniéndose los siguientes resultados:

De la medición de la intensidad de luz emitida por las unidades de fotopolimerización de cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca, obtuvimos que la gran mayoría es eficiente, de acuerdo a los rangos de intensidad de luz establecidos para este estudio. Según fuente de luz se evidenció diferencias significativas; así vemos que las lámparas halógenas son eficientes en un 53.6%, no factibles en un 39.3% y deficientes en un 7.1%; mientras que para las lámparas LED son eficientes en un 93.8%, no factibles en un 4.9% y deficientes en un 1.2%.( Tabla N°1, Gráfico N°1)

Según la marca comercial, la intensidad de luz emitida por las unidades de fotopolimerización encontramos que las lámparas LED de marca Curing Ligth son las más eficientes con 18 unidades al 100%, la marca Woodpecker con 27 unidades son eficientes en un 88.9%; en tanto para el grupo clasificado como otras marcas se tienen

28 lámparas halógenas con un 53.6% de eficiencia y 36 lámparas LED con un 94.4% de eficiencia, evidenciando una diferencia significativa. Para las lámparas halógenas, el 39.3% se encuentran en un rango entre 300 - 499mW/cm<sup>2</sup>, siendo estas no factibles. (Tabla N°2, Gráfico N°2)

En relación al tiempo de uso las unidades de fotopolimerización utilizadas por los cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca conforme a rangos, fue como sigue: uso menor de 1 año tenemos 22 lámparas LED con una eficiencia al 100%, con uso entre 1 a 3 años tenemos 2 lámparas halógenas con un 100% de eficiencia y 50 lámparas LED con un 92.6% de eficiencia no presentando una diferencia significativa, con un tiempo de uso de 4 a más años tenemos 13 lámparas halógenas con un 50.0% de eficiencia y 4 lámparas LED presentando el 80.0% de eficiencia evidenciando una diferencia significativa. Asimismo 11 lámparas halógenas con un 42.3% no son factibles; en tanto las lámparas LED no son factibles en un 20.0% (Tabla N°3, Gráfico N°3)

TABLA Nº 1

INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA POR UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE CIRUJANOS DENTISTAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, POR FUENTE DE LUZ HALÓGENA Y LED

INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA	UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN			
	HALÓGENA		LED	
	Nº	%	Nº	%
<b>EFICIENTE</b>	15	53.6	76	93.8
<b>NO FACTIBLE</b>	11	39.3	4	4.9
<b>DEFICIENTE</b>	2	7.1	1	1.2
<b>TOTAL</b>	28	100.0	81	100.0

Fuente:

Prueba de Independencia de Criterios  $\chi^2 = 24.516$   $P < 0.01$

GRÁFICO Nº 1

INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA POR UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE CIRUJANOS DENTISTAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, POR FUENTE DE LUZ

HALÓGENA Y LED

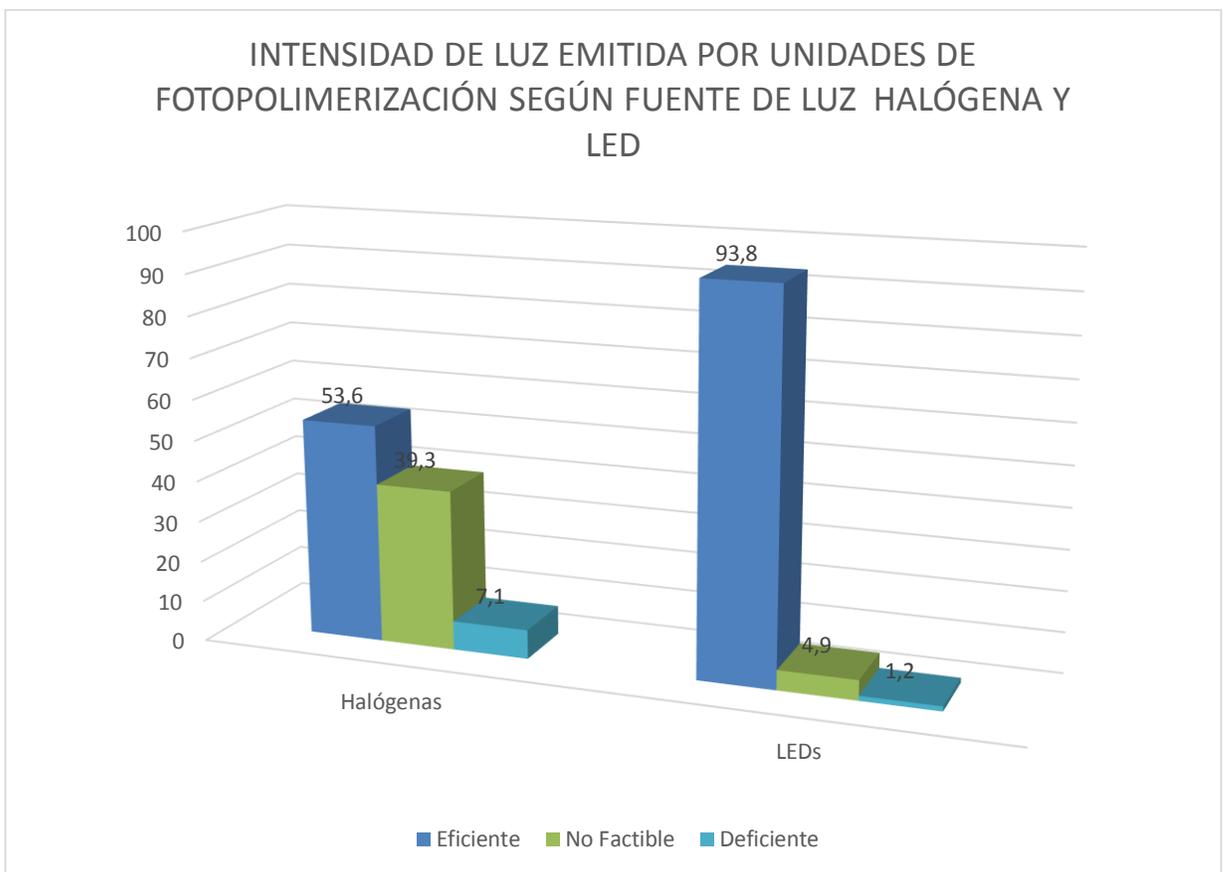


TABLA Nº 2

INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA POR UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE CIRUJANOS DENTISTAS DELA CIUDAD DE CAJAMARCA, POR MARCA COMERCIAL

MARCA WOODPECKER

INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA	UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN			
	HALÓGENA		LED	
	Nº	%	Nº	%
<b>EFICIENTE</b>	0	<b>0.0</b>	24	<b>88.9</b>
<b>NO FACTIBLE</b>	0	<b>0.0</b>	3	<b>11.1</b>
<b>DEFICIENTE</b>	0	<b>0.0</b>	0	<b>0.0</b>
<b>TOTAL</b>	0	0.0	27	100.0

MARCA CURING LIGTH

INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA	UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN			
	HALÓGENA		LED	
	Nº	%	Nº	%
<b>EFICIENTE</b>	0	<b>0.0</b>	18	<b>100.0</b>
<b>NO FACTIBLE</b>	0	<b>0.0</b>	0	<b>0.0</b>
<b>DEFICIENTE</b>	0	<b>0.0</b>	0	<b>0.0</b>
<b>TOTAL</b>	0	0.0	18	100.0

OTRAS MARCAS

INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA	UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN			
	HALÓGENA		LED	
	Nº	%	Nº	%
<b>EFICIENTE</b>	15	<b>53.6</b>	34	<b>94.4</b>
<b>NO FACTIBLE</b>	11	<b>39.3</b>	1	<b>2.8</b>
<b>DEFICIENTE</b>	2	<b>7.1</b>	1	<b>2.8</b>
<b>TOTAL</b>	28	100.0	36	100.0

## GRÁFICO Nº 2

INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA POR UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE CIRUJANOS  
DENTISTAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, POR MARCA COMERCIAL

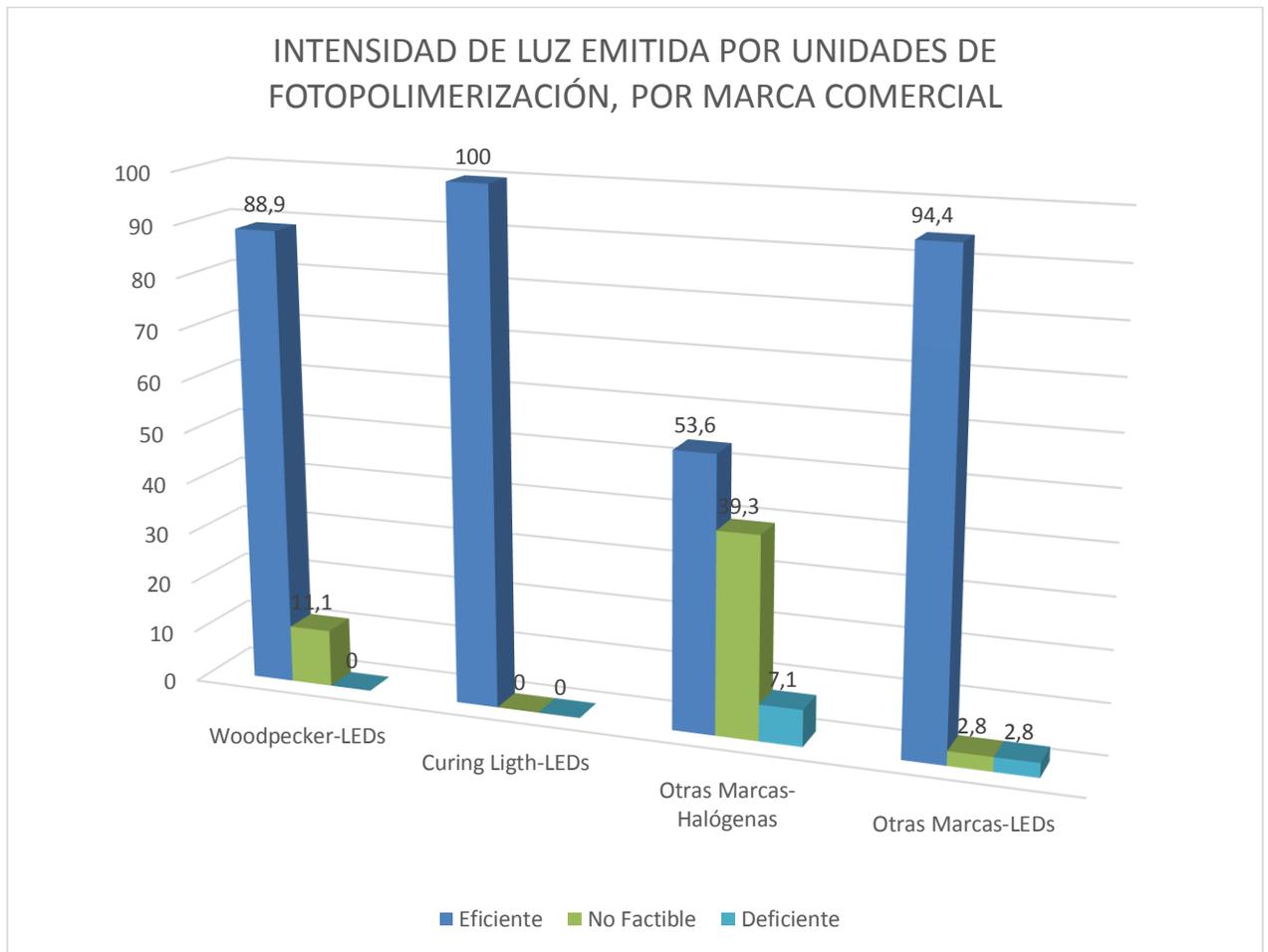


TABLA Nº 3

INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA POR UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE CIRUJANOS DENTISTAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA , POR TIEMPO DE USO

TIEMPO DE USO MENOR DE 1 AÑO

INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA	UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN			
	HALÓGENA		LED	
	Nº	%	Nº	%
<b>EFICIENTE</b>	0	<b>0.0</b>	22	<b>100.0</b>
<b>NO FACTIBLE</b>	0	<b>0.0</b>	0	<b>0.0</b>
<b>DEFICIENTE</b>	0	<b>0.0</b>	0	<b>0.0</b>
<b>TOTAL</b>	0	0.0	22	100.0

CON USO ENTRE 1 Y 3 AÑOS

INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA	UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN			
	HALÓGENA		LED	
	Nº	%	Nº	%
<b>EFICIENTE</b>	2	<b>100.0</b>	50	<b>92.6</b>
<b>NO FACTIBLE</b>	0	<b>0.0</b>	3	<b>5.6</b>
<b>DEFICIENTE</b>	0	<b>0.0</b>	1	<b>1.9</b>
<b>TOTAL</b>	2	100.0	54	100.0

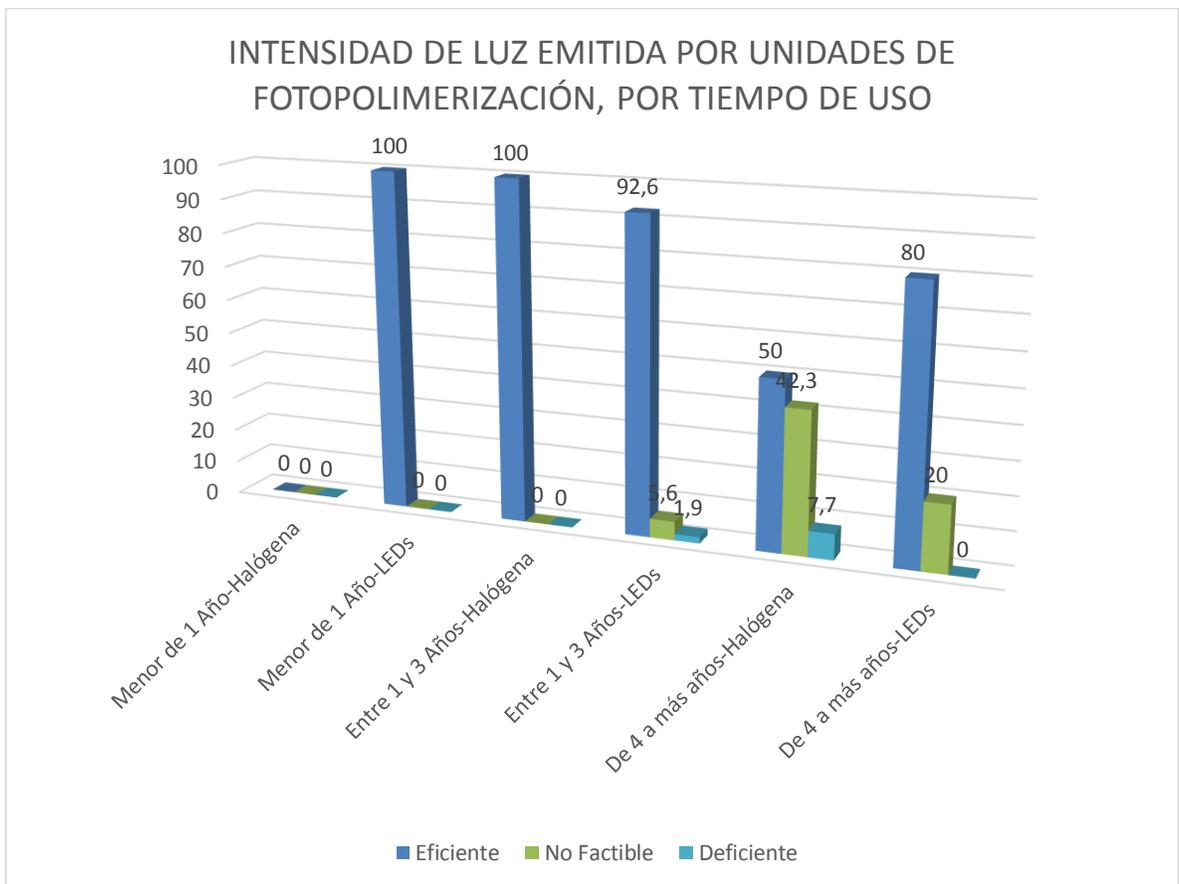
CON TIEMPO DE USO DE 4 A MÁS AÑOS

INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA	UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN			
	HALÓGENA		LED	
	Nº	%	Nº	%
<b>EFICIENTE</b>	13	<b>50.0</b>	4	<b>80.0</b>
<b>NO FACTIBLE</b>	11	<b>42.3</b>	1	<b>20.0</b>
<b>DEFICIENTE</b>	2	<b>7.7</b>	0	<b>0.0</b>
<b>TOTAL</b>	26	100.0	5	100.0

### GRÁFICO Nº 3

INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA POR UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE CIRUJANOS

DENTISTAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, POR TIEMPO DE USO



#### IV. DISCUSIÓN

El incremento de los materiales restauradores en la actualidad ha generado interés hacia la naturaleza y propiedades de la fotopolimerización, pero muchos cirujanos dentistas no prestan importancia a la calidad de fotopolimerización de sus fuentes emisoras de luz, conformándose con saber que la unidad de fotocurado es el instrumento que se utiliza para lograr la polimerización. Una falla en los componentes de la lámpara de fotocurado, ocasiona alteraciones como: la falta de polimerización del material restaurador, sensibilidad postoperatoria, presencia de microfiltraciones en la interfase diente/resina, que afectan a la pulpa; obteniendo tratamientos que a corto plazo son deficientes conllevando a otro tratamiento y así mismo a una recurrencia en la repetición del procedimiento. La eficiencia en la polimerización se expresa en términos de densidad de flujo de radiación, también conocida como intensidad de luz, la cual es medida en miliwatts por centímetro cuadrado ( $\text{mw}/\text{cm}^2$ ).<sup>1, 2, 16</sup>

Por lo general, el cirujano dentista emplea en su práctica clínica las lámparas de fotocurado, sin tener en cuenta el control de la intensidad de la luz, que puede haber variado con la frecuencia de uso, mantenimiento inadecuado y la falta de monitorización a través del radiómetro.<sup>14, 21</sup>

En el presente estudio, se determinó la intensidad de luz emitida de unidades de fotopolimerización utilizadas por cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca en sus

consultorios y/o clínicas privadas; se midieron 109 unidades de fotopolimerización con ayuda de un radiómetro, centrándose también en el tipo de fuente de luz, marca y tiempo de uso.

Los resultados de este estudio nos muestran que hubo un porcentaje favorable de la intensidad de luz emitida por las unidades de fotopolimerización LED y halógenas utilizadas por los cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca; evidenciando un eficiente trabajo del cirujano dentista en fotopolimerización de materiales fotocurables. Discrepando con Hegde V y col<sup>21</sup>, quienes realizaron un estudio en Maharashtra, obteniendo que sólo el 10% máquinas de LED y 2% de unidades de curado QTH registraron buenas intensidades de luz y evidenciando una inadecuada fotopolimerización de los composites.

Al evaluar la intensidad de luz emitida de las lámparas halógenas y LED encontramos una relación estadísticamente significativa entre la eficiencia de la intensidad de luz emitida y el tipo de fuente de luz; siendo las lámparas Halógenas menos eficientes que las lámparas LED; esto podría estar relacionado a la potencia de salida de luz de las lámparas halógenas, quien cuenta con una salida estándar de 400 mW/cm<sup>2</sup> a diferencia de las LED, que tienen una potencia constante de intensidad superior a los 400 mW/cm<sup>2</sup><sup>20</sup>. Por tanto, fue demostrado que las lámparas LED fueron las que arrojaron mejores .reportado por AlShaafi<sup>1</sup>; quien señala que 32 de 83 unidades de luz halógena entregó una salida de 300- 400mW/cm<sup>2</sup> y 47 de las 67 unidades de diodos emisores de luz entregó una salida mayor a 500 mW /cm<sup>2</sup>; así como con Mowafy<sup>22</sup>.

La eficiencia del nivel de intensidad de luz según marca comercial mostró que las lámparas LED de la marca Curing Ligth son las más eficientes; en tanto en el grupo de otras marcas se evidencia una diferencia significativa en eficiencia, entre las lámparas LED y halógenas; esta diferencia puede estar relacionado con la falta de mantenimiento adecuado de las unidades de fotopolimerización como lo señala Arikawa<sup>15</sup>; además a los amplios y variables rangos de intensidad de luz en el desarrollo de la tecnología LED que encontramos en el mercado.<sup>5,13</sup>

La intensidad de luz emitida por tiempo de uso presenta una diferencia significativa en la eficiencia de las lámparas halógenas que tienen un uso comprendido ente 1 - 3 años y las usadas entre 4 a más años; coincidiendo con Samadani<sup>14</sup>, que afirman que la intensidad de luz decrece en forma proporcional al tiempo, debido a que conforme pasa el tiempo se produce una degradación del filamento del foco y del filtro de las unidades de luz halógena; un estudio de Maghaireh y col<sup>23</sup> evidenciaron que el promedio de la intensidad de luz de las 295 lámparas examinadas era de 361 mW/cm<sup>2</sup>, por ello determinaron que esto se debía a la edad de la unidad, el tipo y la presencia de resina en las puntas de luz de curado.

Nuestro estudio, nos muestra que la variación de la intensidad de luz de las lámparas, es debida a diversos factores como: el tipo de fuente de luz, la marca comercial, la frecuencia de uso (tanto para tratamientos restaurativos dentales como para blanqueamiento dental) y el mantenimiento que se le da.<sup>13, 22, 23</sup>

Al exponer estos resultados podemos evidenciar la gran necesidad de un adecuado conocimiento y mantenimiento de las unidades de fotopolimerización para el éxito de

los tratamientos clínicos realizados por los cirujanos dentista de la ciudad de Cajamarca en sus consultorios y/o clínicas privadas.

## V. CONCLUSIONES

Bajo las circunstancias propuestas en el presente estudio, podemos concluir que:

- La intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca, 2015 se ubica en nivel eficiente.
- Según el tipo de fuente de luz, las lámparas LED y halógenas se encontró que la gran mayoría son eficientes en la emisión de luz.
- Según la marca comercial, las marcas de lámparas LED y halógenas se sitúan en un nivel eficiente, siendo la marca comercial Curing Light la que posee mayor eficiencia en la intensidad de luz emitida.
- Según el tiempo de uso, las unidades de fotopolimerización se ubican en nivel eficiente en la emisión de luz.

## VI. RECOMENDACIONES

- Contar con un radiómetro en el consultorio dental para realizar controles periódicos del nivel de intensidad de luz emitida por las unidades de fotopolimerización, ya que el empleo de estas es constante y vital para el éxito de la mayoría de los tratamientos que se realizan en los consultorios dentales de la ciudad de Cajamarca.
- Reemplazar las unidades de fotopolimerización con menor capacidad lumínica; considerando que actualmente las lámparas LEDs son las que poseen mayor potencia en la emisión de luz.
- Realizar investigaciones que evalúen el nivel de conocimiento de los cirujanos dentistas sobre el manejo adecuado de las unidades de fotopolimerización.
- Realizar estudios acerca de los distintos factores que determinan el éxito de la fotopolimerización en tratamientos dentales realizados en la ciudad de Cajamarca.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alshaafi MM. Evaluation of light-curing units in rural and urban areas. Saudi Dent J. 2012 Jul;24(3-4):163-7.
2. Boksman L, Santos GC. Principles of Light- Curing. AEGIS Communications. 2012; 8(3).
3. Mahn E. Clinical criteria for the successful curing of composite materials. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral Vol. 2013; 6(3):148-53.
4. Jadhav S, Hegde V, Aher T, N Fajandar. Influence of lighth curing units on failure of directcomposite restorations. J Dent Conserv. 2011; 14 (3):225-7.
5. Wahbi MA1, Aalam FA, Fatiny FI, Radwan SA, Eshan IY, Al-Samadani KH. Characterization of heat emission of light-curing units. Saudi Dent J. 2012 Apr;24(2):91-8.
6. Porto IC, Soares LE, Martin AA, Cavalli V, Liporoni PC. Influence of the photoinitiator system and light photoactivation units on the degree of conversion of dental composites. Braz Oral Res. 2010 Oct-Dec; 24(4):475-81.

7. Carvalho AA, Moreira Fdo C, Fonseca RB, Soares CJ, Franco EB, Souza JB et al. Effect of light sources and curing mode techniques on sorption, solubility and biaxial flexural strength of a composite resin. *J Appl Oral Sci.* 2012; 20 (2):246-52.
8. Villarreal BE. *Arte y Ciencia en Odontología Mínimamente Invasiva*. 1. Lima: Fondo Editorial USM, 2012. p. 163-9.
9. Brandt WC, Schneider LF, Frollini E, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Effect of different photo-initiators and light curing units on degree of conversion of composites. *Braz Oral Res.* 2010 Jul-Sep; 24(3):263-70.
10. Ceballos L, Fuentes MV, Tafalla H, Martínez A, Flores J, Rodríguez J. Curing effectiveness of resin composites at different exposure times using LED and halogen units. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2009; 14 (1):51-6.
11. Seki N, Nakajima M, Kishikawa R, Hosaka K, Foxton RM, Tagami J. The influence of light intensities irradiated directly and indirectly through resin composite to self-etch adhesives on dentin bonding. *Dent Mater J.* 2011; 30 (3):315-22
12. Mousavinasab SM, Meyers I. Curing Efficacy of Ligth Emitting Diodes of Dental Curing Units. *J Dent Res Clin Dent Dent. Perspectivas.* 2009; 3(1):11-6.

13. Webb-Linares LJ, Reynoso-Zeballos GE, Lagravere-Vich M, Delgado-Cotrino LA. Evaluación de la microdureza superficial de una resina compuesta según fuente de luz, su opacidad y tiempo de exposición. Rev Estomatol Herediana. 2009; 19(2):96-102.
14. Al-Samadani KH, Al-Dharrab A, Wahbi MA , Algizani L. Light Intensity Decay in Quartz-Tungsten-Halogen Polymerization Units. J Int Oral Health 2013; 5(1):23-30.
15. Arikawa H, Takahashi H, Minesaki Y, Muraguchi K, Matsuyama T, Kanie T et al. A method for improving the light intensity distribution in dental light-curing units. Dent Mater J. 2011; 30(2):151-7.
16. Arikawa H, Kanie T, Fujii K, H Takahashi, Ban S. Effect of inhomogeneity of light from light curing units on the surface hardness of composite resin. Dent Mater J. 2008; 27 (1):21-8.
17. Cekic-nagas I, Ergun T. Effect of different light curing methods on mechanical and physical properties of resin cements polymerized through ceramic discs. J Appl Oral Sci. 2011 Aug; 19 (4):403-12
18. Miguel-Almeida ME, Azevedo ML, Rached-Júnior FA, Oliveira CF, Silva RG,

- Messias DC. Effect of light-activation with different light curing units and time intervals on resin cement bond strength to intraradicular dentin. *Braz Dent J.* 2012;23(4):362-6.
19. Lima AF, de Andrade KM, da Cruz Alves LE, Soares GP, Marchi GM, Aguiar FH et al. Influence of light source and extended time of curing on microhardness and degree of conversion of different regions of a nanofilled composite resin. *Eur J Dent.* 2012 Apr; 6 (2):153
20. Carrillo C, Monroy M. Métodos de activación de la fotopolimerización. *ADM.* 2009; 65 (11):18-28.
21. Hegde V, Jadhav S, Aher GB. A clinical survey of the output intensity of 200 light curing units in dental offices across Maharashtra. *J Dent Conserv.* 2009; 12 (3):105-8.
22. El-Mowafy O, El-Badrawy W, Lewis DW, Shokati B, Soliman O, Kermalli J et al. Efficacy of halogen photopolymerization units in private dental offices in Toronto. *J Can Dent Assoc.* 2005; 71(8):587.
23. Maghaireh GA, Alzraikat H, Taha NA. Assessing the irradiance delivered from light-curing units in private dental offices in Jordan. *J Am Dent Assoc.* 2013 Aug;144(8):922-7.

24. Espinoza G, Bustamante M. Variación de la intensidad de lámparas de fotocurado. *Odontología Vital*. 2011; 1(14):28-36
25. Ruan JD, Mongruel O, Gomes C, Dourado A, Reis A. Efecto del tiempo de exposición sobre la eficacia de polimerización con unidades equipadas con luz emitida por diodos-led's. *Revista Colombiana de Investigación en Odontología*. 2009; 1(1):29-37.

# ANEXOS

**ANEXO 01**

**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo.....  
..... con COP.....,cirujano dentista, por medio del presente documento  
hago constar que acepto participar en el trabajo de investigación titulado “**Intensidad  
de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por cirujanos  
dentistas de la ciudad de Cajamarca, 2015**”.

Asimismo declaro tener conocimiento de la finalidad del presente trabajo de  
investigación, que ninguno de los procedimientos a utilizar en la investigación pondrá  
en riesgo mi salud y bienes, además que no hare ningún gasto, ni recibiré contribución  
económica por mi participación Por tanto, declaro haber leído detenidamente el  
presente documento, el cual en señal de conformidad y autorización firmo a  
continuación.

\_\_\_\_\_  
FIRMA



Cajamarca,.....de.....del 2015

## ANEXO 02

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**OBJETIVO:** Obtener la intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización.

**INSTRUCCIONES:** Se consignará datos proporcionados por los cirujanos dentistas relacionadas a las unidades de fotopolimerización y datos obtenidos de la medición de la luz emitida por las unidades de fotopolimerización, realizada con un radiómetro.

**UNIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN N°.....**

**FUENTE DE LUZ:**

LED	
HALÓGENA	

**MARCA:**

**TIEMPO DE USO:**

**INTENSIDAD DE LUZ DE UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN:**

INTENSIDAD DE LUZ			
mW/cm <sup>2</sup>	Eficiente ≥ 500 mW/cm <sup>2</sup>	No factible 300 - 499 mW/cm <sup>2</sup>	Deficiente ≤299 mW/cm <sup>2</sup>

### ANEXO 03

## CONSTANCIA DE CALIBRACIÓN E INSTRUCCIÓN

Yo, **Villareal Becerra, Einer Niels**, docente de la Escuela Profesional De Estomatología de la Universidad Privada Antenor Orrego, cirujano dentista, dejo constancia que por opinión de experto, apoye en la calibración e instrucción del radiómetro marca Litex (Dentamerica Optilux<sup>®</sup>) en cuanto a su uso y técnica de medición, para la recolección de datos del proyecto de investigación titulado:

**“Intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca, 2015”**; cuya autora es la Srta. Cabanillas Martos, María del Carmen, Bachiller En Estomatología.

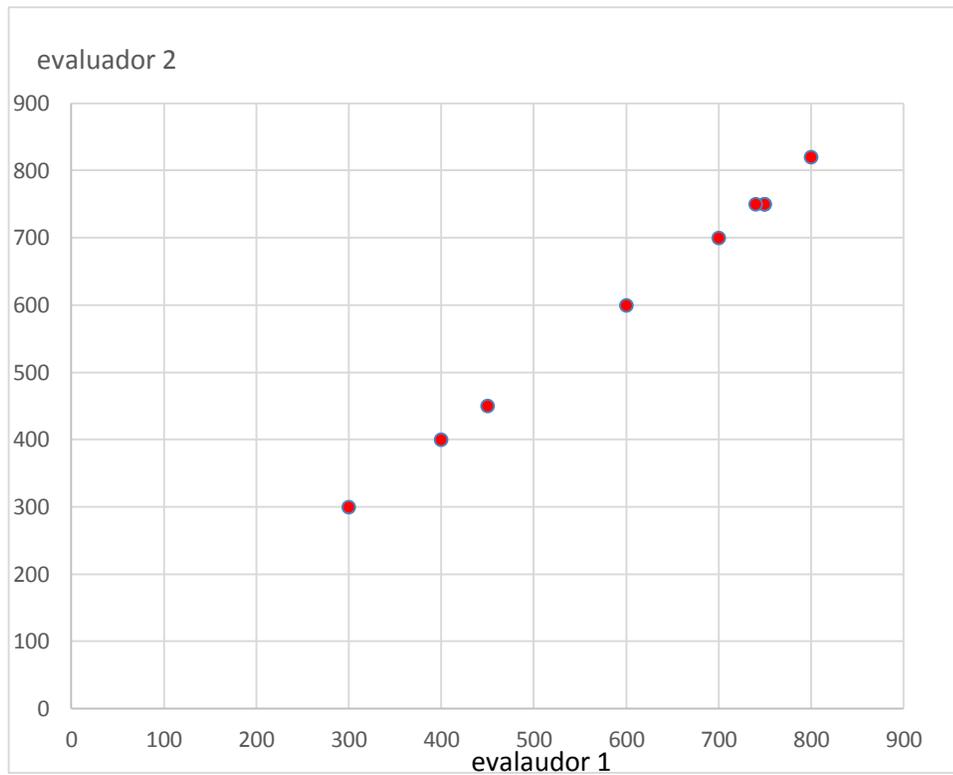
DOY FE DE LO EXPREZADO

Cajamarca, Agosto del 2015

## ANEXO 04

### CONFIABILIDAD DE METODO

GRÁFICO DE DISPERSIÓN Y MEDIDA DE CORRELACIÓN DE CONCORDANCIA  
EN MEDICIONES DE INTENSIDAD DE LUZ EN LÁMPARAS. CAJAMARCA, 2015



Medida del coeficiente de correlación de concordancia Pearson:  $r = 0.999$

**ANEXO 05**

**GALERÍA DE FOTOS**



**Fig. 1** Radiómetro marca Litex (Dentamerica Optilux<sup>®</sup>)



**Fig. 2** Presentación del investigador ante el cirujano dentista



**Fig. 3**



**Fig. 4**

Consentimiento firmado por cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca



**Fig. 5** Registro de tipo de fuente de luz, marca comercial y tiempo de uso



**Fig. 6**



**Fig. 7**

Mediciones realizadas a las unidades de fotopolimerización



**Fig. 8** Intensidad de luz emitida por una unidad de fotopolimerización