



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

TEMA:

**“RESISTENCIA DE DISTINTOS TIPOS DE PORCELANAS
FELDESPÁTICA A LA FRACTURA POR COMPRESIÓN”**

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Odontólogo

Autor: Fernando José Romero Canchignia

Tutor: Esp. Manuel Alejandro León Velastegui

Riobamba-Ecuador

2019

PÁGINA DE REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de revisión del proyecto de investigación: “RESISTENCIA DE DISTINTOS TIPOS DE PORCELANAS FELDESPÁTICA A LA FRACTURA POR COMPRESIÓN”, presentado por **Fernando José Romero Canchignia**, y dirigida por: **Esp. Manuel Alejandro León Velastegui**, 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.

Para constancia de lo expuesto firman:

A. 27 del mes de noviembre del año 2019.

Dr. Manuel León Velastegui
Docente Tutor



Firma

Dra. Cecilia Badillo Conde
Miembro del tribunal



Firma

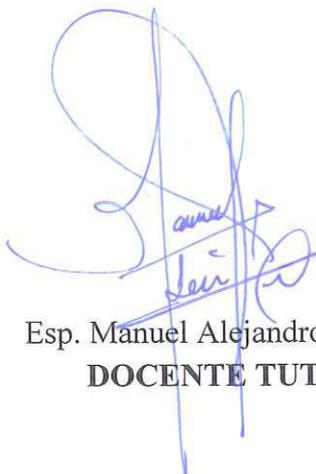
Dr. Carlos Albán Hurtado
Miembro del tribunal



Firma

CERTIFICADO DEL TUTOR

Yo, Esp. Manuel Alejandro León V., tutor del proyecto de investigación de título: **“Resistencia de distintos tipos de porcelanas feldespática a la fractura por compresión”**, realizado por el Sr. Fernando José Romero Canchignia, certifico que este trabajo ha sido planificado y ejecutado bajo mi dirección y supervisión, por tanto, al haber cumplido con los requisitos establecidos por la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Nacional de Chimborazo, autorizo su presentación, sustentación y defensa del resultado investigativo ante el tribunal designado para tal efecto.



Esp. Manuel Alejandro León V
DOCENTE TUTOR

AUTORÍA

Yo, **Fernando José Romero Canchignia**, portador de la cédula de ciudadanía número **180456024-9**, por medio del presente documento certifico que el contenido de este proyecto de investigación es de mi autoría, por lo que eximo a la Universidad Nacional de Chimborazo y a sus representantes jurídicos de posibles acciones legales por el contenido de la misma. Así mismo, autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo para que se realice la digitación 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.



Fernando José Romero Canchignia

C.I. 1804560249

AGRADECIMIENTO

Mi más profundo agradecimiento a la Facultad de Odontología de la gloriosa Universidad Nacional de Chimborazo, a todos los docentes de la carrera por todos sus conocimientos impartidos, al Doctor Esp. Manuel Alejandro León V. tutor en el presente trabajo, quienes gracias a su paciencia, sabiduría y dedicación constante permiten formarnos como personas y profesionales íntegros.

Fernando José Romero Canchignia

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado primero a Dios por permitirme seguir cada día con mis metas. A mi madre, Rosa Yolanda Canchignia Bonilla, quien ha sido mi apoyo incondicional, mi ejemplo a seguir, amiga y consejera; que con su paciencia y motivación me han inculcado a luchar por alcanzar mis metas con esfuerzo y sacrificio; cualidades que la han hecho digna de admiración, cariño, respeto, y benevolencia. A mi hermana por estar presente en mi vida cada día, por ser mi apoyo y nunca dejarme solo en los momentos más difíciles. A mi esposa Doris Yadira Zumba Morales, quien ha sido un pilar fundamental en mi vida y me ha sabido apoyar y levantar en cada momento que la necesitase. A toda mi familia por brindarme aportes invaluable que servirán toda mi vida, por todo el cariño y el apoyo moral que me dieron para poder cumplir con mis metas.

Fernando José Romero Canchignia

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | | |
|------------|---|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 3 |
| 3. | JUSTIFICACIÓN | 5 |
| 4. | OBJETIVOS | 6 |
| 4.1. | Objetivo general..... | 6 |
| 4.2. | Objetivos específicos..... | 6 |
| 5. | MARCO TEÓRICO..... | 7 |
| 5.1. | Porcelanas | 7 |
| 5.1.1. | Porcelanas dentales | 7 |
| 5.1.2. | Composición | 9 |
| 5.1.3. | Características | 9 |
| 5.1.4. | Clasificación | 10 |
| 5.1.4.1. | Clasificación según la temperatura de fusión..... | 10 |
| 5.1.4.2. | Clasificación por la técnica de confección..... | 11 |
| 5.1.4.2.1. | Condensación sobre muñón refractario..... | 11 |
| 5.1.4.2.2. | Sustitución a la cera pérdida..... | 11 |
| 5.1.4.2.3. | Tecnología asistida por ordenador..... | 12 |
| 5.1.4.3. | Clasificación de acuerdo a la composición química | 13 |
| 5.1.4.3.1. | Cerámicas circoniosas..... | 13 |
| 5.1.4.3.2. | Cerámicas aluminosas..... | 14 |
| 5.1.4.3.3. | Cerámicas feldespáticas | 14 |
| 5.2. | Marcas principales en el País..... | 16 |
| 5.2.1. | Porcelana dental Ceramco | 16 |
| 5.2.2. | Porcelana dental Noritake..... | 17 |
| 5.3. | Resistencia a la fractura..... | 17 |
| 6. | METODOLOGÍA | 19 |
| 6.1. | Tipo y diseño de investigación | 19 |
| 6.2. | Diseño de la investigación..... | 20 |

| | | |
|--------|--|----|
| 6.3. | Población de estudio..... | 20 |
| 6.3.1. | Muestra..... | 20 |
| 6.3.2. | Criterios de inclusión..... | 21 |
| 6.3.3. | Criterios de exclusión..... | 21 |
| 6.4. | Técnicas e instrumentos..... | 22 |
| 6.5. | Análisis estadístico..... | 22 |
| 6.6. | Operacionalización de las variables..... | 24 |
| 6.6.1. | Variable independiente..... | 24 |
| 6.6.2. | Variable dependiente..... | 24 |
| 7. | RESULTADOS..... | 25 |
| 7.1. | Análisis estadístico..... | 25 |
| 8. | DISCUSIÓN..... | 33 |
| 9. | CONCLUSIONES..... | 35 |
| 10. | RECOMENDACIONES..... | 36 |
| 11. | BIBLIOGRAFÍA..... | 37 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|---|----|
| Fotografía Nro. 1: Máquina de Ensayos Universales “MTS 5002” | 20 |
| Fotografía Nro. 2: QUANTROL by DILLON modelo SMART S-BEAN 500N..... | 21 |
| Fotografía Nro. 3: Muestras de porcelana Feldespática..... | 22 |
| Fotografía Nro. 4: Medición del espesor de las muestras de la porcelana feldespática..... | 22 |
| Fotografía Nro. 5: Porcelana feldespática sometida a pruebas de compresión..... | 23 |
| Fotografía Nro. 6: Datos obtenidos con el QUANTROL by DILLON..... | 24 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico Nro. 1. Medidas marginales estimadas de resistencia en tipos de porcelana.....29

Gráfico Nro. 2. Medidas marginales estimadas de resistencia en espesores de porcelana.....32

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla Nro. 1. Tipos de porcelana y espesores..... | 25 |
| Tabla Nro. 2. Resistencia de porcelana feldespática a la fractura..... | 26 |
| Tabla Nro. 3. Factores Inter-Sujetos..... | 27 |
| Tabla Nro. 4. Pruebas de efectos inter-sujetos ANOVA..... | 28 |
| Tabla Nro. 5. Prueba de efectos Inter-Sujetos ANOVA..... | 30 |
| Tabla Nro. 6. Método de Tukey..... | 31 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo Nro. 1: Certificado de viabilidad de la investigación..... | 42 |
| Anexo Nro. 2: Certificado del laboratorio dental..... | 43 |
| Anexo Nro. 3: Certificado de ensayo en el laboratorio de máquinas y materiales de la ESPE..... | 44 |
| Anexo Nro. 4: Certificado de calibración | 45 |

RESUMEN

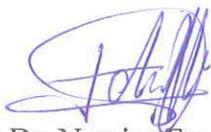
En la actualidad la odontología está siendo tratada con un enfoque mínimamente invasivo y con mayor grado en la parte estética. Para lo cual se ha utilizado con mayor frecuencia a las carillas dentales de porcelana. Es por esta razón que se evidenció la necesidad de conocer de una mejor manera dichos materiales cerámicos. Teniendo en cuenta que la fractura es en muchos casos el principal factor de durabilidad en los tratamientos odontológicos estéticos. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la resistencia de distintos tipos de porcelana feldespática a la fractura por compresión, mediante un estudio experimental in vitro teniendo en cuenta la comparación entre la casa comercial NORITAKE y la casa comercial CERAMCO. La investigación estuvo conformada por 18 muestras con 3 grupos de espesores de 0,3mm, 0,5mm y 0,7mm, con 3 muestras por cada espesor; las cuáles fueron divididas en dos grupos de 9 muestras para cada casa comercial, con cada uno de estos espesores. En los dos grupos se realizó pruebas en la Máquina de Ensayos Universales. Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva, utilizando un diseño experimental factorial, para comparar la resistencia de variables investigadas. El análisis estadístico, se realizó con el programa SPSS versión 23. Se diseñaron tablas de resumen para cada una de las mediciones de resistencia a la fractura. Basado en el análisis finalmente se pudo concluir que no existió diferencias significativas en cuanto a la marca de la porcelana feldespática y el espesor con la que estas se apliquen.

Palabras claves: porcelana feldespática, resistencia a la fractura, Ceramco, Noritake

ABSTRACT

Nowadays dentistry is being treated with a minimally invasive approach and with a greater degree in the aesthetic area. Therefore, it has been used more frequently to porcelain dental veneers. Consequently, the need to know these ceramic materials in a better way was evident. Taking into account that fracture is in many cases the main durability factor in aesthetic dental treatments. The objective of this research was to evaluate the resistance of different types of feldspathic porcelain to compression fracture, through an in vitro experimental study considering that the comparison between the NORITAKE commercial house and the CERAMCO commercial house. The research consisted of 18 samples with 3 groups of thicknesses of 0.3mm, 0.5mm and 0.7mm, with 3 samples for each thickness; which were divided into two groups of 9 samples for each commercial house, with each of these thicknesses. In both groups, tests were performed on the Universal Testing Machine. The results were analyzed using descriptive statistics, using a factorial experimental design, to compare the resistance of investigated variables. The statistical analysis was performed with the SPSS version 23 program. Summary tables were designed for each of the fracture resistance measurements. Based on the analysis, it was finally concluded that there were no significant differences in the brand of feldspathic porcelain and the thickness with which they are applied.

Keywords: feldspathic porcelain, fracture resistance, Ceramco, Noritake



Translation of the abstract reviewed by Dr. Narcisa Fuertes



Professor at Competencias Lingüísticas UNACH.

1. INTRODUCCIÓN

La porcelana de uso dental es muy parecida a la porcelana de usos varios, pero esta ha sido cambiada en su parte química, en la cual se han suprimido ciertos elementos para lograr igualar de forma óptica a los tejidos dentales a los cuales se pretende reemplazar. Dado este motivo se ha eliminado el caolín, que es una especie similar a la arcilla, esta es la responsable de otorgar un color blanco opaco que es característico de las porcelanas en general y obtener un material más traslucido, es decir con mayor estética ⁽¹⁾.

Hablar de estética dental es hablar de porcelanas dentales sin metal, podemos decir que la estética es algo subjetivo y dependerá en muchos aspectos del medio socio cultural en que se desenvuelvan ⁽²⁾. A pesar de que a principios del siglo XX, ya se realizaban coronas «jackets» de porcelana, el gran desarrollo de las restauraciones completamente cerámicas se ha producido en las últimas dos décadas debido al gran desarrollo de innovaciones tecnológicas y de materiales.

En los últimos años se han venido dando significativas aportaciones y cambios dentro de este ámbito, lo cual ha hecho posible que en nuestra actualidad se dé una gran variedad de estos sistemas cerámicos. Todos estos sistemas pretenden encontrar un equilibrio entre lo estético y funcional. Por lo tanto en la actualidad la porcelana libre de metal es de gran uso para el sector anterior.

El objetivo de esta investigación es evaluar distintos tipos de porcelana feldespática a la fractura por compresión, además comparar las ventajas de las porcelanas o materiales dentales usados comúnmente en nuestra ciudad para realizar tratamientos estéticos. La resistencia a la fractura es probablemente el factor más importante de durabilidad.

Este estudio compara a dos marcas comerciales de porcelana dental, tomando en cuenta su resistencia a la fractura por compresión. Ya que las porcelanas son materiales de mayor preferencia por el profesional para la reconstrucción estética de las piezas dentales y cada vez este material ha logrado tener mayor impacto en el campo odontológico.

Se determina las ventajas y desventajas de las porcelanas mediante un estudio experimental in vitro teniendo en cuenta la comparación entre las porcelanas de las dos diferentes casas comerciales. Para lo cual en este estudio se realiza 18 muestras de (5 mm x 5 mm) con un

espesor de (0,3 mm – 0,5 mm – 0,7 mm), divididas en 9 muestras para la casa comercial CERAMCO ® y 9 muestras para la casa comercial NORITAKE ®.

Siendo estas las más utilizadas por los profesionales de salud oral en nuestro medio, dichas muestras son sometidas a fuerzas verticales en la Máquina de Ensayos Universales “MTS 5002” cuyos datos son cuantificados por el QUANTROL by DILLON modelo SMART S-BEAN 500N, que demuestra la resistencia de estos materiales aportando datos de interés para el profesional de la salud.

En los dos grupos se realizan pruebas en la Máquina de Ensayos Universales “MTS 5002”. Cuyos resultados se analizan mediante estadística descriptiva para comparar la resistencia de variables investigadas. El análisis estadístico, se efectúa con el programa SPSS versión 23. Se confeccionan tablas de resumen para cada una de las mediciones de resistencia a la fractura.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta el medio en que nos desarrollamos, se ha visto que existe un alto índice de utilidad de la porcelana dental, tanto en el sector anterior como posterior al momento de reconstruir piezas dentales en mal estado, o a su vez para reemplazar piezas dentales perdidas.

Las porcelanas dentales al poseer una gran naturalidad en detalles anatómicos y ópticos muy similares a la superficie dental nos ayudan de gran manera a la estética dental ⁽²⁾, es por esta razón, que al ser un material de elección para numerosos tratamientos se lo ha considerado estudiar más a profundidad en respecto a sus propiedades de dureza, sometiéndolos a fuerzas verticales de presión.

Se debe tomar en cuenta algunas características importantes para utilizar estos materiales cerámicos en odontología, entre los más relevantes tenemos, la técnica de manipulación y las propiedades de estos materiales ⁽³⁾. De tal forma se podrá obtener un material final de mayor calidad tanto en lo funcional como en lo estético y a la vez de mayor duración. Ya que la orientación de los pacientes en las últimas tres décadas ha sido hacia la odontología estética ⁽⁴⁾.

Las carillas o frentes estéticos, son restauraciones definitivamente aceptadas y acreditadas en la odontología restauradora actual. La capacidad de dar soluciones conservadoras, estéticas y predecibles a un gran número de situaciones más o menos complejas de la clínica diaria, las han convertido en restauraciones de elección, no solo para los profesionales especializados en estas áreas, sino también para el práctico general ⁽⁵⁾.

La reproducción de las características de los dientes naturales siempre fue uno de los grandes objetivos de las técnicas de los materiales restauradores, y se agrega un objetivo fundamental más; el de la preservación de las estructuras sanas ⁽⁶⁾. Para lo cual se requiere de una gran resistencia de estos materiales, la resistencia de la porcelana dental está dada por varios factores, siendo estos; su espesor, materiales incorporados y su forma de fabricación.

Muchos estudios sugieren un espesor mínimo de 0,5 mm para las preparaciones de dientes para carillas de porcelana. Inicialmente, las carillas de porcelana se fabricaron a partir de porcelana feldespática apilada y se utilizaron de manera “sin preparación” con un grosor de 0,5– 0,7 mm ⁽⁷⁾. Una preparación mínima de 0,5 mm se utiliza para permitir un lugar para las carillas.

Ferrari et al ⁽⁸⁾, realizaron un estudio en el cual se seccionó y midió el grosor del esmalte labial de 114 incisivos extraídos y dientes premolares en tres sitios, el tercio gingival, el tercio medio y el tercio incisal, obteniendo resultados que indican que el grosor del esmalte en el tercio gingival fue de 0.3 a 0.4 mm para el dientes incisivos. Dichos espesores se toman en cuenta al momento de realizar la preparación ya que esta es una técnica mínimamente invasiva o nula.

De acuerdo a Martínez et al ⁽⁹⁾, expresan que: Uno de los principales factores que afecta a las restauraciones es la fractura de la cerámica. En teoría, todos los sistemas actuales poseen una adecuada resistencia a la fractura porque todos superan el valor límite de 100 MPa, establecido por la norma ISO 6872.

Pero la realidad es que existen diferencias considerables entre unos y otros, es por este motivo que nuestra investigación trata de comparar diferentes materiales para conocer el espesor más apropiado en aplicar a los diferentes tratamientos y que estas resistan a las fuerzas de masticación en los órganos dentarios con el fin de tener estética y funcionalidad.

3. JUSTIFICACIÓN

La estética dental hoy en día ha venido teniendo mayor aceptabilidad dentro del campo odontológico, lo que nos orienta a investigar más sobre los materiales y características del mismo, con el fin de lograr un óptimo tratamiento dental, además conocer cómo responden a las fuerzas que son sometidas en cavidad bucal ya que como todo material restaurador a cierta fuerza de presión estos se podrían fracturar.

De acuerdo a Martínez et al ⁽⁹⁾, expresan que uno de los principales factores que afecta a las restauraciones es la fractura de la cerámica. Al determinar la resistencia a la fractura entre las porcelanas de diferentes casas comerciales obtendremos relevancia para la rama de Biomateriales y a su vez para el odontólogo al momento de escoger una porcelana de una marca más resistente en base al tratamiento que se desea realizar.

Tomando en cuenta estudios previos de la porcelana dental sobre sus espesores adecuados, los cuales son los más utilizados en la confección de las carillas, se realizaran muestras que mantengan dichos parámetros, para que esta investigación aporte de manera significativa al campo odontológico. Así mismo la investigación traerá beneficios evitando que existan mayor número de fracturas de las porcelanas que son utilizadas en la reconstrucción del frente anterior dental.

Esta investigación es factible ya que gracias a los conocimientos científicos del tutor se podrá realizar de forma correcta y en el tiempo estimado, además se contará con la Máquina de Ensayos Universales “MTS 5002” de la Universidad de las Fuerzas Armadas del Ecuador (ESPE), que junto al QUANTROL by DILLON modelo SMART S-BEAN 500N serán los encargada de medir la resistencia a la fractura de las muestras de porcelanas feldespáticas.

Con esta investigación se beneficia tanto a profesionales odontólogos, técnicos dentales y estudiantes afines, ya que son ellos quienes están en contacto directo con estos materiales, a su vez se podrá realizar un mejor tratamiento que tendrá como resultado la satisfacción del paciente.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

- Evaluar la resistencia de distintos tipos de porcelana feldespática a la fractura por compresión.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar la resistencia a la fractura de las porcelanas CERAMCO, sometidas a pruebas mecánicas en la Máquina de Ensayos Universales “MTS 5002”
- Diferenciar, la resistencia a la fractura de las porcelanas NORITAKE, sometidas a pruebas mecánicas en la Máquina de Ensayos Universales “MTS 5002”
- Determinar qué tipo de porcelana es más resistente a la fractura; entre las dos porcelanas sometidas a pruebas mecánicas y determinar cuál es mejor.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Porcelanas

La porcelana es un material cerámico producido de forma artesanal o industrial y tradicionalmente blanco, compacto, frágil, duro, translúcido, impermeable, resonante, de baja elasticidad y altamente resistente al ataque químico y al choque térmico, utilizado para fabricar los diversos componentes de las vajillas y para jarrones, condensadores, lámparas, esculturas y elementos ornamentales y decorativos ^(10,11). Algunos manuales diferencian hasta cuatro tipos: porcelana blanda o tierna, porcelana caolínica, porcelana de ceniza de hueso y porcelana 'francesa' ⁽¹²⁾.

En un contexto menos profesional, en Occidente se define como porcelana al material cerámico que es translúcido, en tanto que en China es el que resuena como metal al ser golpeado. Supuestamente inventada en Oriente en el siglo VII u VIII (y bien guardado el secreto de su elaboración) y admirada en Occidente, alimentó un importante comercio que no disminuyó hasta que fue "reinventada" en Europa, ⁽¹³⁾ dando lugar a diferentes tipos en Francia, Alemania, Italia, España e Inglaterra. ⁽¹⁴⁾

Por regla general se compone de los siguientes materiales en polvo: (10-12)

- Caolín entre un 50 % y un 55 %
- Cuarzo entre un 22,5 % y un 25 %
- Feldespato entre un 22,5 % y un 25 %
- Cuarzo y feldespato molidos, para la cubierta
- Óxidos metálicos para los colores
- Oro de amalgama en el caso en que se quiera dorar algunas partes.

5.1.1. Porcelanas dentales

Es similar en muchos aspectos a la porcelana de usos generales antes mencionada, pero se han variado o eliminado algunos componentes para poder imitar ópticamente mejor a los tejidos dentarios que se pretende reemplazar. Es así que se elimina el caolín, una especie de arcilla,

que es el responsable del color blanco opaco característico de este tipo de materiales permitiendo conseguir un producto más translúcido.

El cuarzo es conservado algunas veces, siendo en otras oportunidades reemplazado por otros cristales que aportan resistencia a la estructura. De esta forma, y al igual que la porcelana de usos generales, la porcelana dental contiene una matriz vítrea reforzada con cristales dispersos, con excelentes características químicas y físicas, asociadas adhesivamente a las estructuras dentales, brindando así protección mecánica recíproca entre el diente y la restauración ⁽¹⁵⁾.

Siendo así uno de los materiales más utilizados para la reconstrucción de la estructura dental natural perdida, ya que gracias a sus propiedades podemos usarla para solucionar problemas funcionales y estéticos. Se obtienen por la acción del calor y cuya estructura final es parcial o totalmente cristalina ⁽¹⁶⁾. Pero, a pesar de su contrastado éxito, no han cesado los esfuerzos por lograr sistemas totalmente cerámicos debido a la necesidad de encontrar prótesis más estéticas y más biocompatibles ⁽¹⁷⁾.

La estética es un concepto subjetivo, sometido a grandes cambios según el medio socio-cultural que se trate. Pero no cabe duda de que en el entorno en que nos movemos hablar de restauraciones estéticas en el momento actual, implica hablar de cerámica sin metal. Además, las porcelanas son más inertes que los metales. Sabemos que las aleaciones pueden verter iones nocivos al medio oral al sufrir corrosión, hecho que no ocurre en las cerámicas debido a su baja reactividad química ⁽¹⁸⁾.

A pesar de que a principios del siglo XX, ya se realizaban coronas «jackets» de porcelana, el gran desarrollo de las restauraciones completamente cerámicas se ha producido en las últimas dos décadas debido a la gran profusión de innovaciones tecnológicas y materiales. Han sido tan importantes y revolucionarios los cambios y aportaciones en este campo en los últimos años que en la actualidad existen multitud de sistemas cerámicos ⁽¹⁹⁾.

Todos ellos buscan el equilibrio entre los factores estéticos, biológicos, mecánicos y funcionales. De manera que la cerámica sin metal hoy en día no sólo se usa para confeccionar restauraciones unitarias del sector anterior, como clásicamente se indicaba, sino que también se aplica a los sectores posteriores y a la elaboración de puentes dentales ⁽²⁰⁾.

5.1.2. Composición

Todas las porcelanas, sean del tipo que sean, están formadas por tres materias primas fundamentales cuya proporción varía en función de las propiedades que se quieren obtener o modificar y son feldespato, cuarzo (sílice) y caolín o arcilla blanca ⁽²⁰⁻²³⁾. El componente mayoritario es el feldespato seguido del cuarzo (forma cristalina del sílice) y en menor medida del caolín ⁽²³⁾.

La diferencia entre las porcelanas dentales y las no dentales la marcó inicialmente el contenido en caolín ⁽²¹⁾, (> 50% de la masa total en la cerámicas no dentales) responsable último de la manipulación y moldeado de la masa a la que le confiere una gran opacidad y pérdida de transparencia cuando es mayor del 10% de la masa, motivo éste por el que se redujo progresivamente su presencia hasta niveles mínimos en las porcelanas dentales actuales

Además de los componentes básicos, otros materiales, aunque en menor proporción, contribuyen a la mejora del aspecto y a brindar propiedades ópticas de fluorescencia ^(24,25).

5.1.3. Características

Los materiales cerámicos dentales deben presentar una serie de propiedades que a continuación destacamos:

1. Propiedades ópticas de vitalidad, translucidez, brillo, transparencia, color (posibilidad de incorporar pigmentos), reflexión de la luz y textura, lo que implica grandes posibilidades estéticas al mimetizar los dientes naturales ⁽²⁶⁾.
2. Biocompatibilidad local y general. Son los que presentan el mejor comportamiento con los tejidos vivos.
3. Durabilidad y estabilidad en el tiempo tanto en integridad coronal como en su aspecto por la gran estabilidad química en el medio bucal.
4. Compatibilidad con otros materiales y posibilidad de ser adheridas y grabadas mediante los sistemas cementantes adhesivos actuales.
5. Baja conductividad térmica con cambios dimensionales más próximos a los tejidos dentarios naturales que otros materiales restauradores utilizados ⁽²⁷⁾.

6. Radiolucidez: cualidad ésta muy interesante pues permite detectar posibles cambios en la estructura dentaria tallada como caries marginales y actuar precozmente especialmente en las porcelanas de alúmina densamente sinterizadas y en las feldespáticas ⁽²²⁾.
7. Resistencia a la abrasión debido a su dureza. Esta propiedad constituye una seria desventaja y un importante problema clínico cuando se opone a dientes naturales, pues limita las indicaciones y depende directamente de la dureza del material cerámico y de la aspereza del mismo al ocluir sobre las superficies dentarias. Actualmente se considera que la porcelana vitrificada de grano fino es menos abrasiva para el antagonista ⁽²⁸⁾.
8. Resistencia mecánica. Alta resistencia a la compresión, baja a la tracción y variable a la torsión, lo que las convierte en rígidas pero frágiles. Quizá sea éste el más grave inconveniente que presentan, tanto es así que los mayores esfuerzos investigativos se han dirigido a dotarlas de mayor resistencia.

Al respecto, las causas más frecuentemente mencionadas como responsables de la fragilidad son la existencia de grietas en el material cerámico y la propagación de las mismas, así como la presencia de poros por una técnica descuidada durante el procesamiento, cocción, etc. La porosidad y contracción durante la cocción exigen una técnica meticulosa para mejorar los resultados.

9. Procesado simple y coste razonable: la realización de coronas de porcelana no es precisamente fácil de realizar lo cual lleva aparejado un coste elevado. Sin embargo la generalización y automatización de la técnica hacen suponer que a la larga se producirá un abaratamiento de los costes de producción.

5.1.4. Clasificación

5.1.4.1. Clasificación según la temperatura de fusión.

Según la temperatura de fusión, las porcelanas feldespáticas se clasifican en ⁽²⁹⁻³¹⁾:

Alta fusión: 1288 a 1371 °C. Es la porcelana más fuerte, insoluble, translúcida y exacta aun después de horneados repetidos. Son fáciles de reparar o glasear. Son utilizadas para la confección de dientes artificiales.

Media Fusión: 1093 a 1260 °C. Su composición ha sido modificada con fundentes para lograr disminuir la temperatura de fusión. También son usados para la confección de dientes

artificiales. Las porcelanas de alta y media fusión tienen la misma microestructura y sus diferencias son en cuanto a la cantidad de fundentes que poseen en su composición.

Baja Fusión: 660 a 1066 °C. También son modificadas con fundentes pero en mayor porcentaje para ser utilizadas con el fin de solventar el problema de la diferencia entre los coeficientes de expansión térmica de ambos materiales. Contraen más que el resto de porcelanas. Las porcelanas de baja fusión son semejantes químicamente con la de alta fusión pero micro-estructuralmente difieren porque sus componentes casi se disuelven por completo de modo que al enfriarse muestran una microestructura casi homogénea de vidrio amorfo. Estas características son deseables para el proceso de fritación que es como usualmente se obtienen. Se utilizan especialmente con estructuras de titanio.

Ultra baja fusión: 850°C. Se denominan también correctivas para rectificar contactos oclusales, puntos de contacto, etc. o para ser utilizados con aleaciones de titanio.

5.1.4.2. Clasificación por la técnica de confección

La clasificación de las cerámicas analizando exclusivamente la forma de confección en el laboratorio es bastante útil y representativa. Siguiendo este criterio, los sistemas cerámicos se pueden clasificar en tres grupos: condensación sobre muñón refractario, sustitución a la cera perdida y tecnología asistida por ordenador.

5.1.4.2.1. Condensación sobre muñón refractario

Esta técnica se basa en la obtención de un segundo modelo de trabajo, duplicado del modelo primario de escayola, mediante un material refractario que no sufre variaciones dimensionales al someterlo a las temperaturas que requiere la cocción de la cerámica. La porcelana se aplica directamente sobre estos troqueles termo-resistentes⁽³²⁾.

Una vez sinterizada, se procede a la eliminación del muñón y a la colocación de la prótesis en el modelo primario para las correcciones finales⁽³³⁾. Son varios los sistemas que utilizan este procedimiento: Optec-HSP® (Jeneric), Fortress® (Myron Int), In-Ceram® Spinell (Vita), etc.

5.1.4.2.2. Sustitución a la cera pérdida

Este método está basado en el tradicional modelado de un patrón de cera que posteriormente se transforma mediante inyección en una estructura cerámica, tal y como clásicamente se

efectúa con el metal. Inicialmente se encera el patrón que puede representar la cofia interna o la restauración completa ⁽³⁴⁾.

Una vez realizado el patrón, se reviste en un cilindro y se procede a calcinar la cera. A continuación, se calienta la cerámica (que se presenta en forma de pastillas) hasta su punto de fusión. El paso del material hacia el interior del cilindro se realiza por inyección, en donde un pistón va empujando la cerámica fluida hasta el molde ⁽³⁵⁾.

Los sistemas más representativos son IPS Empress[®] y e.max[®] Press (Ivoclar). Diversos estudios han demostrado que este procedimiento aumenta la resistencia de la cerámica porque disminuye la porosidad y proporciona una distribución más uniforme de los cristales en el seno de la matriz.

5.1.4.2.3. Tecnología asistida por ordenador

Hoy en día, la tecnología CAD-CAM (Computer Aid Design - Computer Aid Machining) nos permite confeccionar restauraciones cerámicas precisas de una forma rápida y cómoda. Todos estos sistemas controlados por ordenador constan de tres fases: digitalización, diseño y mecanizado. Gracias a la digitalización se registra tridimensionalmente la preparación dentaria ⁽³⁶⁾.

Esta exploración puede ser extraoral (a través de una sonda mecánica o un láser se escanea la superficie del troquel o del patrón) o intraoral (en la que una cámara capta directamente la imagen del tallado, sin necesidad de tomar impresiones). Estos datos se transfieren a un ordenador donde se realiza el diseño con un software especial ⁽³⁷⁾.

Concluido el diseño, el ordenador da las instrucciones a la unidad de fresado, que inicia de forma automática el mecanizado de la estructura cerámica. Los sistemas más representativos son Cerec[®] (Sirona), Procera[®] (Nobel Biocare), Lava[®] (3M Espe), DCS[®] (DCS), Cercon[®] (Dentsply), Everest[®] (Kavo), Hint-Els[®] (Hint-Els), etc.

Con las técnicas descritas se puede realizar el volumen completo de la restauración y luego proceder a su caracterización mediante maquillaje superficial; o se puede confeccionar la estructura interna y luego terminarla mediante la aplicación de capas de porcelana feldespática convencional.

El maquillaje superficial se utiliza más en incrustaciones y carillas. Mientras que la estratificación de capas es el método ideal para coronas y puentes, ya que nos permite obtener mejores resultados estéticos porque el color se consigue desde las capas profundas ⁽³⁸⁾.

5.1.4.3. Clasificación de acuerdo a la composición química

Químicamente, las porcelanas dentales se pueden agrupar en tres grandes familias: circoniosas, aluminosas y feldespáticas.

5.1.4.3.1. Cerámicas circoniosas

Este grupo es el más novedoso. Estas cerámicas de última generación están compuestas por óxido de circonio altamente sinterizado (95%), estabilizado parcialmente con óxido de itrio (5%). El óxido de circonio (ZrO_2) también se conoce químicamente con el nombre de circonia o circona.

La principal característica de este material es su elevada tenacidad debido a que su microestructura es totalmente cristalina y además posee un mecanismo de refuerzo denominado «transformación resistente».

Este fenómeno descubierto por Garvie & Cols en 1975 consiste en que la circonia parcialmente estabilizada ante una zona de alto estrés mecánico como es la punta de una grieta sufre una transformación de fase cristalina, pasa de forma tetragonal a monoclinica, adquiriendo un volumen mayor. De este modo, se aumenta localmente la resistencia y se evita la propagación de la fractura ⁽³⁹⁾.

Esta propiedad le confiere a estas cerámicas una resistencia a la flexión entre 1000 y 1500 MPa, superando con un amplio margen al resto de porcelanas. Por ello, a la circonia se le considera el «acero cerámico». Estas excelentes características físicas han convertido a estos sistemas en los candidatos idóneos para elaborar prótesis cerámicas en zonas de alto compromiso mecánico.

Al igual que las aluminosas de alta resistencia, estas cerámicas son muy opacas (no tienen fase vítrea) y por ello se emplean únicamente para fabricar el núcleo de la restauración, es decir, deben recubrirse con porcelanas convencionales para lograr una buena estética.

El nuevo reto de la investigación es aumentar la fiabilidad de las actuales cerámicas monofásicas aluminosas y circoniosas. Recientemente, se ha demostrado que la circonia tetragonal meta-estable en pequeñas proporciones (10-15%) refuerza la alúmina de forma significativa ⁽⁴⁰⁾.

Estos «composites» altamente sinterizados alcanzan unos valores de tenacidad y de tensión umbral mayor que los conseguidos por la alúmina y la circonia de forma individual. Además, tienen una adecuada dureza y una gran estabilidad química. Así pues, estos biomateriales de alúmina-circonia se presentan como una alternativa a tener en cuenta en el futuro para la confección de restauraciones cerámicas.

5.1.4.3.2. Cerámicas aluminosas

En 1965, McLean y Hughes abrieron una nueva vía de investigación en el mundo de las cerámicas sin metal. Estos autores incorporaron a la porcelana feldespática cantidades importantes de óxido de aluminio reduciendo la proporción de cuarzo. El resultado fue un material con una microestructura mixta en la que la alúmina, al tener una temperatura de fusión elevada, permanecía en suspensión en la matriz ⁽⁴¹⁾.

Estos cristales mejoraban extraordinariamente las propiedades mecánicas de la cerámica. Esta mejora en la tenacidad de la porcelana animó a realizar coronas totalmente cerámicas.

Sin embargo, pronto observaron que este incremento de óxido de aluminio provocaba en la porcelana una reducción importante de la translucidez, que obligaba a realizar tallados agresivos para alcanzar una buena estética. Cuando la proporción de alúmina supera el 50% se produce un aumento significativo de la opacidad.

Por este motivo, en la actualidad las cerámicas de alto contenido en óxido de aluminio se reservan únicamente para la confección de estructuras internas, siendo necesario recubrirlas con porcelanas de menor cantidad de alúmina para lograr un buen mimetismo con el diente natural.

5.1.4.3.3. Cerámicas feldespáticas

Las primeras porcelanas de uso dental tenían la misma composición que las porcelanas utilizadas en la elaboración de piezas artísticas. Contenían exclusivamente los tres elementos básicos de la cerámica: feldespato, cuarzo y caolín. Con el paso del tiempo, la composición de

estas porcelanas se fue modificando hasta llegar a las actuales cerámicas feldespáticas, que constan de un magma de feldespato en el que están dispersas partículas de cuarzo y, en mucha menor medida, caolín ⁽⁴²⁾.

El feldespato, al descomponerse en vidrio, es el responsable de la translucidez de la porcelana. El cuarzo constituye la fase cristalina. El caolín confiere plasticidad y facilita el manejo de la cerámica cuando todavía no está cocida. Además, para disminuir la temperatura de sintetización de la mezcla siempre se incorporan «fundentes».

Al tratarse básicamente de vidrios poseen unas excelentes propiedades ópticas que nos permiten conseguir unos buenos resultados estéticos; pero al mismo tiempo son frágiles y, por lo tanto, no se pueden usar en prótesis fija si no se «apoyan» sobre una estructura ⁽⁴³⁾. Por este motivo, estas porcelanas se utilizan principalmente para el recubrimiento de estructuras metálicas o cerámicas.

Como ya señalamos, debido a la demanda de una mayor estética en las restauraciones, se fue modificando la composición de las cerámicas hasta encontrar nuevos materiales que tuvieran una tenacidad adecuada para confeccionar restauraciones totalmente cerámicas. En este contexto surgieron las porcelanas feldespáticas de alta resistencia. Éstas tienen una composición muy similar a la anteriormente descrita. Poseen un alto contenido de feldespatos pero se caracterizan porque incorporan a la masa cerámica determinados elementos que aumentan su resistencia mecánica (100-300 MPa) ⁽⁴⁴⁾.

5.1.4.3.3.1. Características de cerámicas feldespáticas

Cerámicos expertos y con experiencia han podido crear PLV con un grosor de 0,3 mm. Esta capacidad ahora ha permitido que muchos dentistas se vuelvan aún más conservadores en la preparación de sus dientes para la PLV. Además, Wells ⁽⁴⁵⁾. Ha demostrado que en ciertas situaciones, es posible colocar carillas sin preparación mientras se logran los resultados estéticos deseados sin comprometer la función ni la salud de los tejidos blandos.

Inicialmente, los carillas de porcelana se fabricaron a partir de porcelana feldespática apilada y se utilizaron de manera “sin preparación” con un grosor de 0,5– 0,7 mm ⁽⁴⁶⁾. Una preparación mínima de 0,5 mm se utiliza para permitir un lugar para las carillas, poder enmascarar adecuadamente las áreas no estéticas y / o cambiar el color, así como proporcionar la resistencia mínima necesaria para la fabricación y el suministro de las cerámica ⁽⁴⁶⁾.

Muchos estudios sugieren un espesor mínimo de 0,5 mm para las preparaciones de dientes para CV. Según Nattress et al, ⁽⁴⁷⁾. Las preparaciones a mano alzadas pueden resultar en una profundidad variable de la preparación con exposición a la dentina.

Ferrari et al, ⁽⁸⁾. Seccionó y midió el grosor del esmalte labial de 114 incisivos extraídos y dientes premolares en tres sitios, el tercio gingival, el tercio medio y el tercio incisal, con los resultados que indican que el grosor del esmalte en el tercio gingival fue de 0.3 a 0.4 mm para el dientes incisivos.

Los autores argumentaron que debido a que el esmalte debería reducirse en 0.5 mm en una preparación de chanfer, esto resultaría en la exposición de la dentina al margen gingival, o, si los dientes se reducen menos, podría resultar en una restauración sobre contorneada. La reducción vestibular inadecuada puede conducir potencialmente a un aumento de volumen en la carilla, mientras que la reducción excesiva resulta innecesariamente en una exposición más extensa a la dentina ^(48 - 50).

5.2. Marcas principales en el País

Las porcelanas de mayor uso por los odontólogos y técnicos dentales para la confección de dientes artificiales tanto anteriores como posteriores son las porcelanas de la marca comercial CERAMCO Y NORITAKE. A continuación se detalla las propiedades de dichas porcelanas.

5.2.1. Porcelana dental Ceramco

Las porcelanas Ceramco II han sido diseñadas para ofrecer las excepcionales propiedades de manejo, estabilidad térmica y estética de las porcelanas originales Ceramco II. El sistema es resistente a las decoloraciones causadas por las aleaciones con plata, eliminando así la necesidad de técnicas o líquidos especiales cuando se usa con este tipo de aleaciones.

Las porcelanas Ceramco pueden utilizarse para porcelana unida a metal, veneer, fundas de porcelana y restauraciones prostodónticas fijas inlay/onlay.

Sólo está diseñado para las indicaciones enumeradas anteriormente. Utilícese únicamente con componentes recomendados del sistema Ceramco. Otras cerámicas no son térmicamente compatibles y no cuentan con el coeficiente de expansión termal adecuado, por lo que no deben usarse.

Es posible que, en un principio, los resultados con algunos materiales parezcan aceptables, pero la tensión interna puede poner en peligro el éxito a largo plazo. El sistema Ceramco contiene componentes que pueden causar sequedad cutánea o sensibilización (dermatitis alérgica de contacto u otras reacciones alérgicas en personas predispuestas).

Las porcelanas Ceramco cumplen las estrictas normas de las porcelanas de grano fino. Las porcelanas Ceramco cumplen el ISO mismo estándar de expansión térmica y tienen la misma excelente estabilidad térmica. Temperatura de cocción Las porcelanas Ceramco cuecen aproximadamente a unos 20 °C (36 °F). Ceramco II contiene un cristal más refractario, por lo que requiere temperaturas más altas.

5.2.2. Porcelana dental Noritake

Los procedimientos de fabricación de NORITAKE SUPER PORCELAIN EX-3 son muy sencillos. Sus características sobresalientes son posibles gracias a su tamaño de partícula muy fino. NORITAKE SUPER PORCELAIN EX-3 es superior a otras porcelanas dentales porque su coeficiente de expansión térmica (CTE) permanece estable durante los horneados repetidos.

Cuando se hace un puente de tramo largo, cada unidad puede personalizarse con precisión con horneado repetido de todo el tramo con un riesgo mínimo de agrietamiento. Es compatible con aleaciones preciosas, semipreciosas, no preciosas y sin plata para prótesis de metal-cerámica.

Su fluorescencia es ideal y es altamente resistente al envejecimiento inducido por la plata. Esta combinación de características hace que NORITAKE SUPER PORCELAIN EX-3 sea una opción ideal para restauraciones de porcelana.

5.3. Resistencia a la fractura

Uno de los principales problemas que afecta la vida de las restauraciones es la fractura de la cerámica. En teoría, todos los sistemas actuales poseen una adecuada resistencia a la fractura porque todos superan el valor límite de 100 MPa, establecido por la norma ISO 6872. Pero la realidad es que existen diferencias considerables entre unos y otros.

Por este motivo, creemos que es más correcto utilizar como punto de referencia la resistencia de las restauraciones metal-cerámica, que está comprendida entre los 400 y 600 MPa. ⁽⁵¹⁾.

De manera que podemos clasificar a las cerámicas sin metal en tres grupos:

- Baja resistencia (100-300 MPa): En el que se sitúan las porcelanas feldespáticas.
- Resistencia moderada (300-700 MPa): Representado fundamentalmente por las aluminosas.
- Alta resistencia (por encima de 700 MPa): En el que quedarían encuadradas todas las cerámicas circoniosas.

Esta clasificación tiene una gran importancia clínica, ya que nos permite delimitar las indicaciones de los distintos materiales cerámicos. Como ya señalamos, los sistemas circoniosos debido a sus elevados valores se han convertido en los candidatos idóneos para elaborar prótesis cerámica en zonas de alto compromiso mecánico.

Sin embargo, no podemos olvidar que estos datos se refieren exclusivamente a las estructuras de circonia. En la práctica clínica, estas prótesis incorporan porcelana de recubrimiento, que presenta unas propiedades mecánicas distintas. En este sentido, varios autores han observado que las restauraciones circoniosas in vivo no son tan resistentes como predicen los trabajos in vitro ⁽⁵²⁾.

Así, Sundh & cols. Demostraron que el recubrimiento cerámico disminuía notablemente la tenacidad de la circonia, justo al contrario de lo que ocurre en las cerámicas feldespáticas y aluminosas ⁽⁵³⁾.

Cuanto más frágil es el núcleo, mayor es el refuerzo que ejerce la porcelana de recubrimiento. A medida que se aumenta la tenacidad de la estructura, se pierde el efecto de blindaje de la porcelana de recubrimiento. Por lo tanto, debemos de ser cautos a la hora de indicar estas restauraciones porque aunque su resistencia supere a la del resto de cerámicas, todavía queda mucho camino por recorrer antes de que estos sistemas estén en condiciones de sustituir a la técnica metal-cerámica en su empleo cotidiano.

No obstante, sabemos que la resistencia de una restauración también depende de una serie de factores clínicos como son: la preparación dentaria, el diseño de la estructura y el cementado. Si se manejan de forma adecuada, la probabilidad de fractura se reduce significativamente. Pero, no vamos a entrar en detalles porque se salen de los objetivos de esta investigación.

6. METODOLOGÍA

En el presente estudio se realizara una investigación sobre las porcelanas feldespáticas en el cual se la someterá a fuerzas verticales para comprobar a que fuerzas estas se fracturan, se realizan pruebas en diferentes espesores como son 0,3 mm, 0,5 mm y 0,7 mm.

Estos espesores han sido seleccionados ya que como se explica en los temas anteriores descritos, son los valores de preferencia por los profesionales para la confección de las carillas de porcelana feldespática.

Para dicho proceso se utilizara un método analítico investigativo, el cual a la vez será descriptivo ya que presentaremos los resultados obtenidos en la comparación de estas dos marcas de porcelana.

6.1. Tipo y diseño de investigación

Bibliográfica.- Se utilizara este tipo de investigación ya que se reforzara el estudio con artículos de gran similitud para darle mayor realce.

De campo y de laboratorio.- Estos dos tipos de investigación se realizaran ya que este estudio es de carácter experimental donde las muestras de porcelana serán sometidas a la Máquina de Ensayos Universales “MTS 5002”.

Fotografía Nro. 1: Máquina de Ensayos Universales “MTS 5002”.



Fuente: Fotografiado por el investigador
Autor: Fernando Romero

Además esta investigación será de carácter **observacional, descriptiva y cualitativa**, ya que al realizar las pruebas estas serán obtenidas por el QUANTROL by DILLON modelo SMART S-BEAN 500N en valores numéricos con unidades en Newton y anotadas en la hoja de registro todos los valores que sean producto de los ensayos de compresión.

Fotografía Nro. 2: QUANTROL by DILLON modelo SMART S-BEAN 500N



Fuente: Fotografiado por el investigador
Autor: Fernando Romero

6.2. Diseño de la investigación

Estudio transversal.- ya que esta investigación cuenta con un lapso de tiempo definido y específico.

Estudio experimental: este estudio se realizara bajo parámetro de carácter investigativo y experimental por lo antes mencionado. Pero no se realizara ningún tipo de estudio experimental en paciente.

6.3. Población de estudio

Se realizaran 18 muestras de las marcas de porcelana feldespática para someterlas a la Máquina de Ensayos Universales para obtener los datos necesarios.

6.3.1. Muestra

Se analizaran 18 muestras de porcelanas feldespáticas de las dos casas comerciales utilizando la máquina de fuerzas universales, con el fin de obtener los datos necesarios para dicho estudio, es decir se analizaran 9 muestras de cada casa comercial.

Fotografía Nro. 3: Muestras de porcelana Feldespática



Fuente: Fotografiado por el investigador
Autor: Fernando Romero

6.3.2. Criterios de inclusión

Muestras de porcelana feldespática que cumplan con las medidas de longitud y espesor adecuados de 5 mm x 0.3 mm x 5 mm, de 5 mm x 0.5 mm x 5 mm y de 5 mm x 0.7 mm x 5 mm. Y que no tengan falla alguna.

Fotografía Nro. 4: Medición del espesor de las muestras de la porcelana feldespática



Fuente: Fotografiado por el investigador
Autor: Fernando Romero

6.3.3. Criterios de exclusión

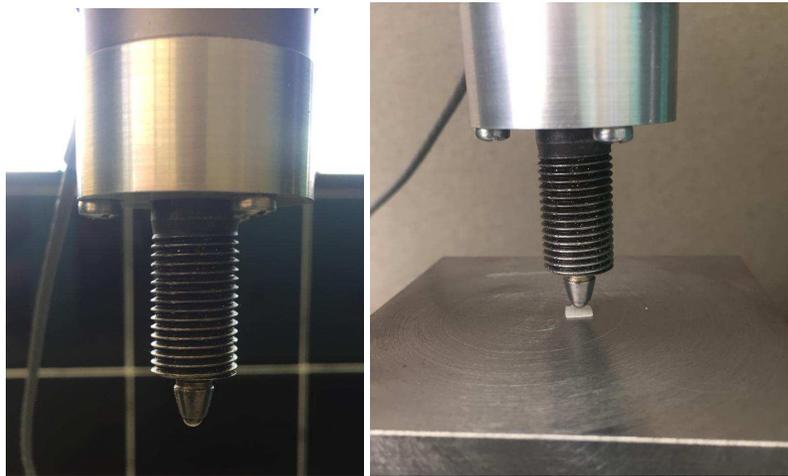
Muestras de porcelana que no cumplan con las medidas antes mencionadas, o que a su vez presenten alguna distorsión que afecte el resultado del estudio.

6.4. Técnicas e instrumentos

Técnicas: Es de carácter observacional ya que las muestras serán colocadas y sometidas a fuerzas verticales en la máquina de ensayos universales

Instrumentos: Se emplearan hojas de recolección de datos para registrar los valores obtenidos de la máquina de ensayos universales al someter a la porcelana feldespática a fuerzas verticales.

Fotografía Nro. 5: Porcelana feldespática sometida a pruebas de compresión.



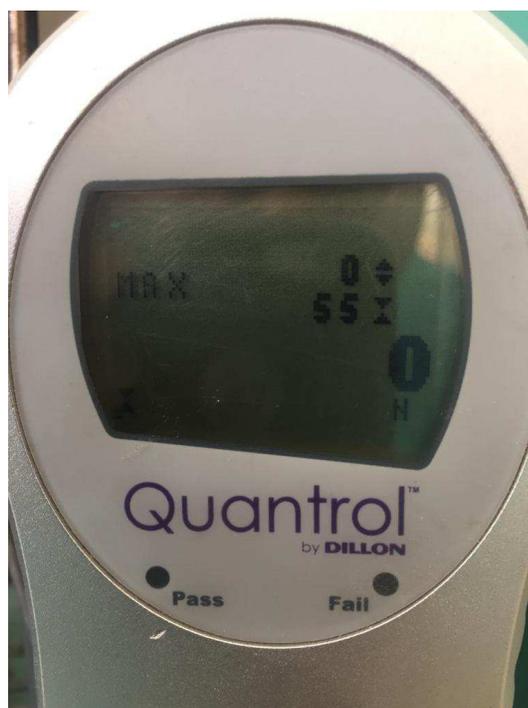
Fuente: Fotografiado por el investigador

Autor: Fernando Romero

6.5. Análisis estadístico

Se utilizara la estadística descriptiva con un diseño experimental factorial ya que esta tiene como objetivo recoger, clasificar, desarrollar y resumir los datos obtenidos por el QUANTROL by DILLON modelo SMART S-BEAN 500N, procesando dicha información en el sistema SPSS versión 23.

Fotografía Nro. 6: Datos obtenidos con el QUANTROL by DILLON



Fuente: Fotografiado por el investigador
Autor: Fernando Romero

6.6. Operacionalización de las variables

6.6.1. Variable dependiente

Tabla Nro. VD: Resistencia de distintos tipos de porcelana feldespática

| CONCEPTUALIZACIÓN | DIMENSIÓN | INDICADOR | TÉCNICA | INSTRUMENTO |
|--|--------------------|--|---------------|-------------------|
| Las porcelanas dentales son estructuras no metálicas, inorgánicas. Contienen principalmente compuestos de oxígeno con uno o más elementos metálicos o semi-metálicos (aluminio, calcio, litio, magnesio, fósforo, potasio, silicio, sodio, titanio y zirconio. Se obtienen por la acción del calor y cuya estructura final es parcial o totalmente cristalina. | Porcelana CERAMCO | - Fractura total - Fractura parcial - Ningún tipo de fractura o fisura | Observacional | Ficha de registro |
| | Porcelana NORITAKE | - Fractura total - Fractura parcial - Ningún tipo de fractura o fisura | Observacional | Ficha de registro |

6.6.2. Variable independiente

Tabla Nro. VI: Fractura por compresión

| CONCEPTUALIZACIÓN | DIMENSIÓN | INDICADOR | TÉCNICA | INSTRUMENTO |
|---|-----------------------------------|-----------|---------------|-------------------|
| <p>Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.</p> <p>La resistencia a la compresión de un material que falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente.</p> | Resistencia a fuerzas verticales. | Newton | Observacional | Ficha de registro |

7. RESULTADOS

7.1. Análisis estadístico

Para el análisis se ha planteado realizar un diseño experimental factorial con dos factores, esto para analizar la resistencia de dos tipos de porcelanas (CERAMCO ® y NORITAKE ®), en muestras de tres diferentes espesores (0,3 mm – 0,5 mm – 0,7 mm) con tres repeticiones, en unidades de Newton.

Tabla Nro. 1: Tipos de porcelana y espesores.

| Tipo de Porcelana | Espesor | | |
|-----------------------|---------|--------|--------|
| | 0,3 mm | 0,5 mm | 0,7 mm |
| CERAMCO ® (N) | 32 | 47 | 43 |
| | 19 | 52 | 25 |
| | 25 | 24 | 37 |
| NORITAKE ® (N) | 16 | 55 | 47 |
| | 16 | 15 | 39 |
| | 10 | 14 | 33 |

Fuente: Realizado por el investigador

Autor: Fernando Romero

Análisis e interpretación: la Tabla Nro. 1 indica los valores alcanzados en los ensayos realizados para medir su resistencia a la fractura en cada uno de sus espesores respectivamente, estos resultados están valorados en unidades de Newton y separados por cada casa comercial.

Tabla Nro. 2: Resistencia de porcelana feldespática a la fractura

| Casa comercial | Espesores | Resultado (N) |
|----------------|-----------|---------------|
| CERAMCO | 0,3 mm | 23,54 |
| | 0,5 mm | 38,43 |
| | 0,7 mm | 40,84 |
| NORITAKE | 0,3 mm | 16,33 |
| | 0,5 mm | 31,45 |
| | 0,7 mm | 34,98 |

Fuente: Realizado por el investigador

Autor: Fernando Romero

Análisis e interpretación: en la Tabla Nro. 2 se muestra los valores promedio en Newton que alcanzaron las muestras sometidas a las fuerzas verticales para medir su resistencia a la fractura.

El modelo matemático que se planteo es el siguiente:

- $y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + u_{ijk}$, $i = 1, 2$; $j = 1, 2, 3$; $k = 1, 2, 3$ donde
- y_{ijk} : Representa la resistencia de las muestras de porcelana k al que se le aplico un tipo de porcelana i y un espesor j .
- μ : Efecto constante, común a todos los niveles de los factores, denominado media global.
- τ_i : Efecto medio producido por el tipo de porcelana i , ($\sum_i \tau_i = 0$).
- β_j : Efecto medio producido por el espesor j , ($\sum_j \beta_j = 0$).
- $(\tau\beta)_{ij}$: Efecto medio producido por la interacción entre el tipo de porcelana i y el espesor j , ($\sum_i (\tau\beta)_{ij} = \sum_j (\tau\beta)_{ij} = 0$).
- u_{ijk} : Vv aa. independientes con distribución $N(0, \sigma)$.

- **Variable respuesta:** *Resistencia de los tipos de porcelanas;*
- **Factor:** *Tipo de porcelana* (dos niveles).
- **Factor:** *espesor* (tres niveles).
- Ambos factores de **efectos fijos**.
- **Tamaño del experimento:** Número total de observaciones (18).

Tabla Nro. 3: Factores inter-sujetos

| | | Etiqueta de valor | N |
|------------------|---|-------------------|---|
| EspesorPorcelana | 1 | 0.3 mm | 6 |
| | 2 | 0.5 mm | 6 |
| | 3 | 0.7 mm | 6 |
| TipoPorcelana | 1 | Ceramco | 9 |
| | 2 | Noritake | 9 |

Fuente: Realizado por el investigador

Autor: Fernando Romero

Análisis e interpretación: en la tabla Nro. 3, se muestra un resumen de las etiquetas de valor de cada nivel y el número de observaciones de cada nivel. Es decir se presentan los espesores de las muestras, además de los tipos de porcelana y a su vez de las veces que estas fueron sometidas a las fuerzas de compresión.

Tabla Nro. 4: Pruebas de efectos inter-sujetos ANOVA

Variable dependiente: Resistencia

a. R al cuadrado = ,449 (R al cuadrado ajustada = ,219)

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------------------------------|-------------------------------|----|------------------|---------|------|
| Modelo corregido | 1559,167 ^a | 5 | 311,833 | 1,954 | ,159 |
| Intersección | 16744,500 | 1 | 16744,500 | 104,908 | ,000 |
| EspesorPorcelana | 1080,333 | 2 | 540,167 | 3,384 | ,068 |
| TipoPorcelana | 193,389 | 1 | 193,389 | 1,212 | ,293 |
| EspesorPorcelana * TipoPorcelana | 285,444 | 2 | 142,722 | ,894 | ,435 |
| Error | 1915,333 | 12 | 159,611 | | |
| Total | 20219,000 | 18 | | | |
| Total corregido | 3474,500 | 17 | | | |

Fuente: Realizado por el investigador

Autor: Fernando Romero

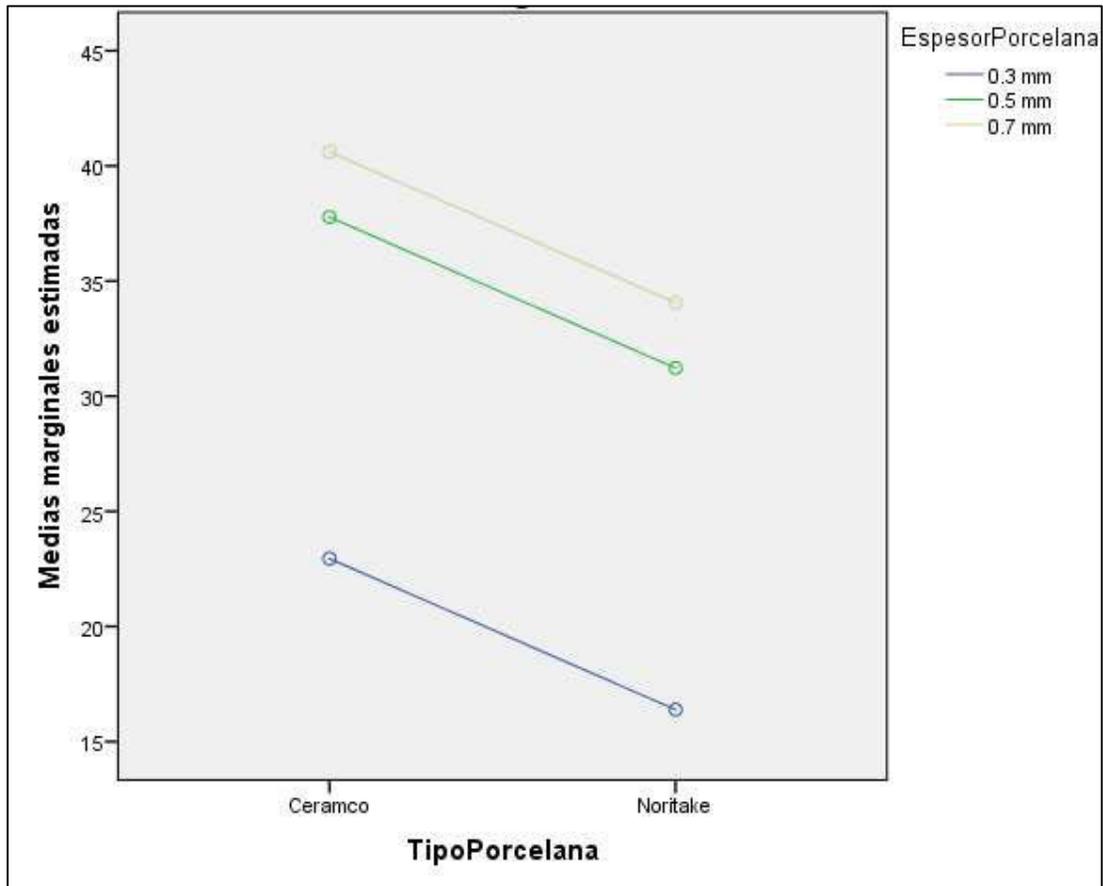
Análisis e interpretación: Ya que el presente es un análisis de dos factores se analizará en primera instancia la posible interacción entre ambos factores, es decir entre el tipo de porcelana con el espesor de la porcelana, por esta razón se realizó un modelo completo tal como muestra la tabla Nro. 4. La tabla ANOVA (Tabla Nro. 4) muestra las filas **TipoPorcelana**, **EspesorPorcelana** y **EspesorPorcelana *TipoPorcelana** que corresponde a la variabilidad debida a los efectos de uno de los factores y de la interacción entre ambos, para esto las hipótesis planteadas son:

- $H_0 =$ los tipos de porcelanas son igual de resistentes
- $H_0 =$ los diferentes espesores de las porcelanas son igual de resistentes

➤ $H_0 =$

la resistencia de los diferentes tipos de porcelanas son iguales en todos los espesores

Grafico Nro. 1: Medidas marginales estimadas de resistencia en tipos de porcelana



Fuente: Realizado por el investigador
Autor: Fernando Romero

Análisis e interpretación: Se comenzó comprobando la hipótesis nula de la interacción

($H_0 =$

la resistencia de los diferentes tipos de porcelanas son iguales en todos los espesores

), para esto se observó el estadístico F ($F=0,894$), que contrasta como se dijo la hipótesis de

interacción entre ambos, dicho valor deja a la derecha un **Sig=0,435**, mayor que el nivel de

significación de **0,05**, por lo que se concluye que la interacción entre ambos factores no es

significativa (Gráfico Nro. 1), y se debe eliminar del modelo, a continuación se construyó un

nuevo ANOVA (Tabla Nro. 5).

Tabla Nro. 5: Pruebas de efectos inter-sujetos ANOVA

Variable dependiente: Resistencia

a. R al cuadrado = ,891 (R al cuadrado ajustada = ,860)

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|--------|------|
| Modelo | 18018,222 ^a | 4 | 4504,556 | 28,655 | ,000 |
| TipoPorcelana | 193,389 | 1 | 193,389 | 1,230 | ,286 |
| EspesorPorcelana | 1080,333 | 2 | 540,167 | 3,436 | ,061 |
| Error | 2200,778 | 14 | 157,198 | | |
| Total | 20219,000 | 18 | | | |

Fuente: Realizado por el investigador

Autor: Fernando Romero

Análisis e interpretación: Esta tabla muestra dos únicas fuentes de variación, es decir los efectos principales de los dos factores (Tipo de Porcelana y Espesor de Porcelana), y se suprimió la interacción entre estos, observando los valores p-valores, 0,286 y 0,061 asociados a los contrastes principales, se deduce que los efectos no son significativos a un nivel de significancia de 5%. Deducimos por lo tanto que la resistencia del tipo de porcelana es igual en las dos marcas que se utilizaron y que el espesor con el que se administren estas son igual de resistentes, además dicha efectividad no depende del tipo de porcelana ni del espesor con el que se administren ya también la interacción no es significativa.

Pero lo importante del estudio es también determinar que marca de porcelana y en que espesor sería el óptimo y con este fin utilizamos el método de Tukey como se muestra a continuación (Tabla Nro. 6).

Tabla Nro. 6: Método de Tukey

| EspesorPorcelana | | N | Subconjunto |
|----------------------|--------|---|-------------|
| HSD | 0.3 mm | 6 | 19,67 |
| Tukey ^{a,b} | 0.5 mm | 6 | 34,50 |
| | 0.7 mm | 6 | 37,33 |
| | Sig. | | ,069 |

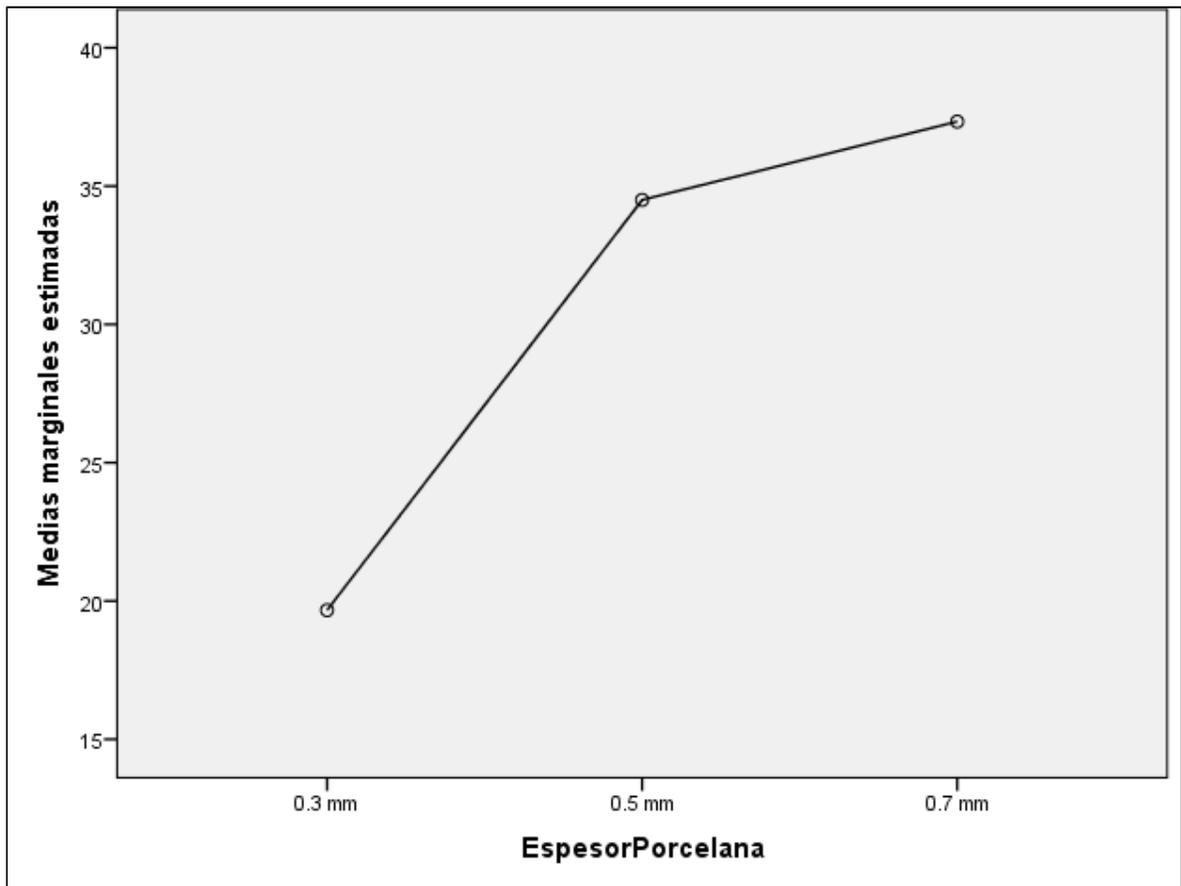
Fuente: Realizado por el investigador

Autor: Fernando Romero

- ✓ Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
- ✓ Se basa en las medias observadas.
- ✓ El término de error es la media cuadrática (Error) = 157,198.
- Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.
- Alfa = ,05

Análisis e interpretación: La tabla Nro. 6. muestra un subconjunto homogéneo, formado por el espesor de 0,3, 0,5 y 0,7 mm, lo que nos indica que no se aprecian diferencias significativas, entre estos tres diferentes espesores de porcelanas, sin embargo, siendo el espesor de 0,7 mm significativamente más resistente (Gráfico Nro. 2), que una porcelana de 0,3 mm (su resistencia media es de 37,33, superior a la resistencia obtenida con un espesor de 0,3 y 0,5 mm).

Gráfico Nro. 2: Medidas marginales estimadas de resistencia en espesor de porcelana



Análisis e interpretación: Basado en el análisis finalmente se puede concluir que no existe diferencias significativas en cuanto a la marca de la porcelana y el espesor con la que estas se apliquen como se muestra en la Tabla Nro. 5, con un p-valor de 0, 5, es decir que con un 95% confianza el tipo de porcelanas y espesor tienen una resistencia promedio similar y por lo tanto no existe interacción entre el tipo de porcelana y el espesor de estas.

8. DISCUSIÓN

Hay varios factores que implican un fallo mecánico en la resistencia a la fractura en las restauraciones con carillas de porcelana; contar con un espesor adecuado para la aplicación de la porcelana es la clave para el éxito estético y funcional de la carilla. Dicho espesor es determinado por la coloración del sustrato, cuanto más oscurecido, mayor es el espesor de la porcelana necesaria para enmascararlo y el espesor es influenciado por el sistema cerámico utilizado ⁽⁴⁹⁾.

En 2011, Tai-Min Lin et al, realizaron un estudio sobre la “*resistencia a la fractura y discrepancia marginal de laminados de porcelana influenciados por el diseño de la preparación y material restaurados in vitro*”, revelando una no correlación entre los espesores y discrepancia marginal de las carillas. El diseño de preparación completa con ProCAD y el diseño de preparación tradicional con porcelana feldespática manifestaron una brecha menor. La resistencia a la fractura disminuyó para el diseño completo de la preparación con porcelana feldespática ⁽⁵⁴⁾. Por lo cual se concluye que en términos de discrepancia marginal y resistencia a la fractura, la combinación más favorable fue una preparación de carilla tradicional diseñada con porcelana feldespática. Por lo tanto basados en nuestra investigación y tomando en cuenta los resultados obtenidos en la investigación realizada en el 2011 por Tai-Min Lin, corroboramos y estamos de acuerdo que la porcelana feldespática tienen una resistencia a la fractura, aceptable lo que la hace ideal para tratamientos dentales estéticos.

En 2017, Diana Morillo et al, realizó un estudio de “*resistencia a la fractura entre las carillas de porcelana y carillas lentes de contacto*” En la cual se determinó que la resistencia a la fractura de las carillas de porcelana Vita VM7 es de 256.33 N. y las de carillas de lentes de contacto de Vitrocerámica de disilicato de litio IPS e.max es de 305.33 N. Con lo cual se concluye que las carillas lentes de contacto son más resistentes que las carillas de porcelana ⁽⁵⁵⁾. A diferencia de nuestra investigación que fue realizada en muestras de porcelana feldespática, esta otra investigación la realizan en troqueles, con una confección de carillas sobre dientes naturales extraídos. Es por este motivo que en los resultados se observa valores altos de resistencia a la fractura, en los cuales los lentes de contacto superan a las carillas de porcelana, por lo tanto se cree necesaria la realización de una investigación similar de porcelana feldespática sobre dientes naturales extraídos. Lo cual ayudara a corroborar los resultados obtenidos en nuestra investigación.

Así, de esta manera se lograría valores mucho más altos en resistencia a la fractura ya que intervendría más factores como la cementación y el tipo de preparación de las porcelanas feldespáticas, tomando en cuenta que nuestra investigación se la realizó de la forma convencional, es decir no intervino el sistema de CAD/CAM. Lo cual abre más interrogantes que pueden ser investigadas más adelante.

De acuerdo a los autores mencionados, determinamos con nuestra investigación que todo el procedimiento debe ser meticuloso; por lo tanto, los factores que participan en este proceso tienen varias características que pueden influir en la resistencia a la fractura. Es importante cada paso, desde elegir el tipo de material para realizar las carillas, hasta el tipo de agente de unión que utilizaremos.

En esta investigación se realiza un estudio comparativo entre dos casas comerciales de porcelana feldespática: casa comercial CERAMCO y casa comercial NORITAKE, con diferentes espesores de las muestras.

Una vez realizada las pruebas de resistencia entre los dos grupos de porcelanas feldespáticas llegamos a la determinación que CERAMCO con espesores de 0,3 mm y 0,5 mm tienen mayor resistencia a la fractura, excepto el espesor de 0,7 mm, de acuerdo a los valores obtenidos en los ensayos, en comparación con la porcelana NORITAKE. En consideración a este estudio la evaluación del valor de resistencia a la fractura está íntimamente relacionada con varios factores que influyen notablemente en el resultado final, sin embargo no existe una diferencia estadística significativa entre estas dos casas comerciales de porcelana feldespática.

9. CONCLUSIONES

- Realizadas las pruebas de resistencia a la compresión se determinó que la resistencia a la fractura de las muestras de porcelana feldespática de marca CERAMCO con espesor de 0,3 mm es de 23.54 N, con espesor de 0,5 mm es de 38.43 N, con espesor de 0,7 mm es 40.84 de N.
- Las pruebas de resistencia a compresión determinó que la resistencia a la fractura de las muestras de porcelana feldespática de marca NORITAKE con espesor de 0,3 mm es de 16.33 N, con espesor de 0,5 mm es de 31,45 N, con espesor de 0,7 mm es 34.98 de N.
- La porcelana CERAMCO es más resistente en los espesores de 0,3 mm y 0,5 mm y 0,7 mm, Sin embargo no existe una diferencia estadísticamente significativa entre estas dos marcas de porcelana feldespática en ninguno de los espesores. Por lo tanto las dos marcas comerciales pueden ser utilizadas en tratamientos de restauración del frente anterior.

10. RECOMENDACIONES

- Tomar en cuenta que esta investigación abre más pautas dentro del ámbito odontológico investigativo, pudiendo abordar temas similares en los cuales se cambie la estructura interna para profundizar el tema sobre las porcelanas dentales.
- La resistencia a la fractura de las porcelanas feldespáticas, nos sugiere realizar un mínimo desgaste a nivel de la pieza dental, de tal manera, se aconseja desgastar no más de 0.3 mm a 0,7 mm. para de esta forma dar espacio a la porcelana y que tenga una resistencia adecuada.
- En base a esta investigación podemos sugerir la utilización de las dos casas comerciales para la rehabilitación dental con porcelana feldespática. En el caso de utilizar otra casa comercial se debe elegir de forma adecuada y siempre revisar información científica basada en evidencia.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Maccabe J. *Materiales de Aplicación Dental* Barcelona: Salvat Editores; 1988.
2. Touati B, Miara P, Nathanson D. *Odontología Estética y Restauraciones Cerámicas*. 1st ed. Barcelona: Masson; 2000.
3. Hidalgo RC. Solución estética atípica con corona y carilla de cerámicas. *Estomatológica Herediana*. 2009 junio; 19(1): p. 39-49.
4. Hirata R. *Tips: Claves en Odontología Estética*. 1st ed. Buenos Aires: Media Panamericana; 2014
5. Suárez MJ, López JF, Salido MP, Serrano B. Coronas de recubrimiento total cerámicas. Criterios de selección. *Rev Euro Odontoestomatol* 1999;11:249-58.
6. Guess PC, Stappert CF, Strub JR. Preliminary clinical results of a prospective study of IPS e.max Press and Cerec ProCAD partial coverage crowns. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2006;11:493-500.
7. Calamia JR, Calamia CS. Chapas de porcelana laminada: razones de 25 años de éxito. *Dent Clin North Am*. 2007; 51 (2): 399-417. ix.
8. Ferrari M, Patroni S, Balleri P. Medición del grosor del esmalte en relación con la reducción de chapas de laminado grabadas. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1992; 12 (5): 407-413.
9. Martínez F, Pradies G, Suárez , Rivera B. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. *RCOE*. 2007 Diciembre; 12(4): p. 253-263.
10. Fatás y Borrás, 1999, p. 263. Campos Osorio, Alberto (30 de abril de 2005). «Estabilización de Metales pesados por el método de porcelanización». Universidad de las Américas.
11. Guillem, 1987. Caro Bellido, Antonio (2008). *Diccionario de términos cerámicos y de alfarería*. Cádiz: Agrija Ediciones.
12. Padilla y otros, 2002. Fatás Cabeza, Guillermo; Borrás, Gonzalo (1999). *Diccionario de Términos de Arte*. Madrid: Anaya.

13. Caro Bellido, 2008, p. 197. Guillém Monzonís, Claudio; Guillém Villar, María del Carmen (1987). Diccionario cerámico científico práctico. Sociedad Española de Cerámica y Vidrio.
14. DíEZ, Pablo M. (5 de abril de 2015). «Dos mil años fabricando porcelana». diario ABC'.
15. Lanata E. Atlas de Operatoria Dental. 1st ed. Grupo A, editor. Buenos Aires: Argentino S.A; 2008.
16. Vega JM. Porcelanas y cerámicas actuales. RCOE 1999;4:41-54.
17. Kina S, Bruguera A. Invisible: Restauraciones estéticas cerámicas. 1 ed. São Paulo: Artes Médicas; 2008.
18. Chiche G (2005). Requerimientos para una Restauración Ideal. Conferencia dictada en Las Vegas, EUA. Sitio Web Nobel Biocare. Fradeani M (2005).
19. Empleo del sistema PROCERA para restauraciones individuales y múltiples. Conferencia dictada en Las Vegas, EUA. Sitio Web Nobel Biocare. Garber-Goldstein (1994).
20. Porcelain and Composites Inlays and Onlays. Esthetic Posterior Restorations. Editorial Quintessence. Kelly R (1997).
21. Ceramics in Restorative and Prosthetic Dentistry. Annu Rev Mater Sci; 27: 443-68. Macchi R (2000).
22. Materiales Dentales. 3a edición. Ed Médica Panamericana. Buenos Aires. Argentina. Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G (2000).
23. Vega del Barrio JM, Baños Marín JL. Porcelanas y cerámicas dentales. En: Vega del Barrio JM, ed. Materiales en Odontología: fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y fisicoquímicos. Madrid: Avances Médico-Dentales 1996:439-53.
24. Macchi RL. Porcelana. En: Macchi RL, ed. Materiales dentales. 3ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana 2000:287-97.
25. Oden A, Andersson M, Krystek-Ondracek I. Five-year evaluation of Procera AllCeram crowns. J Prosthet Dent 1998;80:450-6.

26. Craig RG. Cerámicas. En: Craig RG, ed. *Materiales de Odontología restauradora*, 10ª ed. Madrid: Harcourt Brace España, 1998:467-84.
27. McLean JW, Jeansonne EE, Chiche G, Pinault A. Coronas totalmente cerámicas y coronas laminadas. En: Chiche G, Pinault A, ed. *Prótesis fija estética en dientes anteriores*. Barcelona: Masson 1998:97-113.
28. McLean JW. High strength ceramics. *Quintessence Int* 1987; 18:97-103
29. Clinical aspects of full ceramic systems. Report Ivoclar-Vivadent; 10: 21-30. Sadan A (2008).
30. Oden A, Arvidson K, Engquist B et al. Procera allceram bridges. *Int J Prosthodont* 1999;12: 452-5
31. Seghi RR, Rosentiel SF, Bauer P. Abrasion of human enamel by different dental ceramics in vitro. *J Dent Res* 1991; 70:221-5.
32. Anusavise. *La ciencia de los materiales dentales de Philips*. 10 edición. Editorial Interamericana
33. Craig. *Dental Materials*. 10 edition. Mosby-Year book
34. Naylor. *Introduction to Metal Ceramic Technology*. Quintessence Publishing. Co.
35. Álvarez-Fernández MA, Peña-López JM, González-González IR, Olay-García MS. Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal. *RCOE* 2003;8:525-46.
36. Guess PC, Stappert CF, Strub JR. Preliminary clinical results of a prospective study of IPS e.max Press and Cerec ProCAD partial coverage crowns. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2006;11:493-500.
37. El-Mowafy O, Brochu JF. Longevity and clinical performance of IPS-Empress ceramic restorations. A literature review. *J Can Dent Assoc* 2002;68:233-7.
38. Porcelain Veneers: A Review of the Literature. *Journal of Dentistry*; 28: 163-177. Peutzfeldt A (2001).

39. Indirect Resin and Ceramic Systems. Operative Dentistry Supplement 6. 153-176. Roulet JF, Janda R (2001).
40. Clinical considerations for densely sintered alumina and zirconia restorations. Int J Per Rest Dent; 25(3). Unterbrink G (1994).
41. McLean JW. The science and art of dental ceramics. Oper Dent 1991; 16:149-56.
42. Future Ceramic Systems. Operative Dentistry Supplement 6. 153-176. Sadan A - Blatz MB - Lang B (2005).
43. Álvarez-Fernández MA, Peña-López JM, González-González IR, Olay-García MS. Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal. RCOE 2003;8:525-46.
44. de Aza AH, Chevalier J, Fantozzi G, Schehl M, Torrecillas R. Slow-crack-growth behavior of zirconia toughened alumina ceramic processed by different methods. J Am Ceram Soc 2003;86:115-120.
45. Wells DJ. Carillas “sin preparación”. Inside Dent. 2010; 6 (8): 56–60.
46. Radz GM. Restauraciones de porcelana anterior de espesor mínimo. Dent Clin North Am. 2011; 55 (2): 353–370. ix.
47. Nattress BR, Youngson CC, Patterson CJ, Martin DM, Ralph JP. Una evaluación in vitro de la preparación dental para restauraciones de carillas de porcelana. J Dent. 1995; 23 (3): 165-170.
48. Parmeijer CH. Chapas de porcelana laminada. J Calif Dent Assoc. 1991; 19 (4): 59-62.
49. Weinberg LA. Preparación dental para laminados de porcelana. Estado de Nueva York Dent J. 1989; 55 (5): 25–28.
50. Fons-Font A, Solá-Ruiz MF, Martínez-González A, Casas-Terrón J. Clasificación actual de las cerámicas dentales. RCOE 2001;6:645-56.

51. Sundh A, Molin M, Sjögren G. Fracture resistance of yttrium oxide partially-stabilized zirconia all-ceramic bridges after veneering and mechanical fatigue testing. *Dent Mater* 2005;21:476-82.
52. Quintessence of Dental Technology 2008. Quintessence Publishing Co. Canada.
53. Sundh A, Molin M, Sjögren G. Fracture resistance of yttrium oxide partially-stabilized zirconia all-ceramic bridges after veneering and mechanical fatigue testing. *Dent Mater* 2005;21:476-82.
54. Tai-Min L, Liu P, Ramp L, Essig M. Fracture resistance and marginal discrepancy of porcelain laminate veneers influenced by preparation design and restorative material in vitro. 2nd ed. Published by Elsevier B.V.; 2011.
55. Morillo Haro D, Muñoz Mora J. Resistencia a la fractura: estudio comparativo entre las carillas de porcelana y carillas lentes de contacto. 1st ed. Quito; 2017.

ANEXOS

Nro. 1: Certificado de Viabilidad de la Investigación.



Sangolquí a 18 de junio del 2019

Mediante el presente se CERTIFICA que las pruebas, que corresponden al proyecto de investigación: “RESISTENCIA DE DISTINTOS TIPOS DE PORCELANA FELDESPÁTICA A LA FRACTURA POR COMPRESIÓN”, que realizará el Señor Fernando José Romero Canchignia, estudiante/egresado de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Chimborazo, **ES VIABLE** realizarlas en el Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Atentamente

Ing. Francisco Navas
Laboratorista Académico del LMM

Nro. 2: Certificado del Laboratorio Dental

Laboratorio Dental "KPIDENT"

Ambato, 12 de Agosto de 2019

Mediante el presente se certifica que el Sr. **Fernando José Romero Canchignia** con C.I.: **180456024-9** realizó en el laboratorio las 24 muestras de porcelana Feldespática de las casas comerciales **Ceramco y Noritake**, las cuales fueron confeccionadas con espesores de 0,3 - 0,5 - 0,7 mm, con diámetros de 5 x 5 mm, siendo 12 muestras por cada casa comercial.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pidiendo al interesado hacer uso de este documento como estime conveniente.

| NO. | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | VALOR UNITARIO |
|-----|--|----------|----------------|
| 13 | Muestras de Porcelana Feldespática para Ceramco y Noritake de 0,3mm, 0,5 y 0,7mm | 3 | 37 |

*Dirección: Ambato, Araujo y Tomas Sevilla.
Teléfono: 0983021487*

Nro. 3: Certificado de ensayo en el laboratorio de máquinas y materiales de la ESPE



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sangolquí a 01 de agosto de 2019

Mediante el presente se CERTIFICA que el Señor FERNANDO JOSÉ ROMERO CANCHIGNIA estudiante/egresado de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Chimborazo, realizó pruebas de fuerza de compresión en la Máquina de Ensayos Universales para el estudio de: "RESISTENCIA DE DISTINTOS TIPOS DE PORCELANA FELDESPATICA A LA FRACTURA POR COMPRESIÓN "en el Laboratorio de Mecánica de Materiales del Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

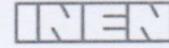
Atentamente


Ing. Francisco Navas
Laboratorista Académico del LMM

Nro. 4: Certificado de calibración

| | |
|--|--|
|  | SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN LABORATORIO NACIONAL DE METROLOGÍA (L.N.M.) DIVISIÓN MECÁNICA LABORATORIO DE FUERZA |
| CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | |
| Número de Certificado: LNM-F-2014-076 | Adhesivo No.: 00646 |
| Fecha de Calibración: 2014-12-12 | |
| Instrumento de Medida: CELDA DE CARGA / INDICADOR | |
| Marca: QUANTROL by DILLON | |
| Modelo o Tipo: SMART S-BEAM 5000N | |
| Serie: DMLC11500046/04-0145-12 | |
| Intervalo de Medida: 5 000 N | |
| No. Elementos: uno | |
| Código de Identificación: ***** | |
| Propietario: ESPE - LABORATORIO DE ENERGÍA Y MECÁNICA | |
| Dirección: Av. General Rumiñahui s/n , Sangolquí - Pichincha | |
| Observaciones: se calibra en tracción | |
| <p>El Servicio Ecuatoriano de Normalización, realizó en el Laboratorio del LNM, la calibración del instrumento arriba descrito, utilizando Patrones de Referencia trazables a la unidad de fuerza del Sistema Internacional de Unidades, SI, a través del DEUTSCHER KALIBRIERDIENST-Alemania, pertenecientes al Laboratorio Nacional de Metrología.</p> <p>La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de la Calidad conforme con la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2006.</p> <p>Los resultados de la calibración y su incertidumbre se exponen en las páginas siguientes y son parte de este documento y se refieren al momento y condiciones en que se realizó la calibración.</p> <p>El LNM no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento calibrado.</p> <p>Es responsabilidad del cliente establecer la fecha de una nueva calibración del instrumento. El tiempo de validez de los resultados contenidos en éste Certificado, depende tanto de las características del instrumento como de las prácticas de manejo y uso.</p> <p>El usuario está obligado a tener el instrumento recalibrado en intervalos apropiados.</p> <p>El presente certificado de calibración certifica los valores obtenidos expresados como los resultados de las calibraciones y no constituye un certificado de aptitud para el uso del patrón, instrumento o equipo.</p> <p>Este documento no significa certificación de calidad y no debe ser utilizado con fines publicitarios. Prohibida su reproducción parcial, la reproducción total deberá hacerse con la autorización escrita de la Dirección Ejecutiva.</p> | |
| Fecha de Emisión: 2014-12-12 |  Ing. Grace Reyes Directora Técnica de Metrología |
| <small>Oficina Principal: Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro, casilla 17-01-3899, teléfono: (593) 2-2501-888 ni 2501 - 891, URL: www.normalización.gob.ec, Quito - Ecuador. Laboratorios: Autopista "General Rumiñahui" puente peatonal No. 5, telefónico: (593) 2-2504-391, 2343-745, 2343-379, e-mail: inenlaboratorios@normalización.gob.ec, Conocoto - Ecuador</small> | |

Propietario: ESPE - LABORATORIO DE ENERGÍA Y MECÁNICA



Número de Certificado: LNM-F-2014-076

Fecha de Calibración: 2014-12-12

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA: La incertidumbre de medida obtenida equivale al doble de la incertidumbre combinada, es decir cubre un intervalo de confianza de aproximadamente el 95 % asumiendo una distribución normal, y se la estimó de acuerdo a la Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones (GUM) publicada por la ISO.

PROCEDIMIENTO UTILIZADO : Procedimiento LPC PC 39 "Procedimiento de calibración de máquinas de ensayos uniaxiales", basado en la Norma Internacional ISO 7500-1

Rango: 4500 N **RANGO 1** División de Escala: 1 N

CONDICIONES AMBIENTALES

| | |
|---------|---------|
| To (°C) | Tf (°C) |
| 20,1 | 20,2 |

PATRONES Y EQUIPOS UTILIZADOS:

Celda de Carga:

Marca: HBM Serie: 123430059 Certificado: 25009 DKD-K-00101

Equipos

Amplificador MGCplus; ML38B

Marca: HBM Serie: 801128372 Certificado: 24944 DKD-K-00101

TABLA DE CALIBRACIÓN EN UNIDADES DE LA MÁQUINA

| Fuerza Indicada N | Fuerza Verdadera Aplicada | | | | | Error N | U k=2 N | U k=2 % |
|----------------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|---------------|---------------|
| | 1ª serie N | 2ª serie N | 3ª serie N | 4ª serie N | Promedio N | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | ***** | 0 | 0 | ***** | ***** |
| 450 | 451 | 450 | 450 | ***** | 450 | 0 | 0,7 | 0,16 |
| 900 | 901 | 899 | 899 | ***** | 900 | 0 | 1,0 | 0,11 |
| 1350 | 1351 | 1349 | 1350 | ***** | 1350 | 0 | 1,3 | 0,09 |
| 1800 | 1800 | 1798 | 1798 | ***** | 1799 | 1 | 1,4 | 0,08 |
| 2250 | 2250 | 2247 | 2248 | ***** | 2249 | 1 | 1,7 | 0,08 |
| 2700 | 2700 | 2697 | 2698 | ***** | 2698 | 2 | 1,9 | 0,07 |
| 3150 | 3150 | 3146 | 3147 | ***** | 3148 | 2 | 2,4 | 0,07 |
| 3600 | 3599 | 3595 | 3596 | ***** | 3597 | 3 | 2,9 | 0,08 |
| 4050 | 4049 | 4044 | 4045 | ***** | 4046 | 4 | 3,4 | 0,08 |
| 4500 | 4498 | 4492 | 4494 | ***** | 4495 | 5 | 3,5 | 0,08 |

TABLA DE PARÁMETROS RELATIVOS SEGÚN LA NORMA ISO 7500-1

| Fuerza Indicada N | Exactitud q (%) | Repetibi. b (%) | Reversibili. v (%) | Cero fo (%) | Resolución relativa a (%) | Clase de exactitud |
|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|----------------|------------------------------|--------------------|
| 450 | 0,07 | 0,16 | ***** | 0,00 | 0,22 | 0,5 |
| 900 | 0,03 | 0,14 | ***** | 0,00 | 0,11 | 0,5 |
| 1350 | 0,03 | 0,14 | ***** | 0,00 | 0,07 | 0,5 |
| 1800 | 0,07 | 0,11 | ***** | 0,00 | 0,06 | 0,5 |
| 2250 | 0,06 | 0,12 | ***** | 0,00 | 0,04 | 0,5 |
| 2700 | 0,07 | 0,11 | ***** | 0,00 | 0,04 | 0,5 |
| 3150 | 0,08 | 0,11 | ***** | 0,00 | 0,03 | 0,5 |
| 3600 | 0,09 | 0,12 | ***** | 0,00 | 0,03 | 0,5 |
| 4050 | 0,10 | 0,13 | ***** | 0,00 | 0,02 | 0,5 |
| 4500 | 0,12 | 0,12 | ***** | 0,00 | 0,02 | 0,5 |
| Parámetros Máximos | 0,12 | 0,16 | ***** | 0,000 | 0,22 | 0,5 |

Este rango cumple con requisitos de exactitud para la clase 0,5 desde 450 N hasta 4500 N

Calibrado por:
Wilson Angulo Cruz
Responsable de Laboratorio de Fuerza

Aprobado por:
Grace Reyes
Directora Técnica de Metrología



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

Riobamba, 14 de noviembre del 2019
Oficio N° 585-URKUND-FCS-2019

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



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:

| 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 |
| D-58516244 | Resistencia de distintos tipos de porcelanas feldespática a la fractura por compresión | Fernando José Romero Canchignia | Dr. Manuel León Velastegui | 9 | 9 | x | |

Por la atención que brinde a este pedido le agradezco

Atentamente,


M.Sc. Edison Bonifaz
Delegado Programa URKUND
FCS / UNACH

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

DICTAMEN DE CONFORMIDAD DEL PROYECTO ESCRITO DE INVESTIGACIÓN

cultad: Ciencias de la Salud
arrera: Odontología

DATOS INFORMATIVOS DOCENTE TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Tutor: Manuel Alejandro León Velastegui **Cédula:** 060312463-7
Miembro tribunal: Blanca Cecilia Badillo Conde **Cédula:** 060231023-7
Miembro tribunal: Carlos Alberto Albán Hurtado **Cédula:** 050253143-7

DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE

Apellidos: Romero Canchignia
Nombres: Fernando José
C.I / Pasaporte: 180456024-9
Título del Proyecto de Investigación: "Resistencia de distintos tipos de porcelana feldespática a la fractura por compresión"
Dominio Científico: Salud como producto social, orientado al Buen Vivir
Línea de Investigación: salud-atención integral de Odontología

CONFORMIDAD PROYECTO ESCRITO DE INVESTIGACIÓN

| Aspectos | Conformidad Si/No | Observaciones |
|--|-------------------|---------------|
| Titulo | 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 | |
| Índice 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: 9.66 sobre 10 puntos.

(Handwritten signature)
Od. Manuel León V.
REHABILITACIÓN ORAL
C.I.: 0603124637

Dr. Manuel Alejandro León Velastegui
TUTOR

(Handwritten signature)
Dra. Cecilia Badillo
Odontóloga MSc.
06023102379

Dra. Blanca Cecilia Badillo Conde
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

(Handwritten signature)
Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado
MIEMBRO DEL TRIBUNAL