



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGIA**

**“EVALUACIÓN DE LONGITUD DE ONDA E INTENSIDAD DE  
FLUORESCENCIA DE DIFERENTES SISTEMAS CERÁMICOS:  
ESTUDIO *IN VITRO*”**

**Tesis para optar el título de:**

**SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA ESTÉTICA Y  
RESTAURADORA**

**Presentado por:**

**C.D. Thais Alcandré Garcés**

**Asesor:**

**PhD. Mg. Esp. Alberth David Correa Medina**

**Lima – Perú**

**2020**

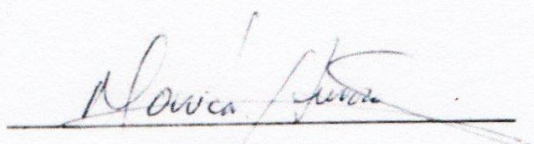
CIENTÍFICA	Reglamento de Grados y Títulos	Código SG-RE-001-V2	Emisión junio 2015	Vigencia 25/06/15
------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------	----------------------

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

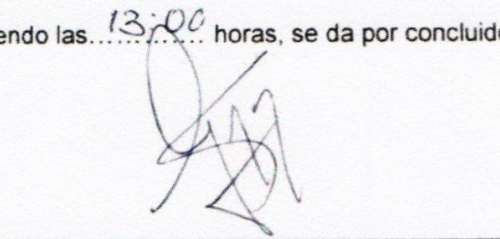
En la ciudad de Lima, a los 27 días del mes de **ENERO** del 2020, siendo las...13:00...horas, con la asistencia del Jurado de Tesis, Presidido por la **MG. MÓNICA HERMOZA NOVOA**, los miembros del Jurado **MG. GUSTAVO WATANABE OSHIRO** y **MG. GUSTAVO HUERTAS MOGOLLÓN** y el Asesor de la Tesis el **DR. ALBERTH CORREA MEDINA**. La **C.D. THAIS, ALCANDRÉ GARCÉS**, autora de la tesis Titulada: **"EVALUACIÓN DE LONGITUD DE ONDA E INTENSIDAD DE FLUORESCENCIA DE DIFERENTES SISTEMAS CERÁMICOS: ESTUDIO *IN VITRO*"** con el fin de optar el Título Profesional de Segunda Especialidad en **ODONTOLOGÍA ESTÉTICA Y RESTAURADORA**.

Concluida la exposición, se procedió a la evaluación y deliberación por parte del Jurado correspondiente, habiendo sido *aprobada* con el calificativo de *may buena*.

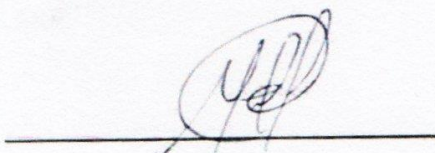
Se extiende la presente acta en tres originales y siendo las *13:00* horas, se da por concluido el Acto Académico de Sustentación.



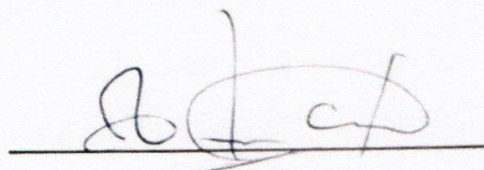
Presidente  
**MG. MÓNICA HERMOZA NOVOA**  
DNI: 10306015



Miembro  
**MG. GUSTAVO WATANABE OSHIRO**  
DNI: 09679387



Miembro  
**MG. GUSTAVO HUERTAS MOGOLLÓN**  
DNI: 42279064



Asesor  
**DR. ALBERTH CORREA MEDINA**  
DNI: 10719859

## **Dedicatoria**

A mis padres, Rafael y Norma, quienes con su amor y apoyo incondicional han hecho de mi todo lo que soy hoy, son los mejores modelos a seguir en todos los aspectos de la vida.

A mis hermanos, Stephie y Rafito, mis cómplices de siempre y mis amigos para toda la vida, por motivarme a ser un mejor ejemplo para ustedes, aunque muchas veces me superan.

## Agradecimientos

A mi asesor de tesis, docente y amigo Dr Alberth Correa, quien me motivo a dejar los problemas de lado y siempre afrontar todos los retos que se me presenten. Por exigirme y siempre sacar lo mejor de mi profesionalmente.

A mis docentes de especialidad, quienes durante 2 años me mostraron una nueva manera de ver esta maravillosa carrera, quienes compartieron conmigo sus conocimientos, tiempo, cariño y consejos.

A las amigas que hicieron más liviano este camino de especialidad, mis compañeras de risas, llanto, estudio, exposiciones, etc. Con quienes hicimos de la universidad un segundo hogar. Carla, Juliane, Claudita, Ana y Caro.

## **INDICE**

### **I. INTRODUCCIÓN**

### **II. JUSTIFICACIÓN**

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

### **IV. HIPÓTESIS**

### **V. METODOLOGÍA**

#### **5.1 DISEÑO DEL ESTUDIO**

#### **5.2 MUESTRA**

#### **5.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN**

##### **5.3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

##### **5.3.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

#### **5.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

#### **5.5 MÉTODOS Y TÉCNICAS**

##### **5.5.1 MÉTODO.**

##### **5.5.2 AUTORIZACIONES**

**5.5.3 CAPACITACIÓN****5.5.4 CALIBRACIÓN****5.5.5 CEGAMIENTO****5.5.6 CONFECCIÓN DE MUESTRA****5.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO****VI RESULTADOS****VII DISCUSIÓN****VIII CONCLUSIÓN****IX REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS****X ANEXOS**

**OBJETIVO:** Evaluar la intensidad de fluorescencia y longitud de onda de los sistemas cerámicos: IPS e.max ® Press, Celtra ® Press y de un diente natural.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** 3 grupos de estudio, 2 experimentales y 1 control, cada uno conformado por 5 discos de cerámica en ambas marcas con 10mm de diámetro y 1mm de grosor (0,5 mm representando a la dentina, y 0,5 mm representando al esmalte). El gold standard fueron 5 dientes naturales. Se usó como instrumento de medición el espectroscopio Raman (Programa Origin Pro 8.0). Para análisis estadístico se utilizó ANOVA y ( $p=0.05$ ).

**RESULTADOS:** En los resultados de longitud de onda obtenidos, no se encontró diferencia estadísticamente significativa al comparar IPS e.max ® Press vs Diente Natural ( $p=0,753$ ), y tampoco se halló diferencias comparando Celtra ® Press vs Diente Natural ( $p=0,112$ ). Cuando se evaluó la intensidad de fluorescencia se encontró diferencia estadísticamente significativa en los 3 grupos evaluados, y en sus 3 comparaciones, obteniendo éstas el mismo valor de significancia ( $p=0,027$ ). En el que la intensidad de fluorescencia de IPS e.max ® Press fue 2524,53 u.a.  $\pm$  377,55, Celtra ® Press fue 34110,48 u.a.  $\pm$  8480,20, y del Diente Natural 1013,77 u.a.  $\pm$  348,93. Identificamos que IPS e.max ® Press mostró una intensidad de fluorescencia más similar y cercana a la del diente natural.

**CONCLUSIÓN:** De los sistemas cerámicos evaluados, ninguno tiene una fluorescencia muy cercana al diente natural, sin embargo los valores de IPS e.max ® Press se aproximan más al de los tejidos dentarios.

MESH [Fluorescence](#), [Ceramics](#), [Esthetics](#), [Dental](#), [Biomimetics](#)

## I. INTRODUCCIÓN

La apariencia estética influye en la calidad de vida de una persona, en su estado anímico y en su autoestima. En este sentido, una sonrisa de aspecto saludable, es un atributo deseado que afecta la seguridad en sí mismo.<sup>1,2</sup> De esta manera, en el área de la Odontológica Estética, se tiene especial interés en realizar restauraciones que brinden resultados armoniosos y que sean lo más similares a los dientes naturales.<sup>3,4</sup> Para lograr restauraciones dentales más naturales, el odontólogo debe considerar propiedades ópticas tanto del sustrato como del material restaurador (translucidez, saturación, valor, opalescencia, fluorescencia).<sup>5,6</sup>

La fluorescencia es el fenómeno óptico que se produce por la absorción de luz de una sustancia y su emisión al mismo tiempo con una longitud de onda mayor que la absorbida.<sup>7,8,9</sup> Como principio físico, ocurre cuando un sistema molecular absorbe un tipo de energía quedando excitado en un nivel cuántico superior, emitiendo fotones con menor energía, pero con mayor longitud de onda (visible).<sup>7</sup>

En los dientes naturales, la fluorescencia está en función a los componentes orgánicos del esmalte y aún más de la dentina.<sup>7</sup> Esta propiedad es crucial para pacientes cuya profesión o entorno social se encuentren con gran cantidad de exposición a luz UV (salas de cine, desfiles de moda, discotecas o playa).<sup>5,10,11</sup> Considerando, además, que es aquella característica responsable de la percepción de vitalidad de las piezas dentarias.<sup>6,12,13</sup>

En la actualidad, una variedad de materiales estéticos restauradores ha sido desarrollado para permitir al odontólogo satisfacer las demandas estéticas de los pacientes.<sup>9,13,15</sup>

Entre ellos las cerámicas dentales, que presentan alta biocompatibilidad, similitud al color natural del diente, estabilidad cromática y propiedades ópticas favorables.<sup>16</sup>



En el nuevo sistema de clasificación de materiales restauradores totalmente cerámicos encontramos: cerámica de matriz de vidrio, cerámica policristalina y cerámica de matriz de resina. <sup>16</sup>

Las cerámicas de matriz de vidrio, son compuestos cerámicos inorgánicos no metálicos que presentan fase de vidrio. Un representante importante de ésta es la cerámica de Disilicato de Litio. Compuesta por aproximadamente 70% en volumen de su fase cristalina incorporada en matriz vítrea. <sup>16</sup> Por su técnica de confección, la sustitución de cera pérdida/ inyección ha demostrado brindar una resistencia considerable a la cerámica, disminuyendo la porosidad y proporcionando una distribución homogénea de los cristales en la matriz. <sup>17</sup>

Los fabricantes de cerámicas dentales a fin de reproducir características similares a las del diente natural han añadido a su composición pequeñas cantidades de óxidos inorgánicos y tierras raras. <sup>11, 18, 19</sup>

Estudios recientes, muestran distintos métodos de evaluación de fluorescencia, por ejemplo, fotografías bajo luz UV o espectrofotómetros. En ese sentido la fotografía demuestra ser un elemento indispensable en Odontología, permitiendo registrar la interacción de la luz y el diente; para la evaluación de la fluorescencia se requiere una estandarización de tomas que no es sencilla <sup>4,5,14</sup>, y brinda resultados cualitativos mientras que el uso de espectrofotómetros nos ofrece resultados cuantitativos mucho más exactos, <sup>12</sup> con el análisis de la intensidad de fluorescencia y su distribución en distintas longitudes de onda. <sup>14</sup>

Monsénégo indicó valores de fluorescencia de un diente natural de 450 nm hasta 680 nm. <sup>20</sup> Peplinski, Wozniak y Moser identificaron una longitud de onda para diente natural de

410 nm.<sup>18</sup> Lutskaya y cols mencionan valores de 470 nm en dientes jóvenes naturales y de 475 nm en dientes adultos,<sup>21</sup> mientras que Alfaro reportó 492 nm para los mismos datos <sup>22</sup>.

Sin embargo, Wozniak y Moore reportaron el pico del espectro de emisión cerca de los 500 nm, que representa una apariencia blanco-azulada del diente natural bajo la luz ultravioleta. En cuanto a las cerámicas evaluadas, identificaron valores de 380-520nm.<sup>23</sup> Alfaro evaluó IPS e.max ® Ceram obteniendo de longitud de onda 500,40 nm ± 6,65, en discos de 1 incremento simulando dentina.<sup>22</sup>

Sin embargo, la literatura no reporta la evaluación de dos incrementos en la confección de los discos, que es importante considerar a modo de representar tanto a los tejidos del diente (esmalte y dentina) como a la estratificación que se realiza en las restauraciones indirectas, para que puedan acercarse más los valores de luminiscencia del diente. Por este motivo, el propósito de este estudio es comparar in vitro la fluorescencia de los distintos sistemas cerámicos en discos de dos capas vs diente natural.

## **II. JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación tendrá importancia teórica debido a que al establecer cuál es el sistema cerámico que tiene la fluorescencia más similar al diente natural, a través de la evaluación de la longitud de onda y la intensidad de fluorescencia, se contribuirá de manera confiable con los conocimientos científicos en esta área, además de extender la información en esta rama de la odontología.

Esta investigación tendrá también relevancia clínica, debido a que los resultados obtenidos servirán como referente al clínico para una mejor elección del material con las propiedades estéticas adecuadas.

### III. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo general:

- Comparar in vitro la intensidad de fluorescencia y longitud de onda de los distintos sistemas cerámicos: IPS e.max® Press, Celtra ® Press y diente natural.

-

#### 3.2. Objetivos específicos:

- Evaluar la intensidad de fluorescencia y longitud de onda de los sistemas cerámicos: IPS e.max ® Press, Celtra ® Press y diente natural.
- Comparar la intensidad de fluorescencia entre los distintos sistemas cerámicos: IPS e.max ® Press, Celtra ® Press con diente natural.
- Comparar la longitud de onda entre los distintos sistemas cerámicos; IPS e.max ® Press, Celtra ® Press con diente natural.

### IV. HIPÓTESIS

Hay diferencia estadísticamente significativa entre vitro la intensidad de fluorescencia y longitud de onda de los sistemas cerámicos IPS e.max ® Press, Celtra ® Press y diente natural.

## V. METODOLOGIA

### 5.1. Diseño del estudio

El presente trabajo de investigación fue experimental in vitro.

### 5.2. Muestra

El tamaño de la muestra fue determinado de acuerdo a la fórmula de tamaño muestral para comparar dos medias, donde se determinó un poder estadístico de 80% con un nivel de confianza del 95% y un valor de  $p < 0.05$ . El tamaño de muestra se obtuvo mediante del programa estadístico Fistera.

$$n = \frac{2(Z_a + Z_b)^2 * S^2}{d^2}$$

Donde:

$n$  = Sujetos necesarios en cada una de las muestras.

$Z_a$  = Valor Z corresponde al riesgo deseado.

$Z_b$  = Valor Z corresponde al riesgo deseado.

$S^2$  = Varianza de la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia (diente natural).

$d$  = Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar (datos cuantitativos) sistemas cerámicos

$n = 3$

La prueba piloto fue realizada con el objetivo de recibir capacitación y estandarizar los métodos utilizados en el presente ensayo de laboratorio. Se utilizó como tamaño muestral para el piloto para cada grupo, 3 cuerpos de prueba.

La muestra final estuvo conformada por 3 grupos, uno control y dos experimentales. Cada grupo constó de 5 especímenes, obteniendo un total 15 especímenes agrupados de la siguiente manera:

- *Grupo control:* 5 dientes naturales anteriores, íntegros.
- *Grupo experimental 1:* 5 Discos de cerámica IPS e.max® Press de 10 mm diámetro por 1.0 mm de grosor.
- *Grupo experimental 2:* 5 Discos de cerámica Celtra ® Press de 10 mm diámetro por 1.0 mm de grosor.

### **5.3. Criterios de selección**

#### ***5.3.1. Criterios de inclusión***

Se incluyeron en el presente estudio aquellos discos de cerámica que cumplieron con los parámetros de fidelidad tales como:

- Discos de cerámica de 10 mm diámetro por 1.0 mm de grosor.
- Discos de cerámica IPS e.max® Press
- Discos de cerámica Celtra ® Press.
- Discos glaseados.

Se incluyeron en el presente estudio aquellas dientes que cumplieron con los parámetros de fidelidad tales como:

- Dientes anteriores humanas extraídas por motivos periodontales (incisivos central, lateral, superior o inferior).
- Dientes íntegros, sin lesiones cariosas, ni alteraciones de color.
- Dientes jóvenes, recientemente extraídos.

### 5.3.2. *Criterios de exclusión*

Se excluyeron del presente estudio aquellos discos de cerámica que no cumplieron con los parámetros de fidelidad tales como:

- Elaborados con cerámicas que no estén consideradas en el estudio.
- Discos de cerámicas que presenten residuos, fragmentos, burbujas, fisuras fracturas.

Se excluyeron en el presente estudio aquellas piezas dentales que no cumplieron con los parámetros de fidelidad tales como:

- Dientes con fracturas, residuos, manchas.

### 5.4. Variables

#### *Operacionalización de las variables*

Identificación	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Dimensión	Valores
Fluorescencia	Es un fenómeno en el cual la energía absorbida por los dientes naturales se transforma en luz con longitudes de onda más largas.	Es la emisión de luz por estimulación de una radiación UV de menor energía en los discos de cerámicas, la cual es captada por el espectrofotómetro.	Espectrofotómetro	Cuantitativa	Razón	Longitud de onda	nm Nanómetros
						Intensidad de Fluorescencia	u.a Unidades Arbitrarias
Sistemas cerámicos.	Compuestos inorgánicos formados por elementos no metales, que se obtienen por la acción del calor (altas temperaturas) y en cuya estructura final se diferencia fase-cristalina (cristales) y fase amorfa (vidrio)	Sistemas de cerámica usados en el estudio.	Marcas comerciales.	Cualitativa	Nominal	Ivoclar Vivadent  Dentsply Sirona	IPS e.max® Press.  -Celtra ® Press.



## **5.5. Métodos y técnicas**

### ***5.5.1. Método***

Observación estructurada: Se comparó la intensidad de fluorescencia y longitud de onda que presentan los sistemas cerámicos más utilizados hoy en día.

### ***5.5.2. Autorizaciones***

Para iniciar la investigación se solicitó autorización para acceder a las instalaciones del Centro de Caracterización de Materiales (CAM-PUCP) de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Laboratorio donde se realizó el análisis de las muestras mediante el espectrofotómetro. ANEXO 1

### ***5.5.3. Capacitación***

Fue realizada la capacitación con el personal especializado para la adecuada obtención de valores dados por el espectrofotómetro. A cargo del Doctor en Física, Especialista en Espectroscopía Raman y Espectroscopía del estado sólido, Jorge Andrés Guerra.

Para el análisis de los resultados obtenidos, se realizó la capacitación en el uso del programa ORIGIN PRO 2018. ANEXO 2

### ***5.5.4. Calibración del equipo***

La calibración fue confirmada con el control del espectrofotómetro. ANEXO 3

### ***5.5.5. Cegamiento***

Antes de realizar el análisis de las muestras, se codificaron, y se entregaron al operador sin indicar que marca era cada una.

### 5.5.6. *Confección de muestra*

Se confeccionaron discos de cerámica para el respectivo análisis en las marcas comerciales: IPS e.max ® Press y Celtra ® Press. Cada disco tuvo 2 capas, la primera capa de 0,5 mm, representando dentina, inyectada con los sistemas antes mencionados. Sobre ésta, se aplicó una segunda capa de estratificación, de 0,5 mm, representando al esmalte, con IPS e.max ® Ceram y Celtra ® Ceram. Finalmente la estructura final, conformada por ambas capas fue glaseada.

#### a. Encerado

- Se realizó encerado de disco, con encerador eléctrico BesQual (Digital Wax Carver E420) y cera Geo menta opaca (Renfert GmbH, hecho en Alemania).
- Se calibró que la conformación del disco tenga un grosor de 0.5 mm, con un diámetro de 10 mm.
- Se tomó impresión al disco guía, con silicona de condensación de trabajo Zetalabor pesada (Zhermack). Obteniendo así, una matriz de silicona para conformación de discos de cera, del diámetro y grosor exactamente iguales al original.
- Se enceró 4 discos más sobre la matriz de silicona.

#### b. Preparación de estructura de silicona

- Se preparó el cilindro, colocando cera sobre su base y se posicionó el disco de cera ya conformado y calibrado sobre jito en la estructura del cilindro.

- Los jitos colocados siempre en dirección al flujo de la cerámica y en la parte más gruesa del encerado con el fin de asegurar un fluido continuo de la cerámica viscosa durante el proceso de inyección. Considerar una altura de no más de 16 mm entre disco de cera y jito.

#### c. Puesta en revestimiento

- Se aplicó agente reductor de tensión superficial para ceras y siliconas Lubrofilm (Dentaurum) sobre el disco de cera.
- Se envaselinó la estructura de silicona de sistema de prensado (IPS Silicone Ring).
- Se procedió a realizar la preparación de 100 gr de yeso de revestimiento Formula 1 (Whipmix), dispensando 11 ml de Special Liquid y 10 ml de Agua destilada. Se incorporaron los líquidos y el polvo manualmente para luego ser llevados a batido por un minuto y medio.
- Con cuidado se llenó el cilindro con revestimiento hasta la marca y se colocó la guía del mismo con un desplazamiento basculante.<sup>24</sup>
- Se dejó fraguar, sin manipulación.
- A fin de evitar cristalización del yeso de revestimiento, el cilindro se procesó en las siguientes 24 horas.<sup>24</sup>

#### d. Pre calentamiento

- Transcurrido el tiempo de fraguado, se retiró la guía y la estructura de silicona del cilindro con un movimiento circulante.<sup>24</sup>
- El horno se precalentó a 850 °C, y se colocó en el cilindro de revestimiento.<sup>24</sup>

#### e. Inyección

- Antes de que finalice el ciclo de precalentamiento del cilindro de revestimiento, se realizaron los siguientes pasos preparativos:
- Se preparó un IPS Alox Plunger frío y una pastilla IPS e.max ® Press y Celtra ® Press fría en el color LT A2. (que representa la dentina en el disco cerámico)
- Se sumergió el IPS Alox Plunger frío en la abertura del IPS Alox Plunger Separator y se conservó listo para usar.<sup>24</sup>
- Se conectó el horno de inyección y se realizó autotest y se completó la fase de calentamiento.<sup>24</sup>
- Se seleccionó el programa de inyección para IPS e.max ® Press/ Celtra ® Press.<sup>24</sup>
- Se introdujo la pastilla de IPS e.max ® Press/ Celtra ® Press fría en el cilindro de revestimiento caliente. (Con la cara no impresa hacia abajo)<sup>24</sup>
- Se colocó el lado frío de IPS Alox Plunger revestido con el IPS Alox Plunger Separator, en el cilindro caliente.
- Se posicionó el cilindro de revestimiento completo en el centro del horno de inyección caliente.<sup>24</sup>
- Se pulso START y se inició con el programa elegido.

#### f. Eliminación del revestimiento

- Se marcó la longitud del Alox Plunger sobre el cilindro de revestimiento ya frío.<sup>24</sup>
- Se cortó el cilindro con disco, se separó el Alox Plunger y el material de cerámica.<sup>24</sup>
- Se eliminó el revestimiento con perlas de pulido.

#### g. Eliminación de la capa de reacción

- Ya retirado todo el revestimiento, con el líquido IPS e.max Press Invex se eliminó la capa de reacción que se forma durante el proceso de inyección.<sup>24</sup>
- Se colocó las estructuras en un recipiente plástico, que fue colocado en un baño de ultrasonido por 10 minutos.<sup>24</sup>
- Se sacó la estructura del líquido invex, se lavó con agua corriente, y se secó con aire.<sup>24</sup>

#### h. Repasado

- Se separó los jitos de las estructuras cerámicas con ayuda de discos.<sup>24</sup>
- Se hizo el repasado y acabado con el Kit Diamond Stone Jota Set Fine 1320.

#### i. Estratificación 0,5mm (representa la capa de esmalte en el disco cerámico)

- Se utilizó para la aplicación de la última capa sobre los discos, IPS e.max Ceram (polvo) con Stain Liquid, usando pincel sobre disco.<sup>24</sup>
- Se realizó su cocción colocando las estructuras sobre bandeja panel, en el horno de cerámica.

j. Recolección de datos

Los resultados obtenidos fueron anotados en la ficha de recolección de datos.

ANEXO 4.

k. Análisis y evaluación de Fluorescencia.

Para determinar los valores de fluorescencia de los especímenes, se utilizó un espectroscopio Raman de sobremesa con microscopio confocal Renishaw inVia, el cual tenía que estar en un ambiente cerrado y a una temperatura exacta de 20,8° C para lo cual se utilizó un sistema de aire acondicionado a 21,6°C. Se colocó las muestras en el microscopio confocal Renishaw, se centró y calibró el haz del láser con óxido de estaño, se probaron distintos objetivos, se concluyó que con el objetivo 15x observaba mejor la muestra, se utilizó una fuente de excitación de 633 a 780 nm, y un tiempo de exposición al láser de 10 segundos. Se probaron también algunas funciones disponibles en el software, como la eliminación de rayos cósmicos y la minimización de la exposición de la muestra al láser. Se mejoraron los resultados cerrando todo lo posible el diafragma del microscopio antes de realizar el análisis. Se obtuvo distintos valores de intensidades para cada longitud de onda registrada por cada disco. Igual para los dientes naturales. Todos estos datos fueron recopilados y analizados mediante el programa ORIGIN PRO 8.0.

### **5.6. Análisis Estadístico**

Se realizó una evaluación descriptiva de las variables, intensidad y longitud de onda; usando medidas de resumen para variables cuantitativas: Media, Desviación Estándar, Mínimo, Máximo, Varianza, Asimetría y Kurtosis. Se determinó que los datos no presentaron normalidad por lo que se optó trabajar con una prueba no paramétrica:

Prueba de Kruskal wallis, con una posterior comparación por pares utilizando Prueba  
U de Man Whitney.

## VI. RESULTADOS

En el análisis estadístico descriptivo de la intensidad de fluorescencia de los grupos de estudio, se encontró valores numéricos más altos de promedio, mediana, desviación estándar y varianza en el grupo Celtra ® Press. En cuanto a la longitud de onda de los grupos de estudio, se encontró valores numéricos más altos de promedio, mediana, desviación estándar y varianza en el grupo Diente natural.

En la tabla 2, se comparó la longitud de onda de los grupos de estudio. Se encontró que existe diferencias estadísticamente significativas mediante la prueba de Kruskal wallis ( $p=0,048$ ) Evaluando mediante la Prueba U de Man Whitney cada par de grupo de estudio, se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los grupos Celtra ® Press vs IPS e.max ® Press.

En la tabla 3, se comparó la intensidad de fluorescencia de los grupos de estudio. Se encontró que existe diferencias estadísticamente significativas entre los grupos a través de la prueba Kruskal Wallis ( $p=0,002$ ). Evaluando mediante la Prueba U de Man Whitney cada par de grupo de estudio, se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los grupos Celtra ® Press vs IPS e.max ® Press, IPS e.max ® Press vs diente, y Celtra ® Press vs diente natural.



**Tabla 1:**

Evaluación descriptiva de la Fluorescencia en los distintos sistemas cerámicos y dientes naturales.

Fluorescencia	Grupo de estudio	N	X	Me	DE	Va	Min	Max	IC	
									Límite inf.	Límite sup.
Intensidad de fluorescencia (u.a)	Celtra Press	5	34110,48	34748,68	8480,20	71913714,84	20056,82	42174,30	23580,93	44640,03
	Emax Press	5	2524,53	2553,69	377,55	142545,48	1914,21	2947,00	2055,74	2993,32
	Diente natural	5	1013,77	1025,78	348,93	121753,34	613,07	1438,48	580,52	1447,03
Longitud de onda (n.m)	Celtra Press	5	541,56	541,52	,05	,002	541,52	541,61	541,49	541,62
	Emax Press	5	542,39	542,29	,23	,06	541,21	542,80	542,10	542,69
	Diente natural	5	542,72	542,48	1,43	2,04	541,12	544,52	540,95	544,50

**Tabla 2:**

Comparación de longitud de onda de los distintos sistemas cerámicos y diente natural.

Grupos de estudio	N	X ±DE	Valor p1		Valor p2
Celtra ® Press	5			Celtra ® Press VS IPS e.max ® Press	0,024**
IPS e.max ® Press	5	542,22 ± 0,93*	0,048*	Celtra ® Press VS Dientes	0,112**
Diente natural	5			IPS e.max ® Press VS Dientes	0,753**

\*Prueba de Kruskal Wallis

\*\* Prueba U de Man Whitney

**Tabla 3:**

Comparación de intensidad de fluorescencia de los distintos sistemas cerámicos y diente natural.

Grupos de estudio	N	X ±DE	Valor p1		Valor p2
Celtra ® Press	5			Celtra ® Press VS IPS e.max ® Press	0,027**
IPS e.max ® Press	5	12549,60± 16433,75*	0,002*	Celtra ® Press VS Dientes	0,027**
Diente natural	5			IPS e.max ® Press VS Dientes	0,027**

\*Prueba de Kruskal wallis

\*\* Prueba U de Man Whitney

## DISCUSIÓN

Con el objetivo de fabricar restauraciones estéticas indirectas más similares al diente natural, es necesario comprender algunos fenómenos ópticos propios de los tejidos dentales.<sup>1,2</sup> Dentro de los cuales encontraremos a la fluorescencia. Esta propiedad es la responsable de la percepción de “diente vital” y ocurre cuando una luz con una longitud de onda corta (invisible al ojo humano) es absorbida por un material y después reflejada con una longitud de onda más larga con una región visible. La fluorescencia, por lo tanto, es consecuencia de la interacción de la luz con los átomos presentes en la superficie del material.<sup>3</sup>

En los dientes naturales, la fluorescencia involucra a su porción orgánica e inorgánica, siendo en el esmalte la estructura orgánica la que más predomina.<sup>4</sup> Se ha intentado reproducir estas características añadiendo a las cerámicas dentales, porciones de óxidos de tierras raras.<sup>5,6</sup> Dentro de los métodos disponibles para evaluar la fluorescencia podemos mencionar la toma de fotografías bajo luz UV, resultando un análisis cualitativo, que puede depender de varios factores como el tipo de cámara, tipo de flash, tipo de luz e incluso el observador. Una alternativa es el uso de espectrofotómetros que brindan medidas cuantitativas.<sup>8</sup>

En la siguiente investigación se evaluó de manera in vitro 3 grupos de estudio, destacando 2 grupos experimentales y 1 grupo control, cada uno estuvo conformado por 5 muestras donde se tuvo como objetivo comparar la fluorescencia a través de los valores de intensidad de fluorescencia y longitud de onda, entre los sistemas cerámicos IPS e.max® Press, Celtra® Press y Diente natural.

Se decidió trabajar con el sistema cerámico IPS e.max ® Press por ser de los más utilizados en la actualidad, mientras que el sistema cerámico Celtra ® Press es el más recientemente incorporado a la gama de cerámicas disponibles en nuestro país. Así mismo, por ser un sistema nuevo es aquel que presenta menos evaluaciones comparativas in vitro con otras cerámicas. Además, ambos sistemas cerámicos se trabajaron bajo el sistema de inyección y tienen como componente principal silicato de Litio. El gold standard en este estudio fueron 5 dientes naturales.

Para una adecuada validez y confiabilidad de la obtención de los datos, se usó como instrumento de medición el espectroscopio Raman de sobremesa con microscopio confocal Renishaw inVia, bajo las condiciones de un ambiente cerrado, con una temperatura de constante de 20,8° C para lo que se contó con un sistema de aire acondicionado a 21,6° C calibrado y operado por el Físico encargado del Centro de Caracterización de Materiales de la PUCP, además se llevó a cabo la capacitación de interpretación de los resultados.

El tamaño muestral se determinó usando la prueba de comparación de medias, con un poder de 80% y un nivel de confianza del 95%. Dicha prueba determinó que el tamaño fuera 5 muestras (discos) por cada grupo.

Los resultados que se obtuvieron en el presente estudio, evaluando la longitud de onda de las cerámicas de los discos fueron de 541 nm -542 nm, siendo estos valores un poco más altos de los que presenta un diente natural reportado por **Wozniak y Moore**<sup>23</sup>, quienes encontraron una emisión máxima de 410 nm-420 nm (con estimulación de radiación UV 350 nm).<sup>23</sup>

**Peplinski, Wozniak y Moser** identificaron también, una longitud de onda para diente natural de 410 nm.<sup>18</sup> **Lutskaya y cols** mencionan en su estudio longitudes de onda de 470 nm en

dientes jóvenes naturales y de 475nm en dientes adultos,<sup>21</sup> mientras que Alfaro reportó 492 nm para los mismos datos.<sup>22</sup> Sin embargo, **Wozniak y Moore** reportaron el pico del espectro de emisión cerca de los 500 nm, que representa una apariencia blanco-azulada del diente natural bajo la luz ultravioleta.<sup>23</sup> Este valor se acerca a los obtenidos en el presente estudio, tanto para las cerámicas, como para la longitud de onda de diente natural encontrada en la investigación (542,72nm  $\pm$  1,43).

Los valores de longitud de onda del diente natural del presente estudio son los más altos encontrados, esto puede deberse a la fuente de excitación usada, que fue de 633 nm-780 nm. Similar a la fuente de excitación que usaron **Lee y Powers** para analizar la fluorescencia (410 nm-750 nm).<sup>3</sup> A diferencia de **Peplinski, Wozniak y Moser**, quienes usaron una fuente de 366 nm, **Wozniak y Moore** trabajaron con valores debajo de los 350 nm y **Alfaro** aplicó una excitación de 365 nm.<sup>18, 22, 23</sup> La relación directamente proporcional del aumento de la fuente de excitación con el aumento de fluorescencia, es confirmada por la propuesta de **Hall, Hefferren e Olsen** en donde utilizaron una fuente de excitación de 340 nm-370 nm, ellos señalaron que a medida que aumentaba la fuente de excitación ocurría un aumento de la fluorescencia.<sup>13</sup> Concuerta **Villarroel** que utilizó una fuente de excitación de 365 nm y otra de 390 nm obteniendo picos más altos de fluorescencia con la de 390 nm, lo que estaría de acuerdo con nuestra investigación.<sup>15</sup>

En cuanto a los sistemas cerámicos y diente natural evaluados en el presente estudio, los resultados de longitud de onda obtenidos, no se encontró diferencia estadísticamente significativa al comparar IPS e.max ® Press vs Diente Natural (p=0,753), y tampoco se halló diferencias comparando Celtra ® Press vs Diente Natural (p=0,112). Estos hallazgos nos

indicarían que ambos sistemas cerámicos pertenecen al mismo matiz del diente natural. Sin embargo, se encontró diferencia estadísticamente significativa al comparar IPS e.max ® Press vs Celtra ® Press ( $p=0,024$ ) donde IPS e.max ® Press mostró una longitud de onda de  $542,39 \text{ nm} \pm 0,23$  y Celtra ® Press  $541,56 \text{ nm} \pm 0,05$ . Alfaro también evaluó IPS e.max ® obteniendo de longitud de onda  $500,40 \text{ nm} \pm 6,65$ , muy similar al valor encontrado en nuestro estudio.<sup>22</sup>

Cuando se evaluó la intensidad de fluorescencia se encontró diferencia estadísticamente significativa en los 3 grupos evaluados, y en sus 3 comparaciones, obteniendo éstas el mismo valor de significancia ( $p=0,027$ ). En el que la intensidad de fluorescencia de IPS e.max ® Press fue  $2524,53 \text{ u.a.} \pm 377,55$ , Celtra ® Press fue  $34110,48 \text{ u.a.} \pm 8480,20$ , y del Diente Natural  $1013,77 \text{ u.a.} \pm 348,93$ . De los valores especificados, identificamos que IPS e.max ® Press mostró una intensidad de fluorescencia más similar y cercana a la del diente natural. **Alfaro** evaluó IPS e.max ® Ceram obteniendo  $1955,60 \text{ u.a.} \pm 150,12$ , siendo bastante similar al valor que se presenta en nuestra investigación.<sup>22</sup>

**Peplinski y Wozniak** mencionan que la fluorescencia presente en las cerámicas dentales se da por la presencia en su composición de pequeñas partes de óxidos inorgánicos provenientes de tierras raras.<sup>18</sup> Por otro lado **Ecker y Baran** señalan que estos luminóforos están compuestos de cerio, europio, terbio, yterbio, disprosio y samario, los cuales podrían formar parte de la composición de las cerámicas investigadas.<sup>15</sup>

**Alfaro** reportó valores ligeramente más bajos a los obtenidos en nuestro estudio. A diferencia del que se realizó en su investigación (discos de dentina),<sup>22</sup> la presente evaluó discos conformados por dos capas estratificadas que representaron el esmalte y la dentina. El

incremento de esta capa de esmalte en la confección de los discos puede haber aumentado ligeramente los valores de fluorescencia en sus dimensiones de longitud de onda e intensidad de fluorescencia.

Se decidió investigar las variaciones al aumentar esta capa de esmalte, debido a que se ha determinado que ambas estructuras presentan fluorescencia, siendo en el caso del esmalte dental el componente orgánico el responsable de esta luminiscencia.<sup>15</sup>

Una de las limitaciones en el presente estudio es que las evaluaciones realizadas son *in vitro*, y no pudo ser posible hacer estos análisis *in vivo*. Otra limitación de importancia es que no se tuvo basta cantidad de dientes anteriores para la evaluación de su fluorescencia. Es escasa la disponibilidad de estos dientes en condiciones íntegras.

Con el propósito de complementar los conocimientos científicos en el área de fluorescencia de sistemas cerámicos, se sugiere, en futuras investigaciones; incrementar el número muestral, además adicionar otros sistemas cerámicos disponibles en el mercado, para poder evaluar cuál de ellos tiene mayor similitud con la fluorescencia dental. Además, puede evaluarse estos discos en combinación con sistemas de cementación sobre distintos sustratos dentales, ya sea naturales favorables como naturales oscurecidos. Por último, realizar el estudio de fluorescencia a través de espectometría de dientes recién extraídos, seleccionadas por edad y sexo, para así poder clasificar e identificar la intensidad de fluorescencia y la longitud de onda de acuerdo a estas variables.



## I. CONCLUSIONES

1. De los sistemas cerámicos evaluados, ninguno tiene una fluorescencia similar al diente natural, sin embargo, los valores de IPS e.max ® Press se aproximan más al diente natural.
2. En cuanto a longitud de onda se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los grupos IPS e.max ® Press vs Celtra ® Press. No se halló diferencia estadísticamente significativa al comparar IPS e.max ® Press vs diente, y Celtra ® Press vs diente.
3. En cuanto a intensidad de fluorescencia se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los grupos Celtra ® Press vs IPS e.max ® Ceram, IPS e.max ® Ceram vs diente, y Celtra ® Press vs diente.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gawriolek M, Sikorska E, Ferreira L, Costa A, Khmelinkii I, Krawczyk A, et al. Color and luminiscence stability of selected Dental Materials in vitro. *J Prosthodont.* 2012; 21: 112-22.
2. Silva T, Oliveira H, Severino D, Balducci I, Huntala M, Gonçalves S. Direct Spectometry: A new alternative for Measuring the fluorescence of composite resins and Dental tissues. *Oper Dent.* 2014; 39-4: 407-15.
3. Lee Y, Powers J. Influence of opalescence and fluorescence properties on the light transmittance of resin composite as a function of wavelength. *Am J Dent.* 2006; 19(5): 283-88.
4. Kiran R, Chapman J, Forrest A, Tennant M, Walsh L. Forensic applications: Fluorescence properties of tooth-coloured restorative materials using a fluorescence DSLR camera. *Forensic Sci Int.* 2017; 273: 1-30.
5. Rey F, Souza J, Duarte S. Fluorescence: Clinical Evaluation of new composite resins. *QDT.* 2012: 145-56.
6. Catelan A, Guedes A, Suzuki T, Takashi M, de Souza E, Briso A, et al. Fluorescence intensity of composite layering combined with surface sealant submitted to staining solutions. *J Esthet Restor Dent.* 2015; 27(1): 33-40.
7. Mualla S. Fluorescence and Dentistry. *IOSR-JDMS.* 2016; 15(3): 65-75.
8. Figueiredo C, Silva A, Figueiredo A, Azenha M. Fluorescence of dental composite resins. *Experimental Pathology and Health Sciences.* 2012; 6(1): 11-4.
9. Hein S, ten Bosch JJ. The effect of ultraviolet induced fluorescence on visually perceived tooth color under normal light condition. *Dent Mater J.* 2018.

10. Figueira J, McLaren E, Park S. The essence of Fluorescence. *Journal of Cosmetic Dentistry*. 2015; 30(4): 82-92.
11. Raptis N, Michala Kisk, Hirayama H. Optical Behavior of Current Ceramic Systems. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2006; 26 (1): 31-41.
12. Rafael C, Güth J-F, Kauling A, Cesar P, Volpato C, Liebermann A. Impact of background on color, transmittance, and fluorescence of leucite based ceramics. *Dent Mater J*. 2017; 36(4): 394-401.
13. Leinfelder KF. Porcelain esthetics for de 21<sup>st</sup> Century. *JADA*. 2000; 131: 47-51.
14. Volpato C, Cunha M, Silva F. Fluorescence of natural teeth and restorative materials, methods for analysis and quantification: A literature review. *J Esthet Restor Dent*. 2018; 30: 397-407.
15. Villarroel M, Coelho M, Clavijo V, Kabbach W, Jorquera C, Batista O. Pure ceramic Systems Part 1: An evolution based on composition. *Acta Odontol Venez*. 2012; 50(1).
16. Bajraktarova-Valjakova, E., Korunoska-Stevkovska, V., Kapusevska, B., Gigovski, N., Bajraktarova-Misevska, C., & Grozdanov, A. (2018). Contemporary Dental Ceramic Materials, A Review: Chemical Composition, Physical and Mechanical Properties, Indications for Use. *Open access Macedonian journal of medical sciences*, 6(9), 1742–1755.
17. Martinez F, Pradíez G, Suárez M, Rivera B. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. *RCOE*. 2007; 12 (4): 253-63.
18. Peplinski D, Wozniak T, Moser B. Spectral studies of New Luminophors for Dental Porcelain. *J Dent Rest*. 1980; 59(9): 1501-6.

19. Ecker G, Moser B, Wozniak T, Brinsden G. Effect of repeated firing on fluorescence of porcelain-fused-to-metal porcelains. *J Prosthet Dent.* 1985; 54(2): 207-14.
20. Monsénégo G, Burdairon G, Clerjaud B. Fluorescence of dental porcelain. . *J Prosthet Dent.* 1993; 69(1): 106-13.
21. Lutskaya I, Karetsky V, Etemadi S. Fluorescence of dental hard tissue and restorative materials. *Australasian Dental Practice.* 2012; 162-66.
22. Alfaro S. Evaluación del nivel de fluorescencia entre diferentes sistemas cerámicos utilizados en Odontología Restauradora: Un estudio in vitro [tesis maestría]. Lima: Universidad Científica del Sur; 2017.
23. Wozniak T, Moore B. Luminescence spectra of dental porcelains. *J Dent Res.* 1978; 57(11-12): 971-74.
24. IPS e.max Press Monolithic Solutions. Instrucciones de uso. Fecha de preparación de la información 2017-7, Rev 2. Disponible en: <https://www.ivoclarvivadent.com.mx/zoolu-website/media/document/27462/IPS+e-max+Press+Monolithic+Solutions>.

**X ANEXOS**

**ANEXO 1: CARTA DE PRESENTACIÓN Y SOLICITUD PARA ANALISIS**

Miraflores 24 de Abril del 2018.

Dr. Francisco Rumiche  
JEFE DEL CENTRO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

Av. Universitaria 1801 – San Miguel

LIMA

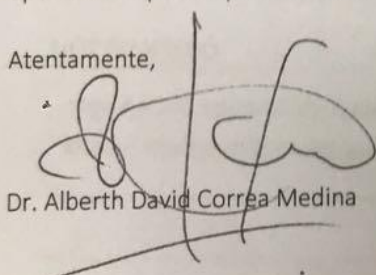
ASUNTO: *AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR INVESTIGACIÓN SOBRE FUORESCENCIA EN CERAMICAS Y RESINAS DENTALES.*

Es grato dirigirme a Usted, para saludarle cordialmente como docente de la *ESCUELA DE ESTOMATOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR*, y solicitar tenga bien brindarnos las facilidades para realizar trabajo de investigación.

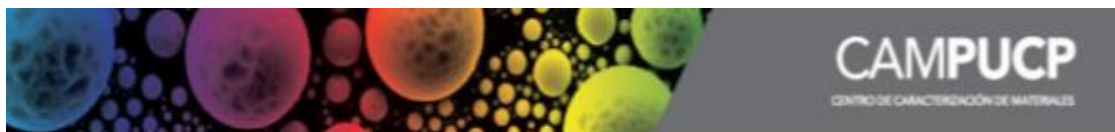
La Escuela de Estomatología de la Universidad Científica del Sur es una institución de educación superior líder en la formación de cirujanos dentistas que contribuyen con la formación de profesionales de excelencia dentro del área de salud en nuestro país, que desarrolla programas de pre grado y post grado con excelencia académica, tecnológica y científica; basándose en principios éticos y humanistas, que mantiene altos estándares de investigación contribuyendo con sus aportes científicos a la política de salud nacional. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el área de Especialidad en Odontología Estética y Restauradora ha visto como un punto importante la investigación sobre el desarrollo de la fluorescencia en cerámicas y resinas dentales, por tanto, ha propuesto realizar un trabajo de investigación denominado: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE FLUORESCENCIA ENTRE DOS SISTEMAS CERÁMICOS UTILIZADOS EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA: UN ESTUDIO IN VITRO" y "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE FLUORESCENCIA DE DISTINTOS COMPUESTOS DE RESINA. ESTUDIO IN VITRO", de las alumnas asesoradas: Thais Alcandré Garcés, y Carla Daniela Portocarrero Flores, respectivamente; en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Nuestra institución y las investigadoras se comprometen a mantener informado a su despacho de manera detallada sobre el proceso y resultados de dicha investigación. Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

  
Dr. Alberth David Correa Medina

## ANEXO 2: CONSTANCIA DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS EN CAMPUCP



**CAM-012/2019**

San Miguel, 26 de setiembre de 2019

Señores

**UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR**

Dirección Académica de la Carrera de Estomatología/Odontología

Presente-

Estimados Señores:

Tengo a bien dirigirme a ustedes para informarles que la alumna **Thais Alcandré Garcés**; ha desarrollado el análisis de Discos en el Centro de Caracterización de Materiales - CAMPUCP como parte de proyecto titulado: "*Evaluación del nivel de fluorescencia entre diferentes sistemas cerámicos utilizados en odontología restauradora y diente natural: un estudio in vitro*".

Los análisis fueron realizados utilizando el método de Espectroscopía Raman, siendo asesorada por el Dr. Andrés Guerra, analista del CAMPUCP y responsable de la técnica.

Agradeciendo la atención prestada, me despido.

Atentamente,

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Centro de Caracterización de Materiales



Dr. Francisco Rumiache  
Coordinador

**ANEXO 3: CONSTANCIA DE CALIBRACIÓN DE ESPECTRÓMETRO**



**CALIBRACIÓN ESPECTRÓMETRO PARA REALIZAR MEDIDAS DE FOTOLUMINISCENCIA**

El espectrómetro es calibrado usando una laser de 632.8 nm y una muestra de referencia de silicio (Si). El pico característico de Si es identificado y corregido a la posición 521  $\text{cm}^{-1}$ . Luego se realiza una medida sobre una muestra de referencia luminiscente con un espectro conocido bajo excitación UV usando un láser de 325 nm. En este caso particular se utilizó una muestra de oxinitruro de silicio dopado con Tb (SiON:Tb). El espectro característico del Tb es identificado y los picos característicos son observados en las posiciones correctas. Ver figura 1.

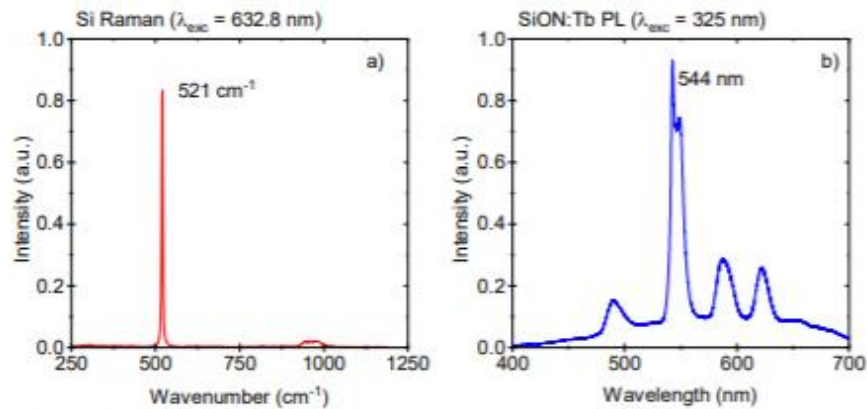


Fig. 1. Espectro Raman de una muestra de silicio de referencia bajo excitación de un láser de He-Ne (a). Espectro de Fotoluminiscencia de una muestra de oxinitruro de silicio dopada con terbio de referencia bajo excitación de un láser de He-Cd (b).

**ANEXO 4: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Para ambos sistemas cerámicos:

## 1. IPS e.max ® Press.

DISCO	LONGITUD DE ONDA (nm)	INTENSIDAD DE FLUORESCENCIA (u.a.)
1	542,38	2550,18
2	542,29	2553,69
3	542,29	2657,58
4	542,21	1914,21
5	542,80	2947,42

## 2. Celtra ® Press

DISCO	LONGITUD DE ONDA (nm)	INTENSIDAD DE FLUORESCENCIA (u.a.)
1	541,61	34748,68
2	541,52	42174,30
3	541,52	20056,82
4	541,61	39066,32
5	541,52	34506,28



Para las piezas dentarias observadas.

DIENTE	LONGITUD DE ONDA (nm)	INTENSIDAD DE FLUORESCENCIA (u.a.)
1	544,52	1438,48
2	541,12	613,07
3	542,48	1025,78
4	543,82	726,25
5	541,67	1265,29