



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**TEMA:**

**“CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES RESTAURATIVOS  
EXPUESTOS A ALTAS TEMPERATURAS CON FINES FORENSES.”**

**Proyecto de investigación para optar el título de Odontólogo**

**Autor:** Vicente Javier Logroño Ruiz

**Tutora:** MsC. Verónica Cáceres Manzano

**Riobamba – Ecuador**

**2019**

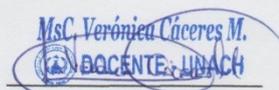
## CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de revisión del proyecto de investigación: **“CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES RESTAURATIVOS EXPUESTOS A ALTAS TEMPERATURAS CON FINES FORENSES”**, presentado por **Vicente Javier Logroño Ruiz** y dirigido por la **MsC. Verónica Paulina Cáceres Manzano**, una vez revisado el proyecto de investigación con fines de graduación, escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, se procede a la calificación del informe del proyecto de investigación.

Por la constancia de lo expuesto:


MsC. Verónica Cáceres Manzano

**TUTORA**

  
**Firma**

Dr. Cristian Sigcho Romero

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

  
**Firma**

Dra. Olga Fuenmayor Vinuesa

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**


  
**Firma**

## CERTIFICADO DEL TUTOR

La suscrita Docente Tutora de la Carrera de Odontología, de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad Nacional de Chimborazo, MsC. Verónica Paulina Cáceres Manzano, CERTIFICA, que el Sr. Vicente Javier Logroño Ruiz con C.I 060470642-4, se encuentra apto para la presentación del proyecto de investigación: **“CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES RESTAURATIVOS EXPUESTOS A ALTAS TEMPERATURAS CON FINES FORENSES.”**

Y, para que conste a los efectos oportunos, expido el presente certificado, a petición de la persona interesada en la ciudad de Riobamba.

Atentamente

  
MsC. Verónica Cáceres Manzano

CI. 060408976-3

**DOCENTE TUTORA DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

!!!

## AUTORÍA

Yo, Vicente Javier Logroño Ruiz, portador de la cédula de ciudadanía número 0604706424, por medio del presente documento certifico que el contenido de este proyecto de investigación es de mi autoría, por lo que eximo expresamente a la Universidad Nacional de Chimborazo y a sus representantes jurídicos de posibles acciones legales por el contenido de la misma. Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo para que realice la digitalización y difusión pública de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.



.....  
Vicente Javier Logroño Ruiz

C.I.: 0604706424

**ESTUDIANTE UNACH**

## **AGRADECIMIENTO**

En primera instancia quiero agradecer a Dios por colmarme de tantas bendiciones, por haberme llenado de fortaleza y aliento en esos momentos de dificultad y agotamiento, a mi alma mater la Universidad Nacional de Chimborazo por haber guiado mi formación académica y profesional, a mis docentes que son grandes personas y excelentes profesionales quienes me han impartido sus conocimientos e inculcado principios encaminados a una buena praxis, un profundo y sincero agradecimiento a mi tutora MsC. Verónica Cáceres quien ha sabido guiarme y apoyarme en todo momento compartiendo conmigo sus conocimientos y experiencia para la realización de esta investigación.

Vicente Javier Logroño Ruiz.

## **DEDICATORIA**

El presente estudio de investigación se lo dedico a mis abuelitos Estuardo y Anita dos ángeles que desde el cielo me colman de bendiciones y amparo, a mi madre Nancy quien con su sabiduría y amor me ha sabido encaminar en la vida siendo un apoyo incondicional, llenándome de buenos valores para convertirme en el hombre que soy hoy en día, a mi tío Willan quien ha sabido guiarme, apoyarme y aconsejarme a lo largo de mi carrera y en mi formación , siendo mi ejemplo a seguir, a mi hermana Joselyn por incentivar me a ser mejor persona, a no rendirme frente a cualquier adversidad y por ser mi cómplice de vida. A Andrea por brindarme su apoyo y amor incondicional, por motivarme a perseguir mis sueños, por aconsejarme y transmitirme fortaleza cuando me encontraba perdido, haciendo mis días y vida más felices.

Vicente Javier Logroño Ruiz

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad analizar las características de los biomateriales dentales que son usados en los tratamientos de rehabilitación oral expuestos a altas temperaturas con fines forenses, considerando que los biomateriales dentales son empleados en tratamientos de rehabilitación oral, los cuales presentan características específicas expuestos a altas temperaturas, de tal manera que podría ser una herramienta útil para el Odontólogo forense en la identificación de víctimas sometidas a algún flagelo en donde se dificulte la determinación de su identidad. En este estudio se utilizaron 5 clases de biomateriales, por cada biomaterial se elaboró 20 unidades de prueba, de los cuales 10 discos fueron expuestos a temperatura de 600°C y los restantes a temperatura de 1000°C, obteniendo un total de 100 discos de biomateriales, mismos que fueron sometidos en un horno de desecado a 600 y 1000° C , para después ser analizados un microscopio de comparación permitiendo observar sus estructuras y comportamiento y a través de un espectrofotómetro el cual determinó la absorbancia de cada biomaterial. La investigación fue de tipo observacional, descriptivo e invitro. Se concluyó que los biomateriales son resistentes ante la exposición de altas temperaturas, mostrando características significativas y particulares en la estructura de cada material dental, a partir de estos resultados se generó una tabla de caracterización como aporte que permita al perito forense identificar víctimas en relación con el historial clínico.

**Palabras clave:** odontología forense, biomateriales, investigación forense, tabla de caracteres.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the characteristics of dental biomaterials, used in oral rehabilitation treatments which are exposed to high temperatures for forensic purposes, considering that dental biomaterials are used in oral rehabilitation treatments, which have specific characteristics, when they are exposed to high temperatures, so that it could be a useful tool for the forensic dentist in the identification of victims subjected to some scourge when the identification of their identity is difficult. In this study, 5 kinds of biomaterials were used, for each biomaterial 20 test units were developed, from which 10 discs were exposed to a temperature of 600 ° C and the remaining ones at a temperature of 1000 ° C, with a total of 100 discs of biomaterials, which were subjected to a deceleration furnace at 600 and 1000 ° C, then it was analyzed in a comparison microscope allowing to observe their structures and behavior and through a spectrophotometer that determined the absorbance of each biomaterial. The research was observational, descriptive and invitro. We concluded that biomaterials are resistant to high temperature exposure, showing significant and particular characteristics in the structure of each dental material, from these results a characterization chart was generated as a source that allows the forensic expert to identify victims in relation to the medical history.

**Keywords:** forensic dentistry, biomaterials, forensic investigation, character chart.

Translation reviewed by:



Mgs. Edison Damián.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN .....  | 1  |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....  | 2  |
| 3. JUSTIFICACIÓN.....  | 4  |
| 4. OBJETIVOS.....  | 5  |
| 4.1 Objetivo General.....  | 5  |
| 4.2 Objetivos Específicos .....  | 5  |
| 5. MARCO TEÓRICO.....  | 6  |
| 5.1 Odontología Forense.....   | 6  |
| 5.2 Identificación de cuerpos .....  | 6  |
| 5.3 Técnicas de identificación .....   | 7  |
| 5.4 Altas temperaturas en el factor forense.....                             | 10 |
| 5.5 Rehabilitación Oral y su función en los aspectos forenses .....          | 11 |
| 5.6 Materiales dentales analizados en técnicas de investigación forense..... | 11 |
| 5.6.1 Características de los materiales para el análisis forense.....        | 11 |
| 5.7 Materiales Restaurativos útiles para el análisis forense.....            | 11 |
| 5.7.1 Resinas compuestas.....  | 12 |
| 5.7.2 Amalgama .....   | 14 |
| 5.7.3 Ionómero de vidrio .....   | 15 |
| 5.7.4 Óxido de Zinc Eugenol .....  | 16 |
| 5.8 Característica de los materiales en resistencia al fuego .....           | 17 |
| 6. METODOLOGÍA .....   | 18 |
| 6.1 Tipo de investigación.....   | 18 |
| 6.2 Diseño de la investigación .....   | 18 |
| 6.3 Población .....  | 18 |
| 6.4 Criterios de selección.....  | 18 |
| 6.5 Entorno.....   | 18 |

|  |    |
|--|----|
| 6.6 Técnicas e instrumentos .....              | 19 |
| 6.7 Análisis estadístico .....                 | 19 |
| 6.13 Operacionalización de las variables ..... | 34 |
| 7. RESULTADOS .....                            | 35 |
| 8. DISCUSIÓN.....                              | 46 |
| 9. CONCLUSIONES .....                          | 49 |
| 10. RECOMENDACIONES .....                      | 50 |
| 11. BIBLIOGRAFÍA .....                         | 51 |
| 12. ANEXOS .....                               | 56 |
| Anexo 1. Lista de cotejo 1 .....               | 56 |
| Anexo 2. Lista de cotejo 2 .....               | 57 |
| Anexo 3. Certificado del laboratorio .....     | 58 |
| Anexo 4. Certificado del tutor .....           | 59 |

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

|   |    |
|---|----|
| Fotografía Nro. 1. Placa de acetato con 10 orificios circulares.....                    | 19 |
| Fotografía Nro. 2. Elaboración de discos de Resina A.....                               | 20 |
| Fotografía Nro. 3. Elaboración de discos de Resina B.....                               | 21 |
| Fotografía Nro. 4. Elaboración de discos de ionómero de vidrio de autocurado .....      | 22 |
| Fotografía Nro. 5. Elaboración de discos de óxido de zinc y eugenol .....               | 23 |
| Fotografía Nro. 6. Elaboración de discos de amalgama .....                              | 24 |
| Fotografía Nro. 7. Exposición de los biomateriales a 600° C .....                       | 25 |
| Fotografía Nro. 8. Procedimiento de retiro de los biomateriales a 600°C.....            | 26 |
| Fotografía Nro. 9. Exposición de biomateriales a 1000°C.....                            | 27 |
| Fotografía Nro. 10. Procedimiento de retiro de biomateriales a 1000°C .....             | 28 |
| Fotografía Nro. 11. Observación de las muestras de resina A .....                       | 29 |
| Fotografía Nro. 12. Observación de las muestras de resina B.....                        | 29 |
| Fotografía Nro. 13. Observación de las muestras de ionómero de vidrio de autocurado.... | 30 |
| Fotografía Nro. 14. Observación de las muestras de óxido de zinc y uegenol.....         | 30 |
| Fotografía Nro. 15. Observación de las muestras de amalgama .....                       | 31 |
| Fotografía Nro. 16. Trituración de los biomateriales .....                              | 32 |
| Fotografía Nro. 17. Filtración y centrifugación de las muestras de biomateriales.....   | 32 |
| Fotografía Nro. 18. Análisis en el espectrofotómetro .....                              | 33 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                      |   |    |
|----------------------|---|----|
| <b>Tabla Nro. 1.</b> | Coloración de biomateriales a dos temperaturas -----              | 35 |
| <b>Tabla Nro. 2.</b> | Textura de biomateriales a dos temperaturas -----                 | 36 |
| <b>Tabla Nro. 3.</b> | Grietas de biomateriales a dos temperaturas -----                 | 37 |
| <b>Tabla Nro. 4.</b> | Presencia de fracturas en biomateriales a dos temperaturas. ----- | 38 |
| <b>Tabla Nro. 5.</b> | Estallido de biomateriales a dos temperaturas. -----              | 39 |
| <b>Tabla Nro. 6.</b> | Comportamiento del biomaterial a dos temperaturas. -----          | 40 |
| <b>Tabla Nro. 7.</b> | Caracterización de los biomateriales -----                        | 44 |
| <b>Tabla Nro. 8.</b> | Caracterización material e imagen.-----                           | 44 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|                        |  |    |
|------------------------|--|----|
| <b>Gráfico Nro. 1.</b> | Absorbancia según el tipo de material a 600 °C.....            | 41 |
| <b>Gráfico Nro. 2.</b> | Absorbancia según el tipo de material a 1000 °C.....           | 42 |
| <b>Gráfico Nro. 3.</b> | Absorbancia según el filtro aplicado en los biomateriales..... | 43 |

# 1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere a la realización de un estudio sobre la caracterización de materiales restaurativos expuestos a factores extremos con fines forenses, para establecer una evidencia fehaciente y útil en la identificación de restos humanos que han sido expuestos a altos niveles de temperatura. <sup>(1)(2)</sup>

La característica principal de este estudio es identificar la resistencia de biomateriales utilizados en odontología al exponerlas a altas temperaturas, investigación que será útil para evidencias e identificación de cuerpos en análisis forenses, información de importancia por razones legales, civiles y sociales. <sup>(1)</sup>

Para analizar esta problemática es necesario mencionar que es indispensable tener información ante mortem y post mortem proveniente de odontólogos, patólogos y médicos forenses encargados de un examen minucioso de todo el sistema estomatognático con la finalidad de identificación de restos humanos. <sup>(3)</sup>

Estos problemas son de connotado interés académico y profesional en el área de odontología forense para proporcionar información en la identificación de cadáveres, puesto que los órganos dentales son más resistentes al exponerse a altas temperaturas permitiendo constituirse en un medio de identificación al analizar las características morfológicas, tratamientos dentales y los biomateriales utilizados durante los mismos. <sup>(4)</sup>

Este trabajo investigativo está apoyado con la tecnología espectrofotómetro que permitirá la lectura de datos de absorbancia debido al comportamiento de los biomateriales al estar sometidos a altas temperaturas, que se obtiene con el análisis de 50 discos, dividiéndolos en 4 biomateriales correspondientes a 20 discos de resina, 10 de amalgama, 10 de ionómero de vidrio y 10 de óxido de zinc eugenol, se realizará 10 repeticiones por temperatura los mismos que serán expuestos a 600°C y 1000°C.

La esencia del presente estudio de investigación es la caracterización de los biomateriales dentales que son usados en los tratamientos de rehabilitación oral, el microscopio y el espectrofotómetro serán indispensables para analizar los cambios estructurales con la finalidad de incluir datos para la recolección, análisis e interpretación por parte de investigadores judiciales, fiscales y peritos forenses, contribuyendo a la identificación de las personas.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el análisis de la investigación forense uno de los problemas más graves son los falsos positivos por la dificultad que se presenta al trabajar con seres humanos fallecidos al presentar alteraciones al ser expuestos a altas temperaturas cuya revisión de cuerpo no aporta una correcta identificación y el análisis se llevara a cabo mediante la valoración de las piezas dentales, uno de los componentes de esta problemática es la inexistencia de registros dentales con fines forenses que determine el tipo de biomaterial que utilizo durante un tratamiento rehabilitador.

La falta de pericia por parte del odontólogo forense dificulta la identificación de restos cadavéricos al analizar los biomateriales dentales y desconocer los cambios en sus propiedades y estructura a nivel macro - micro presentando fisuras, grietas y fracturas al exponerse a elevadas temperaturas dando lugar a confusiones durante el análisis forense.<sup>(5)</sup>

En un estudio realizado por Vázquez en el año 2012 en México se sometieron 124 piezas dentales a 5 temperaturas diferentes, como resultado obtuvieron cambios definidos y notables en cada temperatura en cuanto al color, textura, fisura, grietas, fracturas y fragmentación.<sup>(6)</sup>

En el año 2016 el autor Arcos realiza un estudio en Colombia, consistió en analizar el comportamiento de 375 discos de resina compuesta, de diferentes casas comerciales y los expuso a temperaturas de 200°, 400°, 600°, 800° y 1000° C, determino características similares en cada nivel de temperatura además mostraron que los biomateriales sufrieron cambios superficiales en su estructura en un 67% en cuanto a la textura, color, fisuras y grietas, mientras que un 33% en fracturas.<sup>(7)</sup>

La Ciencia Forense tiene relación en el ámbito médico, legal, mantiene una íntimamente dependencia con la Odontología, por medio de ella se puede realizar estudios de análisis e identificación de cadáveres en condiciones extremas, puesto que las estructuras dentales brindan información fehaciente y confiable al momento de identificar al cuerpo.<sup>(8)</sup>

Existe confusión e incompetencia por el profesional forense al no contar con la comparación de registros dentales ante y postmortem que facilitan las características distintivas para la identificación de la persona calcinada, puesto que los biomateriales son diferentes y son útiles para la investigación.

Dentro del ámbito legal es muy común que exista la situación de cuerpos que tienen procesos de flagelo por fuego que presentan dificultades de análisis por lo tanto las propiedades a altas temperaturas y cambios de estructura en el material dental hace que el registro clínico forense al no tener un patrón de reconocimiento en función de los biomateriales puede mejorar el proceso de identificación.

### 3. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad establecer una caracterización de diversos materiales utilizados en tratamientos odontológicos mismos que se expondrán a altas temperaturas para en función de los resultados determinar un patrón asociado que permita la identificación de los biomateriales en concomitancia con los historiales clínicos y logren revelar una información verídica para la identificación de cuerpos.<sup>(9)</sup>

La información que brinda la investigación a partir de su difusión es la construcción de una caracterización que con el transcurso del tiempo se pueda estandarizar para determinar cómo actúan los biomateriales al ser expuestos a elevadas temperaturas y poder usar la misma con fines forenses constituyéndose en una evidencia útil para los procesos de identificación.

La problemática es significativa ya que desde el ámbito forense el odontólogo brindará un contingente de apoyo para el reconocimiento de tratamientos dentales en cavidades de cuerpos que han sufrido flagelo por el fuego; cuya identidad de los restos humanos se enmarca en su derecho legal y moral. Por lo que el propósito de la investigación es la de brindar información del comportamiento de materiales para el reconocimiento de las víctimas de este tipo de sucesos.

Los beneficiarios directos de este estudio son los profesionales odontológicos forenses, odontólogos generales y en formación, al conocer sobre las características y atributos de los biomateriales restaurativos expuestos a altas temperaturas.

Este proyecto es viable a nivel académico y científico, actualmente nuestro país no cuenta con un vasto registro de profesionales con especialidades en odontología forense, siendo esta especialidad una contribución necesaria para la identificación cadavérica por consiguiente en la actualidad se dificulta la identificación de víctimas por quemaduras. Los órganos dentales son más resistentes a la descomposición parcial o total brindando un aporte de estudio en los procedimientos de diagnóstico de víctimas con la identificación de tratamientos y materiales dentales.

Esta investigación es pertinente y adecuada porque permitirá establecer patrones de identificación de los biomateriales utilizados en tratamientos de rehabilitación siendo de gran interés para profesionales especialmente en el ámbito forense legal.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General**

Analizar las características de los biomateriales dentales que son usados en los tratamientos de rehabilitación oral expuestos a altas temperaturas con fines forenses.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- Preparar las muestras de estudio in vitro para el proceso de exposición a altas temperaturas en el laboratorio.
- Realizar mediante el espectrofotómetro la lectura de datos de absorbancia de los materiales expuestos a altas temperaturas.
- Elaborar una tabla de comportamiento y atributos de los biomateriales expuestos a altas temperaturas.

## **5. MARCO TEÓRICO**

### **5.1 Odontología Forense**

Surge a partir del conocimiento odontológico, se maneja a través del ámbito judicial, en la identificación y reconocimiento de víctimas, mediante el manejo, evaluación y recolección de evidencias dentales, por medio del cual determinara la resolución de casos legales.<sup>(10)</sup>

Mantiene una relación con el derecho, rigiéndose al cumplimiento de leyes y al servicio de la justicia, en base a la ciencia odontológica que surgió siglos atrás, los análisis se lo realiza a personas fallecidas y vivas, mediante el tipo de lesión se aplicará el método de reconocimiento de identidad.<sup>(11)</sup>

Es una herramienta que apoya a la resolución de problemas que se presentan en el aspecto legal, a través del manejo y análisis de la evidencia, apreciación y exhibición proporcionada de manifestaciones dentales siendo estas útiles de acuerdo a su conveniencia en la determinación del proceso.<sup>(12)</sup>

### **5.2 Identificación de cuerpos**

Según Locard, manifiesta que es la acción policial o médico legal, en la cual se establece la personalidad de un sujeto.<sup>(9)</sup>

Es la determinación de conjuntos característicos propios que posee cada individuo, el cual se puede diferenciar de una persona a otra, mediante la comparación de rasgos específicos encontrados en los sujetos analizados, estableciendo un cotejamiento con la víctima y el victimario. Es decir es la comparación de registros ante y postmortem que determinara rasgos distintivos para la identificación del individuo.<sup>(13)(14)(15)</sup>

El Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF) de Colombia define la identificación odontológica como un detallado análisis del sistema estomatognático que comprende los tejidos duros y blandos, indaga lesiones o evidencias físicas que contribuyen a instaurar la identidad del individuo, a más de corroborar un testimonio o relacionar de forma neutral al victimario con la víctima y la escena.<sup>(16)</sup>

### **5.3 Técnicas de identificación**

El proceso de identificación se lo puede efectuar de dos formas, siendo estas las comparativas que se basan en el cotejo de antecedentes y registros previos con los encontrados en el cadáver a indagar y las reconstructivas que depende del estado del cadáver y no puede ser factible la identificación.<sup>(2)</sup>

Debido a los tejidos que recubren la cavidad oral, se ha demostrado científicamente que las estructuras que se encuentran en boca son altamente resistentes, frente a cualquier factor extremo sea este calor, traumatismos y putrefacción, debido a su localización y permanecer dentro del sistema bucal se conservan más que cualquier otra parte del cuerpo, siendo así los órganos dentales los únicos tejidos que permanecen en el individuo ante cualquier desastre.<sup>(10)(17)</sup>

Los rasgos morfológicos son asignados por los surcos labiales, rugas palatinas y huellas dentales, los mismos que servirán para la caracterización en situaciones específicas.<sup>(18)</sup>

Los métodos utilizados en odontología forense para la identificación son:

- Odontograma antemorten
- Queiloscopía.
- Rugoscopía.
- Odontoscopia.
- Odontometría.
- Prostodoncia.<sup>(9)</sup>

#### **5.3.1 Odontograma antemorten**

Componente de la historia clínica dental, es un documento de registro de trabajos realizados por el odontólogo, mediante la utilización de símbolos se marcan el número de piezas dentales presentes y ausentes, las que presentan restauraciones y la utilización de aparatos protésicos, además de los tratamientos odontológicos realizados, es decir nos otorga datos específicos que sirven de guía para establecer la identidad del paciente.<sup>(19)(16)</sup>

#### **5.3.2 Queiloscopía**

Es el análisis de huellas y surcos labiales que presentan los labios, son únicos e irrepetibles en cada individuo, los surcos se mantienen intactos y no sufren alteración ninguna con el

transcurso del tiempo, excepto por la presencia de particulares patologías tales como congénitas, adquiridas, neoplasias y traumatismos, estudios demuestran que algunos caracteres labiales son hereditarios, se la considera útil e indispensable para el proceso de identificación. <sup>(20)(21)</sup>

Estos rasgos labiales se pueden visualizar en vasos, servilletas, vestimenta, y cigarrillos otorgando una estrecha relación con el victimario y la escena del crimen, según Suzuki y Tsuchihashi la clasifica de acuerdo a las estrías labiales, siendo estas: verticales completas e incompletas, ramificadas y bifurcadas, entrecruzadas, reticuladas y otras formas, así lo determinaron. <sup>(21)</sup>

### **5.3.3 Rugoscopía**

Estudio de la forma, posición y tamaño de las rugas palatinas, inter incisivas y rafe medio localizadas en el paladar, se encuentra en la parte interna de la cavidad bucal la cual está rodeada por la lengua, mejillas y dientes, gracias a su localización no sufre alteraciones significativas siendo de gran aporte en la identificación de cuerpos flagelados. Las rugas palatinas son elevaciones de la mucosa su forma, longitud y numero son características únicas de cada individuo, su forma nunca se verá alterada así sea la víctima portador de un prótesis removible. <sup>(16)(18)</sup>

Se las clasifica en rugas simples como recta, curva, angular, circular, ondulada y punto mientras que las rugas compuestas en Recta Curva (RC), Recta Curva Angular (RCA), Circular Recta (CR) y Circular Sinusal Recta (CSR). Entre los métodos para la obtención de este examen tenemos la inspección directa, toma de impresiones y fotografías orales. <sup>(22)(16)</sup>

### **5.3.4 Odontoscopía**

Se produce por mordeduras que son lesiones ocasionadas al presar los dientes en distintas partes del cuerpo, se las cataloga como contusa si únicamente se presionan las piezas dentales contra la dermis, incisocontusa o cortocontusa al existir presión y corte como elemento de elaboración, tracción al encontrar fricción debido al arrastre de los dientes sobre la piel y mixta o combinada, en ocasiones presentan desgarre, succión y en el peor de los casos desprendimiento del tejido. <sup>(12)(23)</sup>

Se basa en que cada persona posee características dentales únicas, que distinguen de la de cualquier sujeto, habitualmente son lesiones premeditadas, enlazadas con asuntos delictivos y agresiones sexuales, las manifestaciones que quedan impregnadas en la piel son a través de las piezas dentales anteriores. En ocasiones puede presentar distorsión la cual depende de la fuerza, localización, movimiento y tiempo de evolución, para ser de apoyo a la indagación dependerá significativamente de la pericia y técnica de análisis odontólogo forense. <sup>(24)(12)</sup>

### **5.3.5 Odontometría**

También llamada morfometría dental, se encarga de obtener la extensión coronal y radicular de cualquier órgano dental o un segmento del mismo, a través del análisis comparativo establecen relaciones dimensionales de las piezas dentales con estudios clínicos antemortem, las dimensiones odontométricas son utilizadas por la antropología dentaria, por medio de la cual se ha adquirido información como hábitos alimenticios, patologías y la certidumbre de heredabilidad de rasgos morfométricos, así lo manifestaron Townsend y Brown, quienes expresaron que la dimensión mesio-distal es la que más arroja determinación genética que la dimensión vestíbulo-lingual. <sup>(25)(19)</sup>

### **5.3.6 Prostodoncia**

Estudio no tan convencional, se basa en la marcación o asignación de un código a las prótesis fija o removible, en ciertas ocasiones permanecen intactas, tras haber sufrido el cuerpo algún flagelo, apoyando significativamente al proceso de identificación de la víctima. <sup>(19)</sup>

### **5.3.7 ADN dentario**

El sistema estomatognático conforma la fuente principal de extracción de ADN, debido a que existen células en el tejido de la mucosa oral, saliva y en los órganos dentales, el ADN mitocondrial se conserva mucho mejor que el genómico, se basa en el análisis del mismo y establece cotejos identificatorios. <sup>(26)</sup>

Los tejidos dentales como esmalte, dentina y cemento son altamente resistentes a elevadas temperaturas y a la descomposición cadavérica, facilitando la conservación de los conductos y tejido pulpar, contienen gran cantidad de material genético a pesar de ser

sometidos a factores extremos, siendo el método más simple al momento de identificar un cuerpo.

Vale recalcar que desde tiempos remotos la forma de identificación de cuerpos de víctimas que sufrieron algún desastre, la realizaban por medio de biomateriales que se encontraban en las arcadas y radiografías dentales, siendo el odontólogo el encargado de aportar a la investigación de reconocimiento.<sup>(10)</sup>

#### **5.4 Altas temperaturas en el factor forense**

La incineración, calcinación y carbonización son los tres métodos que se emplea para la desaparición total de cualquier evidencia criminal, la incineración es el método de reducción del cuerpo a cenizas a través del fuego, mientras que la carbonización es similar a una quemadura de cuarto grado, con una temperatura mayor a 200°C viéndose afectados los tejidos blandos de la cavidad bucal y la calcinación es la pérdida de toda sustancia volátil o carbonato de potasio.<sup>(2)</sup>

El cuerpo al ser manipulado por altas temperaturas dificulta el análisis e identificación de las estructuras del individuo, no obstante los órganos dentales son capaces de resistir los cambios extremos de temperatura, convirtiéndose en la única herramienta de análisis para determinar la identidad del individuo.<sup>(27)</sup>

Varios estudios mencionan que las estructuras dentales y sus biomateriales pueden resistir a la exposición de altas temperaturas debido a su composición siendo invulnerables, resistiendo a la exposición de hasta 1.000° C, obteniendo resultados verificables aptos para cualquier análisis, determinando que las estructuras dentales sufren cambios estructurales a partir de los 500° C.<sup>(3)</sup>

Las estructuras dentales al ser expuestas al fuego en temperaturas elevadas sufren cambios significativos tales como: cambio de tonalidad o manchas en su superficie tomando el aspecto carbonizado, incineradas y calcinadas, en ocasiones se mantiene intacta su estructura, por tal motivo son muy susceptibles por lo cual se deberá sustentar el proceso de identificación con registros dentales, radiografías, fotografías, impresiones y modelos en yeso.<sup>(2)</sup>

## **5.5 Rehabilitación Oral y su función en los aspectos forenses**

En los procesos de identificación de cuerpos postmortem, especialmente cuando ha sufrido cambios en situaciones por altas temperaturas, la identificación postmortem es ideal en el ámbito de la odontología forense, relacionándola con los biomateriales como parte de una rehabilitación oral, permitiendo enlazar los registros antemortem de la víctima. <sup>(2)</sup>

La rehabilitación oral se obtiene mediante un diagnóstico y plan de tratamiento, devolviendo la funcionalidad mecánica y fisiológica de las piezas dentales, además de otorgar la estética necesaria. <sup>(28)(29)</sup>

Para cada plan de tratamiento es necesario el empleo de diferentes materiales, el cual depende del diagnóstico y criterio del profesional, los cuales deben constar en el registro de una historia clínica conformándose como una herramienta para el análisis forense.

## **5.6 Materiales dentales analizados en técnicas de investigación forense.**

Los materiales dentales en el ámbito forense brindan alta resistencia al exponerse a elevadas temperaturas, logrando ser instrumentos de identificación durante el análisis de víctimas, debido a su composición química y su propósito de prevenir y aliviar patológicas, se localizan dentro de la cavidad bucal, por ello están protegidas por las estructuras que las recubren. <sup>(30)(31)</sup>

### **5.6.1 Características de los materiales para el análisis forense**

Los materiales dentales deben ser biocompatibles y cumplir con las necesidades de restauración, además de poseer una alta resistencia a cambios térmicos y al pH salival, finalmente contener comprensión y estética. <sup>(32)(33)</sup>

Los biomateriales presentes en cavidad oral colaboran en el análisis, registro e identificación de todos los tratamientos de rehabilitación, conformando bases de datos para análisis posteriores en el aspecto de odontología forense. <sup>(30)</sup>

## **5.7 Materiales Restaurativos útiles para el análisis forense**

Las piezas dentales al presentar una alteración en su función y morfología son rehabilitadas con biomateriales cerámicos, polímeros y metales compatibles con el medio bucal, para cada tratamiento son empleados distintos materiales característicos para su necesidad

Los encontramos clasificados de la siguiente manera:

- Materiales metálicos aquellos utilizados en aleaciones, poseen un enlace metálico, el cual le proporciona la característica de conducción eléctrica y térmica, además de una alta resistencia a la corrosión.
- Materiales cerámicos característicos por un enlace iónico, contienen aislación térmica y eléctrica, punto de fusión y ebullición elevados, además presenta aspecto translucido, rígido y frágil.
- Materiales Orgánicos o denominados plásticos, contienen macromoléculas y un enlace covalente, su punto de fusión es bajo al igual que sus propiedades mecánicas.
- Materiales combinados o composites, unión de dos o más materiales con el fin de optimizar sus propiedades. <sup>(32)(34)(31)</sup>

### **5.7.1 Resinas compuestas**

Material que contiene matriz orgánica, partículas inorgánicas, un agente de unión denominado silano, el cual permite establecer relación con el interior de la matriz orgánica, además otorga propiedades mecánicas y físicas y un fotoindicador denominado canfoquina. Los principales elementos de relleno inorgánico son el cuarzo, sílice coloidal y vídrioso, los cuales contienen estroncio, bario y zirconio. <sup>(35)(36)</sup>

Las resinas son materiales que ayudan a restituir morfología, función y estética, material que ha surgido con el transcurso del tiempo convirtiéndose en el más usual para tratamientos de restauraciones anteriores y posteriores colaborando con la odontología conservadora. <sup>(37)</sup>

#### **5.7.1.1 Resinas compuestas de macropartículas**

Compuesta por partículas de macrorrelleno de 0.1 a 10  $\mu\text{m}$ , se caracterizan por presentar grado alto de rugosidad, resistencia al desgaste, susceptibles a la aparición de manchas por retención de pigmentos. Se encuentran en desuso. <sup>(38)</sup>

#### **5.7.1.2 Resinas compuestas de micropartículas**

Compuesto por sílice coloidal entre 0.04 a 0.05  $\mu\text{m}$ , este material es aceptable para la región anterior en clase III, IV y V. Esto está dado por la resistencia limitada al estrés y a las propiedades estéticas.

## **Ventajas**

- Logra una excelente estética al momento del acabado y pulido de la restauración.
- Indicadas en restauraciones estéticas.
- Buena textura superficial.
- Módulo de elasticidad bajo.

## **Desventajas**

- Mayor contracción.
- Baja resistencias a la fractura.<sup>(39)(38)</sup>

### **5.7.1.3 Resinas híbridas**

Su denominación se encuentra dada al estar reforzados por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaños de macropartículas que oscilan de 1 a 8 micrones y micropartículas de 0.04 a 0.05 micrones, dando una gran variedad de colores y capacidad de adaptación con estructuras dentales. En la actualidad son usadas para restauraciones en los sectores anteriores y posteriores.

## **Ventajas**

- Excelente estética
- Buenas características de pulido y textura
- Diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia.<sup>(40)</sup>

### **5.7.1.4 Resinas híbridas modernas o microhíbridas**

Poseen partículas submicrométricas de dos tamaños la más grande de 0.04 a 1 micrón, y de menor tamaño entre 0.06 y 0.08 micrones, proveen resistencia al desgaste, presentan dificultades para ser pulidas ya que el brillo superficial se pierde con rapidez.<sup>(40)</sup>

### **5.7.1.5 Resinas de nanorelleno**

El desarrollo nanotecnológico en estas resinas presenta partículas de 0.02 a 0.075 micrones, material dental restaurativo que colabora en la translucidez, posee larga durabilidad, resistente a la fractura y es usada en el sector anterior y posterior.<sup>(37)(38)</sup>

## **5.7.2 Amalgama**

Aleación metálica combinada por varios elementos a un material base, a través del aumento de temperatura basado en los puntos de fusión, esta mezcla permite optimizar sus propiedades físicas y mecánicas, de tal manera que la amalgama está compuesta de mercurio y otros metales como plata, cobre, estaño, y zinc. <sup>(41)</sup>

Amalgama: es la aleación que se forma al unir el mercurio con otro metal.

Aleación para amalgama: aleación que se prepara para unir con el mercurio, en el mercado se encuentran en forma de pastillas o en polvo.

Amalgama dental: es la combinación de la plata, cobre, estaño y zinc juntamente con mercurio. <sup>(38)</sup>

Utilizada en odontología desde tiempos remotos, indicada para cavidades clase I y I, por su composición adquieren aspectos significativos en su tenacidad y dureza, no es un material estético, debido a su aspecto no contiene morfología ni el matiz característico de la pieza dental a restaurar. <sup>(42)</sup>

### **5.7.2.1 Propiedades de la amalgama**

- Cambio dimensional.
- Dureza.
- Deformación plástica.
- Corrosión.
- Alta conductividad térmica.
- Factor de expansión térmica. <sup>(43)</sup>

### **5.7.2.2 Contraindicaciones**

- Cavidades extensas o con paredes dentales débiles.
- Estéticamente en el sector anterior.
- Restauraciones de diferentes metales porque produce galvanismo.

### **Ventajas**

- Sencilla manipulación.
- Buen sellado marginal.

- Mantenimiento de la anatomía dentaria.
- Resistente al desgaste.
- Económico.
- Material longevo.

### **Desventajas**

- No es estético.
- Tatuajes de amalgama.
- Puede producir galvanismo.<sup>(37)(43)</sup>

### **5.7.3 Ionómero de vidrio**

Los ionómeros de vidrio poseen una reacción ácido-base que forman materiales rígidos, la base está compuesta de flúor, silicio y aluminio, el ácido contiene al ácido polialquenoico, por tal motivo liberan flúor, este material desarrolla una capa de intercambio iónico interfacial fuerte y duradero en la interfaz con el diente, que es responsable de su adhesión. El fraguado se produce por ácido polimérico soluble en agua, iones de vidrio básico y agua formando una mezcla viscosa que fragua rápidamente.<sup>(44)(45)</sup>

Existen ionómeros de estructura modificada por que contienen partículas de monómeros hidrofílicos, por su intercambio iónico permite que la dentina y esmalte se unan, además son útiles para base, recubrimiento y relleno cavitario, los encontramos de acuerdo a su reacción y composición como:

- Convencionales o tradicionales de alta densidad y remineralizantes.
- Modificados con resina de autopolimerización y fotopolimerización.<sup>(46)</sup>

#### **5.7.3.1 Propiedades**

- Compatibilidad biológica.
- Inicialmente presenta un pH ácido después se neutraliza.
- Anticariogénico con la liberación de fluoruro de sodio durante las primeras horas y días.
- Capacidad de adhesión al esmalte, dentina y cemento.
- Rigidez similar a la dentina.
- Alta resistencia compresiva.

- Estabilidad química y dimensional
- Fácil manipulación.<sup>(47)(48)</sup>

#### **5.7.4 Óxido de Zinc Eugenol**

Los materiales dentales que contienen eugenol se utilizan con frecuencia en odontología clínica. Se obtiene de la combinación de dos elementos tales como el eugenol y el óxido de zinc, su reacción de fraguado es lenta, se lo denomina eugelanato de zinc. Lo encontramos de alta y baja resistencia, cuando se aplica óxido de zinc-eugenol (ZOE) a una cavidad dentinal, pequeñas cantidades de eugenol se transmiten a través de la dentina hasta la pulpa, las bajas concentraciones de eugenol ejercen efectos antiinflamatorios y anestésicos locales sobre la pulpa dental, además actúa como relleno de cavidades siendo un protector pulpodentinario, sellador de conductos, obturación en dientes temporales y apósitos gingivales.<sup>(49)(50)</sup>

Los cementos de óxido de zinc eugenol tienen la facilidad de acoplarse en las cavidades y posee leves cambios dimensionales. En el área endodóntica este material colabora en el cierre y protección de la cavidad con la finalidad de evitar el ingreso de líquidos bucales, bacterias y la salida de medicación intraconducto. Por lo tanto, los cementos de óxido de zinc-eugenol son considerados de mejor tolerancia por los tejidos dentarios en comparación con otros materiales dentales al aliviar el dolor, al ser bacteriostáticos y antisépticos, siendo tolerados por los pacientes.<sup>(51)(50)</sup>

#### **Ventajas**

- Bajo costo
- Fácil manipulación y remoción.
- Propiedades antibacterianas y sedantes.
- Buen sellado cavitario.<sup>(52)</sup>

#### **Desventajas**

- Incompatible con restauraciones adhesivas.
- No provee fuerza estructural.
- Propiedad mecánica baja.<sup>(52)</sup>

## 5.8 Característica de los materiales en resistencia al fuego

La resina es uno de los materiales más utilizados en los planes de tratamiento dental, debido su alta resistencia al desgaste, menor grado de contracción y su potencial de adhesión, además es uno de los más estéticos al momento de consumir con el requerimiento del paciente.

El comportamiento de las resinas a través del incremento controlado de temperatura, se determinó que a 200°C se reduce el brillo y el matiz tornándose opaca, a 400°C disminuye el brillo, el matiz y la saturación presentando una tonalidad marrón, a 600°C disminuye el brillo, el matiz y la saturación dando un color negro y entre los 800°C y 1000°C aumenta el brillo y disminuye el matiz y la saturación exhibiéndose una coloración de gris a blanco. (3)(7)(36)

La amalgama presentan alta resistencia, durabilidad y fácil manipulación, sin embargo ya no es una opción de material restaurativo, debido a que no cumple con los estándares de estética y posee un riesgo bajo provocar reacciones alérgicas en la mucosa oral. Sin embargo existen aún en cavidad, son útiles para esta investigación porque forman parte de la en la estructura dental. (34)

Varios estudios determinaron que la amalgama a 200°C presenta una estructura rugosa sin brillo, 400°C presencia de nódulos redondos de aspecto poroso y con fisuras, 600°C se observa de color gris oscuro con fracturas, finalmente a 800° C presencia de fragmentos rugosos, opacos y frágiles con tendencia a pulverizarse. (42)(53)

El cemento de ionómero de vidrio sometido a temperatura de 800°C presenta una coloración marrón y está adherida a la obturación, la gutapercha en el tratamiento endodóntico y a las paredes dentinarias, a 1000°C se determinó calcinación del material debido a una fractura coronal por exposición directa del material, mientras que a 200 y 400°C permanece intacto, este estudio se lo realizo por pruebas radiográficas, conforme incrementa la temperatura se dificulta la observación de los cambios en su estructura por su incineración. (6)

El óxido de zinc y eugenol es una mezcla que resulta de la mezcla del óxido de zinc con eugenol, su presentación es polvo – líquido y en pasta. Expuesto a altos grados de temperatura, que pueden expresarse a 400° y 1000° C, presentan en su composición fracturas o grietas, con una coloración blanco tiza y un aspecto rugoso en su estructura. (4)

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1 Tipo de investigación**

Esta investigación fue de tipo observacional y descriptiva porque se identificó los cambios estructurales de los biomateriales al ser expuestos a altas temperaturas, considerando que los materiales tienen alto grado de resistencia con fines forenses y debido a que por medio de una operacionalización de atributos y variables se determinó el efecto que causan las altas temperaturas en las resinas, amalgama, ionómero de vidrio de autocurado y óxido de zinc y eugenol con el fin de medir el grado de afectación en los mismos. Fue un estudio correlacional porque busco establecer la relación del comportamiento de un mismo material expuesto a dos temperaturas y sus características, e in vitro debido a que no comprometió muestras directas de individuos y su aplicación se realizó con el uso de biomateriales dentales en un laboratorio.

Esta investigación se la realizó mediante un procedimiento comprendido en cuatro fases denominadas como elaboración de la estructura para la recolección de las muestras, recolección de muestras, caracterización de las muestras y análisis estadístico

### **6.2 Diseño de la investigación**

Esta investigación fue cuasi experimental debido a que el grupo de estudio fue delimitado por biomateriales y se manipulo variables.

### **6.3 Población**

Se utilizó 5 clases de biomateriales, por cada biomaterial se conformó 20 discos, de los cuales 10 discos se expusieron a 600°C y 10 discos a 1000°C.

### **6.4 Criterios de selección**

- Materiales que no cumplieran los estándares de medida.
- Materiales que no presentaron ninguna alteración en su estructura como fracturas, grietas o rugosidades.

### **6.5 Entorno**

- Centro de Investigación de Ciencias Forenses – Ambato
- Laboratorio dental Hinostroza

## **6.6 Técnicas e instrumentos**

La técnica que se empleó fue la observación y el instrumento fue una lista de cotejo.

## **6.7 Análisis estadístico**

Este estudio utilizó estadística descriptiva para caracterizar los biomateriales expuestos a altas temperaturas y los datos fueron procesados con la ayuda de un programa estadístico.

## **6.8 Método de recolección de datos**

-Se recolectó información cualitativa acerca de:

Discos de biomateriales

-Se midió datos cuantitativos respecto a:

Medidas apoyadas en el espectrofotómetro.

## **6.9 Elaboración de la información**

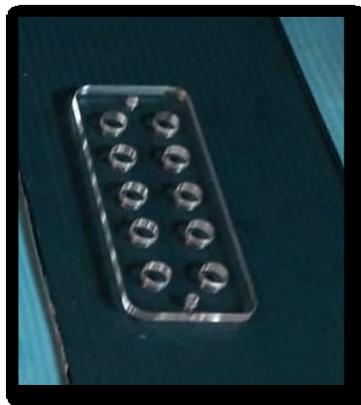
Análisis de correlación, estadísticos descriptivos procesados mediante SPSS versión 25.00.

## **6.10 Intervenciones**

### **Fase 1: Elaboración de la estructura para la recolección de las muestras**

Se confeccionó en una máquina de corte en acetato el diseño de placas con 10 perforaciones en forma de círculos con las dimensiones de 1cm de largo y 4mm de ancho.

**Fotografía Nro. 1.** Placa de acetato con 10 orificios circulares



Fuente: Registro fotográfico del autor

## Fase 2: Recolección de las muestras

Se procedió a la elaboración de las muestras por medio de las placas de acetato, para cada biomaterial se utilizó diferentes procedimientos, los cuales fueron:

### Resina A

1. A la placa de acetato con perforaciones en forma de círculo se colocó aislante y se utilizó de base una loseta de vidrio.
2. Se procedió a colocar la resina en los orificios de la placa de acetato con la ayuda de un gutaperchero
3. Lleno por completo el orificio de la placa de acetato se realizó el proceso de fotocurado mediante una lámpara de luz led por unos 40 segundos.
4. El mismo proceso lo repetimos con los 9 orificios sobrantes, hasta cubrirlos por completo.
5. Una vez cubiertos todos los orificios de la placa de acetato con resina se los retiro de la misma para ser colocados en fundas con cerrado hermético para su conservación.

**Fotografía Nro. 2.** Elaboración de discos de Resina A



Fuente: Registro fotográfico del autor

## Resina B

1. A la placa de acetato con perforaciones en forma de círculo se colocó aislante y se utilizó de base una loseta de vidrio.
2. Se procedió a colocar la resina en los orificios de la placa de acetato con la ayuda de un gutaperchero
3. Lleno por completo el orificio de la placa de acetato se realizó el proceso de fotocurado mediante una lámpara de luz led por unos 40 segundos.
4. El mismo proceso lo repetimos con los 9 orificios sobrantes, hasta cubrirlos por completo.
5. Una vez cubiertos todos los orificios de la placa de acetato con resina se los retiro de la misma para ser colocados en fundas con cerrado hermético para su conservación

**Fotografía Nro. 3.** Elaboración de discos de Resina B



Fuente: Registro fotográfico del autor

## **Ionómero de vidrio de autocurado**

1. A la placa de acetato se colocó aislante en las perforaciones en forma de círculo y de base se utilizó una loseta de vidrio.
2. Se colocó en una loseta de vidrio (blocks de mezcla) una porción de polvo y líquido respetando las indicaciones del fabricante en su modo de uso, en proporción 1 a 1 es decir una cucharada de polvo y una gota de líquido.
3. Se mezcló de manera homogénea por unos 20 a 30 segundos, después se situó en los orificios de la placa de acetato manipulándolos con un gutaperchero.
4. Al cabo de unos minutos el biomaterial cumplió con su proceso de gelificación endureciéndose por completo.
5. El mismo proceso lo repetimos con los 9 orificios sobrantes, hasta cubrirlos por completo.
6. Una vez cubiertos todos los orificios de la placa de acetato con resina se los retiro de la misma para ser colocados en fundas con cerrado hermético para su conservación.

### **Fotografía Nro. 4.** Elaboración de discos de ionómero de vidrio de autocurado

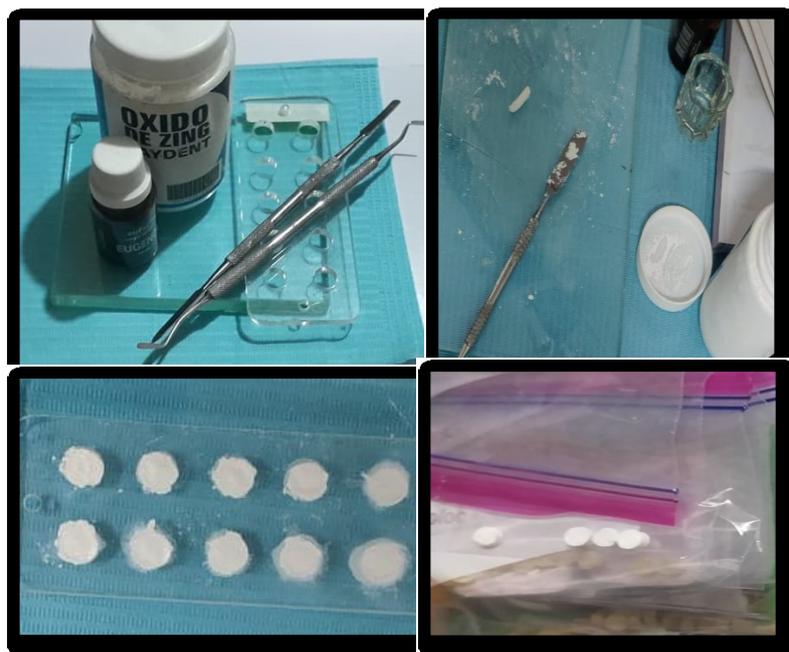


Fuente: Registro fotográfico del autor

## Óxido de zinc y eugenol

1. A la placa de acetato se colocó aislante en las perforaciones en forma de círculo y de base se utilizó una loseta de vidrio.
2. Se colocó en una loseta de vidrio una porción de polvo y líquido respetando las indicaciones del fabricante en su modo de uso, en proporción 3 a 1 es decir tres cucharadas de polvo y una gota de líquido.
3. Se mezcló de manera homogénea con una espátula, después se colocó el biomaterial en el orificio de la placa de acetato.
4. El mismo proceso lo repetimos con los 9 orificios sobrantes, hasta cubrirlos por completo.
5. Al cabo de un tiempo el biomaterial cumple con su proceso de fraguado endureciéndose por completo.
6. El mismo proceso lo repetimos con los 9 orificios sobrantes, hasta cubrirlos por completo.
7. Una vez cubiertos todos los orificios de la placa de acetato con resina se los retiro de la misma para ser colocados en fundas con cerrado hermético para su conservación.

**Fotografía Nro. 5.** Elaboración de discos de óxido de zinc y eugenol

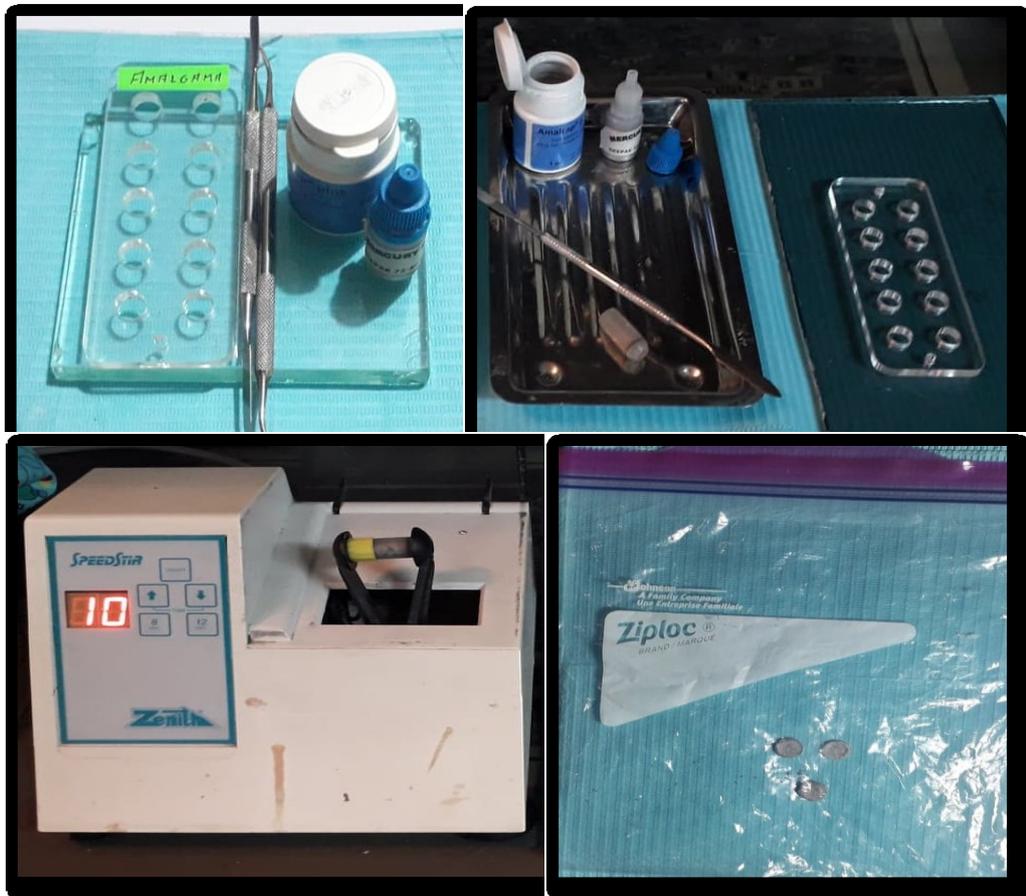


Fuente: Registro fotográfico del autor

## Amalgama

1. A la placa de acetato con perforaciones en forma de círculo se colocó aislante y se utilizó de base una loseta de vidrio.
2. Se procedió a colocar en las capsulas de amalgama el polvo y el líquido, para después mezclarlas con el amalgamador.
3. Por medio de un gutaperchero se colocó la amalgama en el orificio de la placa de acetato y con un bruñidor se obtuvo una forma homogénea.
4. Tiempo más tarde el biomaterial se fraguó llegando a endurecerse con su respectiva forma.
5. El mismo proceso lo repetimos con los 9 orificios sobrantes, hasta cubrirlos por completo.
6. Una vez cubiertos todos los orificios de la placa de acetato con resina se los retiró de la misma para ser colocados en fundas con cerrado hermético para su conservación.

**Fotografía Nro. 6.** Elaboración de discos de amalgama



Fuente: Registro fotográfico del autor

Una vez obtenidas todas las muestras se procedió a exponerlas a 600° Y 1000° C, en un horno de desecado, para exponerlas a estas temperaturas se confecciono un molde en yeso de revestimiento donde contuvo las 10 muestras de cada biomaterial analizado, colocándolas de la siguiente manera:

### **Muestras sometidas a 600°C**

1. En primera instancia se programó el horno a la temperatura indicada.
2. Después se colocaron 4 moldes de yeso de revestimiento en los que contenían los discos de biomateriales de resina a, b, ionómero de vidrio de autocurado y el óxido de zinc y eugenol.
3. Una vez colocados los materiales en el horno se dio inicio al proceso de calentamiento.
4. Tardo en alcanzar la temperatura deseada 45 minutos, se apagó el horno y se dejó la puerta media abierta para que descendiera la temperatura.
5. Se sacaron los moldes con los biomateriales con la respectiva barrera de protección y se realizaron los análisis respectivos para después ser colocados en una bolsa plástica de cerrado hermético para su conservación

El mismo procedimiento se realizó con los discos de amalgama, debido a que no alcanzo en el espacio permitido del horno.

**Fotografía Nro. 7.** Exposición de los biomateriales a 600° C



Fuente: Registro fotográfico del autor

### Fotografía Nro. 8. Procedimiento de retito de los biomateriales a 600°C



Fuente: Registro fotográfico del autor

### Muestras sometidas a 1000°C

1. En primera instancia se programó el horno a la temperatura indicada.
2. Después se colocaron 4 moldes de yeso de revestimiento en los que contenían los discos de biomateriales de resina a, b, ionómero de vidrio de autocurado y el óxido de zinc y eugenol.
3. Una vez colocados los materiales en el horno se dio inicio al proceso de calentamiento.
4. Tardo en alcanzar la temperatura deseada 1 hora y 30 minutos, se apagó el horno y se dejó que descendiera la temperatura hasta los 500° C con esto se consumió todos los gases presentes.
5. Se procedió a sacar los moldes con los biomateriales con la respectiva barrera de protección y se dejó reposar a temperatura ambiente.

6. Se realizaron los análisis respectivos para después ser colocados en una bolsa plástica de cerrado hermético para su conservación

El mismo procedimiento se realizó con los discos de amalgama, debido a que no alcanzo en el espacio permitido del horno.

**Fotografía Nro. 9.** Exposición de biomateriales a 1000°C



Fuente: Registro fotográfico del autor

### Fotografía Nro. 10. Procedimiento de retiro de biomateriales a 1000°C



Fuente: Registro fotográfico del autor

### Fase 3: Caracterización de las muestras

Se analizaron las muestras a través del microscopio de comparación y el espectrofotómetro.

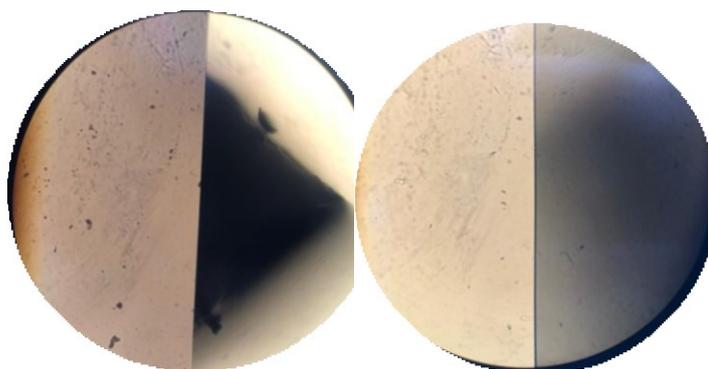
#### Microscopio de comparación

##### Resina A

Se tomó una porción mínima de las muestras a 600 ° y 1000° C para ser colocadas en las placas de vidrio para ser analizadas.

Se observó dos muestras las cuales presentaron en su estructura desplazamiento y agrupación de sus partículas, determinaron ciertas características específicas presentes en los discos de biomateriales expuestos a dichas temperaturas.

**Fotografía Nro. 11.** Observación de las muestras de resina A



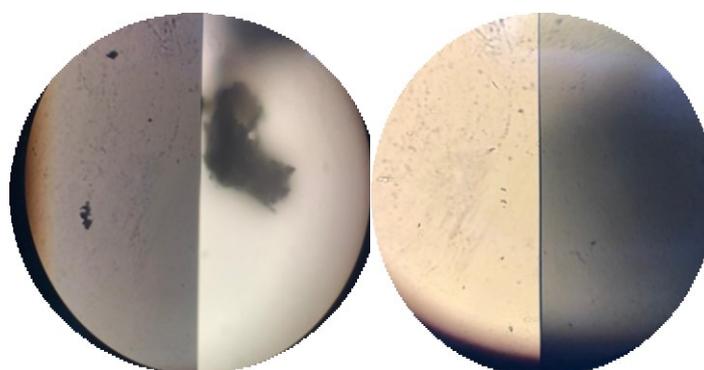
Fuente: Registro fotográfico del autor

**Resina B**

Se tomó una porción mínima de las muestras a 600 ° y 1000° C para ser colocadas en las placas de vidrio para ser analizadas.

Se observó dos muestras las cuales presentaron en su estructura desplazamiento y agrupación de sus partículas, determinaron ciertas características específicas presentes en los discos de biomateriales expuestos a dichas temperaturas.

**Fotografía Nro. 12.** Observación de las muestras de resina B



Fuente: Registro fotográfico del autor

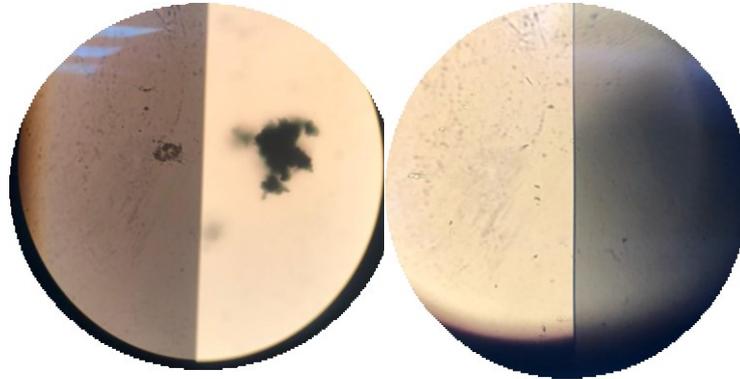
**Ionómero de vidrio de autocurado**

Se tomó una porción mínima de las muestras a 600 ° y 1000° C para ser colocadas en las placas de vidrio para ser analizadas.

Se observó dos muestras las cuales presentaron en su estructura desplazamiento y agrupación de sus partículas, determinaron ciertas características específicas presentes en los discos de biomateriales expuestos a dichas temperaturas.

Fue el biomateriales más resistentes debido a que no sufrió una alteración significativa en su estructura que la alterara.

**Fotografía Nro. 13.** Observación de las muestras de ionómero de vidrio de autocurado



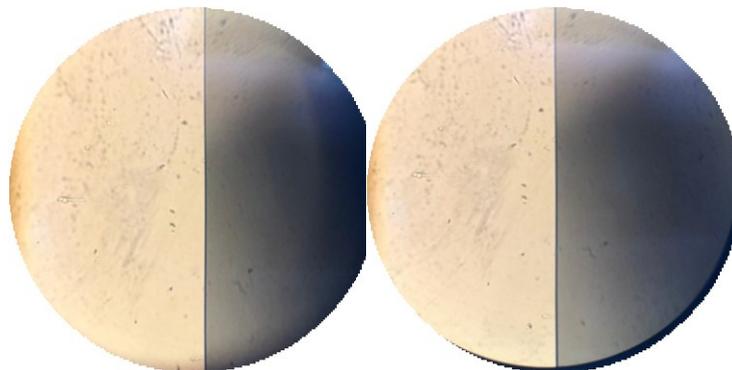
Fuente: Registro fotográfico del autor

### **Óxido de zinc y eugenol**

Se tomó una porción mínima de las muestras a 600 ° y 1000° C para ser colocadas en las placas de vidrio para ser analizadas.

Se observó dos muestras las cuales presentaron en su estructura desplazamiento y agrupación de sus partículas, determinaron ciertas características específicas presentes en los discos de biomateriales expuestos a dichas temperaturas.

**Fotografía Nro. 14.** Observación de las muestras de óxido de zinc y eugenol



Fuente: Registro fotográfico del autor

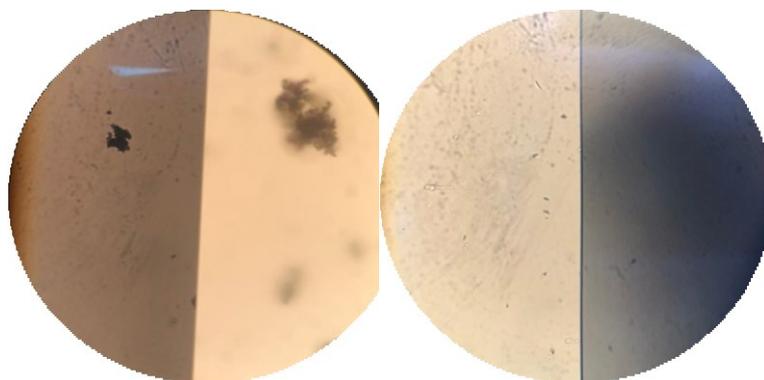
## **Amalgama**

Se tomó una porción mínima de las muestras a 600 ° y 1000° C para ser colocadas en las placas de vidrio para ser analizadas.

Se observó dos muestras las cuales presentaron en su estructura desplazamiento y agrupación de sus partículas, determinaron ciertas características específicas presentes en los discos de biomateriales expuestos a dichas temperaturas.

Biomaterial que fue alterado la disposición de sus partículas a mayor temperatura modificando su forma y estructura.

**Fotografía Nro. 15.** Observación de las muestras de amalgama



Fuente: Registro fotográfico del autor

## **Espectrofotómetro**

Se trituro todos los discos correspondientes a cada biomaterial y fueron colocados en frascos plásticos que contenían agua destilada.

Después se procedió a filtrar todo el contenido del frasco por medio de un papel filtro, el líquido obtenido se colocó en un tubo de ensayo.

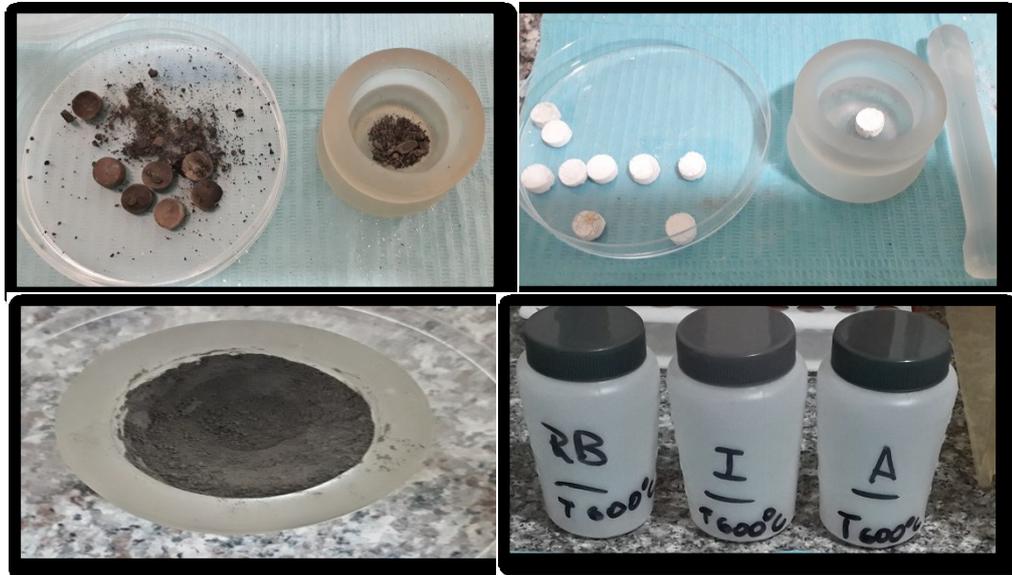
Una vez rotulado el tubo de ensayo con el líquido se sometió a centrifugación.

Este procedimiento se utilizó en todas las muestras obtenidas con sus diferentes temperaturas.

Finalizado con todas las muestras de biomateriales a través de los procedimientos en los cuales se obtuvo el líquido, se analizó la absorbancia en los siguientes filtros 340, 405,

500, 546 y 620, este proceso se realizó en cada uno de los líquidos de los biomateriales en sus respectivas temperaturas.

**Fotografía Nro. 16.** Trituración de los biomateriales



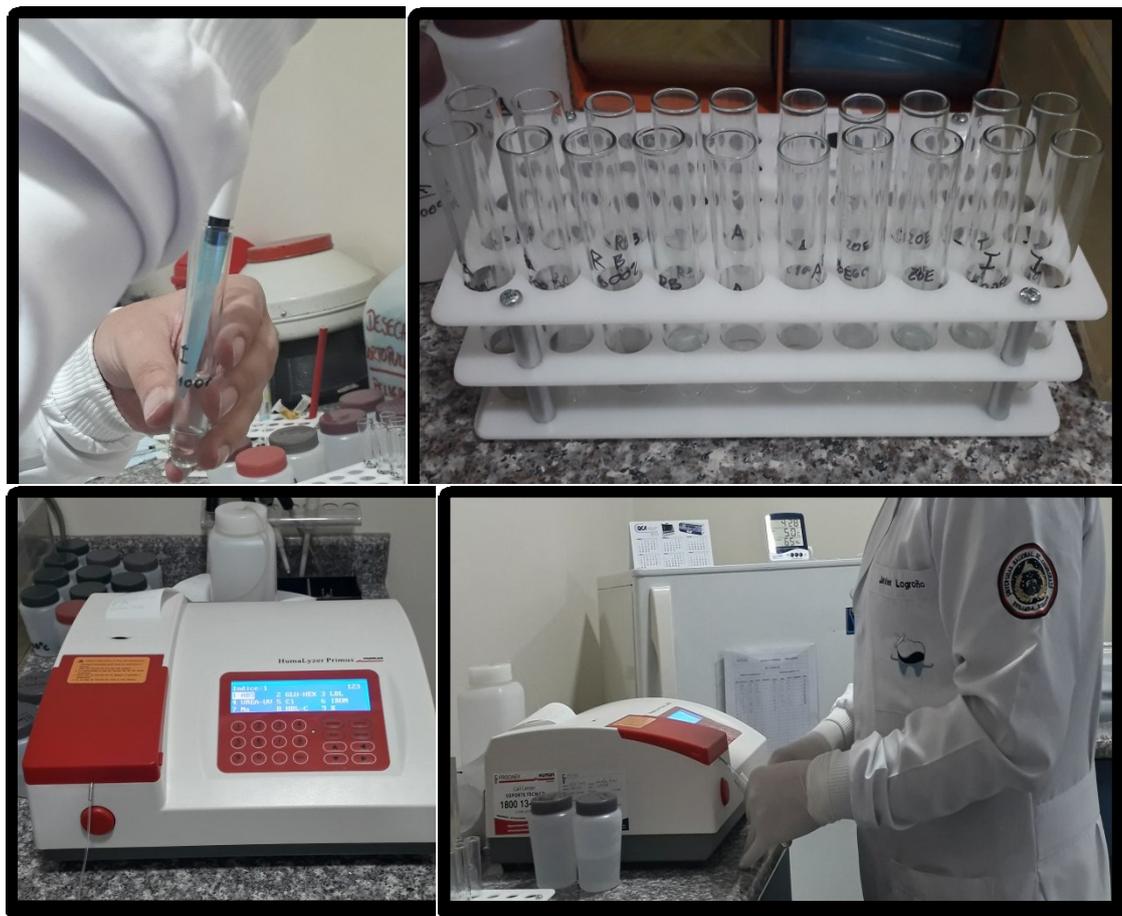
Fuente: Registro fotográfico del autor

**Fotografía Nro. 17.** Filtración y centrifugación de las muestras de biomateriales



Fuente: Registro fotográfico del autor

### Fotografía Nro. 18. Análisis en el espectrofotómetro



Fuente: Registro fotográfico del autor

### 6.12 Cuestiones éticas

Todo el trabajo investigativo se lo realizo en un laboratorio dental sin la necesidad de muestras biológicas, siendo la base de esta investigación el uso de biomateriales.

### 6.13 Operacionalización de las variables

#### VI: Altas temperaturas

| Conceptualización  | Dimensión   | Indicador                           | Técnica     | Instrumento     |
|--|-------------|-------------------------------------|-------------|-----------------|
| Las altas temperaturas son magnitud física determinada por una alta intensidad de calor manifestado en un objeto o un medio ambiente, es medido por un termómetro. | Temperatura | Grados Celsius<br>600° C<br>1000° C | Observación | Lista de cotejo |

#### VD: Caracterizar Materiales restaurativos

| Conceptualización   | Dimensión   | Indicador  | Técnica     | Instrumento     |
|---|---|--|-------------|-----------------|
| Otorgar atributos, características, valores a materiales biocompatibles con la estructura dental usados para devolver la función de la pieza afectada | Atributos<br>Valores<br>Características<br>Material biocompatible | Coloración<br>Paso de la luz<br>Absorbancia<br>Estructura<br>Agrietamiento<br>Fractura<br>Rugosidad<br>Tipo de biomaterial | Observación | Lista de cotejo |

## 7. RESULTADOS

**Tabla Nro. 1.** Coloración de biomateriales a dos temperaturas

| Temperatura | Tipo de Biomaterial    | Color  |       |                         |      | Total |
|-------------|------------------------|--------|-------|-------------------------|------|-------|
|             |                        | Blanco | Negro | Negro con vetas blancas | Gris |       |
| 600         | Resina A               | 0      | 1     | 9                       | 0    | 10    |
|             | Resina B               | 0      | 0     | 10                      | 0    | 10    |
|             | Ionómero de vidrio aut | 0      | 0     | 0                       | 10   | 10    |
|             | Óxido de Zinc Eugenol  | 10     | 0     | 0                       | 0    | 10    |
|             | Amalgama               | 0      | 10    | 0                       | 0    | 10    |
|             | Total                  | 10     | 11    | 19                      | 10   | 50    |
| 1000        | Resina A               | 10     | 0     | 0                       | 0    | 10    |
|             | Resina B               | 10     | 0     | 0                       | 0    | 10    |
|             | Ionómero de vidrio aut | 10     | 0     | 0                       | 0    | 10    |
|             | Óxido de Zinc Eugenol  | 10     | 0     | 0                       | 0    | 10    |
|             | Amalgama               | 0      | 0     | 0                       | 10   | 10    |
|             | Total                  | 40     | 0     | 0                       | 10   | 50    |
| Total       | Resina A               | 10     | 1     | 9                       | 0    | 20    |
|             | Resina B               | 10     | 0     | 10                      | 0    | 20    |
|             | Ionómero de vidrio aut | 10     | 0     | 0                       | 10   | 20    |
|             | Óxido de Zinc Eugenol  | 20     | 0     | 0                       | 0    | 20    |
|             | Amalgama               | 0      | 10    | 0                       | 10   | 20    |
|             | Total                  | 50     | 11    | 19                      | 20   | 100   |

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.25.

Elaborado por: Javier Logroño

Análisis: De las 50 muestras expuestas a temperatura de 600 °C se pudo observar que el color en lo que refiere a dos tipos de resinas fue de tonalidad negro con la características de vetas blancas, el biomaterial de ionómero de vidrio de autocurado en todas sus muestras tomó el color gris, en el caso del óxido de zinc y eugenol la coloración fue negra y las muestras de amalgama fueron de color negro; el otro conjunto de muestras expuesto a temperatura de 1000 °C mostró una coloración blanca en las resinas, ionómero de vidrio, óxido de zinc y eugenol, solo la amalgama donde su coloración fue blanca tuvo un color gris. Contrastando los grupos de muestras se apreció que hubo cambios en los colores según las temperaturas a excepción del biomaterial del eugenol que mantuvo su coloración en ambas temperaturas. La mayoría de los biomateriales cambio su color a blanco a excepción de la amalgama que obtuvo un color gris.

**Tabla Nro. 2.** Textura de biomateriales a dos temperaturas

| T (°C) | Tipo de Biomaterial    | Textura |        |                         |                             | Total |
|--------|------------------------|---------|--------|-------------------------|-----------------------------|-------|
|        |                        | Liso    | Rugoso | Liso aspecto craquelado | Rugo con aspecto craquelado |       |
| 600    | Resina A               | 7       | 3      | 0                       | 0                           | 10    |
|        | Resina B               | 4       | 6      | 0                       | 0                           | 10    |
|        | Ionómero de vidrio aut | 0       | 0      | 0                       | 10                          | 10    |
|        | Óxido de zinc Eugenol  | 7       | 3      | 0                       | 0                           | 10    |
|        | Amalgama               | 0       | 10     | 0                       | 0                           | 10    |
|        | Total                  | 18      | 22     | 0                       | 10                          | 50    |
| 1000   | Resina A               | 0       | 0      | 6                       | 4                           | 10    |
|        | Resina B               | 4       | 6      | 0                       | 0                           | 10    |
|        | Ionómero de vidrio aut | 0       | 10     | 0                       | 0                           | 10    |
|        | Óxido de zinc Eugenol  | 2       | 8      | 0                       | 0                           | 10    |
|        | Amalgama               | 0       | 10     | 0                       | 0                           | 10    |
|        | Total                  | 6       | 34     | 6                       | 4                           | 50    |
| Total  | Resina A               | 7       | 3      | 6                       | 4                           | 20    |
|        | Resina B               | 8       | 12     | 0                       | 0                           | 20    |
|        | Ionómero de vidrio aut | 0       | 10     | 0                       | 10                          | 20    |
|        | Óxido de zinc Eugenol  | 9       | 11     | 0                       | 0                           | 20    |
|        | Amalgama               | 0       | 20     | 0                       | 0                           | 20    |
|        | Total                  | 24      | 56     | 6                       | 14                          | 100   |

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.25.

Elaborado por: Javier Logroño

Análisis: De las 50 muestras de biomateriales expuestas a temperatura de 600° C en relación a la textura en lo que refiere a la resina A y el óxido de zinc y eugenol obtuvieron textura liso, mientras que las resinas B y la amalgama adquirieron una textura rugoso, a diferencia del ionómero de vidrio de autocurado que presentó una textura rugoso con aspecto craquelado; en el otro conjunto de muestras expuestas a temperatura de 1000° C se observó una textura rugoso en resinas B, ionómero de vidrio de autocurado, amalgama y óxido de zinc y eugenol, siendo la resina A la única en presentar una textura de tipo liso con aspecto craquelado. Se puede evidenciar cambios en la textura del grupo de muestras en relación con la temperatura, exceptuando la resina B y la amalgama que se mantuvo en textura rugoso al ser expuestas en estas dos temperaturas (600 y 1000°C). El resto de biomateriales presentaron cambios significativos en su textura de liso a rugoso.

**Tabla Nro. 3.** Grietas de biomateriales a dos temperaturas

| Temperatura<br>(°C) | Tipo de Biomaterial                 | Grietas   |           |            |
|---------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|------------|
|                     |                                     | Profundas | Medianas  | Total      |
| 600                 | Resina A                            | 0         | 10        | 10         |
|                     | Resina B                            | 0         | 10        | 10         |
|                     | Ionómero de vidrio de<br>autocurado | 6         | 4         | 10         |
|                     | Óxido de Zinc y Eugenol             | 0         | 10        | 10         |
|                     | Amalgama                            | 6         | 4         | 10         |
|                     | <b>Total</b>                        | <b>12</b> | <b>38</b> | <b>50</b>  |
| 1000                | Resina A                            | 10        | 0         | 10         |
|                     | Resina B                            | 10        | 0         | 10         |
|                     | Ionómero de vidrio de<br>autocurado | 10        | 0         | 10         |
|                     | Óxido de Zinc y Eugenol             | 10        | 0         | 10         |
|                     | Amalgama                            | 10        | 0         | 10         |
|                     | <b>Total</b>                        | <b>50</b> | <b>0</b>  | <b>50</b>  |
| Total               | Resina A                            | 10        | 10        | 20         |
|                     | Resina B                            | 10        | 10        | 20         |
|                     | Ionómero de vidrio de<br>autocurado | 16        | 4         | 20         |
|                     | Óxido de Zinc y Eugenol             | 10        | 10        | 20         |
|                     | Amalgama                            | 16        | 4         | 20         |
|                     | <b>Total</b>                        | <b>62</b> | <b>38</b> | <b>100</b> |

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.25.

Elaborado por: Javier Logroño

Análisis: Las muestras de biomateriales expuestas a 600° C en relación a la presencia de grietas mostró que en lo que refiere a las dos resinas, y al óxido de zinc y eugenol adquirieron grietas medianas, mientras que el ionómero de vidrio de autocurado y la amalgama obtuvieron grietas profundas; el otro grupo de muestras expuestas a temperatura de 1000° C generaron en su totalidad grietas profundas. Contrastando los grupos de biomateriales se pudo determinar que presentaron cambios en su estructura de acuerdo con la temperatura, a excepción del ionómero de vidrio de autocurado y la amalgama que mantuvieron grietas profundas en ambas temperaturas. Mientras tanto los otros biomateriales como el óxido de zinc, eugenol y las resinas presentaron grietas entre medianas y profundas.

**Tabla Nro. 4.** Presencia de fracturas en biomateriales a dos temperaturas.

| Temperatura (°C) | Tipo de Biomaterial              | Fracturas |              | Total |
|------------------|----------------------------------|-----------|--------------|-------|
|                  |                                  | Presentan | No presentan |       |
| 600              | Resina A                         | 3         | 7            | 10    |
|                  | Resina B                         | 6         | 4            | 10    |
|                  | Ionómero de vidrio de autocurado | 0         | 10           | 10    |
|                  | Óxido de Zinc y Eugenol          | 3         | 7            | 10    |
|                  | Amalgama                         | 0         | 10           | 10    |
|                  | Total                            | 12        | 38           | 50    |
| 1000             | Resina A                         | 4         | 6            | 10    |
|                  | Resina B                         | 6         | 4            | 10    |
|                  | Ionómero de vidrio de autocurado | 0         | 10           | 10    |
|                  | Óxido de Zinc y Eugenol          | 4         | 6            | 10    |
|                  | Amalgama                         | 10        | 0            | 10    |
|                  | Total                            | 24        | 26           | 50    |
| Total            | Resina A                         | 7         | 13           | 20    |
|                  | Resina B                         | 12        | 8            | 20    |
|                  | Ionómero de vidrio de autocurado | 0         | 20           | 20    |
|                  | Óxido de Zinc y Eugenol          | 7         | 13           | 20    |
|                  | Amalgama                         | 10        | 10           | 20    |
|                  | Total                            | 36        | 64           | 100   |

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.25.

Elaborado por: Javier Logroño

Análisis: Los biomateriales expuestos a temperaturas de 600°C no mostraron fracturas en la mayoría de las muestras, exceptuando la resina B la cual presentó fracturas en mayor cantidad que las resina A y el conjunto de biomateriales de la muestra expuesta; el otro conjunto de muestras que fueron colocadas a una temperatura de 1000° C mostró fracturas en la resina B y la amalgama, mientras los otros biomateriales no mostraron esta característica. La amalgama es el único material en el que se observó cambios en las dos temperaturas, la resina B en cambio se mantuvo con fracturas, y el resto biomateriales conservaron su estructura sin la presencia de fracturas.

**Tabla Nro. 5.** Estallido de biomateriales a dos temperaturas.

| Temperatura (°C) | Tipo de Biomaterial              | Estallido |              | Total |
|------------------|----------------------------------|-----------|--------------|-------|
|                  |                                  | Presentan | No presentan |       |
| 600              | Resina A                         | 0         | 10           | 10    |
|                  | Resina B                         | 0         | 10           | 10    |
|                  | Ionómero de vidrio de autocurado | 0         | 10           | 10    |
|                  | Óxido de Zinc y Eugenol          | 0         | 10           | 10    |
|                  | Amalgama                         | 0         | 10           | 10    |
|                  | Total                            | 0         | 50           | 50    |
| 1000             | Resina A                         | 0         | 10           | 10    |
|                  | Resina B                         | 0         | 10           | 10    |
|                  | Ionómero de vidrio de autocurado | 0         | 10           | 10    |
|                  | Óxido de Zinc y Eugenol          | 0         | 10           | 10    |
|                  | Amalgama                         | 10        | 0            | 10    |
|                  | Total                            | 10        | 40           | 50    |
| Total            | Resina A                         | 0         | 20           | 20    |
|                  | Resina B                         | 0         | 20           | 20    |
|                  | Ionómero de vidrio de autocurado | 0         | 20           | 20    |
|                  | Óxido de Zinc y Eugenol          | 0         | 20           | 20    |
|                  | Amalgama                         | 10        | 10           | 20    |
|                  | Total                            | 10        | 90           | 100   |

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.25.

Elaborado por: Javier Logroño

Análisis: El grupo de muestras que se expuso a la temperatura de 600°C mostró que ningún biomaterial presentó estallidos; el otro grupo de muestras a temperatura de 1000° C generó estallidos solo en el biomaterial de amalgama siendo el único que reaccionó con esta característica en este temperatura.

**Tabla Nro. 6.** Comportamiento del biomaterial a dos temperaturas.

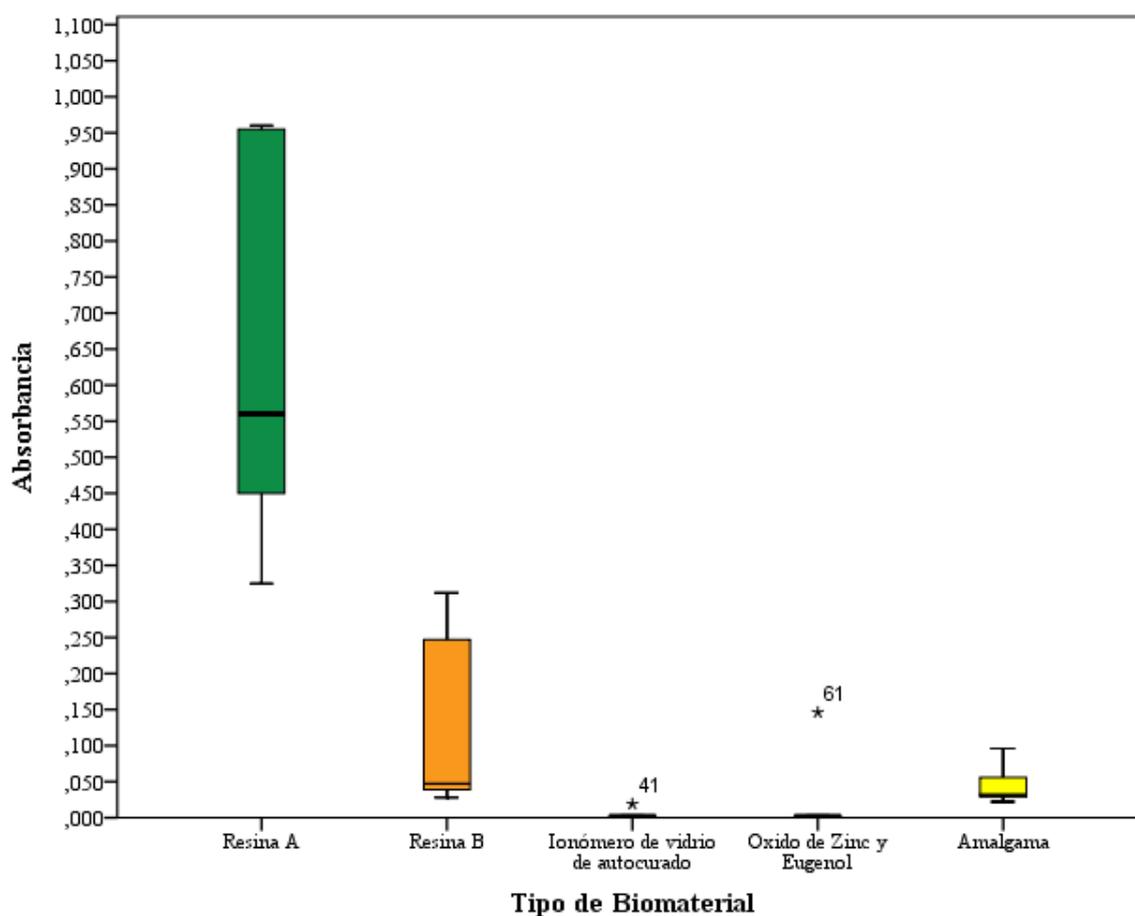
| T (°C) | Tipo de Biomaterial              | Comportamiento       |                        | Total |
|--------|----------------------------------|----------------------|------------------------|-------|
|        |                                  | Expansión<br>térmica | Contracción<br>térmica |       |
| 600    | Resina A                         | 10                   | 0                      | 10    |
|        | Resina B                         | 10                   | 0                      | 10    |
|        | Ionómero de vidrio de autocurado | 4                    | 6                      | 10    |
|        | Óxido de Zinc y Eugenol          | 10                   | 0                      | 10    |
|        | Amalgama                         | 4                    | 6                      | 10    |
|        | Total                            | 38                   | 12                     | 50    |
| 1000   | Resina A                         | 0                    | 10                     | 10    |
|        | Resina B                         | 0                    | 10                     | 10    |
|        | Ionómero de vidrio de autocurado | 0                    | 10                     | 10    |
|        | Óxido de Zinc y Eugenol          | 0                    | 10                     | 10    |
|        | Amalgama                         | 0                    | 10                     | 10    |
|        | Total                            | 0                    | 50                     | 50    |
| Total  | Resina A                         | 10                   | 10                     | 20    |
|        | Resina B                         | 10                   | 10                     | 20    |
|        | Ionómero de vidrio de autocurado | 4                    | 16                     | 20    |
|        | Óxido de Zinc y Eugenol          | 10                   | 10                     | 20    |
|        | Amalgama                         | 4                    | 16                     | 20    |
|        | Total                            | 38                   | 62                     | 100   |

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.25.

Elaborado por: Javier Logroño

Análisis: Una de las características de la exposición a altas temperaturas es la expansión térmica en la que el total de las muestras de resina y el óxido de zinc y eugenol presentó esta característica, mientras que el 60% de las muestras de amalgama y el ionómero de vidrio de autocurado presentando contracción térmica; en el otro grupo de muestras a temperatura de 1000° C evidenció contracción térmica. Contrastando los grupos de biomateriales según su temperatura se pudo considerar que presentaron cambios en su comportamiento a excepción del ionómero de vidrio de autocurado y la amalgama que se conservaron en contracción térmica en las dos temperaturas a las que fueron expuestas.

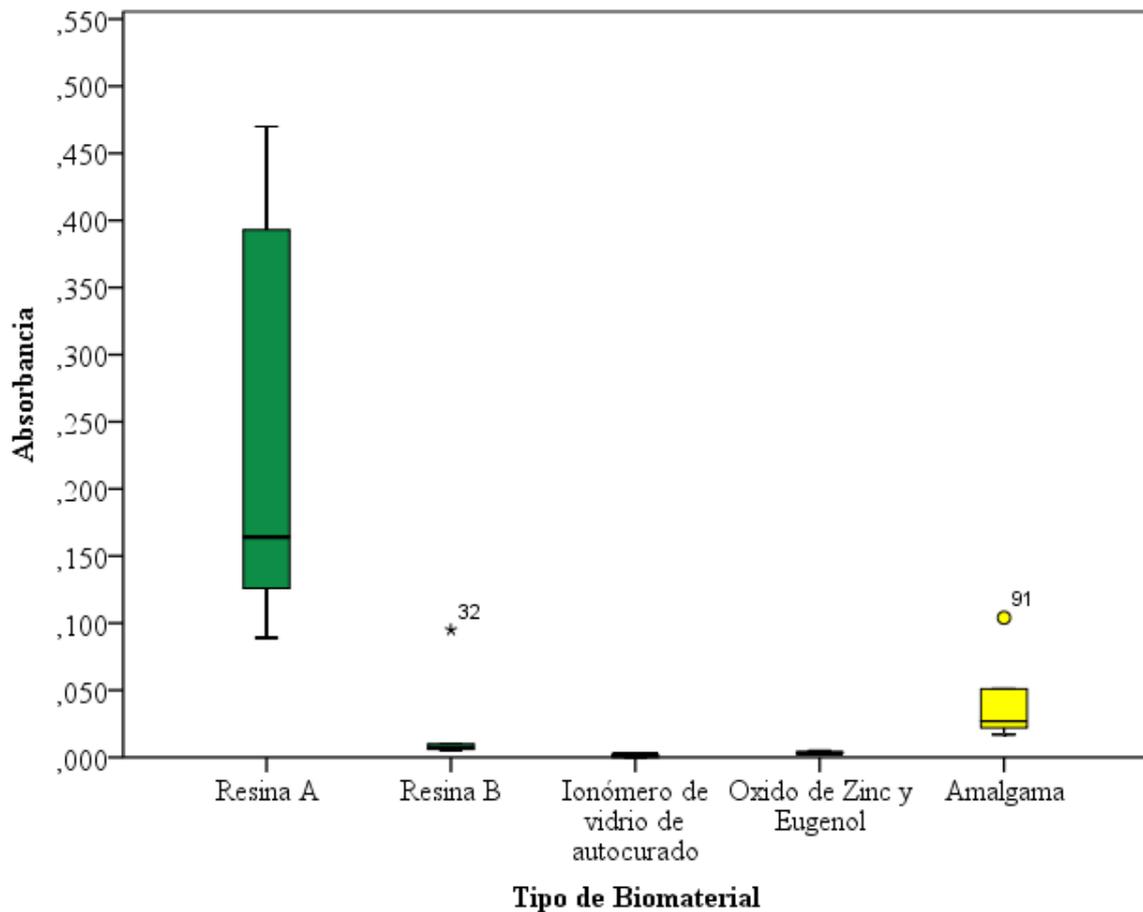
**Gráfico Nro. 1.** Absorbancia según el tipo de material a 600 °C.



Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.25.  
Elaborado por: Javier Logroño

Análisis: Los biomateriales en los que se realizaron la pruebas de absorbancia mostraron valores menores a 0,05 tanto en el ionómero de vidrio de autocurado y el óxido de zinc y eugenol, en cambio la amalgama determinó valores menores a 0,10; la resina en A tuvo un comportamiento de gran variabilidad en estos valores desde 0,33 a 0,95 con un valor típico 0,55; esta resina presenta valores divergentes al resto de muestras; la resina B también tiene una variabilidad considerable pero no comparable con su par, con un valor típico de 0,05 hasta el valor de 0,30. Finalmente se puede destacar que la resina A los más altos de absorbancia en relación a los otros grupos de muestra.

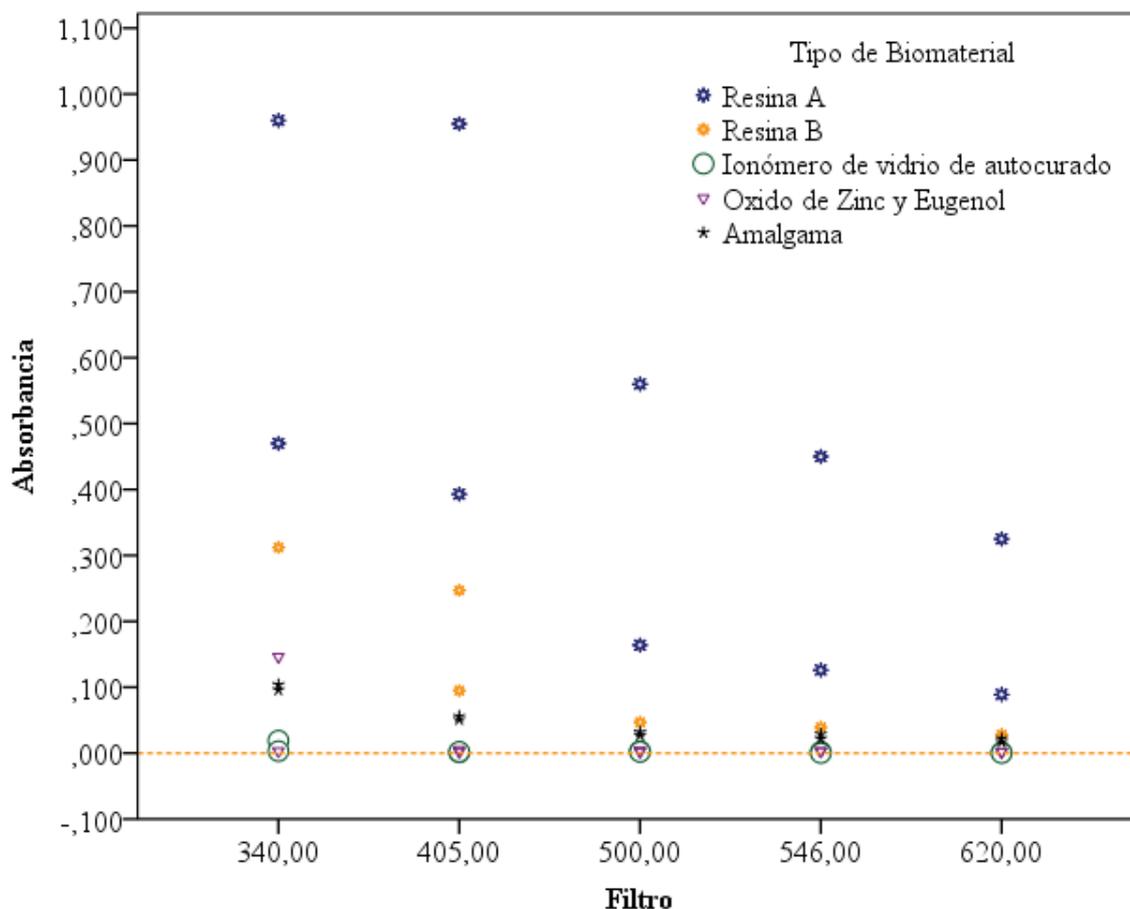
**Gráfico Nro. 2.** Absorbancia según el tipo de material a 1000 °C.



Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.25.  
Elaborado por: Javier Logroño

Análisis: En las pruebas de absorbancia los biomateriales como la resina B, ionómero de vidrio de autocurado y el óxido de zinc y eugenol y la amalgama manifestaron valores por debajo de 0,05; mientras que la resina A mostró valores de 0,07 a 0,47 con un valor típico de 0,16, presentando divergentes respecto al resto de biomateriales. Se puede concluir que la resina A conserva los valores altos de absorbancia con una alto espectro de variabilidad en relación con el conjunto de muestras.

**Gráfico Nro. 3.** Absorbancia según el filtro aplicado en los biomateriales.



Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.25.  
Elaborado por: Javier Logroño

Análisis: La absorbancia se midió a través de cinco filtros los cuales permitieron mostrar valores significativos para el biomaterial de resina A demostrando medidas de 0,10 a 0,98 en todos sus filtros, mientras que la resina B mostró valores por debajo de su par, la amalgama mostró valores de 0,01 a 0,10 a diferencia de los otros biomateriales como el ionómero de vidrio de autocurado y el óxido de zinc y eugenol que mostraron valores muy bajos respecto a los otros biomateriales, se observó que a mayor valor en el filtro menor fue el valor de absorbancia, la resina A en todos los filtros tuvo las cantidades de absorbancia más altas, la resina B tuvo niveles notorios en los filtros 340 y 405; en el resto de filtros se comportó mostrando niveles bajos como los otros biomateriales.

**Tabla Nro. 7.** Caracterización de los biomateriales

| Biomaterial             | T °C | Color                   | Textura                | Fisuras       | Grietas   | Fracturas    | Estallido    | Absorbancia |
|-------------------------|------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------|--------------|--------------|-------------|
| Resinas A               | 600  | Negro con vetas blancas | Liso                   | Superficiales | Medianas  | No presentan | No presentan | 0,33 - 0,95 |
| Resinas A               | 1000 | Blanco                  | Rugoso asp. craquelado | Superficiales | Profundas | No presentan | No presentan | 0,07 - 0,47 |
| Resinas B               | 600  | Negro con vetas blancas | Rugoso                 | Superficiales | Medianas  | No presentan | No presentan | 0,05 - 0,30 |
| Resinas B               | 1000 | Blanco                  | Rugoso                 | Superficiales | Profundas | Si presentan | No presentan | 0,05        |
| Ionómero de vidrio aut. | 600  | Gris                    | Rugoso asp. craquelado | Superficiales | Profundas | No presentan | No presentan | 0,05        |
| Ionómero de vidrio aut. | 1000 | Blanco                  | Rugoso                 | Superficiales | Profundas | No presentan | No presentan | 0,05        |
| Óxido de zinc y eugenol | 600  | Blanco                  | Liso                   | Superficiales | Medianas  | No presentan | No presentan | 0,05        |
| Óxido de zinc y eugenol | 1000 | Blanco                  | Rugoso                 | Superficiales | Profundas | Si presentan | No presentan | 0,05        |
| Amalgama                | 600  | Negro                   | Rugoso                 | Superficiales | Profundas | No presentan | No presentan | 0,02 - 0,10 |
| Amalgama                | 1000 | Gris                    | Rugoso                 | Superficiales | Profundas | Si presentan | Si presentan | 0,05        |

Fuente: Datos de laboratorio procesado en SPSS v.25.  
Elaborado por: Javier Logroño

**Tabla Nro. 8.** Caracterización material e imagen.

| Biomaterial  | 600 °C  | 1000 °C   |
|--|---|---|
| <p>Resina A:<br/>Filtek Z250 A2<br/>3M<br/>Resina compuesta híbrida con partículas de relleno de zirconia/silica y resinas BIS-GMA, UDMA Y BIS-EMA. Tamaño de las partículas de 0,01 a 3,5 µm</p>  |  |  |
| <p>Resina B:<br/>BRILLANT NG A1/B1<br/>Coltene<br/>Resina compuesta nanohíbrida de alto relleno, compuesta por metacrilatos, vidrio dental y sílice amorfo. El diámetro de sus partículas de relleno es de 0,6µm distribuidas a 0,01 a 2,5 µm.</p> |  |  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>Ionómero de vidrio de autocurado:<br/>Ketac Molar Easymix A3<br/>3M<br/>Cemento de ionómero de vidrio de mezcla manual</p> |   |   |
| <p>Óxido de zinc y eugenol<br/><br/>Eugenol: Eufar<br/>Óxido de zinc: Eufar</p>   |   |   |
| <p>Amalgama dental<br/>Amalcap plus<br/>Vivadent<br/><br/>Mercurio dental</p>   |  |  |

Fuente: Registro fotográfico.  
Elaborado por: Javier Logroño

## 8. DISCUSIÓN

Abadía y colaboradores en su estudio para determinar el comportamiento del color de 75 discos de resina utilizaron láminas de acetato, una matriz de aluminio, y losetas de vidrio, para obtener 5 discos simultáneamente, las dimensiones en su diámetro fue de 10 milímetros y espesor de 4 milímetros, empacando por completo el material en la matriz.<sup>(54)</sup> En este estudio se elaboró 5 moldes en acetato con perforaciones en forma de círculos, con dimensiones de 10 milímetros de diámetro y 4 milímetros de espesor, además se utilizó losetas de vidrio, discrepando en la manera de obtener los discos más no en sus dimensiones.

Vázquez y colaboradores mencionan que los tejidos dentales y los materiales empleados en Odontología resisten al incremento de temperatura y muestran cambios determinados en cada aumento de esta.<sup>(6)</sup> Aseveración que fue concomitante con los resultados de este estudio donde se evidenció dicha resistencia en temperaturas de 600 y 100 ° C.

Barranza y Rebolledo mencionan que los materiales dentales no presentan cambios considerables en su estructura, cada nivel de temperatura presenta cambios particulares y repetitivos como fracturas, grietas, fisuras, textura, color y estabilidad dimensional, siendo posible su identificación,<sup>(2)</sup> Moreno en cambio menciona que los componentes orgánicos sufren cambios significativos, el primero se da a los 200° C con la combustión, el segundo entre los 400 y 600° C relacionado con la carbonización y el tercero a los 800 y 1000° C con la calcinación.<sup>(3)</sup> En este estudio se demostró que los cinco biomateriales restaurativos analizados fueron altamente resistentes a la exposición de 600 y 1000° C, cada uno de ellos con características particulares y diferentes en de cada temperatura, se concuerda con este estudio ya que se evidenció el comportamiento de los biomateriales demostrando que a 600° C su coloración fue negra con vetas blancas en las resinas A Y B y gris en el ionómero de vidrio de autocurado y amalgama, el óxido de zinc y eugenol mantuvo su coloración de origen, mientras que a 1000° C algunos biomateriales adquirieron una coloración blanca a excepción de la amalgama que se torno gris.

En el estudio de Pérez y colaboradores en el que estudiaron 45 discos de resinas compuestas microhíbridadas, híbridadas y de nanopartículas, mostrando alteración en su estructura a partir de los 250° C y la presencia de fracturas a los 500° C, observaron la distancia de las partículas a 250° C disminuye, incrementa a los 500° C y disminuye a los

750° C, demostrando contracción por falta de matriz orgánica y expansión por alteración en las partículas inorgánicas. <sup>(36)</sup> Las fisuras superficiales en esta investigación fue evidente en ambas temperaturas y en todos los biomateriales, en cuanto a la estabilidad dimensional algunos biomateriales presentaron expansión térmica refiriéndose a la separación de sus partículas, esto ocurrió al estar expuestas a 600° C a excepción del ionómero de vidrio de autocurado y la amalgama que mostraron contracción térmica debido a que en su estructura sus particular se encontraban agrupadas, mientras que a temperatura de 1000° C todos los biomateriales en su estructura presentaron contracción térmica, coincidiendo en criterios con los estudios citados.

Arcos et.al. mencionan en su estudio realizado a 375 discos de resina compuesta de 5 casas comerciales a 200°, 400°, 600°, 800° y 1000° C, mostraron que son resistentes a altas temperaturas sin modificar considerablemente su estructura presentando características significativas y repetitivas como la estabilidad dimensional, fisuras, fracturas, estallido, grietas textura y color <sup>(7)</sup> la coloración en este trabajo investigativo mostro que a temperatura de 1000° C la coloración fue blanca excepto en el ionómero de vidrio de autocurado y la amalgama. La resina A expuesta a 600° C fue de color negro con vetas blancos, de textura liso, grietas medianas, no presenta fracturas ni estallidos, presentó una absorbancia con valores de 0,33 a 0,95; a 1000° C mostró textura rugoso con aspecto craquelado y grietas profundas, no mostró fracturas ni estallidos, presentó una absorbancia con valores de 0,07 a 0,47. La resina B expuesta a 600° C mostró una coloración de negro con vetas blancas, de textura rugoso con grietas medianas, no presentó estallidos ni fracturas, con valores de absorbancia de 0,05 a 0,30; a 1000° C mostró una coloración blanco con textura rugosa, presentó grietas profundas y fracturas mas no estallidos. Absorbancia con valores menores a 0,05. El ionómero de vidrio de autocurado expuesto a 600° C mostró una coloración gris de textura rugoso de aspecto craquelado, con grietas profundas no presentó fracturas ni estallidos, absorbancia con valores menores a 0,05; a 1000° C mostró coloración blanco con textura rugoso y grietas profundas, no presentó fracturas ni estallidos. Absorbancia con valores menores a 0,05. El óxido de zinc y eugenol mostró una coloración blanca en sus temperaturas, a 600° C presentó textura lisa, grietas medianas, sin fracturas ni estallidos; a 1000° mostró textura rugosa con grietas profundas y fracturas no presentó estallidos sus valores de absorbancia fueron por debajo de 0,05. Resultados que corroboran los criterios indicados por <sup>(7)</sup> que permitió caracterizar cada atributo según el biomaterial y la temperatura.

Sinisterra y colaboradores mencionan que la amalgama a 200° C se mostró opaca y rugosa con nódulos superficiales, a 400° C se observó fisuras y pérdida de brillo, a 600° C el color se tornó negro, 800° C presentó nódulos, fisuras y una coloración negra y finalmente a 1000° C se encontró fragmentada y pulverizada.<sup>(53)</sup>

Chalapud y colaboradores mencionan en su estudio de 75 dientes restaurados con amalgama que a partir de los 200° C surgen las denominadas burbujas en la superficie, a los 600° C el mercurio se evapora dejando limaduras y a los 1000° C se desintegra.<sup>(42)</sup> La amalgama a 600° C mostró una coloración negra de textura rugosa con grietas profundas, sin fracturas ni estallidos con absorbancia de valores de 0,02 a 0,010; a 1000° C la coloración fue gris de textura rugosa con grietas profundas, presentando fracturas y estallidos. La absorbancia con valores por debajo de 0,05. No se pudo apreciar la presencia de burbujas como lo indica Chalapud porque se trabajó con temperaturas superiores al valore del estudio citado; sin embargo, la desintegración fue coincidente a los 1000° C.

## 9. CONCLUSIONES

- Para el establecimiento de las muestras in vitro se generó un molde en yeso de revestimiento con medidas de 12 cm de largo, 5cm de ancho y 1,5 cm de espesor con depresiones de 1cm, mismo que sirvió de base para contener a los biomateriales restaurativos, que fueron expuestos a temperaturas de 600 y 1000° C, para luego mediante los análisis correspondientes determinar su comportamiento particular y establecer características producto de la exposición a altas temperaturas en el laboratorio.
- Las muestras de biomateriales restaurativos expuestos a dos temperaturas se analizaron por medio de procedimientos, el primero se realizó mediante el microscopio de comparación que permite ingresar dos muestras para su cotejo, el cual permitió observar cambios significativos en su estructura producto de la alteración en su matriz orgánica y sus partículas de relleno inorgánicas al ser expuestos a los niveles de 600 y 1000° C, determinando un cambio en su estabilidad dimensional y características individuales. El otro análisis se lo realizó a través de un espectrofotómetro de masas líquidas a través de 5 filtros mediante la preparación de las muestras con centrifugación y filtración; mismo que permitió determinar la característica de absorbancia, toda esta información fue recogida para su posterior análisis.
- Las fisuras superficiales se presentaron en ambas temperaturas en todos los biomateriales, la coloración de los biomateriales como las resinas A, B, óxido de zinc y eugenol y el ionómero de vidrio de autocurado fue blanco a 1000°C exceptuando la amalgama que obtuvo una coloración gris, las grietas profundas se hicieron evidente en todos los biomateriales a una temperatura de 1000°C, la presencia de estallidos se mostró solo en la amalgama. En cuanto a los valores de absorbancia la resina A mostró valores de 0,33 a 0,95, seguido de su par, la amalgama mostró valores de 0.02 a 0,10 mientras que el ionómero de vidrio de autocurado y el óxido de zinc y eugenol mostraron valores por debajo de 0,05.
- Los discos de biomateriales restaurativos analizados en este estudio presentaron cambios significativos y particulares en su textura, grietas, fracturas y fisuras de acuerdo con el grado de temperatura al que fueron expuestas, mostrando ser resistentes lo cual permite ser de gran utilidad en investigaciones forenses realizadas por el personal odontológico en relación con el historial clínico.

## **10. RECOMENDACIONES**

- Es recomendable estandarizar un molde base para futuras investigaciones para que los resultados no varíen en su fabricación y cantidad de biomaterial contenida.
- Se recomienda analizar más biomateriales usados en la práctica odontológica para lograr caracterizar todos los biomateriales y tener una base de datos con estas características y que faciliten al profesional odontológico forense en la identificación de víctimas sometidas a cualquier flagelo.
- Se sugiere aplicar varios métodos de análisis con espectrofotometría y microscopía para obtener datos y características muy puntuales de los materiales expuestos a altas temperaturas.
- Se debería elaborar un método estándar para poder determinar ciertos atributos como: coordenadas de color, textura, fisuras, grietas y fracturas, llevando un registro el cual sería útil al momento de identificar los biomateriales en la boca de la víctima que sufrió algún desastre y dificulte su identificación.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. Pernalet P, Miriam A, Paz F, Luis J, Irene Á, Isabel A, et al. Cambios estructurales de las resinas compuestas sometidas a la acción de altas temperaturas . Cienc Odontológica. 2017;14:1–11.
2. Barraza M, Rebolledo M. Identificación de cadáveres sometidos a altas temperaturas, a partir de las características macroscópicas de sus órganos dentales. Aplicabilidad en genética forense. Univ Odontol. 2016;35:29–38.
3. Moreno F. Colorimetría de cuerpos de prueba y restauraciones en resina compuesta sometidos a altas temperaturas con fines forenses: estandarización de un método in vitro. 2016;3, N° 2:7–13.
4. Aramburo J, Garzón H, Rivera JC, Moreno F. Descripción radiográfica de postes de fibra de vidrio, cementados en premolares humanos sometidos in vitro a altas temperaturas con fines Forences. Rev Fac Oodntología Antioquia. 2015;26 N° 2:314–35.
5. Jefe E, Martha D, García C. Suicidio por arma blanca. Muerte súbita del adulto de origen cardiovascular. Ciencias forenses de Honduras. 2016;2 N° 2:1–70.
6. Vázquez L, Rodríguez P, Moreno F. Análisis macroscópico in vitro de los tejidos dentales y de algunos materiales dentales de uso en endodoncia sometidos a altas temperaturas con fines forenses. Rev Odontológica Mex. 2012;16:171–81.
7. Arcos C, Canencio K, Viveros C, Vega J, Sinisterra G, Moreno F. Descripción de los cambios macroscópicos a altas temperaturas con fines forenses. Fac Oodntología Univ Antioquia. 2016;27, N°2:342–66.
8. Carlos O, Gonzalez M. Criminalística Odontológica. Indicios. 2010;1:20–4.
9. Marín L, Moreno F. Odontología forense : identificación de cadáveres quemados. Reporte de dos casos. Rev Estomatol. 2004;12 N° 2:57–70.
10. Román J. La Odontología Forense una ciencia al servicio de la justicia. 2011;34:254–61.
11. Chango R, Guevara O, Armas A. La odontología forense y su aplicabilidad en el

- procesamiento de escenas del crimen y demás eventos catastróficos. *Odontol Samarquina*. 2016;19:52–5.
12. Tapia R, Lovón W. Evaluación Odontológica Forense De Huellas De Mordida: Reporte De Un Caso. *Evidencias en Odontol Clínica* [Internet]. 2016;1(1):36–9. Available from: <https://uancv.edu.pe/revistas/index.php/EOC/article/view/119/99>
  13. Carrera I. Identificación de cadáveres y aspectos forenses de los desastres. *Unidd Investig en Emerg y Desastr*. :1–30.
  14. Viner MD, Alminyah A, Apostol M, Brough A, Develter W, O'Donnell C, et al. Use of radiography and fluoroscopy in Disaster Victim Identification. *J Forensic Radiol Imaging* [Internet]. 2015;3:141–5. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212478015000404>
  15. Guimarães MI, Silveira A, Sequeira T, Gonçalves J, Carneiro Sousa MJ, Valenzuela A. Forensic medicine and the military population: international dental records and personal identification concerns. *Acta Med Port* [Internet]. 2017;30:100–7. Available from: <http://actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/7703>
  16. Morales M, Velázquez G. La importancia y el funcionamiento de los registros odontológicos para la identificación de cadáveres. Universidad Rafael Landívar; 2013.
  17. Soon AS, Bush MA, Bush PJ. Complex layered dental restorations: Are they recognizable and do they survive extreme conditions? *Forensic Sci Int* [Internet]. 2015;254:1–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.06.016>
  18. Fonseca G, Cantín M, Lucena J. Odontología Forense III : Rugas Palatinas y Huellas Labiales en Identificación Forense. *Odontostomat*. 2014;8:29–40.
  19. Simbaña J, Chuquimarca B. Estudio radiográfico de cambios estructurales de tejidos dentarios y materiales de restauración sometidos a altas temperaturas con fines forenses [Internet]. 2019. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/12519/1/T-UCE-0015-726.pdf>
  20. Fonseca G, Ramírez C, Ortiz J, López S. Identificación Mediante Huellas Labiales:

- Casos Paradigmáticos, Oportunidades Perdidas y “Anomalías” para la Construcción de un Nuevo Paradigma. *Int J Odontostomatol*. 2018;12(2):169–76.
21. Hille F. El uso de la queiloscopía como método alternativo en los casos de identificación humana: breve investigación bibliográfica de los últimos diez años. *Ateneo Argentino Odontol*. 2014;52(2).
  22. Ramos G. La rugoscopía palatina forense como método de identificación humana a través del análisis comparativo. *Rev Científica la Esc Univ Ciencias la Salud*. 2015;2(1):37–42.
  23. Rodríguez L. La huella de mordedura humana como manifestación de violencia: una aproximación criminológica. *Ars Iuris Salmant*. 2013;1(2):97–114.
  24. García E. Nuevas técnicas para el análisis de las huellas de mordedura. *Gac Int Ciencias Forenses* [Internet]. 2015;16(7):18–21. Available from: [https://www.uv.es/GICF/4A1\\_Eva\\_garcia\\_GICF\\_16.pdf](https://www.uv.es/GICF/4A1_Eva_garcia_GICF_16.pdf)
  25. González J, Morales C, Etxeberria F. Índice de robustez canino-molar. Un nuevo método odontométrico para determinar el sexo de la población mexicana. Análisis de resultados parciales. *Rev Int Antropol y Odontol Forense*. 2018;1(2).
  26. Quesada C, López J. Historia de la identificación personal: desde el reconocimiento facial hasta el ADN dental. *Rev Biociencias*. 2019;14:1–19.
  27. Pol C, Ghige S, Gosavi S, Hazarey V. Effects of elevated temperatures on different restorative materials: An aid to forensic identification processes. *J Forensic Dent Sci* [Internet]. 2015;7:148. Available from: <http://www.jfds.org/text.asp?2015/7/2/148/154591>
  28. Lamas Lara C, Paz Fernández JJ, Paredes Coz G, Angulo de la Vega G, Cardoso Hernández S, Hernández SC. Rehabilitación Integral en Odontología. *Odontol Sanmarquina*. 2014;15:31.
  29. Ospina F. Guía de atención en rehabilitación oral. *Univ Nac Colomb*. 2013;1–50.
  30. Garrido G, Pereira C. Folleto de Materiales Dentales. *UVS Fajardo*. 2013;1–35.
  31. Apaza C, Bustamante G. Propiedades físicas de los biomateriales en odontología.

- Actual Clínica. 2013;30.
32. Banchieri D, Cabrera M, Mega J, García A, Lasalvia A, Molinari A, et al. Materiales dentales. Fac Odontol UdelaR. 2016;1:1–68.
  33. Ballinas A, Mejía A, Gutiérrez Á. Manual de Materiales Dentales II Escuela de Odontología. Colección Montebello. 2011;1.
  34. Nervárez A, Nervárez M, Bologna R, Serena E, Carreón R, Gómez M, et al. Características de los materiales cerámicos empleados en la práctica odontológica actual. Rev la Asoc Dent Mex. 2012;LXIX:157–63.
  35. Zeballos L, Valdivieso Á. Materiales dentales de restauración. Rev Actual Clínica. 2013;30:1498–504.
  36. Pérez A, Ferreira J, Espina A, Ortega A. Análisis estructural de las resinas dentales expuestas al incremento controlado de la temperatura. Estudio con fines forenses. Cienc Odontológica. 2016;Vol.13 N°1:52–66.
  37. Peláez A, Borja A, Carrillo K. Amalgamas y resinas en el sector posterior: que recomienda la evidencia. :1–16.
  38. Cova J. Biomateriales dentales. 2004. 1-356 p.
  39. Rodriguez D, Pereira N. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta odontológica Venez. 2008;46(3):1–19.
  40. Escobar M, Zurita M. Pigmentación superficial provocada por bebidas ácidas, dulces y gaseosas; sobre composite nanohíbridas con y sin pulido (estudio in-vitro). [Internet]. Universidad Central del Ecuador; 2016. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5791/1/T-UCE-0015-275.pdf>
  41. Rosazza F. Aleaciones. Rev Actual Clínica. 2013;30:1511–5.
  42. Chalapud M, Mutis G, Muñoz A, Tobar J, Sepúlvedas W, Martínez C, et al. Cambios microscópicos in vitro de cuerpos de prueba de amalgama de plata sometidos a altas temperaturas observados mediante microscopía electrónica de barrido. Rev la Fac Med Humana la Univ Ricardo Palma. 2018;2:10–28.
  43. Guía para colocación de amalgama dental. 2015;1:1–5.

44. García S, Mosquera S, Hoyos L, Domínguez T, Arango L, Gallego C. Cambios en la resistencia compresiva del ionómero de vidrio al ser grabado con ácido ortofosfórico. *Rev Nac Oodntología*. 2013;9:67–73.
45. Sidhu S, Nicholson J. A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *J Funct Biomater*. 2016;7(3):16.
46. Cedillo J. Ionómero de Vidrio de alta densidad como base en la técnica restauradora de Sandwich . *Rev ADM*. 2011;68(1):39–47.
47. Cabrera Y, Álvarez M, Gómez M, Casanova Y. En busca del cemento adhesivo ideal : los ionómeros de vidrio. 2009;1–11.
48. Densply. Los ionómeros de vidrio en la odontología de hoy. Liderazgo odontológico. 2011;
49. Nolasco H. Cemento de óxido de zinc-eugenol. *Imbiomed*. 2012;9(99):12–3.
50. Markowitz K, Moynihan M, Liu M, Kim S. Biologic properties of eugenol and zinc oxide-eugenol. A clinically oriented review. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol*. 1992;73(6):729–37.
51. Álvarez J, Clavera T, Montenegro Y. Efecto de los compuestos eugenólicos de uso endodóntico sobre la unión de los sistemas adhesivos. actualización. *Morfovirtual*. 2014;(March 2017):1–12.
52. Carranza H, Freire F. Técnica del Tratamiento Restaurador Atraumático (TRA) utilizando pasta de óxido de zinc y eugenol. Universidad de Guayaquil; 2015.
53. Sinisterra G, Marín L, García A, Moreno S, Moreno F. Cambios macroscópicos de la amalgama dental sometida in vitro a altas temperaturas con fines forenses: el caso de los nódulos de plata. *Univ Odontol*. 2016;35:1–27.
54. Abadía S, Arango JF, Castro MA, Jiménez M, Sinisterra G, Sepúlveda W, et al. Comportamiento del color de discos y restauraciones en resina compuesta sometidos a altas temperatura con fines forenses. *Cuad Med Forense*. 2015;21(3–4):117–26.

## 12. ANEXOS

### Anexo 1. Lista de cotejo 1

| U. Exp | T. Bioma. | T °C | Color | Textura | Fisuras | Grietas | Fractura | Estallido | E | C |
|--------|-----------|------|-------|---------|---------|---------|----------|-----------|---|---|
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |
|        |           |      |       |         |         |         |          |           |   |   |

## Anexo 2. Lista de cotejo 2

| Unidades Experimentales | Tipo de Biomaterial | Temperatura | Filtro | Absorbancia |
|-------------------------|---------------------|-------------|--------|-------------|
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |
|                         |                     |             |        |             |

### Anexo 3. Certificado del laboratorio

#### CONSULTORIO DENTAL HINOSTROZA

*Estuardo G. Hinostroza*

DOCTOR EN ODONTOLOGÍA

Odontólogo tratante del Colegio Experimental Ambato

Ortodoncia Fija, Prótesis Totales, Parciales, Fijas, Restauraciones Estéticas, Profilaxis, Láser Terapia, Blanqueamiento Dental Con Láser, Cirugía Dental de Terceros Molares



TRATAMIENTOS  
ODONTOLÓGICOS INTEGRALES  
MSP: LIBRO: 5 FOLIO N° 652

Ambato, 27 de Septiembre del 2019

#### CERTIFICADO

A petición de la parte interesada.

Consultorio dental Hinostroza certifica que el Sr. Vicente Javier Logroño Ruiz con cédula de ciudadanía 060470642-4 estudiante de la Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Odontología, realizó la parte experimental de su trabajo investigativo basado en la elaboración de discos de biomateriales restaurativos en un molde base, sometiéndoles a temperaturas de 600°C y 1000°C, procedimientos realizados durante los días 24,25,26,27,29,30 y 31 de julio del 2019.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad para que el mencionado señor haga uso de este documento como creyera conveniente.

Atentamente:

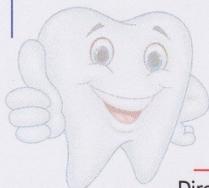
  
**Estuardo Hinostroza E.**  
DOCTOR EN ODONTOLOGÍA  
MSP Libro: V Folio 217 N° 652

Dr. Estuardo G. Hinostroza E.

C.C 020088710-7

Doctor en Odontología

MSP. Libro V Folio 217 N 652



Dirección: Francisco Flor s/n y Mejía • Edif. color Verde • Telf.: 2423277 • Cel: 0999 055142 • Ambato - Ecuador

## Anexo 4. Certificado del tutor

Riobamba, 21 de octubre de 2019

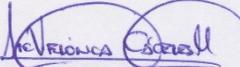
### CERTIFICADO

A petición de la parte interesada.

Yo, MsC. Verónica Cáceres certifico que el Sr. Vicente Javier Logroño Ruiz con cédula de ciudadanía 060470642-4, estudiante de la Carrera de Odontología, Facultad de Ciencias de Salud de la Universidad Nacional de Chimborazo, realizó la parte experimental de su trabajo investigativo basado en la observación del comportamiento de materiales restaurativos expuestos a temperaturas de 600° y 1000° C, procedimientos realizados del 1 al 7 de Agosto del 2019.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad para que el mencionado señor haga uso de este documento como creyera conveniente.

Atentamente,

  
MsC. Verónica Cáceres.  


C.I.: 0604089763



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID**  
 Ext. 1133

Riobamba, 11 de noviembre del 2019  
 Oficio N° 584-URKUND-FCS-2019

Dr. Carlos Albán  
**DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**UNACH**  
 Presente.-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
 RECEPCION DE DOCUMENTOS  
 FECHA: **11 NOV 2019** HORA: 12:30  
 SECRETARÍA DECANATO *Josy*

Estimada Profesora:

Luego de expresarle un cordial y atento saludo, de la manera más comedida tengo a bien remitir detalle de la validación del porcentaje de similitud por el programa URKUND del trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación:

| No | Documento número | Título del trabajo  | Nombres y apellidos del estudiante | Nombres y apellidos del tutor | % reportado por el tutor | % de validación verificado | Validación |    |
|----|------------------|---|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|------------|----|
|    |                  |   |                                    |                               |                          |                            | Si         | No |
| 1  | D-58679337       | Caracterización de materiales restaurativos expuestos a altas temperaturas con fines forenses | Logroño Ruíz Vicente Javier        | M.Sc. Verónica Cáceres        | 1                        | 1                          | x          |    |

Por la atención que brinde a este pedido le agradezco

Atentamente,

*[Handwritten Signature]*  
 M.Sc. Edison Bonifaz  
 Delegado Programa URKUND  
 FCS / UNACH

C/c Dr. Gonzalo E. Bonilla Pulgar – Decano FCS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
 RECEPCION DE DOCUMENTOS  
 FECHA: **11 NOV 2019** HORA: 12:30  
 CARRERA DE ODONTOLOGÍA



**DICTAMEN DE CONFORMIDAD DEL PROYECTO ESCRITO DE INVESTIGACIÓN**

**Facultad:** Ciencias de la Salud.  
**Carrera:** Odontología

**1. DATOS INFORMATIVOS DOCENTE TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

**Tutora:** Verónica Paulina Cáceres Manzano **Cédula:** 0604089763  
**Miembro tribunal:** Olga Alejandra Fuenmayor Vinuesa **Cédula:** 0603370644  
**Miembro tribunal:** Cristian Roberto Sigcho Romero **Cédula:** 0603940941

**2. DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE**

**Apellidos:** Logroño Ruíz  
**Nombres:** Vicente Javier  
**C.I / Pasaporte:** 0604706424  
**Título del Proyecto de Investigación:** "Caracterización de materiales restaurativos expuestos a altas temperaturas con fines forenses".  
**Dominio Científico:** Salud como producto social, orientado al Buen Vivir.  
**Línea de Investigación:** Salud-atención integral de Odontología.

**3. CONFORMIDAD PROYECTO ESCRITO DE INVESTIGACIÓN**

| Aspectos   | Conformidad Si/No | Observaciones |
|--|-------------------|---------------|
| Título   | Si                |               |
| Resumen  | Si                |               |
| Introducción   | Si                |               |
| Objetivos: general y específicos                           | Si                |               |
| Estado del arte relacionado a la temática de investigación | Si                |               |
| Metodología  | Si                |               |
| Resultados y discusión                                     | Si                |               |
| Conclusiones y recomendaciones                             | Si                |               |
| Referencias bibliográficas                                 | Si                |               |
| Apéndice y anexos  | Si                |               |

Fundamentado en las observaciones realizadas y el contenido presentado, SI( x ) / NO( ) es favorable el dictamen del Proyecto escrito de Investigación, obteniendo una calificación de: 9.43 sobre 10 puntos.

M.C. Verónica Cáceres Manzano  
TUTORA

Dra. Olga Fuenmayor  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Cristian Sigcho  
MIEMBROS DEL TRIBUNAL