



FACULTAD DE POSGRADOS ESCUELA DE ODONTOLOGIA

INFLUENCIA DE SISTEMAS DE PULIDO SOBRE LA RUGOSIDAD DE LAS
CERAMICAS FELDESPATICA Y ZIRCONIA

AUTOR

Vicente Eduardo Salazar Chuqui.

AÑO

2019



FACULTAD DE POSGRADOS ESCUELA DE ODONTOLOGIA

INFLUENCIA DE SISTEMAS DE PULIDO SOBRE LA RUGOSIDAD DE LAS
CERAMICAS FELDESPATICA Y ZIRCONIA

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el Título de
Especialización Medica en Rehabilitacion Oral

Profesor Guía

Dra. Eliana Aldás

Autor

Vicente Eduardo Salazar Ch.

Año

2019

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, INFLUENCIA DE SISTEMAS DE PULIDO SOBRE LA RUGOSIDAD DE LAS CERAMICAS FELDESPATICA Y ZIRCONIA, a través de reuniones periódicas con el estudiante Vicente Eduardo Salazar Chuqui, en el semestre 2020-00, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Dra. Eliana Haydee Aldás Fierro
Odontopediatría (USFQ)
Msc. Odontología Restauradora y Estética (UCE)
CI: 1713108866

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, INFLUENCIA DE SISTEMAS DE PULIDO SOBRE LA RUGOSIDAD DE LAS CERAMICAS FELDESPATICA Y ZIRCONIA, del Vicente Eduardo Salazar Ch., en el semestre 2020-00, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Dra. Andrea Carolina Balarezo Lasluisa

Rehabilitacion Oral

CI: 1718904855

DECLARACION AUTORIA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Eduardo Salazar Ch.

C.I. 1710547389

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios, agradezco a mi familia, a mi madre, hermana y sobrino por su apoyo y amor incondicional en toda mi carrera. Todo mi esfuerzo está dedicado a ellos.

Agradezco de manera especial a la Dra. Alexandra Mena mi profesora durante todo este tiempo de formación y a la Dra. Eliana Aldás, mi tutora de tesis, por su ayuda, dedicación y enseñanzas brindadas durante todo el proceso de elaboración de la tesis y la especialidad.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi Madre
la Dra. Rosario Chuqui Gaibor.

RESUMEN

En la actualidad el uso de restauraciones de cerámica y zirconio va en aumento y en ocasiones hay que realizar ciertos ajustes oclusales.

La presente investigación es un estudio experimental comparativo, in vitro, que tiene por objetivo evaluar la influencia de tres sistemas de pulido intraoral de diferentes casas comerciales, sobre la rugosidad creada en la cerámica feldespática y zirconia después de un desgaste o ajuste oclusal.

Para el estudio se utilizaron 30 muestras, Cerámica feldespática (Solera) Italiana con certificación Española en presentación de pastillas rectangulares, y 30 muestras de Zirconia sinterizada (Zirkonzahn) en presentación de pastillas rectangulares. El primer grupo fue el grupo control, el cual no recibió ningún tipo de pulido, ni fue abrasionada. Los tres siguientes grupos representaron a las casas comerciales de JOTA (Suiza), DIATECH (USA) y JIFFY (USA) respectivamente. Todas las muestras de cerámica, fueron abrasionadas con una punta de diamante en forma de lenteja de grano medio en pieza de mano de alta velocidad, para simular la eliminación de puntos altos de contacto. Luego, los tres grupos de estudio se pulieron según las indicaciones de cada casa comercial. Para el análisis de rugosidad de superficie se empleó un rugosímetro SRT 6200, y se realizaron pruebas estadísticas para Anova y Rango Múltiple de Duncan.

El valor más bajo de las mediciones de rugosidad para feldespática fue el obtenido por el kit de pulido JOTA, seguido de DIATECH y JIFFY. El kit de pulido intraoral de zirconio que obtuvo más eficacia en la disminución de la rugosidad superficial fue el sistema JOTA, seguido del sistema JIFFY y el sistema DIATECH. Se concluye que no existe diferencia estadísticamente significativa de la rugosidad superficial en la cerámica feldespática entre las tres casas comerciales estudiadas: Jota, Brasseler y Jiffy.

Palabras clave: Cerámica dental, pulido, glaseado (glaze), rugosidad superficial, instrumentos intraorales.

ABSTRACT

Currently the use of ceramic and zirconium restorations is increasing and sometimes you have to make certain occlusal adjustments.

The present investigation is an experimental, in vitro, comparative study that aims to evaluate the influence of three intraoral polishing systems of different commercial houses, on the roughness created in feldspathic ceramics and zirconia after a wear or occlusal adjustment.

For the study, 30 samples were used, ceramic feldespática (Solera) Italian with Spanish certification in presentation of rectangular tablets, and 30 samples of Zirconia sinterizada (Zirkonzahn) in presentation of rectangular tablets. The first group was the control group, which did not receive any type of polishing, nor was it abraded. The three following groups represented the commercial houses of Jota (Switzerland), Diatech (USA) and Jiffy (USA) respectively. All ceramic samples were abraded with a diamond tip in the form of a medium grain lentil in a high speed hand piece to simulate the elimination of high contact points. Then, the three study groups were polished according to the indications of each commercial house. For the surface roughness analysis, a SRT 6200 rugosimeter was used, and statistical tests were performed for Dunnova's Anova and Multiple Range.

The lowest value of the roughness measurements for feldespática was obtained by the Jota polishing kit, followed by Diatech and Jiffy. The intraoral zirconium polishing kit that obtained the most effectiveness in reducing surface roughness was the Jota system, followed by the Jiffy system and the Diatech system. It is concluded that there is no statistically significant difference of the surface roughness in the feldespática ceramics between the three commercial houses studied: Jota, Brasseler and Jiffy.

Key words: Dental ceramics, polishing, glaze (glaze), surface roughness, and intraoral instruments.

INDICE

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
2.	JUSTIFICACIÓN	2
3.	MARCO TEORICO.....	3
3.1	La cerámica en odontología.....	3
3.1.1	Reseña Histórica.	3
3.2.	HISTORIA CERÁMICAS INTEGRALES	5
3.3.	HISTORIA SISTEMAS CAD- CAM.....	6
3.4.	Propiedades químicas y físicas de las cerámicas dentales.....	7
3.4.1.	PROPIEDADES QUÍMICAS DE LAS CERÁMICAS DENTALES	7
3.4.2.	PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS CERÁMICAS DENTALES.....	9
3.5.	CLASIFICACIÓN DE LAS CERÁMICAS DENTALES	11
3.5.1.	CERÁMICAS CON BASE DE SILICATO.....	13
3.5.2.	CERÁMICAS POLICRISTALINAS.....	14
3.6.	MECANISMOS DE REFUERZO DE LAS CERÁMICAS ODONTOLÓGICAS	16
3.6.1.	GLASEADO.....	18

3.7.	PULIDO DE SUPERFICIES CERÁMICAS	20
3.7.1.	SISTEMAS DE PULIDO DE SUPERFICIES CERÁMICAS	21
3.7.2.	SISTEMAS DE PULIDO EXTRAORALES.....	24
3.7.3.	SISTEMAS DE PULIDO INTRAORALES.....	25
3.8.	SISTEMA DE PULIDO INTRAORAL DE CERÁMICA KIT PORCELAIN POLISHING KIT (JOTA AG, RUTHI/SG SWITZERLAND).....	26
3.9.	SISTEMA DE PULIDO INTRAORAL DE CERÁMICA KIT INTRA-ORAL DIALITE HP PORCELAIN ADJUSTMENT POLISHING KIT (DIATECH, USA).....	27
3.10.	SISTEMA DE PULIDO INTRAORAL DE CERÁMICA KIT JIFFY UNIVERSAL INTRA-ORAL ADJUSTING & POLISHING (ULTRADENT, USA).....	28
3.11.	EFFECTOS ADVERSOS AL NO TENER UNA SUPERFICIE CERÁMICA PULIDA O GLASEADA.....	28
3.11.1	AJUSTE OCLUSAL INTRAORAL EN RESTAURACIONES CERÁMICAS 30	
3.12.	PULIDO VS. GLASEADO DE LAS CERÁMICAS	31
3.12.1.	COMPARACIÓN ENTRE EL PULIDO Y GLASEADO DE LAS CERÁMICAS DENTALES Y SU RELACIÓN CON LA RESISTENCIA FLEXURAL.....	33

3.12.2..COMPARACIÓN ENTRE PULIDO Y GLASEADO DE LAS CERÁMICAS DENTALES Y SU RELACIÓN CON LA POROSIDAD Y SISTEMAS DE PULIDO.....	34
3.12.3..COMPARACIÓN ENTRE PULIDO Y GLASEADO DE LAS CERÁMICAS DENTALES Y SU RELACIÓN CON DIENTES ANTAGONISTAS	39
3.12.4..COMPARACIÓN ENTRE PULIDO Y GLASEADO DE LAS CERÁMICAS DENTALES Y SU RELACIÓN CON LA ESTABILIDAD DEL COLOR.....	42
4. OBJETIVOS.....	44
4.1 Objetivo General.....	44
4.2 Objetivo Específico.....	44
5. HIPOTESIS.....	45
6. MATERIALES METODOS.....	45
6.7. METODOLOGIA.....	47
6.7.1 GRUPO DE ESTUDIO. Se establecieron 4 grupos de estudio para cerámica feldespatica y 4 grupos de estudio para zirconio.....	47
6.7.2 TRATAMIENTO DE LAS SUPERFICIES DE LAS CERÁMICAS	50
6.7.3 REQUISITOS PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS.....	55
6.7.4 MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE LAS MUESTRAS	57

7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y RESULTADOS DE LAS CERAMICAS FELDESPATICAS Y ZIRCONIO.....	59
A.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO ZIRCONIO	70
8.	DISCUSION	80
9.	CONCLUSIONES	84
10.	RECOMENDACIONES	85
	REFERENCIAS	86
	ANEXOS	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Promedio de los datos obtenidos de la rugosidad por grupo jota.....	60
Tabla 2. Promedio de los datos obtenidos de la rugosidad por grupo diatech .	61
Tabla 3: Promedio de los datos obtenidos de la rugosidad por grupo jiffy	62
Tabla 4 Rugosidad media y desviación estándar	63
Tabla 5. Resultados ANOVA para los procesos	66
Tabla 6 Prueba T2 de Tamhane.....	67
Tabla 7 .Anova para las marcas	68
Tabla 8 Prueba de la diferencia mínima significativa.....	68
Tabla 9. Prueba del rango múltiple de DUNCAN.....	69
Tabla 10. Promedio de los datos obtenidos de la rugosidad por grupo.....	70
Tabla 11. Promedio de los datos obtenidos de la rugosidad por grupo.....	71
Tabla 12. Promedio de los datos obtenidos de la rugosidad por grupo.....	72
Tabla 13. Rugosidad media y desviación estándar	74
Tabla 14. Anova para los procesos	76
Tabla 15 Prueba T2 de TAMHANE	77
Tabla 16. Anova para las marcas.....	78
Tabla 17. Prueba de la diferencia mínima significativa.....	78
Tabla 18 Prueba del rango múltiple de DUNCAN.....	79

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Muestra # 1 del grupo control. (Pastillas rectangulares cerámica feldespatica Solera Italiana con certificación Española).....	48
Figura 2 Muestras experimentales feldespatio y zirconio.....	49
Figura 3 Pulidor de cerámica feldespatica y zirconio: primer paso (jota kit Ceramic Polisher, Switzerland). (Jota kit Zirconian Polisher, Switzerland).....	51
Figura 4 Pulidor de cerámica feldespatica y zirconio: segundo paso (jota kit Ceramic Polisher, Switzerland). (Jota kit Zirconian Polisher, Switzerland).....	51
Figura 5 Pulidor de cerámica feldespatica y zirconio: tercer paso (jota kit Ceramic Polisher, Switzerland). (Jota kit Zirconian Polisher, Switzerland).....	52
Figura 6: Pulidor de cerámica de diamante: primer paso (Intra- oral HP Porcelain Adjustment Polishing kit k0193, Diatech, USA). (Intra- oral HP Zirconian Adjustment Polishing kit Diatech, USA).....	53
Figura 7: Pulidor de cerámica de diamante: segundo paso (Intra- oral Dialite HP Porcelain Adjustment Polishing kit ki Diatech, USA). (Intra- oral HP Zirconian Adjustment Polishing kit Diatech, USA).....	53
Figura 8: Pulidor de cerámica de diamante: tercer paso (Intra- oral Dialite Porcelain Adjustment Polishing kit k 019 Diatech, USA). (Intra- oral Dialite Zirconian Adjustment Polishing kit Diatech, USA).....	54
Figura 9: Pulidor de cerámica de diamante: primer paso (Kit Jiffy Universal Intra- Oral Adjusting & Polishing, Ultradent, USA).....	54
Figura 10: Pulidor de cerámica de diamante,segundo paso (Jiffy Universal Intra- Oral Adjusting, Ultradent, USA)	55
Figura 11: Rugosímetro SRT 6200 Portable Surface Roughness Tester	57
Figura 12: Nivel sobre la muestra de cerámica fija con plastilina	58
Figura 13 y 14: Medición de rugosidad superficial muestra experimental Rugosímetro SRT 6200 Portable Surface Roughness Tester	58
Figura 14 Rugosidad media por grupo (um).....	64
Figura 15 : Gráfico de medias para los procesos realizados.....	64
Figura 16. Gráfico de medias para las marcas.....	65
Figura 17: Caja y bigotes para la distribución de rugosidad por proceso	73

Figura 18: Caja y bigotes para la distribución de rugosidad por marca	73
Figura 19: RUGOSIDAD MEDIA	75
Figura 20: Gráfico de medias para los procesos realizados.....	75
Figura 21. Gráfico de medias para las marcas.....	76

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las restauraciones cerámicas pasan por un proceso previo de evaluación en boca, como es la prueba de biscocho, luego retornan al laboratorio para ser terminadas; estas deben estar lisas y con brillo ya sea mediante la técnica física del glaseo o la técnica mecánica del pulido extraoral, el odontólogo recibe la restauración terminada lista para su cementación. (López, & Flores 2015).

En ciertas ocasiones, se realizan ajustes después de la colocación de la restauración cerámica en boca, la cerámica puede ser manipulada por realizar algún ajuste oclusal provocando rugosidades inaceptables, las cuales deben pulirse intraoralmente de manera adecuada. (Owen, 2011).

Si las superficies quedan completamente pulidas, la porcelana aumenta sus propiedades mecánicas tales como: la resistencia a la fractura, la longevidad del diente, prevención del desgaste del diente opuesto, minimiza el acumulo de biofilm y aumenta el brillo dando una máxima estética (Rocha, Travassos, A, Pagani C, Torres C, Teixeira S. 2011).

Magne & cols, 2010, manifiestan que el pulido en consultorio puede proporcionar una superficie lisa después del fresado evitando así, enviar nuevamente al laboratorio para ser de nuevo glaseada, ya que no demostró diferencias significativas entre las superficies terminadas en el laboratorio con las pulidas en el consultorio por el odontólogo; los estudios de Klausner (2002) respaldan esta teoría, mientras que otras investigaciones han concluido, que al pulir la superficie de la porcelana en consultorio, esta presenta una disminución significativa de la rugosidad superficial de la porcelana.

Si las superficies de porcelana no quedan lisas se presentan algunos problemas tales como desgastes excesivos en los dientes antagonistas, acumulación de

biofilm y la disminución en la resistencia de la cerámica con el consecuente riesgo de fractura (Saiki, Koizumi, Akazawa, & Kodaira, 2016).

Existen diferentes sistemas de pulido intraoral para cerámica, así como, distintas casas comerciales, las mismas que ofrecen devolver las superficies lisas a las porcelanas. (Martínez Rus F 2007).

Por esa razón, es importante conocer con evidencia científica que sistemas de pulido de cerámica y sus protocolos son los más válidos.

Los sistemas de pulido intraorales pueden mejorar esta condición, por lo que se tendrá que evaluar la influencia de sistemas de pulido sobre la rugosidad de las cerámicas feldespática y zirconia, para devolver las superficies lisas que debe tener la cerámica y evitar los problemas anteriormente señalados.

2. JUSTIFICACIÓN

En la práctica diaria odontológica, el rehabilitador oral en ciertas ocasiones debe realizar ajustes oclusales de las restauraciones cerámicas en boca una vez que fueron cementadas definitivamente, pues pueden quedar puntos altos de contacto o interferencias oclusales que provocarían daños irreversibles en la articulación témporo-mandibular, así como desgastes no deseados en el esmalte de dientes antagonistas. Muchas veces la cerámica debe ser manipulada en boca, provocando rugosidades inaceptables, las cuales deben pulirse intraoralmente de manera adecuada para evitar, acumulación de biofilm, cambio de color por las asperezas presentes y la disminución en la resistencia de la cerámica con el consecuente riesgo de fractura, en el mercado existen diferentes sistemas de pulido intraoral para cerámica, es importante conocer con evidencia cual ofrece mejores resultados.

3. MARCO TEORICO

3.1 La cerámica en odontología

3.1.1 Reseña Histórica.

El término cerámica se origina de la palabra griega keramos, las cerámicas más antiguas, creadas por el hombre, aparecieron hace 26.000 años, estos objetos fueron fabricados con hueso, grasa, mezcladas con ceniza ósea y un material parecido a la arcilla. Se han documentado cerámicas de esa época localizadas en República Checa, con formas de animales, figuras humanas, placas y esferas. Cuando las cerámicas tenían la forma deseada, éstas eran sometidas a cocción, a temperatura de 500 a 800 °C, a pesar de que no se ha demostrado la razón exacta del por qué se fabricaban estas cerámicas, se ha evidenciado que no tenían una utilidad práctica. (Bona, 2009).

El primer uso de la cerámica fue en el año 9000 A.C, de igual manera, la elaboración del vidrio se relaciona directamente con la fabricación de cerámicas, hechos que fueron encontrados en Egipto, en el año 8000 A.C. El vidrio es un compuesto de material inorgánico, no metálico, que no contiene estructura cristalina, cuando la cerámica es cocida, la arena que contiene óxido de calcio (CaO) al ser combinada con óxido de sodio (Na₂O₂), y el sometimiento a altas temperaturas, da como resultado un glase de color, sobre la porcelana. Los hechos históricos determinan que el vidrio fue producido de manera separada de las cerámicas y elaborado en distintas formas, a partir del año 1500 A.C. (Bona, 2009).

Las cerámicas se desarrollaron a partir de tres sustancias: 1. El barro quemado, que era muy poroso y se elaboraba en baja temperatura. 2. La piedra se molía y quemaba a una temperatura más elevada que el barro, obteniendo un material con menor porosidad y 3. La porcelana que es obtenida de la arcilla blanca de China, con la piedra de Javre, donde se conseguían cuerpos más resistentes (Bottino, Ferreira, Miyashita, & Giannini, 2001).

Las primeras pruebas del uso de porcelanas presentaban varias fallas, como la combinación de agua y arcilla demasiado pegajosa, así como la liberación de gases (CO_2), provocando una porosidad enorme. El incremento de la temperatura en la cocción permitía la eliminación parcial de dicha porosidad, sin embargo, no podían contener líquidos. En Turquía, se descubrió que una fina capa de vidrio, llamada glaze minimizaba la rugosidad agrietada (Kina & Bruguera, 2008). En China, en el año 100 A.C, surgió la técnica para elaborar objetos de cerámica, stoneware, la cerámica era blanca y presentaba paredes finas (se podía ver la luz a través) y al apretar se producía un sonido como campana.

Este método fue perfeccionado en el siglo X, y no fue hasta el siglo XVII que la porcelana china llegó a Europa donde las muestras de porcelana china o blanca fueron analizadas encontrando compuestos como caolín, feldespato y sílice. La arcilla china, conocida como caolín, es una sustancia proveniente de caolinita, la cual está formada por silicato de aluminio hidratado ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$). El feldespato es una combinación de silicatos de aluminio, sodio y potasio, por otro lado, el sílice, también conocido como sílica, es en forma de cuarzo (Bona, 2009).

Las primeras cosas fabricados con revestimientos de metal- cerámica fueron realizadas en joyerías, se usaban vidrios o cerámica para revestir metales como oro y plata. Se elaboraban piezas de arte con estos materiales como los Fabergé imperial Easter eggs. Para que éstas técnicas lleguen al campo odontológico tuvo que pasar un siglo más. (Kina & Bruguera, 2008).

En el año 1774, Alexis Duchateau, un farmacéutico francés, notó que los objetos metal- cerámicos soportaban la abrasión y las pigmentaciones, Duchateau sustituyó su prótesis de marfil la cual tenía un mal olor por una dentadura de porcelana, pero se presentaron varias dificultades por la contracción de la cerámica por lo que Alexis se vio obligado a pedir ayuda del odontólogo Nicolas

Dubois de Chemant, así se inició el uso de la cerámica en la odontología (Montagna & Barbesi, 2013).

Nicolas Dubois de Chemant publicó el primer tratado de dientes artificiales en 1789, luego de esto, Dubois de Chemant, se mudó a Inglaterra, donde perfeccionó las técnicas del uso de porcelana en la fábrica J. Wedgwood, después el método se propagó en Europa donde inició la confección de prótesis parciales y totales de cerámica (Montagna & Barbesi, 2013). Land, en 1887, confeccionó incrustaciones y coronas cerámicas con la técnica, lámina de platino en un horno de gas; a pesar de este avance esta técnica presentaba numerosos riesgos, por lo que no se divulgó (Rosenstiel et al., 2017).

A partir del siglo XIX, las cerámicas en odontología se fueron desarrollando debido al apareamiento de prótesis fijas. En 1956, se utilizaron las primeras porcelanas con aleaciones de oro, pero estas restauraciones metal- cerámicas no fueron comercializadas hasta 1962. El sistema utilizado para la confección de restauraciones de metal- porcelana era el VMK de la casa Vita Zahnfabrik, creado por M. Weinstein y A. B. (Montagna & Barbesi, 2013).

En 1965 se realizaron restauraciones totales indirectas de cerámica reforzada con óxido de aluminio, también nombrada como alúmina que eran más resistentes a la fractura.

A inicios de los años 60, las cerámicas se elaboraban por fundición al vacío la cual disminuía considerablemente la porosidad, también asomaron las porcelanas integrales con núcleo de cerámica feldespática reforzada con el 40% al 50% de alúmina, que tenían un revestimiento por estratificación, este material tenía un módulo de elasticidad de 132 MPa (Montagna & Barbesi, 2013).

3.2. Historia Cerámicas Integrales

En 1975, Jones y Wilson establecieron que el desarrollo en las porcelanas sólo se daría con cambios en las técnicas y la composición de los materiales. (Bona,

2009). Es por esta razón, que Montagna, (2013), describe a los posteriores avances en la metodología de elaboración de porcelana como cerámicas integrales. El desarrollo de la cerámica integral se dio de manera considerable a partir de los años 80 (Montagna & Barbesi, 2013).

Grossman, en el año de 1984 difundió la vitro cerámica por fusión con base de mica fluorada tetrasilícea, usando la técnica de inyección y un procedimiento de cristalización, la cual fue comercializada por Dicor Dentsply International. El método de moldeado por inyección es un colado donde se aplica la técnica de cera perdida con fundidoras de estratificación, este tipo de porcelana presentaba un resistencia a la flexión de 152 MPa, y se obtenían restauraciones totales indirectas con un 50% de translucidez que eran personalizadas por medio de estratificación.

Sin embargo, éste método no fue utilizado ya que involucraba precios elevados y altos índices de fractura (Montagna & Barbesi, 2013).

Gracias a los estudios de Wohlven, en el año de 1991 se produjeron las vitro cerámicas a base de leucita (IPS Empress), las cuales tenían una resistencia a la flexión de 125 MPa. No pasó mucho tiempo y en 1998 aparecieron las cerámicas de disilicato de litio, las cuales presentaban una resistencia a la flexión de 350-400 MPa. Estos mejoraron sus propiedades por medio de nuevos métodos como el termo prensado, utilizando un lingote o pastilla del material procesado hasta su cristalización (Montagna & Barbesi, 2013). Un lingote es una masa de material fundido dentro de un molde que permite su fácil manejo y estiba (García, 1987).

3.3. Historia sistemas CAD- CAM

En los últimos años, ha surgido un gran desarrollo de los materiales cerámicos, así como de sus técnicas. Uno de los más grandes avances de la odontología moderna es el CAD- CAM, el cual es conocido en inglés como: Computer aided

design- computer aided manufacture or computer aided machining. Gracias al CAD- CAM, hoy en día los procedimientos son más rápidos y existe menos margen de error en la fabricación de restauraciones con materiales cerámicos (Bona, 2009).

Los avances tecnológicos de los sistemas CAD-CAM, el desarrollo de nuevas cerámicas de alta resistencia y el alto costo de los metales nobles, han incrementado la popularidad de las restauraciones totalmente cerámicas. Del año 2008 al año 2014 los laboratorios Gidewell reportaron un aumento en el uso de restauraciones totalmente cerámicas del 23.9% al 80.2%. Debido a las fisuras producidas en restauraciones parciales coronas, incrustaciones, puentes y totales de cerámica, se promovió el uso de sistemas monolíticos con materiales con alta resistencia como el disilicato de litio y la zirconia (Lawson, Janyavula, Syklawer, McLaren, & Burgess, 2014).

3.4. Propiedades químicas y físicas de las cerámicas dentales

3.4.1. Propiedades químicas de las cerámicas dentales

La porcelana dental tradicional es una cerámica vitrificada, está compuesta fundamentalmente de elementos químicos, minerales cristalinos como: feldespato, cuarzo, alúmina (óxido de aluminio) y a veces caolín, en una matriz vitrificada (Bottino et al., 2001). La materia está compuesta por moléculas y átomos que están unidas entre sí por medio de enlaces atómicos. La disposición de estos átomos y su naturaleza son los que determinan la composición de un sólido y su microestructura, por lo tanto las propiedades del material.

Cuando dos átomos se aproximan, éstos se pueden enlazar para tomar una molécula por medio de los tres enlaces químicos primarios: covalente, iónico o metálico. (Bona, 2009). El enlace covalente se define como dos átomos de igual

o distinta naturaleza que comparten sus electrones para formar una unión (Henostroza, Garone, Steenbecker, & Edelberg, 2010).

Cuando dos átomos se acercan uno al otro las órbitas de los electrones comienzan a coincidir, se forma una órbita molecular en la cual dos electrones se comparten entre dos núcleos (Montagna & Barbesei, 2013). Se forma un enlace direccional que puede ser tan fuerte como un diamante o tan débil como el bismuto. Este tipo de enlace se encuentra en las resinas compuestas y las cerámicas odontológicas (Montagna & Barbesei, 2013).

Los enlaces iónicos resultan de la atracción mutua de aniones cargas negativas y cationes cargas positivas, donde se reduce la energía total a medida que éstos se aproximan la energía de unión es grande, por lo que se necesitan altas temperaturas de fusión. (Henostroza et al, 2010). La temperatura de fusión se refiere a una temperatura de equilibrio donde el sometimiento a calor de un compuesto puro o sustancia produce un cambio de estado sólido a líquido.

Es importante conocer que los enlaces iónicos son duros, friables y aislantes tanto térmicos como eléctricos. Los enlaces iónicos predominan en los materiales cerámicos (Bona, 2009).

Por otro lado, los enlaces metálicos se dan cuando un conjunto de átomos metálicos se atrae y forman una nube de electrones libres alrededor de los átomos, en ellos se alcanza una estructura estable al perder estos electrones externos. Estas estructuras agrupadas tienen electrones de menor energía en comparación a los átomos individuales, por lo que tienen una excelente conductividad térmica y eléctrica (Henostroza et al., 2010).

Las cerámicas en odontología están formadas por elementos metálicos y no metálicos como: nitruros, silicatos y óxidos. Las cerámicas son elementos muy estables gracias a su alta resistencia de unión primaria con enlaces iónicos y covalentes y a su alta eficiencia de empaquetamiento atómico que es una estructura cristalina ocupada por átomos o iones. Entonces las cerámicas

pueden encontrarse como sólidos cristalinos cuyos átomos están distribuidos uniformemente o vidrios amorfos (Kina & Bruguera, 2008).

Las cerámicas son elementos inorgánicos de la naturaleza formados en su mayoría de productos no metálicos y son obtenidos por la acción del calor donde su estructura final es parcial o totalmente cristalina. La mayoría de cerámicas dentales presentan una estructura mixta, están formadas por una matriz vítrea donde se encuentran inmersas partículas de minerales cristalizados. Es importante conocer que los elementos vítreos son los responsables de la estética de la cerámica, mientras que la fase cristalina tiene influencia en la resistencia.

Por lo tanto, la microestructura de las porcelanas tiene una gran importancia clínica pues el comportamiento mecánico y estético de estos materiales depende directamente de su composición. (Martínez, Pradíes, Suárez, & Rivera, 2007). Según Bona (2009), cuando la temperatura de un elemento cambia la energía acumulada en los enlaces intermoleculares entre los átomos también varía. Cuando la energía almacenada se incrementa aumenta también la distancia de los enlaces moleculares el resultado es que los sólidos se expanden al calentarse y se contraen al enfriarse.

3.4.2. Propiedades físicas de las cerámicas dentales

Uno de los objetivos primordiales de la odontología durante la historia ha sido hallar materiales que se parezcan a los dientes naturales. Por este motivo, se despertó un gran interés por las porcelanas dentales. Es significativo entender que las cerámicas muestran propiedades parecidas al del esmalte y dentina; estas son dureza, densidad, el módulo de elasticidad, resistencia a la flexión, coeficiente de expansión térmica y la conductividad térmica. (Geissberger, 2012)

Cuando se señaló la dureza en un material restaurador odontológico, se refiere a la resistencia del material a la deformación plástica localizada, que puede ser la abrasión o penetración de una superficie. La dureza de las cerámicas se mide mediante un penetrador de Vickers, por otro lado, la densidad de una cerámica es la masa propia del material (m) por unidad de volumen (V). La densidad (ρ), es la responsable de mostrar el tamaño de sus átomos, su comportamiento y la eficacia con las que los átomos se empaquetan para llenar un espacio (Bona, 2009).

En cuanto al módulo de elasticidad conocido como módulo de Young (E), este es el nivel de flexibilidad o rigidez de un material dentro de su rango elástico. Por lo tanto, al hablar de módulo de elasticidad, se refiere a que el material se deforma de manera directamente proporcional al estrés aplicado (Montagna & Barbesi, 2013).

Una de las propiedades más significativas de una cerámica es la resistencia a la flexión, se mide en mega pascales (Mpa), está relacionada con la resistencia a la fractura de los materiales y con la durabilidad. Las cerámicas odontológicas presentan una resistencia a la flexión que varía de 140 – 1300 Mpa (Geissberger, 2012).

Por otro lado, la conductividad térmica es la capacidad de una sustancia para transmitir energía calórica. Cuando se habla de conductividad térmica se refiere al calor específico de una sustancia que es la cantidad de calor necesario para aumentar la temperatura en el grado centígrado de una unidad de masa en cal/g C. Es importante conocer que el calor específico se reparte mediante tres tipos de energía: energía que amplía el nivel energético de los electrones, energía de vibración de los átomos alrededor de las posiciones reticulares de equilibrio y energía para la modificación de las posiciones de los átomos. Los acontecimientos de absorción de energía pueden ser activados con calor (Montagna & Barbesi, 2013).

3.5. Clasificación de las cerámicas dentales

En la actualidad hay muchos materiales cerámicos en el mercado por lo que es fundamental y necesario que el profesional tenga conocimiento básico de las etapas de producción del material de su composición y clasificación. Las cerámicas odontológicas se clasifican de la siguiente manera: según su temperatura de fusión, por su grado de resistencia mecánica, según el método de fabricación y según su composición. (Miyashita & Salazar Fonseca, 2005).

Químicamente, las porcelanas odontológicas se pueden congregar en tres grandes familias: feldespáticas, aluminosas y circoniosas. (Martínez Rus, Francisco 2007)

Hay una clasificación de las porcelanas según su temperatura de fusión en: alta fusión mayor a 1300 C, media fusión 1101- 1300 C, baja fusión 850 - 1100 C y ultra bajo punto de fusión menor a 850 C. Algunas cerámicas de ultra baja fusión se usan con ligas de titanio (Miyashita & Salazar Fonseca, 2005).

Saldarriaga (2014), las cerámicas dentales se clasifican según su nivel de resistencia mecánica en baja resistencia de 100-300 MPa, como las cerámicas feldespáticas, resistencia moderada de 300-700MPa, como las vitrocerámicas reforzadas con disilicato de litio o leucita, así como también las porcelanas aluminosas y alta resistencia por encima de 700 MPa: como todas las cerámicas circoniosas.

Según la estructura observable en un microscopio electrónico, la cerámica se clasifica en cerámicas de silicato (cerámicas vítreas y feldespáticas) y cerámicas policristalinas u oxidocerámicas (Montagna & Barbesi, 2013).

De igual manera, Fradeani (2006), clasifica a las cerámicas en dos grandes grupos: las cerámicas con base de silicato que incluyen a las cerámicas

feldespáticas y a las vitrocerámicas y las cerámicas de alta resistencia que incluyen a la alúmina y al zirconio.

La clasificación de las cerámicas según su método de confección o fabricación se divide en tres grupos: condensación sobre muñón refractario, sustitución de la cera perdida y tecnología asistida por ordenador (Martínez et al., 2007). La técnica de condensación sobre muñón refractario consiste en la obtención de un segundo modelo de trabajo, la porcelana se aplica de manera directa sobre troqueles termo resistente, donde una vez sinterizada, se elimina el muñón y se coloca la prótesis en el modelo primario. Los sistemas que se usan con esta técnica son: OptechHSP® (Jeneric), Fortress® (Myron Int), In-Ceram® Spinell (Vita), etc. (Martínez et al., 2007).

El método de la cera perdida se basa en el modelado de un patrón de cera que se transformará, mediante un proceso de inyección, en una estructura cerámica (Martínez et al., 2007). La cerámica inyectada ofrece dos modalidades de elaboración: se puede realizar toda la restauración o solo el núcleo (Magne & Besler, 2006). Esta técnica es muy similar a la que se efectúa con el metal, al inicio se encera el patrón que representa la cofia interna o la restauración completa, la cual será llevada a un cilindro de yeso para calcinar la cera. Seguido de esto, se procede a calentar la cerámica (en forma de pastilla o lingote) hasta su punto fusión.

Para conseguir que la cerámica ingrese al interior del cilindro de yeso, se realiza un procedimiento de inyección, por medio de un pistón que empuja la porcelana fluida hacia el molde. Varios estudios han determinado que este método proporciona un aumento en la resistencia de la cerámica, ya que se ve disminuida la porosidad y brinda una distribución uniforme de los cristales en la matriz. Los sistemas más representativos de esta técnica son: IPS Empress® y IPS E.Max® Press (Ivoclar) (Martínez et al., 2007).

El sistema IPS Empress II se puede utilizar como una subestructura y recibir una cerámica de recubrimiento o puede ser una restauración con contornos finales y

recibir un maquillaje (Figuroa, Goulart, Furtado de Carvalho, Pessoa, & Afonso de Miranda, 2014).

En cuanto a la tecnología por ordenador, se refiere directamente a los sistemas CAD- CAM, los cuales permiten confeccionar restauraciones de cerámica muy precisas y de manera cómoda y rápida. Todos los sistemas CAD- CAM se realizan por medio de tres fases: digitalización, diseño y mecanizado.

Hoy en día, varios autores han mencionado los más utilizados de este método a nivel mundial son: Cerec® (Sirona), Procera® (Nobel Biocare), Lava® (3M Espe), DCS® (DCS), Cercon® (Dentsply), Eve- rest® (Kavo), HintEls® (Hint-Els), etc. (Martínez et al., 2007)

3.5.1. Cerámicas con base de silicato

La principal propiedad de las cerámicas a base de silicato es su considerable translucidez, dando características naturales al material. Sin embargo estas características estéticas hacen que sea más complicadas las propiedades de resistencia elevadas.

Las cerámicas silicáticas se dividen en dos: cerámicas de feldespato y vitro cerámicas. Las cerámicas feldespáticas son utilizadas como material de estratificación en restauraciones de metal-cerámica y la fabricación de carillas. La cerámicas de feldespato presentan resistencia a la flexión in vitro bajo, de 100 MPa (Fradeani & Barducci, 2006).

Las vitro cerámicas, son fortificadas con ciertos cristales en la matriz vítrea, estos cristales de refuerzo son la leucita o el disilicato de litio. Estos materiales se pueden usar para elaborar restauraciones de capa única o para proporcionar finas capas que luego serán revestidas con cerámica de estratificación o presión. Estas cerámicas pueden ser usadas como restauraciones individuales, sobretodo en el sector anterior.

La resistencia a la flexión de estos materiales es de 120 MPa para las vitrocerámicas a base de leucita, y de 350 a 400 MPa para las reforzadas con disilicato de litio. Un ejemplo de vitrocerámica reforzada con leucita es la IPS Empress, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein. Por otro lado, un ejemplo de vitrocerámica reforzada con disilicato de litio, es la IPS Empress 2, E- Max, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein (Fradeani & Barducci, 2006).

Las cerámicas silicáticas tienen una organización bifásica, y compuestas por cristales de refuerzo fase dispersa, que se sumergen en una matriz de vidrio fundido fase vítrea o amorfa. Las cerámicas de silicato son frágiles, que contienen productos con estructuras diferentes y químicas: cerámicas de alto contenido de feldespato (vidrios Feldespáticos) y baja cantidad de cristalinidad 15%, Las cerámicas de bajo contenido feldespático y reforzadas con cristales de leucita o alúmina tienen una cristalinidad del 40% al 50% y las vitrocerámicas a base de leucita, de nano fluorapatita, de disilicato de litio, se obtienen por medio de procesos de cristalización guiada de los núcleos de cristalitas (Montagna & Barbesi, 2013).

3.5.2. Cerámicas policristalinas

Según Montagna & Barbesi (2013), las cerámicas policristalinas están formadas por una estructura monofásica, que se compone por átomos y moléculas organizadas de manera de retículo tridimensional regular y periódico. De igual manera estas cerámicas son sustancias puras y con un mono componente (90%) que no contienen matriz intermedia. Se elaboran por sinterización compacta que carece de intersticios y presentan propiedades mecánicas elevadas compuestas de: alúmina pura y zirconio estabilizado con itrio (Y-TZP).

Las cerámicas policristalinas también se denominan como cerámicas de alta resistencia, en este grupo nos encontramos con los sistemas a base de óxido de aluminio (Al_2O_3) y el óxido de zirconio. El uso común de estos materiales es en la confección de subestructuras por dos razones principales: 1) alta

resistencia y 2) menor paso de luz. Por lo tanto, estas particularidades, hacen que estas cerámicas se usen más en el sector posterior (Fradeani & Barducci, 2006).

En este material los cristales están enlazados de forma dispersa, entrecruzados en una matriz vítrea así se previene la extensión de las grietas. Estas cerámicas tiene indicaciones tales como: carillas, inlays, onlays, coronas, prótesis adhesivas con aletas estéticas, prótesis fijas de tres elementos (Alvarenga de Oliveira, 2014)

Las cerámicas aluminosas infiltradas con vidrio son parte de las óxido-cerámicas de sinterización porosa, están formadas por una estructura polifásica en donde los intersticios amplios de las estructura cristalina se infiltran con vidrio (Montagna & Barbesi, 2013). Para mejorar la apariencia de las coronas en dientes anteriores, se introdujeron las subestructuras cerámicas In-Ceram (Vita), para remplazar las bases metálicas anti estéticas.

Esta subestructura consta del infiltrado de partículas de alúmina sinterizadas con una viscosidad baja de vidrio para dar resistencia y color adecuado. Se reporta que este material tiene una resistencia flexural de 236 a 578 MPa, el cual supera a otros sistemas totalmente cerámicos, con excepción de procera AllCeram (Nobel Biocare).

La resistencia a la flexión de los laminados de feldespato, porcelana Vitadur Alpha (Vita) solo llega a los 90 MPa, se evidencia que la resistencia a la flexión de una carilla feldespática es menor que el que reporta una subestructura de alúmina sola (Chu, Frankel, & Smales, 2000).

Según Fradeani (2006), la alúmina con el ejemplo del sistema Procera (Pure Densely Sintered Alimina, Nobel Biocare, Suecia), presenta una resistencia in vitro de la subestructura de 500- 600 MPa. Se puede usar tanto en el sector anterior como posterior de forma de subestructura. Los sistemas de óxido de

zirconio tienen una resistencia flexural de 1100 Mpa y se emplean para fabricar coronas individuales o puentes amplios anteriores o posteriores.

3.6. Mecanismos de refuerzo de las cerámicas odontológicas

Hay que tomar en cuenta que a pesar de la biocompatibilidad y cualidades estéticas de las cerámicas dentales son materiales frágiles. Son susceptibles a la fractura en el momento de entrar en fusión o incluso manipulándolas. Hay dos situaciones básicas que pueden fracturarla: las grietas superficiales y los defectos en la fabricación. Se están empleando en la actualidad técnicas que mejoran la resistencia y rendimiento de las cerámicas odontológicas y estas son: la transformación inducida por la fuerza, el refuerzo químico y el refuerzo cristalino (Rosenstiel et al., 2017).

Según Rosenstiel et al. (2017) las grietas superficiales son producidas en el momento del tallado, por lo general; una grieta esta entre las 20 y 50 micras. Las fracturas en los materiales cerámicos determinan la resistencia a la fractura de una restauración.

Los técnicos dentales pueden evaluar una grieta por medio de métodos estadísticos, donde analizan el tamaño de la grieta y su distribución espacial.

Podrían aparecer ciertos defectos en la fabricación de las cerámicas, las que pueden presentarse durante los procesos de elaboración, consisten en surcos que aparecen durante la sinterización. En algunas ocasiones la condensación a mano de la cerámica fluida antes de la sinterización produce porosidades. La sinterización al vacío reduce la porosidad de las cerámicas en un 5,6 % a 0,56%. La porosidad de una superficie de una vitrocerámica puede generar que se inicie una fractura desde la parte interna del material.

Se ha comprobado que las micro fracturas de las cerámicas reforzadas con leucita aparecen cuando son enfriadas por la falta de coordinación entre la matriz vítrea y la contracción térmica de los cristales (Rosenstiel et al., 2017).

El refuerzo cristalino se basa en la introducción de cristales en el material cerámico de esta forma mejorar la resistencia a la fractura. (Rosenstiel et al., 2017). Hay dos factores micro estructurales que llevan al desvío de las fracturas: las interfaces debilitadas entre los gránulos de los materiales monofásicos que se pueden producir por una sinterización incompleta y la deformación residual de los materiales bifásicos (Rosenstiel, Land, & Fujimoto, 2017).

La fase cristalina cuya expansión térmica es mayor que la de la matriz, provoca fuerzas comprensivas tangenciales cerca de la interface, dichas fuerzas tangenciales tienden a desviar la fractura alrededor de la partícula, las partículas de leucita tienen un mayor coeficiente de expansión térmica que la matriz vidriosa que la rodea, tras el enfriamiento, las fuerzas de compresión se desarrollan en la fase de cristal de leucita (Rosenstiel et al., 2017).

En cuanto al refuerzo químico es un método que se utiliza para incrementar la resistencia de los vidrios y cerámicas. Este refuerzo se basa en el intercambio de iones alcalinos por iones mayores que se encuentran debajo del punto de deformación de los materiales cerámicos. En esta temperatura no se puede dar la relajación de las fuerzas, por lo tanto el intercambio promueve la formación de una capa de compresión en la superficie de la cerámica. Finalmente, cualquier carga que se aplique debe superar esta capa de compresión interna antes de que la superficie se pueda someter a tensión; esto produce un incremento de la resistencia a la fractura. En esta técnica se emplean sales alcalinas con un punto de fusión menor a la temperatura de transición del vidrio del material cerámico (Rosenstiel et al., 2017).

Se ha comprobado que el refuerzo por intercambio de iones aumenta la resistencia a la flexión de la cerámica dental feldespática hasta el 80%, dependiendo de las especies iónicas implicadas y de la composición de la cerámica. La profundidad de la capa de iones intercambiados puede ser hasta

de 50 micras. Sin embargo, esta técnica depende de la difusión y su cinética se ve limitada por el tiempo, a temperatura y el radio iónico de los iones intercambiados. En la industria del vidrio también se usa el enfriamiento rápido como método de refuerzo (Rosenstiel et al., 2017).

3.6.1. Glaseado

El glaseado se define como un recubrimiento con una sustancia vítrea que al ser sometido al calor por medio de cocción se une a dicha superficie cerámica, dándole a ésta color, dureza e impermeabilidad. El glaze es de suma importancia en los objetos cerámicos de tipo jarrones, ya que impide la filtración de líquidos a través de la porcelana. De igual manera, el glaze es empleado para decorar, mejorar el diseño y textura de la cerámica (Bona, 2009).

Las superficies libres de porosidad de una cerámica dental, se pueden lograr por medio de una técnica de glaseado (Gonuldas, Yilmaz, & Ozturk, 2014). Según Bona (2009), en odontología el glaseado es la capa externa cocida a temperaturas inferiores que la cerámica de esmalte y dentina de esta manera se produce un sellado fino en la superficie de distintos niveles de brillo según la condición de la cocción.

Fehmi Gonuldas (2014), asegura que el método de glaseado involucra el sometimiento de la porcelana a temperaturas que van de 20 a 60 C, inferior a la temperatura de fusión de la cerámica. Según (Mezzomo, 2010), el glaseado final se puede obtener de manera natural o por medio de un glaseador artificial esto depende de las características de superficie deseadas. El glaseado artificial se inicia con la aplicación de un glaze con o sin pigmentos y se introduce la restauración al horno precalentado a 590 C. por 5 minutos. Posterior se hornea la cerámica aumentando a 55 C. por minuto hasta llegar a 890 C. después la restauración debe enfriarse a temperatura ambiente.

Se considera al glaze dental de apariencia superficial que se obtiene cuando el brillo cumple con cualidades estéticas y clínicas en boca.

Rosenstiel (2017), afirma que el glaze superficial también refuerza las cerámicas. Cuando la cerámica se enfría tras estar sometida a altas temperaturas, el glaseado de baja expansión comprime la superficie de la porcelana, reduciendo el ancho y la profundidad de las porosidades superficiales.

Algunos autores también describen al autoglaseado como un método importante utilizado por los laboratoristas dentales. El autoglaseado es una técnica que consiste en realizar una cocción oxidante después del cocinado original, pero en este caso no se aplica un glaseado de baja expansión (Rosenstiel, Land, & Fujimoto, 2017).

Varios autores afirman que el glaze en las restauraciones cerámicas sella eficazmente los poros abiertos en la superficie de la porcelana. Una superficie libre de porosidad conseguida por el glaseado de la cerámica presenta efectos positivos en este material como menciona Owen, Reame, & Newsome, 2012, facilita los procedimientos de higiene oral, mejora la función masticatoria al permitir el adecuado deslizamiento de los alimentos sobre las superficies del material de restauración, reduce los niveles de desgaste de dientes antagonistas, permite que la restauración presente una mejor estética y una mejor refracción de la luz, reduce la probabilidad de acumulación de placa bacteriana, evitando a la vez la inflamación de tejidos blandos, aumenta la resistencia mecánica de la restauración (Owen et al., 2012).

Es fundamental la quema del glaze para eliminar los defectos o porosidades producidas por las fresas. Es importante considerar que el glaseado no debe realizarse a temperaturas muy elevadas, ya que habrá cambios en la morfología conseguida en las cocciones anteriores. Por lo tanto el glaseado debe efectuarse en temperaturas bajas, y sin aplicar una masa adicional de glaze, para no alterar la morfología conseguida (Kina & Bruguera, 2008).

3.7. Pulido de superficies cerámicas

Para poder comprender cómo funcionan los sistemas de pulido es necesario tener claro los siguientes términos: abrasión, dureza, rugosidad de superficie, acabado y pulido (Güler, 2009).

Según Phillips (2008), la abrasión o desgaste es la pérdida de material de una superficie provocada por una acción mecánica o a través de una combinación de acciones químicas y mecánicas. De igual manera, Phillips 2008 define a la dureza como la capacidad de un material a resistir la abrasión o desgaste. Güler 2009, define a la rugosidad de superficie como irregularidades en la textura de un material, ésta se mide en micrómetros. Por otro lado según

Owen et al (2012), el término acabado se refiere a la eliminación de irregularidades marginales definiendo contornos anatómicos y suavizando la rugosidad superficial de una restauración cerámica. Finalmente el mismo autor, define la palabra pulido como un procedimiento efectuado después del acabado y destinado a eliminar los arañazos minúsculos de la superficie de la restauración para obtener un lustre suave, reflectante de la luz.

El término pulido en odontología se define como un proceso refinado por el cual se eliminan partículas superficiales en una secuencia progresiva de instrumentos abrasivos siguiendo un orden de grano grueso a fino con la ayuda de cauchos, discos, tiras o pastas. Se debe tener en cuenta que la rugosidad del esmalte dental, en áreas de contacto de esmalte con esmalte es de $0,64 \mu\text{m}$ con una variabilidad de más menos 0,2 (Jefferies, 1998).

El pulido de una superficie cerámica aumenta su resistencia a la flexión. Sin embargo, su desgaste posterior puede alterar su resistencia, por esa razón hoy en día se habla de varios métodos para pulir superficies de porcelana, pero no se ha llegado a un acuerdo o un protocolo que especifique cómo debe hacerse el pulimiento de la cerámica en boca (Fuzzi, Zacclieron, & Vallinnia, 1996).

El pulido de la cerámica dental es una alternativa al reglaseado de las restauraciones de porcelanas que han sido abrasionadas (Manjuran & Sreelal, 2014). La efectividad del proceso de acabado y pulido, sin importar el material restaurador utilizado, está influenciada por los siguientes factores (Owen et al., 2012):

- Propiedades mecánicas del material cerámico.
- Diferencia de dureza entre el abrasivo y la superficie cerámica, cuanto mayor diferencia exista entre el material abrasivo y el material restaurador, más abrasivo será el efecto.
- Tamaño y dureza de las partículas y forma del abrasivo utilizado.
- Propiedades físicas del material de soporte o de unión utilizado para transportar el material abrasivo por ejemplo, rigidez, elasticidad, flexibilidad, espesor, suavidad, porosidad.
- Velocidad y presión a las que se aplica el abrasivo al sustrato.
- Lubricación durante la aplicación del abrasivo polímeros solubles en agua, glicerol, grasa de silicio, vaselina, etc. (Owen et al., 2012).

3.7.1. Sistemas de pulido de superficies cerámicas

En la literatura y en la evidencia científica, se describen distintos métodos de pulido mecánico y se los coteja con los patrones del glaseado natural de los dientes.

Inicialmente, algunos estudios sugieren que la mayor suavidad en una superficie cerámica se lograba por el glaseado, hoy en día la mayoría de investigaciones afirman que los métodos de pulido intraoral pueden igualar e incluso mejorar la suavidad del glaseado. (Magne & Besler, 2006)

Hoy por hoy se dice que en cuanto a la estética de las restauraciones cerámicas el mejor resultado se obtiene con el pulido intraoral. (Magne & Besler, 2006). Es importante considerar que el éxito del pulido está directamente relacionado con

la cocción de la porcelana, Magne recomienda la combinación del glaseado y el pulido para mejorar las características estéticas de la cerámica dental.

Cuando una superficie cerámica se encuentra rugosa, es necesario alisar estas zonas con piedras blancas limpias, siguiendo después con la utilización de gomas de grano progresivamente más fino. El grosor del grano viene indicado por unas bandas alrededor del tallo o cuello del instrumento, si no hay banda el grano es grueso, una banda amarilla es de grano medio, dos bandas amarillas o una banda blanca es de grano fino. También es posible volver a glasear la porcelana una vez pulida (Shillingburg, Hobo, Whitsett, Jacobi, & Brackett, 2010).

Según Kina (2008), es importante que se utilicen fresas con puntas finas y se trabaje con baja velocidad para poder tener un máximo control sobre los detalles de la morfología de una restauración cerámica. Después de la caracterización en las concavidades es necesario realizar un pulido de la superficie el mismo que se realiza con gomas diamantadas de grano medio o fino, pues las de grano grueso son muy abrasivas y pueden alterar la morfología de la restauración. Al Wahadni (1998), recomienda que cualquier restauración cerámica que ha sido ajustada en boca, debe ser pulida siguiendo los siguientes pasos:

- Fresa de diamante de grano fino de 15 micrones
- Piedra blanca
- Fresón de caucho de silicona
- Copa de caucho de silicona en combinación de pasta diamantada

La elección de la técnica de pulido de cerámica empleada para proporcionar una superficie tan lisa como una superficie glaseada ha sido un tema de discusión, por lo que se han realizado varios estudios (Al-Wahadni M., 1998), demostrándose que no todos los sistemas de pulido producen una superficie tan lisa como la glaseada por lo que los sistemas de pulido deben ser seleccionados correcta y cuidadosamente (Raimondo, Richardson, & Wiedner, 1990).

La utilización de pastas diamantadas según Patterson et al. (1991), examinaron la suavidad de superficie producida por un kit de pulido seguido por el uso de pasta diamantada (Chameleon Diamond Paste), por medio de microscopio electrónico. Encontraron que la pasta era capaz de eliminar significativamente la rugosidad, sin embargo, no permitía una superficie tan lisa como la glaseada (Patterson, McLundie, Stirrups, & Taylor, 1991). Estos estudios presentan resultados similares al realizado por Haywood y colaboradores (1988) donde concluyeron que al utilizar un sistema de pulido empleando instrumentos con disminución del grosor de grano progresivo y la posterior utilización de pasta diamantada se obtiene una superficie cerámica lisa, más no igual a la glaseada. De igual manera, Rocha et al. (2011), demostraron que los sistemas de pulido disminuyen la rugosidad superficial en las cerámicas provocada por el ajuste oclusal. Sin embargo, los sistemas de pulido no son capaces de devolver la vitrificación de la superficie.

Según Magar et al., (2012) sin importar el tipo de cerámica utilizada, ya sea IPS Empress, InCeram Alumina, IPS E.max o porcelana feldespática, todas las restauraciones cerámicas deben ser glaseadas o pulidas con una secuencia de instrumentos y terminar con la colocación de pasta diamantada, después de ser sometidas a cualquier tipo de abrasión con fresas.

En un estudio realizado por Klausner et al. (1982), encontraron que al utilizar pasta diamantada al final del pulido en una restauración cerámica, no existía una diferencia significativa entre la superficie glaseada y la pulida. El pulido con pasta diamantada puede ser una buena alternativa para reemplazar al auto-glaseado sobre la rugosidad de la superficie de la cerámica y evitar la adhesión de bacterias. (Xue, Meng, & Tang, 2012). Sin embargo, la pasta sola no mejora la lisura de superficial (Sarac, Sarac, & Yuzbasioglu, 2006).

En un estudio realizado por Manjuran et al. (2014), demostraron que el pulido realizado con instrumentos con granos progresivamente más finos, seguido de una pasta de diamante logra una superficie menos rugosa que la superficie

glaseada. Concluyendo que el pulido con un kit de ajuste de porcelana seguido de cera impregnada de partículas de diamante, creó superficies significativamente más lisas que los especímenes acristalados sin efecto negativo significativo sobre el color, y por lo tanto, puede ser una técnica superior al acristalamiento. De igual manera,

Raimondo et al., (1990), compararon la rugosidad de superficie obtenida por 6 diferentes sistemas de pulido de cerámica. Concluyendo que el sistema de pulido intraoral Shofu combinado con una pasta con partículas de diamante producía una superficie casi tan lisa como la glaseada. Confirmando esta evidencia, Scurria et al. (1994), encontraron que el uso de pasta adiamantada puede provocar una superficie más lisa que la glaseada.

Después de una extensa revisión de la literatura, se pudo concluir los siguientes cuatro puntos en cuanto al pulido de las cerámicas: 1) una vez que se ha realizado la ruptura de la capa de acristalamiento por medio de un ajuste en las restauraciones, la mejor opción para el pulido de la superficie dependerá del tipo de cerámica empleada; 2) cuando no es posible el reglaseado, el uso de discos abrasivos de goma y de papel de lija seguido del uso de pastas de pulido de diamante, dan como resultado una suavidad superficial satisfactoria; 3) existen escasos estudios clínicos del comportamiento de los protocolos de pulido, por lo que deberían ser alentados; 4) hay un alto número de variables que influyen en el resultado final del pulido y esto debe ser considerado al realizar estudios sobre el tema o en la misma práctica clínica (Yilmaz & Ozkan, 2010; Da Silva 2014).

3.7.2. Sistemas de pulido extraorales

Las ruedas de pulido están diseñadas para eliminar la rugosidad de superficie de restauraciones cerámicas en contornos inter proximales y contornos de zonas oclusales.

Estos instrumentos deben evitar ranuras de tinción profundas. Constituidos de materiales de pulido impregnados en polisiloxano flexible y resistente al desgaste para pulir de forma limpia, sin olor y generar una acumulación mínima de calor, disponibles en un prepolisher gris con granos de pulido estándares, pulidor final rosado con los granos extra-finos (Dine, 2000)

En el laboratorio y extraoral el pulido empieza con discos de silicona diamantada se sigue por un sobreglaseado con líquido glaseador también conocido como autoglaseado. Después se puede aumentar el brillo utilizando carbonato cálcico y piedra pómez usando cepillos y puntas de fieltro. En esta parte es importante que se utilicen distintas velocidades de rotación, con los cepillos de pelo largo con velocidad alta para pulir superficies suaves y convexas, mientras que los cepillos de pelo corto deberían usarse a baja velocidad, con el objetivo de acabar superficies onduladas y cóncavas (Magne & Besler, 2006).

3.7.3. Sistemas de pulido intraorales

El pulido de cerámica necesita un sistema coordinado y preciso donde se deben utilizar instrumentos exactos para cada fase del trabajo, de esta manera proporcionar los mejores resultados de eliminación de rugosidad en las superficies. El sistema intraoral de pulido, por lo general es de dos fases, se inicia con pulidores de diamante, evitando siempre la presión excesiva y se completa el procedimiento con el uso de un cepillo de pelo de cabra y un disco de algodón para un acabado de alto brillo (Jota AG Rotary Instruments, 2017). En un estudio realizado por

Ahmet y colaboradores en el año 2009, después de utilizar varios sistemas de pulido intraoral, incluyendo discos soflex, kit NTI Cera Glaze Polishing kit, Dialite II Brasseler, pasta diamantada (Sparkle), pasta de óxido de aluminio (Prima Gloss) y combinaciones de estos sistemas. El estudio concluyó que los discos y kits de pulido mostraron los menores valores de rugosidad de superficie en comparación a los obtenidos con pastas de pulido. Los kits de pulido y los discos

fueron más eficaces que las pastas de pulido utilizadas solas o combinadas con discos Soflex, dando como resultado una suavidad superficial mejorada. Si el ajuste oclusal de una restauración cerámica tiene que hacerse después de la cementación, siempre se necesita pulido intraoral con kits de pulido y discos (Güler, 2009).

En un estudio realizado por Owen et al. (2012), donde utilizaron tres tipos diferentes de cerámica dental: feldespática (IPS design, Ivoclar Vivadent), basada en leucita (IPS Empress I, Ivoclar Vivadent) y disilicato de litio (Empress II, Ivoclar Vivadent), surgió un método estandarizado de pulido y simulación de desgaste oclusal. Los autores usaron una fresa de carburo de tungsteno de 12 aletas y pulido mediante una rueda de pulido de porcelana Cera Master, Shofu Dental seguida de una copa de goma y pasta de pulir (Ultra II, Shofu Dental). Seguido de esto utilizaron una serie de discos Soflex, de tamaño medio, fino y extra-fino (3M Espe), según las recomendaciones del fabricante.

La conclusión de este estudio fue que la rugosidad final de las superficies cerámicas pulidas era mayores que las de la superficie vitrificada original. Las diferencias entre los tres tipos de porcelana con respecto a la rugosidad después del pulido no fueron estadísticamente significantes, lo que sugiere que no hay una gran importancia en el sistema de acabado empleado y en cualquier tipo de porcelana, el resultado final será prácticamente el mismo.

3.8. Sistema de pulido intraoral de cerámica kit porcelain polishing kit (jota ag, ruthi/sg switzerland)

El sistema de pulido intraoral de cerámica de la casa comercial Jota, con más de 100 años de experiencia, presenta un sistema de pulido de diamante en tres fases para la abrasión, alisado y alto brillo en cerámica. También se pueden utilizar en metal, recomendándose luego del uso en este material, que los mismos sean limpiados para evitar manchas o rayas en la cerámica. Los instrumentos del kit deben utilizarse en el siguiente orden:

1. Primer paso: azul G = Suavizado

2. Segundo paso: rosa M = Pulido Inicial
3. Gris F = Pulido de alto brillo.

Estos instrumentos deben ser empleados en una pieza de mano de baja velocidad a una velocidad que puede variar de 7000 a un máximo de 20000 rpm. Sin embargo, en este kit, específicamente se recomienda utilizar los instrumentos a una velocidad de 10000 rpm. Estos instrumentos pueden ser utilizados tanto en cerámicas feldespáticas como en disilicato de litio (Jota AG Rotary Instruments, 2017).

3.9. Sistema de pulido intraoral de cerámica kit intra-oral dialite hp porcelain adjustment polishing kit (DIATECH, USA)

El kit intra oral Dialite HP Porcelain Adjustment Polishing de la casa comercial Diatech (USA), creada hace 40 años, presenta un sistema de pulido de porcelana de tres pasos, el cual es ideal para realizar ajustes y pulido en restauraciones cerámicas. Se recomienda que estos instrumentos se utilicen en piezas de mano de baja velocidad y que no excedan las 7000 rpm. Este kit es esterilizable.

Este sistema está representado por colores, donde el grano más grueso se encuentra en los pulidores azules, los de gran medio se representan por el color rosa y el grano fino se encuentra en los pulidores blancos. De igual manera este kit dispone de tres tipos de cabeza o punta activa, para poder llegar a todas las zonas de la restauración, están formadas por: discos, copas. Este kit está diseñado para el pulido de porcelanas feldespáticas y reforzadas con disilicato de litio (Diatech USA Dental Instrumentation, 2017).

3.10. Sistema de pulido intraoral de cerámica kit jiffy universal intra-oral adjusting & polishing (ULTRADENT, USA)

El sistema JIFFY Universal de Ultradent es un sistema de acabado para todas las cerámicas, incluyendo cerámica de alta resistencia. Todos los ajustadores y pulidores del Sistema Universal JIFFY están recomendados para trabajar indistintamente en porcelana feldespática, disilicato de litio y zirconia.

El Kit de Ajuste y Pulido Universal Extra-Oral y el Kit de Ajuste y Pulido Intraoral Universal Jiffy contienen un número óptimo de componentes para que puedan ajustarse y pulir con eficacia cualquier material cerámico para lograr una superficie verdaderamente lisa con un acabado natural.

El grano de diamante Ultradent especialmente formulado proporciona una suavidad óptima y excelentes resultados de pulido. Las partículas de diamante multigrano posibilitan un ajuste efectivo de la cerámica para un acabado realmente liso y de alto brillo. La máxima retención de diamante garantiza una larga vida útil. El bloque de aluminio auto lavable prolonga la vida del sistema. Este sistema debe ser utilizado a una velocidad de 5000- 7000 rpm. (Ultradent products, 2017).

3.11. Efectos adversos al no tener una superficie cerámica pulida o glaseada

La duración a largo plazo de una restauración cerámica depende de su superficie glaseada, la cual se consigue cuando se realiza una cocción adicional a la restauración. Sin embargo muchas veces es necesario realizar un ajuste o un desgaste a la porcelana para así mejorar la forma, contorno y oclusión del paciente.

Al momento en el que se desgasta la cerámica dental por cualquier tipo de ajuste que se deba realizar, se produce una rugosidad en la superficie externa, la cual puede producir efectos indeseables como la abrasión de dientes naturales

antagonistas, reducción de resistencia promoviendo fracturas, retención de microorganismos, disminución de la estética, acumulación de placa bacteriana o biofilm, aumenta la probabilidad de pigmentación así como el riesgo de presentar caries y enfermedad periodontal (Cherry & Sumeet, 2014).

Es importante conocer las propiedades físicas y químicas de las cerámicas para poder comprender los efectos adversos de las superficies abrasionadas y rugosas en estos materiales.

Según Bona (2009), las tres fases fundamentales de la materia gaseosa, sólido y líquido pueden distinguirse según el movimiento interatómico o intermolecular. En el estado gaseoso hay una mínima o ninguna resistencia al movimiento de átomos o moléculas, mientras que en los sólidos, el movimiento atómico se limita a una vibración localizada, el único movimiento que podrá conseguir será por medio de difusión. Por esa razón se utilizan los procesos de intercambios iónicos para aumentar la resistencia de las cerámicas ya que los aniones y cationes de los materiales cerámicos son de diferentes tamaños.

Esta técnica introduce estrés compresivo residual en la superficie de la cerámica de esta manera se dificulta la propagación de grietas. Sin embargo, este efecto no se profundiza a más de 100 micras, por lo que el aumento de resistencia se puede perder si la superficie de la cerámica es desgastada o abrasionada. Por estas razones, es importante que la superficie rugosa de una porcelana desgastada por el clínico deba ser alisada.

De esta forma se devuelve la comodidad al paciente, se disminuye la abrasión de los dientes antagonistas y se aumenta la resistencia de la cerámica. El terminado y pulido efectivo no sólo es esencial para devolver la estética a una restauración, sino que promueve la longevidad de los tratamientos y brinda una adecuada salud oral a los tejidos blandos (Cherry & Sumeet, 2014).

En cerámicas a base de sílice (feldespato, reforzadas por leucita y disilicato) encontramos indicaciones como restauraciones inlay onlay parciales o restauraciones cerámicas totales que a menudo presentan la necesidad de ser ajustadas en boca. Algunos autores hablan que el mejor ajuste debe realizarse después de que las restauraciones son cementadas. Los ajustes realizados en la cerámica causan una superficie rugosa, no homogénea, áspera, que puede conducir a la formación de grietas y fracturas, no permitiendo el sellado de los poros superficiales y elimina el brillo que brinda el glaseado.

El acristalamiento proporciona una excelente suavidad de la superficie de la porcelana, también el sellado de los poros abiertos a la superficie de la porcelana sinterizada.

El acristalamiento se puede obtener a través de diferentes temperaturas de sinterización o autoglaze natural (Bini et al., 2011).

Las restauraciones que han sido ajustadas y que por lo tanto se les ha eliminado la capa externa de glaze tienen dos opciones o ser reglaseadas o pulidas. El sometimiento de la cerámica a una nueva cocción puede producir alteraciones a su estructura y a la vez, involucra mayor tiempo de trabajo. Existen muchos sistemas de pulido intraorales que tienen efectos favorables en la suavidad de la superficie abrasionada. Siendo los sistemas de pulido la mejor opción para el clínico de eliminar porosidades (Bini et al., 2011).

3.11.1. Ajuste oclusal intraoral en restauraciones cerámicas

Para conseguir que las restauraciones cerámicas presenten longevidad, estética y resistencia es necesario que la superficie más externa de las mismas presente una superficie lisa. El glaseado de la superficie más externa es lo que consigue una eliminación de su porosidad (Yılmaz & Korkmaz, 2007). Sin embargo, muchas veces se deben hacer modificaciones en la porcelana dental debido a distintas razones como: corregir interferencias oclusales, mejorar la apariencia

estética, mejorar el acabado de los márgenes de las restauraciones cerámicas y brindar un adecuado punto de contacto (Fuzzi, Zacclieron, & Vallinnia, 1996).

Muchas veces es necesario realizar ajustes oclusales de manera intraoral, para así proteger la articulación temporo mandibular del paciente, así como los dientes antagonistas. El desgaste que se realiza en la porcelana se efectúa con una fresa de diamante de grano medio o fino, sin embargo finalizado el ajuste, quedará una superficie rugosa que debe ser tratada. No se recomienda realizar un re glaseado pues para esto será necesario retirar la corona de boca y mandar nuevamente al laboratorio. El procedimiento ideal que deberá realizarse es el pulido de las restauraciones cerámicas de manera intraoral (Yilmaz & Korkmaz, 2007).

Christensen (2007) sugiere que un ajuste debe realizarse en la dentición antagonista en lugar de la restauración de cerámica, sobre todo en aquellos casos donde la cantidad de ajuste dental requerida es mínima. De igual forma, es importante que el clínico advierta al paciente antes de la elaboración de las restauraciones de porcelana que hay una posibilidad que los dientes opuestos deban ser tocados ligeramente y que el esmalte alisado no presentará ningún inconveniente. Este enfoque permite una restauración sin porosidades, intacta y de larga duración.

3.12. Pulido vs. Glaseado de las cerámicas

La apariencia de una cerámica dental está determinada por la combinación de diferentes factores como: forma, color, nivel de translucidez, pulido y glaseado de la superficie. Comúnmente, las porcelanas dentales han sido controladas con una capa superficial de glaze o acristalamiento, la cual se consigue aumentando el tiempo de cocción o elevando la temperatura del horno (Rosenstiel, Baiker, & Jhonston, 1989).

El control exacto para la obtención de un grado de lustre o brillo de las cerámicas dentales está limitado, sobretodo porque los hornos empleados comercialmente tienen fluctuaciones de temperatura que son suficientemente severas para lograr que algunas restauraciones aparezcan sub glaseadas o sobre glaseadas. Además conseguir un brillo uniforme en la restauración no siempre es lo deseado ya que se pierden características visuales en el trabajo final.

Por esa razón los ceramistas cambian las tonalidades de brillo entre la zona cervical y la incisal para brindar una apreciación más natural. Sin embargo, con los métodos convencionales de glaseado, los técnicos dentales no consiguen éstas características estéticas con el glaze pues esta técnica sólo consigue superficies uniformes en cuanto al brillo (Rosenstiel et al., 1989).

Según Rosenstiel et al. (1989), el pulido de las cerámicas ha sido el sistema más recomendado, después de realizar un ajuste oclusal en restauraciones cerámicas. Hoy en día, en el mercado, existen varios kits y sistemas de pulido tanto intraorales como extra orales. El uso de fresones y gomas, seguido del empleo de piedra pómez produce una excelente suavidad de la superficie.

Estos autores también hablan sobre el uso del pulido de la cerámica como una manera de comunicación intuitiva del grado de brillo requerido en una restauración específica de igual manera que lo hacen las guías de color. Varias investigaciones sugieren que las superficies pulidas después de un ajuste oclusal, con un buen sistema de pulido pueden quedar muy similares a las glaseadas.

Existen ventajas en el pulido dental al proporcionar una mayor tenacidad a la fractura en comparación a superficies glaseadas. Sin embargo, hay estudios que llegan a conclusiones contrarias, afirmando que los sistemas de pulido actuales no presentan superficies tan suaves y lisas con el glaseado original (Owen et al., 2012).

En una investigación realizada por Jagger (1994), quien encontró que mientras la tasa de desgaste del esmalte producido por porcelana Vitadur esmaltada y no glaseada era similar, la porcelana pulida produjo un desgaste de esmalte sustancialmente menor. Este hallazgo llevó al autor a sugerir que la porcelana sea pulida en vez de ser glaseada después del ajuste de la cerámica. Por lo tanto, es claro encontrar que existe una gran controversia entre las cerámicas dentales pulidas y glaseadas. Se observa un análisis de diferentes autores en cuanto a qué sistema es más útil y en qué circunstancias se debe usar un pulido o un glaseado en las restauraciones.

3.12.1. Comparación entre el pulido y glaseado de las cerámicas dentales y su relación con la resistencia flexural

A pesar de que el pulido de las cerámicas dentales presenta ventajas en cuanto a la caracterización estética de las restauraciones algunos estudios muestran que la resistencia de la porcelana puede verse disminuida. Muchos ceramistas prefieren el pulido al glaseado debido a que de esta forma hay un mayor control del brillo superficial en las restauraciones indirectas de metal porcelana.

Sin embargo, varios estudios determinan que el pulido de la cerámica disminuye sus propiedades mecánicas. En un estudio efectuado por Stephen F. Rosesntiel y colaboradores en 1989, donde analizaron la resistencia a la fractura de la cerámica feldespática encontraron que la porcelana pulida presentaba una mayor tenacidad a la fractura en comparación a la cerámica glaseada.

Guazzato (2004), asegura que el pulido de una superficie cerámica no es el único factor que determina la resistencia de una porcelana es decir es importante tomar en cuenta otros factores como: la porosidad, el estrés microestructural residual y defectos en la fabricación. Tagliari et al. (2017), encontraron que tanto el glaseado como el pulido mejoran la resistencia flexural del material, sin embargo, el tratamiento de superficie no tiene un efecto directo sobre el riesgo de fractura en las coronas cerámicas.

3.12.2. Comparación entre pulido y glaseado de las cerámicas dentales y su relación con la porosidad y sistemas de pulido

Es importante conocer que para que una restauración cerámica presente propiedades estéticas y funcionales óptimas, el clínico debe realizar un adecuado procedimiento de re contorneado, ajuste y terminado. Por lo tanto, es imprescindible considerar el uso de diferentes sistemas de pulido y acabado cerámico disponibles en el mercado, para así recrear la suavidad y lisura perdida tras haber abrasionada la porcelana con otros elementos, y poder conseguir una buena biocompatibilidad (Cherry & Sumeet, 2014).

Hoy en día en la literatura se describen una gran variedad de sistemas mecánicos de pulido y se los compara con las superficies glaseadas de la cerámica. Algunos autores sugieren que es mejor la suavidad obtenida por la porcelana glaseada. Sin embargo, muchos clínicos, incluso laboratoristas dentales, defienden el uso de pulidores intraorales y extra orales para mejorar la lisura de una superficie en comparación a la cerámica glaseada.

Actualmente se reconoce que la estética de las restauraciones cerámicas ha mejorado con el pulido. Uno de los propósitos a nivel de laboratorio dental y en la práctica clínica odontológica es conseguir un sistema de pulido que sustituya el glaseado de la cerámica (Cherry & Sumeet, 2014).

Por otro lado, en un estudio descrito por Chu et al., (2000), determinaron que al reglasear superficies cerámicas desgastadas con fresa de grano fino, tanto en porcelana In- Ceram como feldespática, se mejoró la textura superficial, haciéndola más lisa, así como la fuerza flexural de las mismas. Desde el empleo de materiales cerámicos como el disilicato de litio y la zirconia en odontología, se han realizado investigaciones sobre los efectos del glaseado en las superficies de estos materiales, así como los efectos del pulido en las porcelanas odontológicas. De igual manera, se conoce que el módulo de

elasticidad de las porcelanas dentales es mucho mayor que el del esmalte dental, por lo que, está confirmado que estos materiales producen un desgaste en dientes antagonistas.

Varios estudios sobre el glaseado y pulido en las distintas cerámicas dentales han reportado que no existe una diferencia significativa entre ambos sistemas, sin embargo, otras investigaciones afirman que el glaseado permite una mejor eliminación de la porosidad de la cerámica odontológica (Saiki, O., Koizumi, H., Akazawa, N., & Kodaira, A. 2016).

Un estudio realizado por Bessing & Wiktorsson (1983), donde usaron dos diferentes casas comerciales de pulido extraoral en cerámica feldespática, demostraron que no existe una diferencia significativa entre las dos casas comerciales. Las marcas usadas en el estudio fueron la Shofu porcelin polishing kit y Slurry of flour of pumice.

Campbell (1989), en un estudio realizado en la Universidad de Harvard School of Dental Medicine, demostró que las superficies cerámicas en carillas presentaban menor porosidad al ser glaseadas en comparación a las superficies pulidas. Al hablar de sistemas de pulido, es importante conocer que existen diferentes métodos intraorales y extraorales, así como distintas casa comerciales.

En un estudio realizado por Fuzzi et al. (1996), compararon la efectividad de nueve diferentes sistemas de pulido y combinación de métodos en cerámica Vita VMK. El estudio inició con el glaseado o acristalamiento en el horno de cincuenta y cuatro muestras de cerámica Vita VMK, las cuales fueron separadas en nueve grupos de seis muestras cada uno. Se usaron fresas de distinto grosor de diamante (fino, extrafino, ultrafino de Braessler), fresas de carburo, ruedas de goma (Dental Shofu) y geles de diamante. Se combinaron los sistemas de diferente manera en los distintos grupos.

El pulido se analizó cualitativamente usando microscopía electrónica de barrido y cuantitativamente usando un perfilómetro. Los resultados mostraron que el glaseado producía una superficie más fina que las técnicas de pulido y que el mejor valor medio de rugosidad se obtuvo utilizando instrumentos de diamante con tamaños progresivamente más pequeños 30, 15 y 8 micras. En la práctica odontológica, es común que los clínicos ajusten las superficies de porcelana de las prótesis dentales. El cambio en la rugosidad superficial después de desgastes en la cerámica dental, ha atraído la preocupación de los prostodoncistas.

En un estudio efectuado en el año de 1997 por Ahmad S. Al-Hiyasat et al., encontraron que no existe una diferencia significativa entre las superficies cerámicas pulidas y las glaseadas. En un estudio efectuado por Al- Wahadni et al. (2006), se realizó una investigación de la rugosidad superficial media de 2 cerámicas dentales: IPS Empress 2 e In-Ceram Alumina Vitadur Alpha ceramics. Este estudio concluyó que independientemente del tipo de cerámica o pretratamiento, cualquier restauración de cerámica ajustada debe ser re glaseada o sometida a una secuencia de re pulido.

En una investigación publicada por Wernecka & Piero (2008), se evaluó la rugosidad superficial de porcelana feldespática glaseada y sometida a dos sistemas de acabado y pulido después de la simulación de ajuste oclusal. Los sistemas de pulido empleados fueron: grupo A (EXA-Cerapol 352 y 362, Cerapol Super 372) y grupo B donde se utilizaron puntas de acabado de silicona del sistema Tri Hawk. Los resultados mostraron que no hay diferencia estadística entre las superficies pulidas y las glaseadas.

En el estudio realizado por Silva et al., (2008), se evaluó el efecto de diferentes técnicas de pulido y la rugosidad superficial de porcelana feldespática, después de la eliminación de la superficie acristalada. Las muestras fueron glaseadas y

divididas aleatoriamente en cuatro grupos experimentales y un grupo control. Para los grupos experimentales, la capa esmaltada fue eliminada con un instrumento rotatorio de diamante y la superficie se pulió con: puntas de goma Edenta, fresas de acabado de acero (Meisinger), punta de caucho de silicona Shofu mas rodillo de fieltro de diamante FGM, pasta de diamante FGM, o discos de óxido de aluminio Sof-Lex, 3MESPE mas rodillo de fieltro de diamante más pasta de diamante. Se concluyó que las técnicas de pulido probadas no fueron capaces de proporcionar una superficie de porcelana tan suave como la superficie glaseada.

En la investigación realizada por Yuzugullo et al. (2009), se evaluaron las propiedades superficiales y el color de la porcelana modificada por secuencias de pulido extraoral. Se usaron discos de porcelana feldespática (n = 10 por grupo) se aplicaron seis diferentes regímenes de tratamiento superficial fresas diamantadas, auto-esmaltes, glaseado, reglase, Pearl Surface polishing system y Diamond Twist SCL.

Los resultados mostraron que los tratamientos de superficie afectaron significativamente los valores de Ra ($P < 0,001$), pero no tuvieron ningún efecto sobre el color ($P > 0,05$). El color no parecía estar correlacionado con la rugosidad superficial ($P > 0,05$). Los resultados concluyeron que el sistema Pearl Surface ayuda a disminuir el tiempo de trabajo y puede ser usado como una alternativa al overglazing.

Wang et al., (2009), compararon la rugosidad superficial de porcelana dental siguiendo diferentes procedimientos de pulido. Se asignaron aleatoriamente en seis grupos según diferentes tratamientos de pulido: Grupo 1: Sistema de pulido Cera Master (CP); Grupo 2: pasta de pulido de diamante CP + (DP); Grupo 3: Sistema de pulido Sof-Lex (SS); Grupo 4: SS + DP; Grupo 5: pulido de papel SiC; Grupo 6: glaseado (control). Después de los tratamientos respectivos, los valores de rugosidad de la superficie se midieron usando un rugosímetro.

El análisis cualitativo se realizó mediante microscopía electrónica de barrido. Los resultados concluyeron que una combinación del sistema de pulido CeraMaster y una pasta de pulido diamantada podría producir una suavidad superficial similar a la de la superficie reglaseada de la porcelana, mientras que el sistema de pulido Sof-Lex fue el menos eficaz en el pulido de la cerámica.

Bini et al., (2011), se compararon superficies cerámicas glaseadas y pulidas. El procedimiento de pulido se llevó a cabo con diferentes sistemas, y se dividió en grupos de cuatro, de la siguiente manera: G1 - fresas Komet Brasseler de diamante, G2 goma abrasiva Komet, G3 – Ceramiste, Shofu Dental pulidores suaves, G4 pulidores para acabado de resinas compuestas Caulk Dentsply. Los resultados no mostraron una diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes grupos de pulido y el grupo control. Se concluyó que los sistemas de acabado pueden utilizarse para obtener rugosidad superficial similar a la rugosidad superficial del auto glaseado lo que permite al clínico realizar el ajuste oclusal y el pulido, eliminando la necesidad de mandar nuevamente al laboratorio para un reglaseado.

En un estudio realizado por Haroon (2012), se analizaron dos técnicas diferentes de pulido efectuadas en noventa y cinco bloques de cerámica feldespática donde usaban discos Soft Lex. Los resultados de esta investigación no mostraron diferencia entre el uso o no de pasta y cepillos profilácticos. Los discos Soft Lex de por sí ya eliminaban la rugosidad de la superficie estudiada.

En un artículo publicado por Anmol et al., (2014), evaluaron el efecto de dos sistemas de pulido y pasta diamantada en la superficie de dos materiales cerámicos. En el estudio se usaron 40 muestras divididas en dos grupos, uno de 20 especímenes de porcelana feldespática y 20 de leucita de flourapatita. En los dos grupos se usaron dos distintos sistemas de pulido: Soft Lex, silicona blanca y goma gris respectivamente. Los resultados concluyeron que la rugosidad superficial era menor en las superficies pulidas en comparación a las muestras glaseadas.

Por otro lado, los discos Soft Lex obtuvieron una superficie más lisa en comparación a la silicona blanca y gris. Y finalmente, entre los dos tipos de porcelana utilizados, la cerámica leucítica de flourapatita presentó una mejor superficie en comparación a la porcelana feldespática (Cherry & Sumeet, 2014). Este estudio presentó resultados similares a los presentados por Al- Wahadni (1998) que probó que las superficies cerámicas pulidas presentan una disminución mayor de la rugosidad en comparación a las superficies glaseadas.

3.12.3. Comparación entre pulido y glaseado de las cerámicas dentales y su relación con dientes antagonistas

En un estudio in vivo realizado por James et al., (1992), donde se cuantificó el nivel de desgaste de porcelana pulida y glaseada al someterse a fuerzas masticatorias con dientes antagonistas naturales, demostraron que la cerámica glaseada producía un mayor porcentaje de desgaste en los dientes opuestos en comparación a la pulida.

En el año de 1997 se encontraron estudios sobre la importancia de conocer la superficie que provocará menos efectos adversos en los dientes antagonistas. En un estudio realizado por Alhiyasat et al., (1997), se verificó la importancia del glaseado, ya que los resultados de estos autores determinaron que las superficies que no eran glaseadas ni pulidas después de un ajuste oclusal, provocaban un mayor desgaste en el esmalte antagonista, seguido de las superficies pulidas y finalmente las que menos abrasión generaban eran las superficies glaseadas (Alhiyasat, Saunders, Sharkey, & Smith, 1997).

A diferencia del estudio realizado por Al-Hiyasat et al., (1997), Janyavula et al., (2014) encontraron que el esmalte de los dientes antagonistas presentaban más desgaste cuando se realizaba un glaseado en la superficie de la zirconia, que cuando se pulían las superficies. En un estudio realizado por Nandini et al., (2006), donde realizaron una evaluación del desgaste del esmalte antagonista a

cerámica feldespática reforzada con leucita. En este estudio utilizaron veinte muestras de cerámica Finesse All Ceram y veinte especímenes de IPS – Empress.

Posteriormente, cada casa comercial se dividió en dos grupos de diez muestras cada uno, donde las primeras diez muestras recibieron sistemas de pulido y las demás recibieron un glaseado. Seguido de esto se utilizaron setenta dientes humanos extraídos, libres de caries, para realizar el experimento como dientes antagonistas.

Los resultados mostraron que el desgaste del diente antagonista era mayor con las muestras de cerámica glaseadas en comparación a las pulidas.

Lawson N. et al., (2014), determinaron que el glaseado de las superficies del disilicato de litio debilitaba más la superficie antagonista en comparación al pulido. Muchos estudios realizados por técnicos dentales han concluido que el desgaste del esmalte al contactar directamente con restauraciones de zirconia o disilicato de litio es menor en comparación al desgaste producido por porcelana feldespática utilizado en laminados cerámicos. Los sistemas monolíticos de disilicato de litio y zirconia, según investigaciones realizadas, no provocan un desgaste elevado en el esmalte antagonista y aumentan la preservación de la restauración en el tiempo sin embargo es importante verificar las situación clínica y su desgaste diario y realizar una adecuado ajuste oclusal

Lawson N. Janyavula, Syklawer, McLaren, & Burgess, (2014). Muchos estudios clínicos resientes han analizado el desgaste natural del esmalte al encontrarse como antagonista de restauraciones cerámicas.

Un estudio realizado por Esquivel, Upshaw y colaboradores encontraron que el disilicato de litio, ya sea glaseado o pulido provoca un menor desgaste a los dientes antagonistas en comparación con porcelana de carillas, después de tres años de seguimiento (Lawson N. Janyavula, Syklawer, McLaren, & Burgess, 2014).

Por otro lado, un estudio realizado por Stober et al., quienes midieron el desgaste del esmalte opuesto a restauraciones de zirconia que tuvieron diferentes tratamientos de superficie externa: pulido, glaseado, ajustada y repulida. El estudio clínico se llevó a cabo durante seis meses, y reveló que existía un mayor desgaste del esmalte que estaba en contacto con restauraciones antagonistas de zirconio que con antagonistas de dientes naturales. De igual manera se demostró que la zirconia pulida provocaba un menor desgaste del esmalte antagonista en comparación con la glaseada.

Este estudio muestra la importancia de la evidencia clínica para corroborar los estudios in vitro. Existe una explicación física que determina la razón del desgaste que provoca una superficie glaseada al esmalte dental. La capa de glaze externo de una cerámica presenta un grosor de 30 a 50 micras y éste se va desgastando al someterse a fuerzas antagonistas con el diente natural, provocando una abrasión del esmalte (Lawson N., Janyavula, Syklawer, McLaren, & Burgess, 2014).

En un estudio efectuado por Lawson et al., en el año 2014, analizaron el desgaste del esmalte antagonista a zirconia y disilicato de litio ajustados, ajustados y pulidos y ajustados y glaseados. Los resultados demostraron que la zirconia presenta un menor desgaste que el disilicato de litio. El pulido de la zirconia después de ser abrasionada con una fresa diamantada, provoca menor desgaste del esmalte antagonista en comparación a la zirconia glaseada.

Por otro lado, el disilicato de litio pulido o glaseado produce el mismo nivel de desgaste en dientes antagonistas. Este estudio sugiere que para disminuir el desgaste del esmalte antagonista es preferible realizar un pulido de la superficie de la zirconia y el disilicato de litio en vez de realizar un ajuste con una fresa diamantada de grano fino (Lawson N., Janyavula, Syklawer, McLaren, & Burgess, 2014).

Un estudio realizado por Saiki et al., (2016), recomiendan una superficie pulida en lugar de una glaseada en restauraciones individuales de disilicato de litio sometidas a fuerzas antagonistas de materiales como zirconio y feldespato. Este estudio también determinó la necesidad de tener cuidados importantes al realizar pulido en el disilicato de litio, sobre todo cuando se desgastan zonas de contacto oclusal.

3.12.4. Comparación entre pulido y glaseado de las cerámicas dentales y su relación con la estabilidad del color

El color de una restauración cerámica se puede ver afectada por varios factores como la marca o casa comercial, espesor de la capa de cerámica, las técnicas de condensación, la lisura de la superficie, el número de cocciones, la temperatura de cocción, y el grosor de la dentina. Algunos estudios han demostrado que el número de cocciones no determina un cambio de color significativo. Por otro lado, se ha confirmado por medio de varios estudios clínicos in vitro, que la porosidad de la porcelana está directamente relacionada a una mayor probabilidad de presentar tinciones a largo y mediano plazo. Las superficies finas, suaves, sin porosidad, se pueden lograr por medio de una técnica de glaseado (Gonuldas, Yılmaz, & Ozturk, 2014).

En un estudio realizado por Gonuldas et al., (2014), quisieron evaluar el cambio de color y la rugosidad de la superficie de porcelana dental con diferente grosor durante repetidas cocciones. Usaron veintiuna muestras de porcelana feldespática sobre aleaciones metálicas de níquel cromo, divididas en tres grupos según el grosor de la cerámica. Los resultados mostraron que las repetidas cocciones aumentaron la suavidad de las muestras sin embargo se provocó un deterioro de la capa superficial. Por otro lado, no encontraron cambios significativos en el color de los especímenes después de ser sometidos a diferentes cocciones.

Según Rosenstiel et al., (1989), varios estudios han determinado que las superficies glaseadas de las cerámicas dentales presentan la ventaja que se

pueden limpiar fácilmente y no son susceptibles a la tinción superficial. Los estudios sugieren que el pulido de la porcelana dental está contraindicado porque puede provocar una mayor susceptibilidad a la pigmentación. Sin embargo, no hay estudios suficientes que testifiquen esta hipótesis.

En un artículo publicado por Yılmaz & Korkmaz, 2007, se evaluó la estabilidad del color de 5 diferentes tipos de cerámicas, comparando superficies glaseadas y pulidas, los especímenes fueron glaseados usando técnicas específicas para cada tipo de porcelana, las muestras se dividieron en dos grupos: un grupo se sumergió en azul de metileno y el otro grupo en agua destilada como grupo control. Las superficies se examinaron visualmente para detectar manchas sin aumento. Después de examinar el color de los especímenes glaseados las capas glaseadas fueron eliminadas se aplicaron puntos de pulido de porcelana y pasta adiamantada.

Las muestras se sumergieron de nuevo en azul de metileno y agua destilada. Los resultados del estudio encontraron manchas visualmente discernibles en los grupos pulidos de las cinco porcelanas, mientras que el grupo glaseado sumergido en azul de metileno no mostró pigmentación. Se concluyó que los especímenes glaseados mostraron una mejor estabilidad del color en comparación a las muestras pulidas. Sin embargo los autores notaron un dato interesante y fue que la tinción observada en los especímenes pulidos no fue clínicamente perceptible (Yılmaz & Korkmaz, 2007).

En otro estudio realizado por Sarac et al., (2006), donde se analizaron noventa muestras de porcelana feldespática para comprobar el cambio de color de la superficie de la capa externa glaseada versus la superficie pulida. El grupo control fue la cerámica glaseada y el resto de especímenes fueron desgastados con una fresa de diamante de grano medio para después ser pulida con un kit de pulido intraoral.

Las mediciones de color se realizaron usando el sistema de color CIE L. Se calcularon las diferencias de color entre el grupo control y los grupos experimentales. Se concluyó que el uso de un kit de ajuste y pulido por sí solo o la combinación de pasta de pulido crearon superficies tan lisas como las muestras glaseadas.

El uso de pasta de pulido por sí sola no mejoró la suavidad de la superficie cerámica. También se encontró que las diferencias de color estaban en un nivel aceptable en todos los grupos. Este estudio difiere de la investigación realizada por Motro (2012) y colaboradores, quienes aseguran que los tratamientos de superficie afectan directamente a la estabilidad del color en una cerámica dental, donde una superficie más lisa permitirá una mayor estabilidad del color. El peróxido de carbamida por ejemplo, produce superficies más lisas en las cerámicas (Butler et al., 2004).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

- Evaluar la Influencia de los sistemas de pulido intraoral, sobre la rugosidad de las Cerámicas feldespática y zirconia.

4.2 Objetivo Específico

- Comparar la eficacia de tres sistemas de pulido para disminuir la rugosidad de las cerámicas evaluadas.
- Determinar estadísticamente el sistema de pulido cerámico intraoral que proporciona la menor rugosidad.

5. HIPOTESIS

Existe una diferencia significativa; entre los niveles de rugosidad superficial, brindada por tres diferentes sistemas de pulido intraoral de porcelana, aplicados a cerámica feldespática y zirconia.

6. MATERIALES METODOS

6.2. Tipo de estudio

La presente investigación fue un estudio experimental transversal comparativo, in vitro, que consistió en la evaluación de pulido de pastillas cilíndricas de cerámica feldespática y zirconio, utilizando tres distintos sistemas intraorales distintos de diferentes marcas comerciales, con la finalidad de medir la rugosidad superficial que se presente posterior al pulido.

Fue un estudio comparativo, ya que los valores objetivos obtenidos de la medición con el rugosímetro fueron comparados entre sí para encontrar el mejor sistema de pulido.

6.3. Población

La población estuvo determinada por todos los especímenes de cerámica feldespática en forma de pastillas rectangulares de la casa comercial Solera (Italiana con certificación Española). Y especímenes de zirconia en forma de pastillas rectangulares de la casa comercial Zirkonzahn.

6.3.1. Muestra

La muestra fue obtenida de cinco especímenes de cerámica feldespáticas en forma de pastillas rectangulares fabricadas de 10 mm de largo por 0,8 mm de ancho 0,21 mm de grosor y cinco especímenes de zirconia sinterizada en forma de pastillas rectangulares, de 10 mm de largo por 0,8 mm de ancho 0,21 mm de grosor con la característica que se las uso por los dos lados, lo que dio una muestra de diez especímenes para cerámica feldespática por grupo y diez especímenes para zirconio por grupo. con un total de sesenta muestras.

6.4. Criterios de inclusión

- Pastillas de cerámica feldespática y zirconia sin ningún tipo de falla después del glaseado de 1 cm de diámetro por 0,5 cm de alto.

6.5. Criterios de exclusión

Pastillas de cerámica feldespática y zirconia con errores de fábrica como:

- sub o sobre cocción
- coloración atípica
- superficies contaminadas o que presenten fracturas o fisuras.

6.6. Materiales

- Cerámica feldespática (Solera) en presentación de pastillas rectangulares.
- Zirconia sinterizada (Zirkonzahn) en presentación de pastillas rectangulares.
- Porcelain Polishing Kit (Jota AG, Ruthi/SG Switzerland)
- Intra- oral Dialite HP Porcelain Adjustment Polishing kit (Diatech, USA)
- Kit JIFFY Universal Intra-Oral Adjusting & Polishing (Ultradent, USA)
- Fresas de desgaste forma de lenteja grano fino
- Turbina

- Micromotor
- Marcador permanente
- Calibrador

6.7. METODOLOGIA

El tratamiento de superficie que recibieron las muestras experimentales fue el glaseado en pastillas rectángulos de cerámica feldespática y la zirconia sinterizada, cada una con una medida 10 mm de largo por 0,8 mm de ancho 0,21 mm de grosor (0,3 de metal, 0,9 de porcelana por ambos lados), en la superficie de porcelana se los rayara con una fresa en forma de lenteja, la misma que fue cambiada con cada muestra, durante un tiempo de 10 segundos de desgaste. El proceso de codificación de las muestras se lo realizo con un marcador de punta fina permanente con el número de grupo y letra según el kit de pulido estas se almacenaron en recipientes adecuados para que no sufran ninguna fractura. Uno a uno se fue pasando las pastillas rectangulares por cada uno de los sistemas de pulido intraoral, con cada piedra se usó el rugosímetro para realizar las mediciones del estudio, cumpliendo las indicaciones del fabricante de cada sistema, cuyos datos fueron registrados en el formulario diseñado para el estudio.

6.7.1 GRUPO DE ESTUDIO. Se establecieron 4 grupos de estudio para cerámica feldespática y 4 grupos de estudio para zirconio.

- MUESTRA CONTROL
- GRUPO A = Porcelain Polishing Kit (Jota AG, Ruthi/SG Switzerland), y Zirconium Polishing Kit (Jota AG, Ruthi/SG Switzerland)
- GRUPO B= Intra-oral Dialite HP Porcelain Adjustment Polishing kit (Diatech, USA), e Intra-oral Dialite HP Zirconium Adjustment Polishing kit (Diatech, USA)
- GRUPO C = Kit JIFFY Universal Porcelain and Zirconium Intra-Oral Adjusting & Polishing (Ultradent, USA)

Se usó cinco superficies rectangulares de porcelana feldespática y cinco pastillas rectangulares de zirconia sinterizada por cada grupo, se usó las pastillas por los dos lados lo que dio una muestra de diez especímenes por grupo. Cada pastilla utilizada será debidamente codificada y enumerada. Se realizó el desgaste con una fresa de lenteja nueva en sus caras glaseadas, sinterizada de las pastillas de zirconio. Se pasó una a una las piedras de cada sistema de pulido, se realizó la medición con el rugosímetro con cada piedra dependiendo del sistema. Se realizó el control y la comparación entre el grupo control y cada uno de los sistemas de pulido.

El grupo # 1 fue constituido por el grupo control glaseado y no fue abrasionado ni pulido con ningún sistema de pulimento. Este grupo fue identificado con un número que va de (1 a 5), con una letras (A o B) según el lado y la letra del sistema de pulido (J, D, F.). (Figura 1 y figura 2).

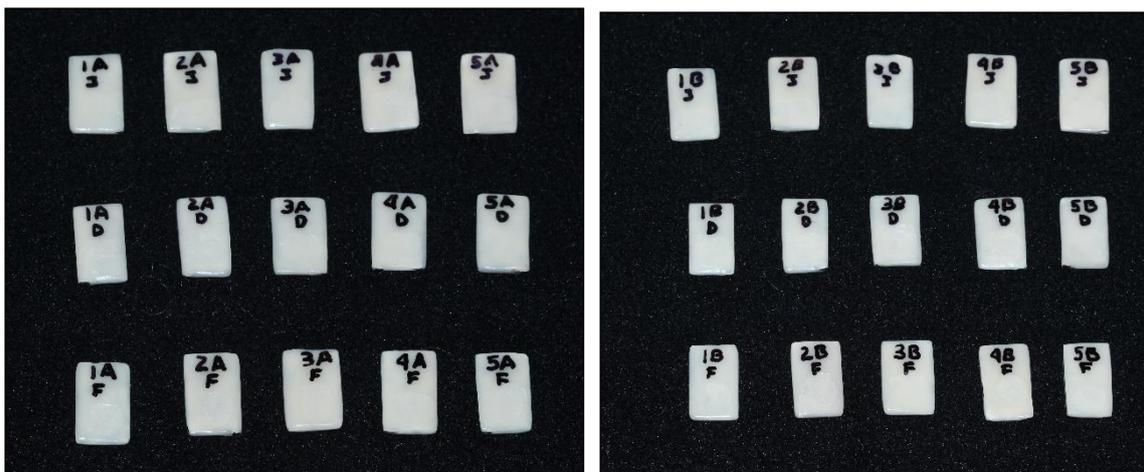


Figura 1: Muestra # 1 del grupo control. (Pastillas rectangulares cerámica feldespática Solera Italiana con certificación Española).

Los siguientes 3 grupos recibieron el nombre de muestras experimentales (figura 1,2) y se codificaron según los tres diferentes sistemas de pulido de porcelana feldespática y zirconio.

Cada grupo experimental fue identificado con un número que va del 1 al 5, una letra A o B según el lado donde trabajamos y la primera letra del nombre de su casa comercial de los sistemas de pulido para cerámica y zirconio. Seguido de

esto, las superficies de cada muestra se identificaron la zona que debía pulirse, permitiendo un área de medición adecuada.

El grupo # 2 fue representado por las muestras que recibieron el sistema de pulido: Jota Kit 1399 Ceramic Polisher (Jota AG, Ruthi/SG Switzerland). Y Jota Kit zirconian Polisher (Jota AG, Ruthi/SG Switzerland). Estas muestras fueron identificadas con la letra J.

El grupo # 3 fue representado por las muestras que recibieron el sistema de pulido: Intra- oral Dialite HP Porcelain Adjustment Polishing kit k0193 (Diatech, USA). Y Intra- oral Dialite HP Zirconian Adjustment Polishing kit (Diatech, USA). Estas muestras fueron identificadas con la letra D.

El grupo # 4 fue representado por las muestras que recibieron el sistema de pulido: Kit JIFFY Universal Intra-Oral Adjusting & Polishing (Ultradent, USA). Estas muestras fueron identificadas con la letra F



Figura 2 Muestras experimentales. (Pastillas rectangulares cerámica feldespática Solera Italiana con certificación Española y pastillas rectangulares de zirconia casa comercial Zirkonzahn).

6.7.2 Tratamiento de las superficies de las cerámicas

Grupo control # 1: Constituido por 30 muestras de cerámica feldespatica en pastillas rectangulares glaseadas y 30 muestras de zirconio en pastillas rectangulares glaseadas, que no fueron ni abrasionadas, ni pulidas con ningún instrumento, se pasaron por el rugosimetro para medir la rugosidad superficial inicial.

Todas las muestras experimentales, es decir los grupos: 2, 3 y 4, recibieron el mismo tratamiento de superficie para simular la abrasión con fresa de diamante en forma de lenteja, siguiendo los siguientes pasos:

1. Se abrasionaron las 60 muestras experimentales con una fresa de diamante de grano grueso, en forma de lenteja, durante 10 segundos, se utilizó una pieza de alta velocidad y con abundante irrigación de agua. Cada cinco muestras, la fresa fue cambiada por una nueva, para evitar errores en los resultados.
2. A continuación, las 60 muestras experimentales abrasionadas se dividieron en dos grupos de 15 pastillas de cerámica feldespatica y 15 pastillas de zirconia:

Grupo # 2: Este grupo estuvo conformado por 20 muestras experimentales sometidas al sistema de pulido: 10 muestras con Porcelain Polishing Kit (Jota AG, Ruthi/SG Switzerland). Y 10 muestras con Zirconian Polishing Kit (Jota AG, Ruthi/SG Switzerland). Se siguieron las indicaciones del fabricante, iniciando con el grano de pulido más grueso y finalizando con el grano de pulido más fino, con cada piedra del sistema de pulido se pasó por el rugosimetro para medir la rugosidad superficial que quedaba (figura 3).

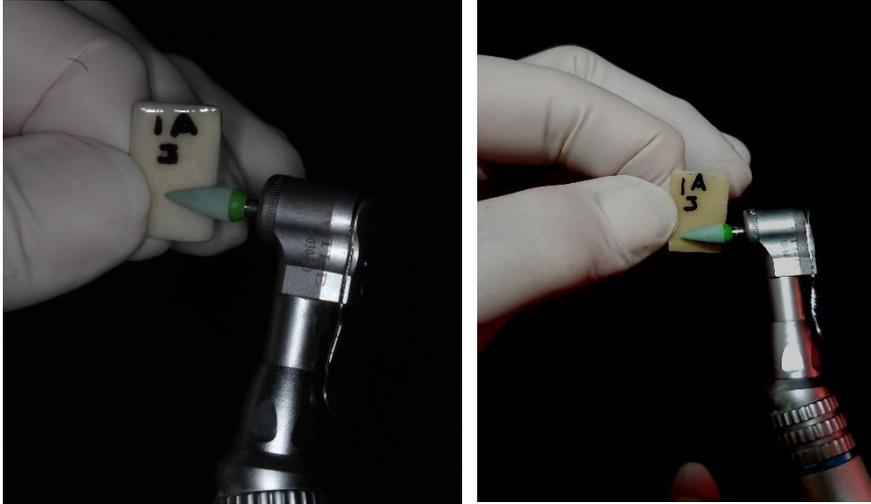


Figura 3 Pulidor de cerámica feldespática y zirconio: primer paso (jota kit Ceramic Polisher, Switzerland).
(Jota kit Zirconian Polisher, Switzerland).



Figura 4 Pulidor de cerámica feldespática y zirconio: segundo paso (jota kit Ceramic Polisher, Switzerland).
(Jota kit Zirconian Polisher, Switzerland).

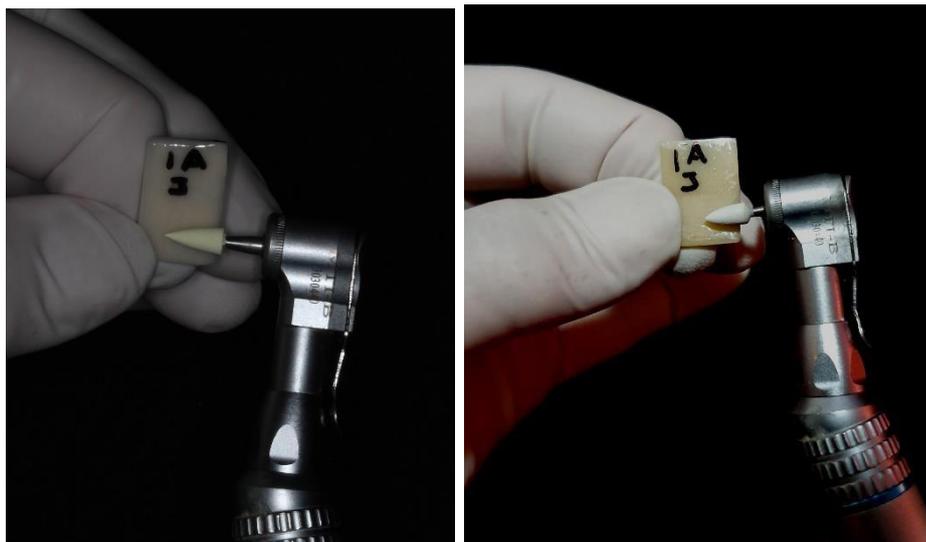


Figura 5 Pulidor de cerámica feldespática y zirconio: tercer paso (jota kit Ceramic Polisher, Switzerland). (Jota kit Zirconian Polisher, Switzerland).

Grupo # 3: Este grupo estuvo conformado por 20 muestras experimentales sometidas al sistema de pulido, 10 muestras con Intra- oral Dialite HP Porcelain Adjustment Polishing kit (Diatech, USA). Y 10 muestras con Intra- oral Dialite HP Zirconian Adjustment Polishing kit (Diatech, USA). Se siguieron las indicaciones del fabricante, iniciando con el grano de pulido más grueso y finalizando con el grano de pulido más fino, con cada piedra del sistema de pulido se pasó por el rugosímetro para medir la rugosidad superficial que quedaba (figura 5).

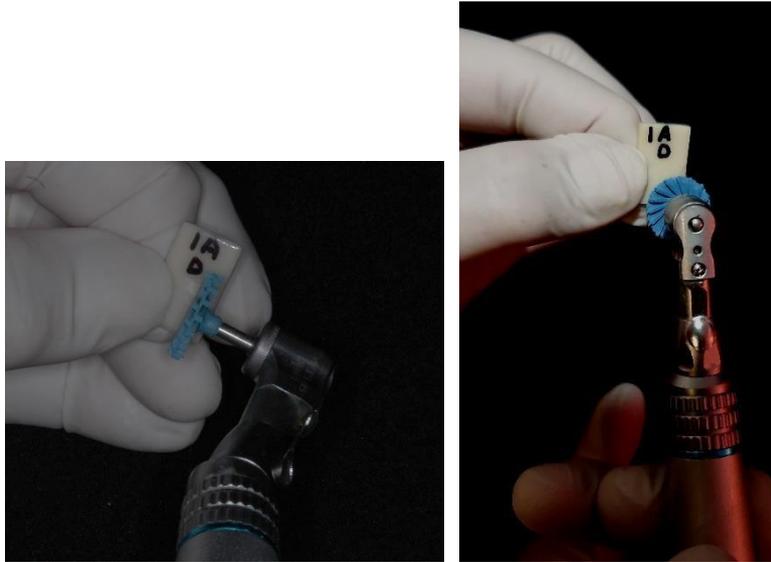


Figura 6: Pulidor de cerámica de diamante: primer paso (Intra- oral Dialite HP Porcelain Adjustment Polishing kit k0193, Diatech, USA). (Intra- oral Dialite HP Zirconian Adjustment Polishing kit Diatech, USA).



Figura 7: Pulidor de cerámica de diamante: segundo paso (Intra- oral Dialite HP Porcelain Adjustment Polishing kit k0193, Diatech, USA). (Intra- oral Dialite HP Zirconian Adjustment Polishing kit Diatech, USA).

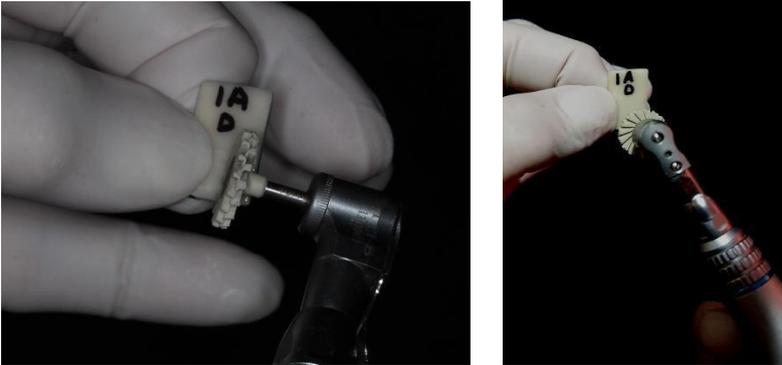


Figura 8: Pulidor de cerámica de diamante: tercer paso (Intra- oral Dialite HP Porcelain Adjustment Polishing kit k0193, Diatech, USA). (Intra- oral Dialite HP Zirconian Adjustment Polishing kit Diatech, USA).

Grupo # 4: Este grupo estuvo conformado por 20 muestras experimentales sometidas al sistema de pulido: 10 especímenes de cerámica feldespatica y 10 especímenes de zirconia con el Kit JIFFY Universal Intra-Oral Adjusting & Polishing (Ultradent, USA).

Se siguieron las indicaciones del fabricante, iniciando con el grano de pulido más grueso y finalizando con el grano de pulido más fino, con cada piedra del sistema de pulido se pasó por el rugosímetro para medir la rugosidad superficial que quedaba. (Figuras 8,9:).



Figura 9: Pulidor de cerámica de diamante: primer paso (Kit Jiffy Universal Intra- Oral Adjusting & Polishing, Ultradent, USA)

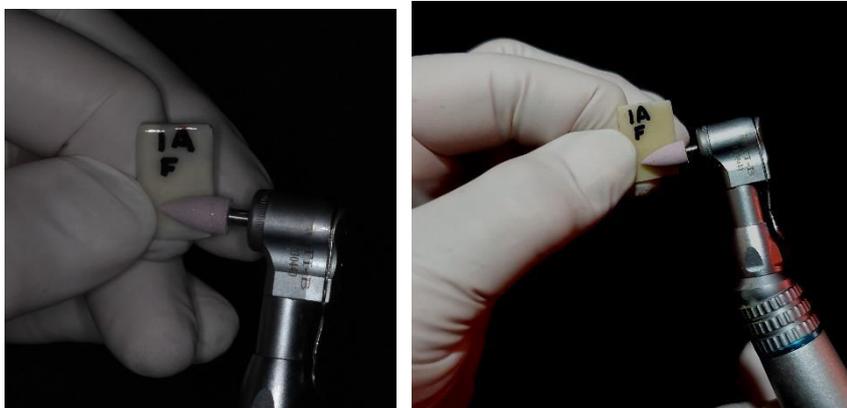


Figura 10: Pulidor de cerámica de diamante: segundo paso (Kit Jiffy Universal Intra- Oral Adjusting & Polishing, Ultradent, USA)

6.7.3 Requisitos para la estandarización de los procedimientos

Este estudio consistió en realizar una simulación, in vitro, de un ajuste oclusal en boca y la posterior ejecución de un pulido intraoral de la cerámica y zirconio abrasionados. Todos los procedimientos fueron realizados por el mismo operador para controlar y estandarizar la presión ejercida sobre las muestras, así como, la velocidad de las piezas de mano. A continuación se nombran los pasos y operaciones que se siguieron en el estudio para obtener una estandarización de los procedimientos en todos los grupos experimentales:

Todas las muestras fueron enumeradas del (1 al 5), en ambas caras de la cerámica feldespática y zirconia (lado A y lado B), conformando 20 muestras por grupo, y marcadas con la primera letra de la casa comercial respectivamente (J, D y F). Todo esto se realizó con un marcador permanente.

Las 60 muestras experimentales fueron divididas para señalar la zona que debía ser abrasionada. El objetivo de este procedimiento fue señalar un área, para que el operador sepa la zona donde debía pasar las fresas y gomas de pulimiento de los diferentes kits. De igual forma, la zona señalizada facilitaría, posteriormente, la medición de la rugosidad superficial del rugosímetro.

Se inició el procedimiento con una fresa en forma de lenteja de grano grueso, empleando una pieza de mano de alta velocidad, para simular el ajuste oclusal. La fresa en forma de lenteja de grano grueso provocó cambio en la rugosidad superficial después del desgaste en la cerámica dental. Para evitar errores en el estudio, cada cinco muestras, la fresa fue cambiada por una nueva. Por lo que se emplearon un total de 12 fresas en forma de lenteja de grano grueso. El tiempo de uso de la fresa en cada muestra fue de 10 segundos con abundante irrigación de agua. Según la casa comercial de la pieza de mano de alta velocidad W&H (2017), la velocidad de trabajo es aproximadamente la mitad de la velocidad en giro libre, es decir, de 150.000 a 250.000 rpm, dependiendo de la presión de contacto.

Las gomas de los 3 kits de pulido empleados fueron usadas aproximadamente a 25.000 RPM (revoluciones por minuto) (W&H, 2017), con una pieza de mano de baja velocidad (micromotor, contrángulo). Cada instrumento se empleó por un tiempo de 15 segundos.

Las 60 muestras experimentales, fueron sometidas a la utilización de las gomas de pulido de cada casa comercial tanto para cerámica feldespática como para zirconio luego fueron lavadas con abundante aire y agua, finalmente se secaron con aire a presión usando la jeringa triple y el empleo de una toalla de papel. Las muestras secas fueron pasadas por el rugosímetro una a una y cada vez que se utilizó una goma distinta de los sistemas de pulido para cerámica y zirconio para medir la rugosidad superficial.

6.7.4 Medición de la rugosidad superficial de las muestras

Se midió la rugosidad superficial de las 60 muestras de los 4 grupos, incluyendo el grupo control, con un rugosímetro SRT 6200 Portable Surface Roughness Tester (figura 11).

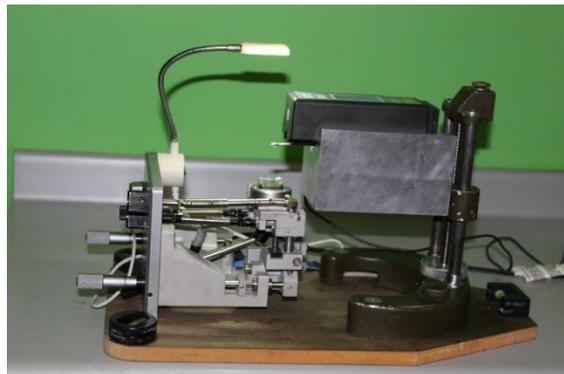


Figura 11: Rugosímetro SRT 6200 Portable Surface Roughness Tester

Antes de iniciar con las mediciones de rugosidad de las muestras, se verificó que el rugosímetro se encuentre calibrado. Para la calibración se utilizó un patrón de vidrio del equipo, el cual tiene una medida de referencia de 1.64 (μm) de rugosidad Ra, con una precisión clase 3, según la norma DIN 4772 ($>\pm 10\%$). Cuando se obtuvo una medida de 1.64 (μm) de rugosidad Ra, el equipo está calibrado y listo para realizar las mediciones del estudio. Para la medición de la rugosidad se colocó la muestra de cerámica en un soporte de aluminio, en su base se colocó plastilina para fijarla. Seguido de esto, se manipula la posición de la muestra con las perrillas en sentido longitudinal, transversal y rotacional. Una vez ubicada la muestra en la posición precisa, se colocó un nivel sobre la muestra para verificar que no exista ningún tipo de inclinación (figura 12).

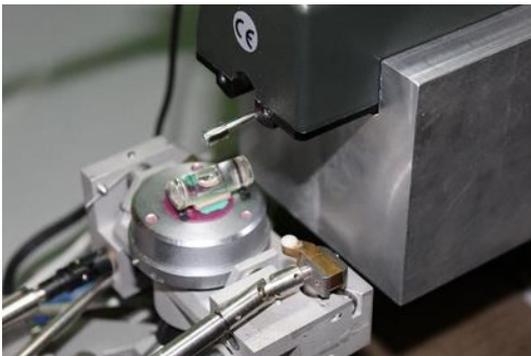


Figura 12: Nivel sobre la muestra de cerámica fija con plastilina

Para realizar la medición de cada espécimen, la punta de diamante del rugosímetro digital se colocó en la parte superior de la muestra de cerámica. El procedimiento de medida se lo realizó en un recorrido longitudinal por tres o cuatro ocasiones en la misma posición hasta que la medida del rugosímetro digital se estabilice, después se cambió de posición hasta medir cinco veces cada muestra (figura13 y 14). En total se realizaron 1300 mediciones de rugosidad superficial Ra en (μm) que fue la suma de medición de todas las muestras de cerámica feldespatica y zirconio de los 4 grupos.

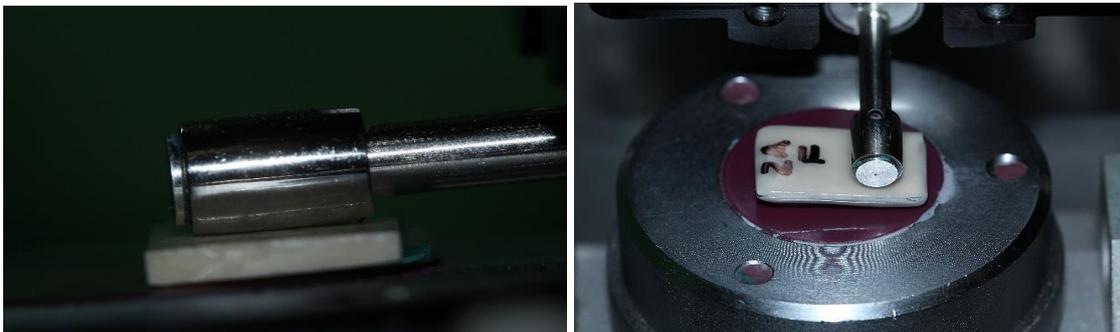


Figura 13 y 14: Medición de rugosidad superficial de muestra experimental con Rugosímetro SRT 6200 Portable Surface Roughness Tester

...

7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y RESULTADOS DE LAS CERAMICAS FELDESPATICAS Y ZIRCONIO

La información referida a la rugosidad fue suministrada mediante un informe técnico (Anexo 3). A partir de esta información se diseñó una base de datos en el programa SPSS 23 IBM ® con el fin de realizar el procesamiento y análisis estadístico.

Los resultados obtenidos después del pulido con los diferentes sistemas en las diferentes muestras son los siguientes:

RESULTADOS FELDESPATICA

Tabla 1. Promedio de los datos obtenidos de la rugosidad por grupo JOTA.

PULIDO JOTA (μm)						
ESTADISTICO		GLASEADO	FRESADO	PULIDO 1	PULIDO 2	PULIDO 3
Media		0.35	2.05	1.68	1.54	1.11
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.29	1.9	1.59	1.45	0.99
	Límite superior	0.4	2.2	1.77	1.63	1.23
Media recortada al 5%		0.35	2.05	1.69	1.54	1.1183
Mediana		0.35	2.01	1.74	1.56	1.12
Varianza		0.01	0.04	0.02	0.02	0.026
Desv. Desviación		0.07	0.21	0.13	0.13	0.16
Mínimo		0.24	1.76	1.42	1.33	0.79
Máximo		0.44	2.5	1.85	1.79	1.32
Rango		0.2	0.74	0.43	0.46	0.53
Rango intercuartil		0.13	0.21	0.17	0.14	0.17
Asimetría		-0.24	1.05	-1.03	0.12	-0.75
Curtosis		-1.29	1.5	0.83	1.05	0.76

En este cuadro se muestran los promedios obtenidos de las muestras utilizando el sistema de pulido intraoral JOTA, para el grupo glaseado, fresado y pulidos.

Tabla 2. Promedio de los datos obtenidos de la rugosidad por grupo Diatech

PULIDO DIATECH (μm)						
ESTADISTICO		GLASEADO	FRESADO	PULIDO 1	PULIDO 2	PULIDO 3
Media		0.38	2.18	1.62	1.45	1.2
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.31	2.06	1.55	1.35	1.11
	Límite superior	0.46	2.3	1.69	1.55	1.28
Media recortada al 5%		0.38	2.18	1.62	1.45	1.2
Mediana		0.38	2.16	1.62	1.44	1.2
Varianza		0.01	0.03	0.01	0.02	0.01
Desv. Desviación		0.11	0.17	0.1	0.13	0.12
Mínimo		0.26	1.95	1.45	1.27	1
Máximo		0.6	2.4	1.76	1.68	1.35
Rango		0.34	0.45	0.31	0.41	0.35
Rango intercuartil		0.17	0.32	0.15	0.22	0.17
Asimetría		0.67	0.09	-0.34	0.38	-0.53
Curtosis		-0.29	-1.57	-0.39	-0.90	-0.29

En este cuadro se muestran los promedios obtenidos de las muestras utilizando el sistema de pulido intraoral Diatech, para el grupo glaseado, fresado y pulido.

Tabla 3: Promedio de los datos obtenidos de la rugosidad por grupo JIFFY

RUGOSIDAD					
PULIDO JIFFY (μm)					
ESTADISTICO		GLASEADO	FRESADO	PULIDO	PULIDO
				1	2
Media		0.34	1.89	1.39	1.24
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.31	1.83	1.45	1.20
	Límite superior	0.38	1.94	1.38	1.27
Media recortada al 5%		0.34	1.88	1.38	1.24
Mediana		0.35	1.87	1.38	1.24
Varianza		0.002	0.01	0.01	0.002
Desviación estándar		0.05	0.08	0.08	0.05
Mínimo		0.27	1.78	1.28	1.15
Máximo		0.43	2.04	1.54	1.32
Rango		0.16	0.26	0.26	0.17
Rango intercuartil		0.07	0.12	0.14	0.06
Asimetría		0.32	0.60	0.41	-0.03
Curtosis		0.10	0.10	-0.54	0.78

En este cuadro se muestran los promedios obtenidos de las muestras utilizando el sistema de pulido intraoral JIFFY, para el grupo glaseado, fresado y pulido.

Para conocer qué grupo presentó mayor rugosidad en la superficie, se tomó en cuenta los datos descriptivos que emitieron las siguientes Medias.

En el glaseado el grupo 3 JIFFY $0.34 \mu\text{m}$ es menor al grupo 2 DIATECH $0.38 \mu\text{m}$ y similar al grupo 1 JOTA $0.35 \mu\text{m}$.

En el fresado grupo 3 JIFFY $1.89 \mu\text{m}$ es menor al grupo 2 DIATECH $2.18 \mu\text{m}$ y se diferencia con $0,16 \mu\text{m}$ con respecto al grupo 1 JOTA $2.05 \mu\text{m}$.

En el pulido 1 del grupo 3 JIFFY $1.39 \mu\text{m}$ es menor a los grupo 2 DIATECH $1.62 \mu\text{m}$ y 1 JOTA $1.68 \mu\text{m}$ con una diferencia de $0.23 \mu\text{m}$ y $0.29 \mu\text{m}$.

En el pulido 2 el grupo 1 JOTA tiene una rugosidad $1.54 \mu\text{m}$ seguida por el grupo 2 DIATECH y el grupo 3 JIFFY con $1.24 \mu\text{m}$ y $1.54 \mu\text{m}$ respectivamente.

En el pulido 3 se presente únicamente en los grupos DIATECH y Jota con un valor de $1.20 \mu\text{m}$ y $1.11 \mu\text{m}$ en el orden correspondiente.

Tabla 4 Rugosidad media y desviación estándar

PROCESO	MARCA	RUGOSIDAD (μm)
GLASEADO	JIFFY	0.34 ± 0.047
FRESADO	JIFFY	1.88 ± 0.080
PULIDO 1	JIFFY	1.39 ± 0.085
PULIDO 2	JIFFY	1.24 ± 0.047
GLASEADO	DIATECH	0.38 ± 0.1121
FRESADO	DIATECH	2.18 ± 0.1652
PULIDO 1	DIATECH	1.62 ± 0.099
PULIDO 2	DIATECH	1.20 ± 0.040
GLASEADO	JOTA	0.35 ± 0.074
FRESADO	JOTA	2.05 ± 0.2085
PULIDO 1	JOTA	1.68 ± 0.1263
PULIDO 2	JOTA	1.11 ± 0.1599

El valor más bajo fue el obtenido en el grupo 1 (JOTA): $1,11 \pm 0,1599 \mu\text{m}$, seguido por el grupo 2 (DIATECH) con $1.20 \pm 0,040 \mu\text{m}$ y el de mayor rugosidad fue el obtenido en el grupo 3 (JIFFY) $1,24 \pm 0,047 \mu\text{m}$ (tabla 4). Los valores antes mencionados hacen referencia al último pulido de cada grupo.

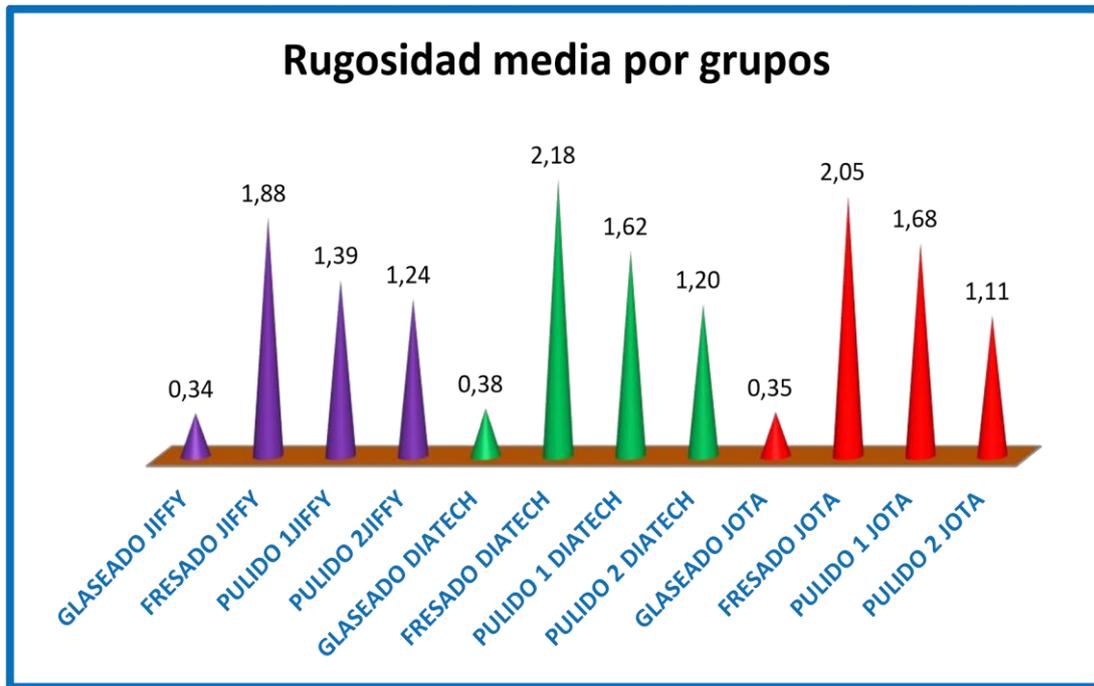


Figura 14 Rugosidad media por grupo (µm)

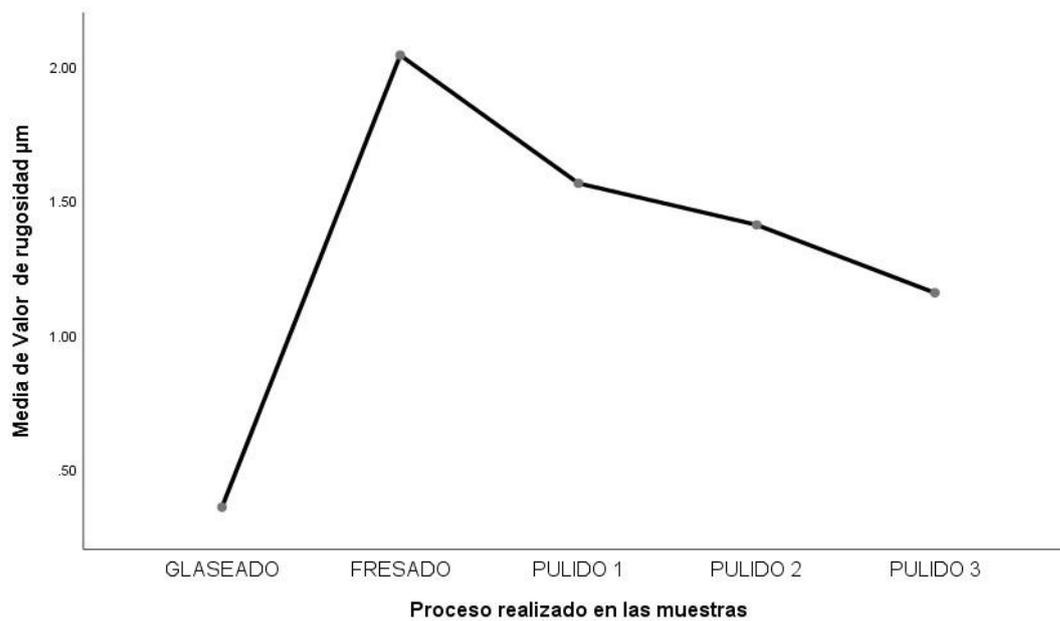


Figura 15 : Gráfico de medias para los procesos realizados



Figura 16. Gráfico de medias para las marcas

En las figuras 15 y 16 se presentan gráficos de líneas con el variable factor en el eje de abscisas y la variable dependiente en el de ordenadas.

La prueba de ANOVA para los procesos utilizados en el estudio, nos indica que existe diferencia significativa entre ellos, ya que la significancia es menos a 0.05

Tabla 5. Resultados ANOVA para los procesos

ANOVA					
Valor de rugosidad (μm)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	45.917	4	11.479	465.033	0.000
Dentro de grupos	3.332	135	0.025		
Total	49.250	139			

Para corroborar los resultados de la prueba de ANOVA se realiza la prueba T de Tamhane puesto que en las poblaciones definidas por los procesos realizados las varianzas de la variable rugosidad no son iguales.

Tabla 6 Prueba T2 de Tamhane

TAMHANE				
(I) Proceso realizado en las muestras	(I) Proceso realizado en las muestras	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
GLASEADO	FRESADO	-1.68300*	0.03912	0.000
	PULIDO 1	-1.20600*	0.03357	0.000
	PULIDO 2	-1.05100*	0.03408	0.000
	PULIDO 3	-.79817*	0.03549	0.000
FRESADO	GLASEADO	1.68300*	0.03912	0.000
	PULIDO 1	.47700*	0.04707	0.000
	PULIDO 2	.63200*	0.04743	0.000
	PULIDO 3	.88483*	0.04845	0.000
PULIDO 1	GLASEADO	1.20600*	0.03357	0.000
	FRESADO	-.47700*	0.04707	0.000
	PULIDO 2	.15500*	0.04297	0.006
	PULIDO 3	.40783*	0.04410	0.000
PULIDO 2	GLASEADO	1.05100*	0.03408	0.000
	FRESADO	-.63200*	0.04743	0.000
	PULIDO 1	-.15500*	0.04297	0.006
	PULIDO 3	.25283*	0.04449	0.000
PULIDO 3	GLASEADO	.79817*	0.03549	0.000
	FRESADO	-.88483*	0.04845	0.000
	PULIDO 1	-.40783*	0.04410	0.000
	PULIDO 2	-.25283*	0.04449	0.000

Con valores de significancia menores de 0.05, se concluye que existe diferencia significativa entre todos los procesos utilizando en este estudio. Dicha diferencia se presenta en la tabla 6.

La prueba de análisis de ANOVA para las marcas empleadas indica que no existen diferencias significativas ya que el valor de p es mayor que 0.05.

Tabla 7 .Anova para las marcas

ANOVA					
RUGOSIDAD μm					
	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.612	2	0.306	0.862	0.425
Dentro de grupos	48.638	137	0.355		
Total	49.250	139			

Para corroborar los resultados de la prueba de ANOVA se realiza la prueba DMS Y Ducan puesto que en las poblaciones definidas por las marcas las varianzas de la variable rugosidad son iguales.

Tabla 8 Prueba de la diferencia mínima significativa

DMS				
(I) Marcas utilizadas en el estudio	(J) Marcas utilizadas en el estudio	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
JIFFT	DIATECH	-0.15520	0.12640	0.222
	JOTA	-0.13500	0.12640	0.287
DIATECH	JIFFT	0.15520	0.12640	0.222
	JOTA	0.02020	0.11917	0.866
JOTA	JIFFT	0.13500	0.12640	0.287
	DIATECH	-0.02020	0.11917	0.866

En la tabla 8 se muestra la Diferencia Mínima Significativa basada en la distribución t de Student. Este método no ejerce ningún control sobre la tasa de error. Es decir, cada comparación se lleva a cabo utilizando el nivel de significación establecido de 0,05. Con una significancia mayor a 0.05 se evidencia que no existe diferencia significativa entre las marcas.

Tabla 9. Prueba del rango múltiple de DUNCAN

Duncan		
Marcas utilizadas en el estudio	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
JIFFT	40	1.2120
JOTA	50	1.3470
DIATECH	50	1.3672
Sig.		0.242

La tabla 9 se ofrece una clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, están incluidos los tres grupos (JIFFY, JOTA y DIATECH) cuyas medidas no difieren significativamente (Sig = 0,242).

De aquí se concluye que JIFFY, DIATECH Y JOTA presentan el mismo efecto en la reducción de la rugosidad superficial en las muestras de cerámica.

a. Análisis estadístico zirconio

A continuación, se observa los resultados obtenidos de las mediciones registradas de cada grupo con sus respectivos sistemas de pulido para zirconio.

Tabla 10. Promedio de los datos obtenidos de la rugosidad por grupo

PULIDO JOTA (μm)					
ESTADISTICO		GLASEADO	FRESADO	PULIDO 1	PULIDO 2
Media		0.48	0.84	0.74	0.47
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.37	0.54	0.66	0.42
	Límite superior	0.58	0.69	1.00	0.46
Media recortada al 5%		0.48	0.84	0.74	0.47
Mediana		0.42	0.60	0.76	0.45
Varianza		0.02	0.01	0.06	0.00
Desv. Desviación		0.15	0.10	0.24	0.03
Mínimo		0.30	0.72	0.49	0.38
Máximo		0.74	1.05	1.15	0.67
Rango		0.44	0.32	0.67	0.10
Rango intercuartil		0.25	0.15	0.46	0.05
Asimetría		0.73	0.52	0.89	-1.00
Curtosis		-0.68	-0.22	-0.81	0.09

En este cuadro se muestran los promedios obtenidos de las muestras utilizando el sistema de pulido intraoral Jota para zirconio, con el grupo glaseado, fresado y pulidos.

Tabla 11. Promedio de los datos obtenidos de la rugosidad por grupo

PULIDO DIATECH (μm)					
ESTADISTICO		GLASEADO	FRESADO	PULIDO 1	PULIDO 2
Media		0.47	0.82	1.0	0.79
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.41	0.66	0.9	0.76
	Límite superior	0.54	0.97	1.1	0.95
Media recortada al 5%		0.48	0.81	1.0	0.86
Mediana		0.47	0.80	1.0	0.86
Varianza		0.01	0.05	0.0	0.02
Desv. Desviación		0.09	0.21	0.1	0.14
Mínimo		0.26	0.52	0.8	0.63
Máximo		0.60	1.28	1.1	1.06
Rango		0.34	0.76	0.4	0.43
Rango intercuartil		0.09	0.22	0.2	0.25
Asimetría		-1.04	0.84	-0.5	-0.09
Curtosis		2.77	1.70	-0.9	-0.72

En este cuadro se muestran los promedios obtenidos de las muestras utilizando el sistema de pulido intraoral DIATECH, para zirconio, con el grupo glaseado, fresado y pulido.

Tabla 12. Promedio de los datos obtenidos de la rugosidad por grupo

PULIDO JIFFY (μm)					
ESTADISTICO		GLASEADO	FRESADO	PULIDO 1	PULIDO 2
Media		0.43	0.89	0.87	0.78
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.38	0.83	0.82	0.76
	Límite superior	0.49	0.94	1.01	0.95
Media recortada al 5%		0.43	0.89	0.87	0.78
Mediana		0.42	0.89	0.86	0.78
Varianza		0.01	0.01	0.02	0.02
Desv. Desviación		0.08	0.08	0.13	0.13
Mínimo		0.34	0.76	0.73	0.62
Máximo		0.62	0.99	1.05	0.90
Rango		0.28	0.23	0.31	0.36
Rango intercuartil		0.07	0.15	0.23	0.16
Asimetría		1.71	-0.08	0.19	-0.19
Curtosis		4.22	-0.75	-0.87	0.79

En este cuadro se muestran los promedios obtenidos de las muestras utilizando el sistema de pulido intraoral JIFFY, para zirconio, con el grupo glaseados, fresado y pulido.

Para conocer qué grupo presentó mayor rugosidad en la superficie, se tomó en cuenta los datos descriptivos que emitieron las siguientes Medias, grupo 3 Jota en glaseado en menor al grupo 2 Diatech y similar al grupo 1 Jiffy, en el fresado grupo 3 Jota es menor al grupo 2 y se diferencia con 0,28 μm con respecto al grupo 1, en el pulido 1 el grupo 3 Jota es menor a los dos grupo 1 Jiffy y 2

Diatech, en el pulido 2 el grupo 3 Jota tiene una rugosidad muy significativa al grupo 1 y 2 de 42 μm .

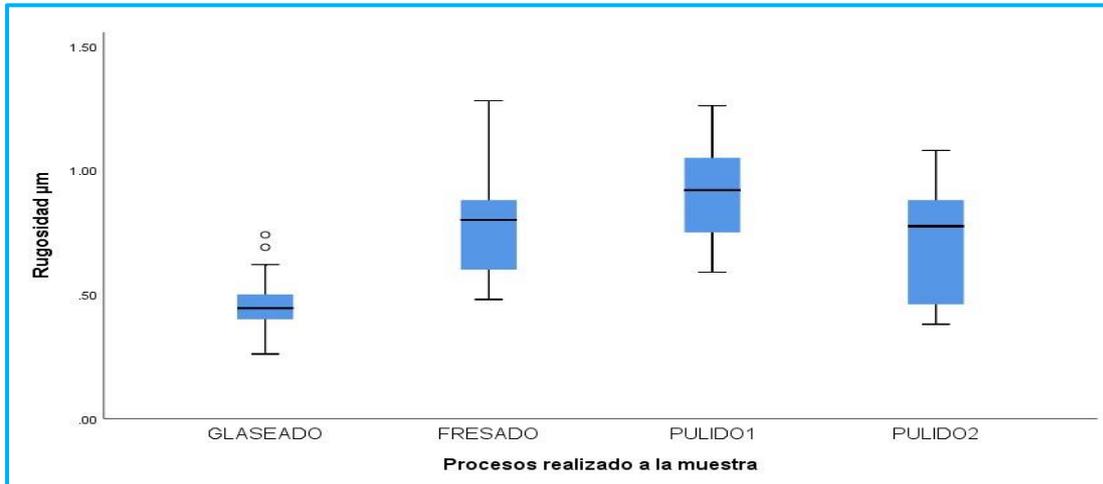


Figura 17: Caja y bigotes para la distribución de rugosidad por proceso

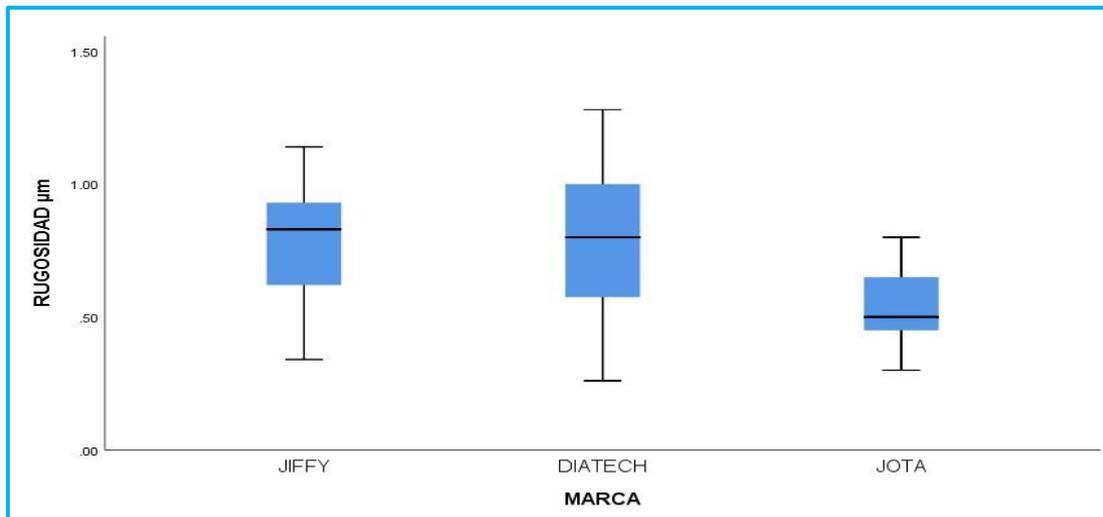


Gráfico 10

Figura 18: Caja y bigotes para la distribución de rugosidad por marca

Tabla 13. Rugosidad media y desviación estándar

PROCESO	MARCA	RUGOSIDAD (um)
GLASEADO	JIFFY	0.43± 0.024
FRESADO	JIFFY	0.88± 0.024
PULIDO 1	JIFFY	0.91 ±0.042
PULIDO 2	JIFFY	0.86±0.040
GLASEADO	DIATECH	0.47±0.030
FRESADO	DIATECH	0.82±0.068
PULIDO 1	DIATECH	0.97±0.041
PULIDO 2	DIATECH	0.86±0.043
GLASEADO	JOTA	0.46±0.048
FRESADO	JOTA	0.61±0.031
PULIDO 1	JOTA	0.83±0.076
PULIDO 2	JOTA	0.44±0.010

El valor más bajo fue el obtenido en el grupo 1 (JOTA): $0,44 \pm 0,010$ um, seguido por el grupo 3 (JIFFY) con $0,86 \pm 0,040$ um y el de mayor rugosidad fue el obtenido en el grupo 2 (DIATECH) $0,86 \pm 0,043$ um en el pulido 1 (tabla 13 y figura 18).

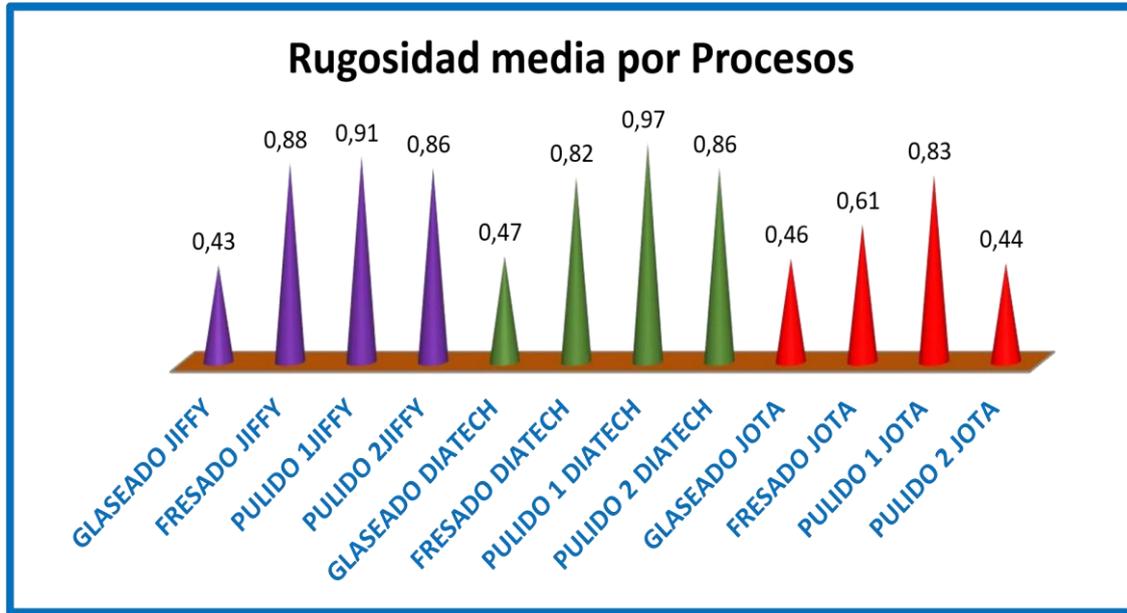


Figura 19: RUGOSIDAD MEDIA

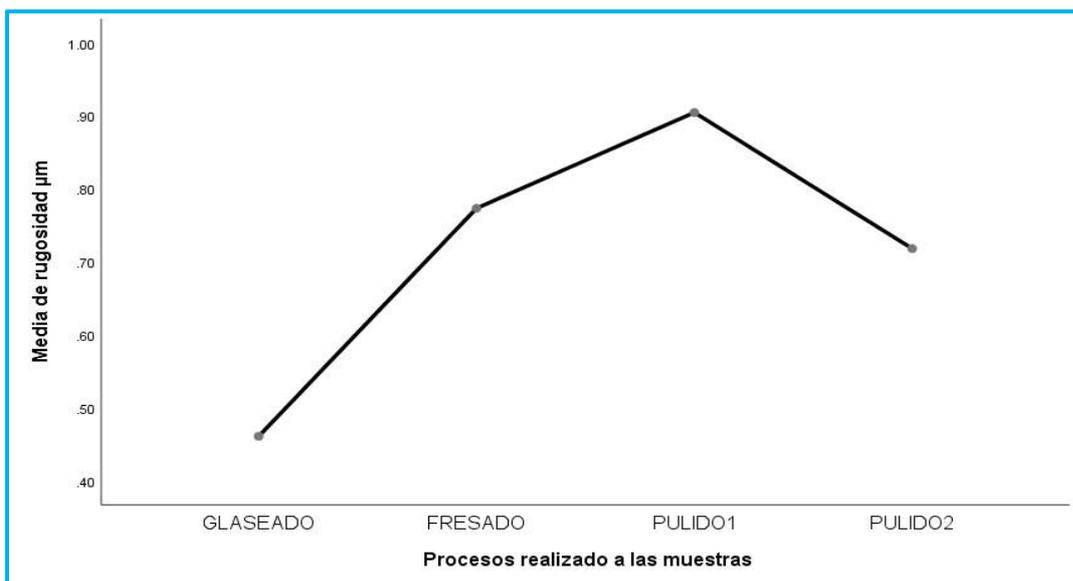


Figura 20: Gráfico de medias para los procesos realizados

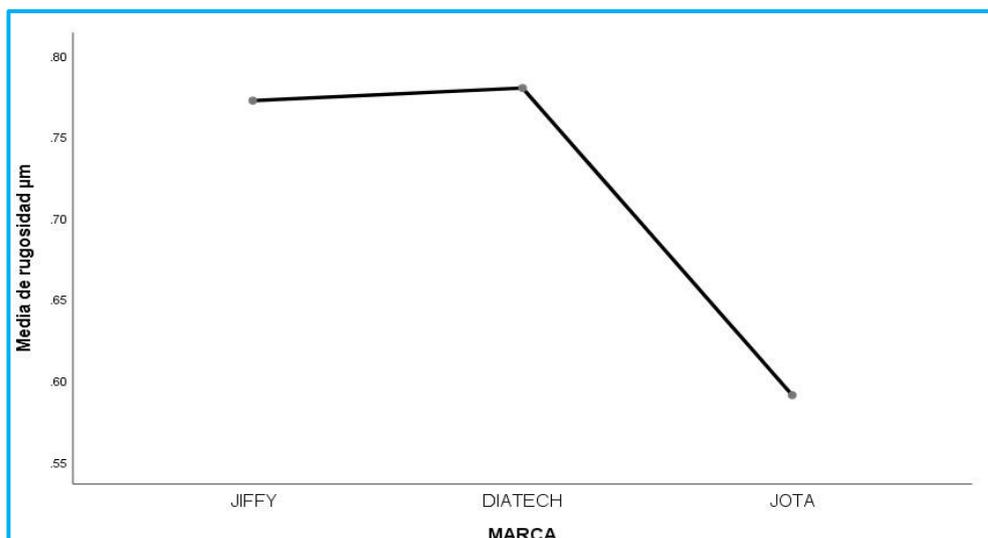


Figura 21. Gráfico de medias para las marcas

En las figuras 20 y 21 se presenta un gráfico de líneas con la variable factor en el eje de abscisas y la variable dependiente en el de ordenadas.

La prueba de ANOVA para los procesos utilizados en el estudio, nos indica que existe diferencia significativa entre ellos, ya que la significancia es menos a 0.05

Tabla 14. Anova para los procesos

ANOVA					
RUGOSIDAD μm					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3.122	3	1.041	32.535	0.000
Dentro de grupos	3.710	116	0.032		
Total	6.833	119			

Para corroborar los resultados de la prueba de ANOVA se realiza la prueba T de Tamhane puesto que en las poblaciones definidas por los procesos realizados las varianzas de la variable rugosidad no son iguales.

Tabla 15 Prueba T2 de TAMHANE

Tamhane				
(I) Procesos realizado a las muestras	(I) Procesos realizado a las muestras	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
GLASEADO	FRESADO	-.31267*	0.03886	0.000
	PULIDO1	-.44400*	0.03845	0.000
	PULIDO2	-.25733*	0.04568	0.000
FRESADO	GLASEADO	.31267*	0.03886	0.000
	PULIDO1	-.13133*	0.04668	0.039
	PULIDO2	0.05533	0.05279	0.881
PULIDO1	GLASEADO	.44400*	0.03845	0.000
	FRESADO	.13133*	0.04668	0.039
	PULIDO2	.18667*	0.05249	0.005
PULIDO2	GLASEADO	.25733*	0.04568	0.000
	FRESADO	-0.05533	0.05279	0.881
	PULIDO1	-.18667*	0.05249	0.005

Con valores de significancia menores a 0.05 se concluye que existe diferencia significativa en la mayoría de relaciones entre procesos menos entre fresado y pulido 2

La prueba de análisis de ANOVA para las marcas empleadas indica que existen diferencias significativas ya que el valor de p es menor que 0.05.

Tabla 16. Anova para las marcas

ANOVA					
RUGOSIDAD (μm)					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.915	2	0.458	9.047	0.000
Dentro de grupos	5.917	117	0.051		
Total	6.833	119			

Para corroborar los resultados de la prueba de ANOVA se realiza la prueba DMS y Duncan puesto que en las poblaciones definidas por las marcas las varianzas de la variable rugosidad son iguales.

Tabla 17. Prueba de la diferencia mínima significativa

DMS				
(I) MARCA	(I) MARCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
JIFFY	DIATECH	-0.00775	0.05029	0.878
	JOTA	.18125*	0.05029	0.000
DIATECH	JIFFY	0.00775	0.05029	0.878
	JOTA	.18900*	0.05029	0.000
JOTA	JIFFY	-.18125*	0.05029	0.000
	DIATECH	-.18900*	0.05029	0.000

En la tabla 17 se muestra la Diferencia Mínima Significativa basada en la distribución t de Student. Este método no ejerce ningún control sobre la tasa de

error. Es decir, cada comparación se lleva a cabo utilizando el nivel de significación establecido de 0,05. Con una significancia mayor a 0.05 se evidencia que no existe diferencia significativa entre DIATECH y JIFFY mientras que con una significancia menor a 0.05 se evidencia que existe diferencia significativa entre JOTA y JIFFY.

Tabla 18 Prueba del rango múltiple de DUNCAN

Duncan			
MARCA	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
JOTA	40	0.5908	
JIFFY	40		0.7720
DIATECH	40		0.7798
Sig.		1.000	0.878

La tabla 18 ofrece una clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, está incluido un solo grupo (JOTA) que difiere de los dos anteriores y que, obviamente, no difiere de sí mismo (Significación = 1,00) y en el subgrupo 2 están incluidos dos grupos (JIFFY y DIATECH) cuyas medias no difieren significativamente (Significación = 0,878).

De aquí se concluye que DIATECH y JIFFY no presentan diferencia significativa, mientras que entre JOTA con JIFFY la diferencia es de $0.181\mu\text{m}$ y entre JOTA con DIATECH la diferencia es $0.189\mu\text{m}$. La marca Jota presenta un mejor acabado al tener la menor rugosidad al final de los pulidos.

8. DISCUSION

Hoy en día, debido a la introducción de nuevos sistemas cerámicos en la odontología, es importante conocer los distintos métodos de pulido, así como, los diferentes sistemas que existen en el mercado para poder proporcionar una superficie lisa después de un ajuste oclusal efectuado en restauraciones cerámicas en boca; ya que al realizar abrasiones en las restauraciones cerámicas, se produce un deslustre de la capa superficial del material, provocando una rugosidad excesiva en la porcelana.

En este trabajo, donde se compararon los efectos provocados por los sistemas de pulido intraoral en cerámica feldespática y zirconio, de las casas comerciales Jota (Suiza), Diatech (USA) y Jiffy (USA), se encontró que el sistema Jota proporciona una mayor disminución de rugosidad superficial en comparación a las otras dos marcas estudiadas. De igual manera, en estudios previos realizados por Wright et al., (2004), donde se evaluaron 3 diferentes sistemas de pulido intraoral para el pulido de cerámica de baja fusión (Finesse), encontraron que uno de los sistemas de pulido (Axis Kerr, USA), proporcionaba una superficie más lisa que los sistemas de Jiffy (USA) y Jelenko (USA). Por lo tanto, se demuestra que los instrumentos intraorales de pulido de cerámica difieren en su eficacia según la casa comercial.

Al hablar de sistemas de pulido, es importante conocer que existen diferentes métodos intraorales y extraorales, así como, distintas casas comerciales. En este estudio, donde se usaron sistemas de 3 casas comerciales (Jota, Brasseler y Jiffy), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la rugosidad de la cerámica feldespática.

En el estudio de Wang et al., (2009), Después de los tratamientos respectivos, los valores de rugosidad de la superficie se midieron usando un rugosímetro. Los resultados concluyeron que una combinación del sistema de pulido CeraMaster y una pasta de pulido diamantada podría producir una suavidad

superficial similar a la de la superficie reglaseada de la porcelana, mientras que el sistema de pulido Sof-Lex fue el menos eficaz que el glaseado de la cerámica. Este estudio indica que el uso de pasta diamantada mejora los resultados finales de un pulido de cerámica intraoral, apoyando así, la utilización de pasta diamantada, pero en este estudio se decidió no usar pasta diamantada para ver cómo actúan por si solos los sistemas de pulido intraoral siguiendo únicamente las indicaciones del fabricante, por lo que obtuvimos disminución en la rugosidad superficial mas no recuperamos el brillo del glaseado.

Anmol et al., (2014), evaluaron el efecto de dos sistemas de pulido en la superficie de dos materiales cerámicos. En los dos grupos se usaron dos distintos sistemas de pulido: Soft Lex, silicona blanca y goma gris respectivamente. Los resultados concluyeron que la rugosidad superficial era mayor en las superficies pulidas en comparación a las muestras glaseadas. Por otro lado, los discos Soft Lex obtuvieron una superficie más lisa en comparación a la silicona blanca y gris. Este estudio corrobora los resultados encontrados por Fasbinder et al., (2016), quienes analizaron bloques monolíticos CAD/CAM de cerámica feldespática reforzada con leucita, encontraron que los sistemas de acabado y pulido intraoral provocaban una superficie menos lisa que las superficies glaseadas.

La investigación realizada por Silva et al., (2008) donde evaluaron diferentes técnicas de pulido con: puntas de goma (Edenta), fresas de acabado de acero (Meisinger), punta de caucho de silicona (Shofu) + rodillo de fieltro de diamante (FGM), pasta de diamante (diamante Excel, FGM), o discos de óxido de aluminio (Sof-Lex, 3MESPE) +rodillo de fieltro de diamante + pasta de diamante, concluyeron que las técnicas de pulido probadas no fueron capaces de proporcionar una superficie de porcelana tan suave como la superficie glaseada; es decir que por más que se pula la cerámica después del desgaste, no se llega a los valores del gaseado, que es lo mismo se encontró en este estudio.

Por otro lado, según un estudio realizado por Capelozza et al., (2012), donde probaron la efectividad de diferentes sistemas de pulido en cerámica IPS

Empress 2, encontraron que tanto el sistema de pulido de Sorensen (Brasil) como el de Shofu (Japón), producían una mayor rugosidad que el grupo control, el cual presentada una capa externa de glaze. De igual forma, Tholt de Vasconcellos & Thompson en el 2006, realizaron un estudio con 3 distintos tipos de cerámica: Vitadur Alpha, IPS Empress 2 and AllCeram, los 3 tipos de cerámica fueron abrasionadas para simular un ajuste oclusal en boca, seguido de esto se aplicaron 5 diferentes métodos de sistemas de pulido: Eve system, Identoflex system y Shofu, los cuales se compararon con un grupo control el cual estaba compuesto por porcelanas glaseadas. Los efectos de la rugosidad fueron evaluados con un rugosímetro para obtener la medida Ra (rugosidad media) y un microscopio electrónico de barrido para obtener el Ry (rugosidad máxima). Los resultados Ra mostraron que no existe una diferencia significativa entre los distintos sistemas de pulido utilizados, ni una diferencia significativa de los grupos de pulido en comparación con las superficies glaseadas. Mientras que los resultados Ry mostraron que los sistemas de pulido empleados no producen una superficie tan lisa como las cerámicas glaseadas. Lo que concuerda nuevamente con los resultados de este estudio.

El estudio presentado en esta investigación obtuvo resultados similares a los encontrados por Bini et al., (2011), quienes compararon superficies cerámicas glaseadas y pulidas, el procedimiento de pulido se llevó a cabo con diferentes sistemas. Los resultados no mostraron una diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes grupos de pulido. Al comparar el estudio de Bini y colaboradores con la presente investigación de la evaluación del pulido proporcionado por las tres casas comerciales: JOTA, DIATECH y JIFFY, se encontró que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre dichos sistemas de pulido. Por lo tanto, se puede decir que los sistemas de acabado y pulido pueden utilizarse para obtener una rugosidad superficial menor pero no igual a la del glaseado ni al brillo que esta proporciona.

En la investigación publicada por Wernecka & Piero et al., (2008), quienes evaluaron la rugosidad superficial (Ra) de porcelana feldespática glaseada y sometida a dos sistemas de acabado y pulido después de la simulación de ajuste

oclusal. Los resultados mostraron que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las superficies pulidas y las glaseadas. Esto difiere con nuestro estudio pero puede deberse a la utilización de pasta diamantada.

Se evidencia que existen casas comerciales que proveen sistemas tanto de pulido intraoral para restauraciones cerámicas, capaces de reproducir la suavidad de superficie que brinda el glaseado. De igual manera, es importante tomar en cuenta, que las distintas marcas de sistemas de pulido intraoral, proporcionan diferentes rangos de rugosidad, y la evidencia científica es el único método objetivo de proporcionar información veraz de qué sistema de pulido es el más eficiente en el mercado. En este trabajo se observan resultados similares a las distintas publicaciones presentadas; no hay diferencia significativa entre las 3 marcas comerciales (JOTA, DIATECH, JIFFY) usadas de pulidos intraorales para cerámicas feldespáticas. En cuanto a zirconios el sistema Jota obtuvo mejores resultados que DIATECH y JIFFY

9. CONCLUSIONES

1. El kit de pulido intraoral de cerámica feldespatica que tuvo más eficacia en la disminución de la rugosidad superficial fue el sistema JOTA con una medida de $1,11 \pm 0,159$ um, seguido del sistema de pulido DIATECH con $1,20 \pm 0,40$ um y el sistema JIFFY generó una rugosidad superficial de $1,24 \pm 0,047$ um. El kit de pulido intraoral de zirconio que obtuvo más eficacia en la disminución de la rugosidad superficial fue el sistema JOTA con una medida de $0,44 \pm 0,010$ um, seguido del sistema de pulido JIFFY con $0,86 \pm 0,040$ um y el sistema DIATECH generó una rugosidad superficial de $0,86 \pm 0,043$ um.
2. El estudio estadístico demostró que no existe una diferencia estadísticamente significativa del pulido proporcionado en la cerámica feldespatica entre las tres casas comerciales estudiadas: JOTA, BRASSELER y JIFFY en cuanto a la disminución de rugosidad que generan en una superficie cerámica abrasionada; en cuanto al zirconio hay una diferencia significativa entre marcas; donde Jota obtuvo mejores resultados en cuanto a disminución de la rugosidad superficial versus a DIATECH y FIFFY.
3. El sistema de pulido de cerámica intraoral que presentó la menor variabilidad entre sus muestras, fue el de JOTA, demostrando que la utilización de este sistema es recomendable.
4. El kit de pulido intraoral JOTA tanto para cerámica feldespatica como para zirconio, proporcionó una rugosidad superficial menor estadísticamente significativa en comparación al sistema de pulido DIATECH y JIFFY.
5. Las casas comerciales de JIFFY y DIATECH no proporcionan una superficie tan lisa. Sin embargo, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la rugosidad obtenida por la casa comercial JOTA y el grupo control.

10.RECOMENDACIONES

Después de finalizada la presente investigación y analizado los resultados obtenidos se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Se deberían realizar estudios futuros comparando sistemas de pulido intraorales y extraorales, para definir si los procedimientos efectuados en boca pueden ser tan efectivos como los que se realizan en el laboratorio.
2. Se recomienda evaluar otras casas comerciales de sistemas de pulido intraoral de las presentadas en este trabajo, para ver otras alternativas y métodos de alta eficacia en el mercado.
3. Es importante seguir los procedimientos que indican las instrucciones de cada casa comercial para conseguir un resultado eficaz en la eliminación de la rugosidad de una superficie cerámica.
4. Por último, siempre que se efectúe un ajuste oclusal en boca de una restauración cerámica, y no se haya cementado, esta debe ser reglaseada en el laboratorio, para así conseguir una superficie lisa, que impida el desgaste excesivo de los dientes antagonistas, así como la acumulación de biofilm y la posible disminución de la resistencia de este material.

REFERENCIAS

- Alvarenga de Oliveira, A. (2014). *Comprender Planificar y Ejecutar El universo estético de las restauraciones en cerámica*. Sao Paulo, Brasil: AMOLCA.
- Al-Wahadni, A. (2006). *An in vitro investigation into the surface roughness of 2 glazed, unglazed, and refinished ceramic materials*. *Quintessence international*, 37 (4). Doi: 16594363
- Bini, N., Vasconcellos, F., Depes de Gouvea, C., Carvalho, W., Farina, V., & Oliveira, H.d. (2011). *Rugosidad Superficial de una Cerámica Glaseada e Sometida a Diferentes Sistemas de Pulimento*. *Pesquisa Brasileira en Odontopediatria e Clinica Integrada Journal*, 11 (4).
- Bona, A. D. (2009). *Adhesión a las cerámicas, evidencias científicas para el uso clínico*. Sao Paulo: Artes Médicas Latinoamérica *Journal of Minimum Intervention in Dentistry*, 2(1), 207-214. Doi: 10.1016
- Bottino, M., Ferreira, A., Miyashita, E., & Giannini, V. (2001). *Estética en Rehabilitación Oral Metal Free*. Sao Paulo, Brasil: Artes médicas Latinoamérica. DOI: 10.15381
- Butler, C., Masri, R., Driscoll, C., Thompson, G., Runyan, D., & Von Fraunhofer, A. (2004). *Effect of fluoride and 10% carbamide peroxide on the surface roughness of lowfusing and ultra-low-fusing porcelain*. *J Prosthet Dent.* , 92 (2), 179- 183.
- Cherry, A., & Sumeet, S. (2014). *Effect of two different finishing systems on surface roughness of feldspathic and uorapatite porcelains in ceramo-metal restorations: Comparative in vitro study*. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 4 (1).
- Chu, F., Frankel, N., & Smales, R. J. (2000). *Surface roughness and flexural strength of self-glazed, polished, and reglazed In-Ceram/Vitadur Alpha porcelain laminates*. *International Journal of Prosthodontics*, 13(1). Doi. 014.02.001.

- Da Silva, T., Rodrigues, A., Furtado, R., & Pagani, C. (2014). *Polishing for glass ceramics: Which protocol. Journal of prosthodontic research, 58(3), 160-170.* Elsevier, 58 (3). Doi: 10.1016/j.jpor.2014.02.001. Epub 2014 Mar 28
- Diatech USA Dental Instrumentation, S. F. (2017). Polishing Systems, Spear Dialite Intra- Oral Porcelain polishing. Diatech USA, 800 (841).
- Fasbinder, D. J., & Neiva, G. F. (2016). Surface evaluation of polishing techniques for new resilient CAD/CAM restorative materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 28(1), 56-66.* doi.org/10.1111/jerd.12174.
- Figuroa, R., Goulart, F., Furtado de Carvalho, R., Pessoa, F., & Afonso de Miranda, M. D. (2014). Rehabilitation of Anterior Teeth with Ceramic Lithium Disilicate System. *Int. J. Odontostomat, 8(3), 469-474.*
- Fradeani, M., & Barducci, G. (2006). *La Reabilitación Estética en Protopodncia Fija 2.* Ancona, Italia: Editorial Quintessence.
- Fuzzi, M., Zacclieron, Z., & Vallinnia, G. (1996). *Scanning Electron Microscopy and Profilometer Evaluation of Glazed and Polished Dental Porcelain.* The International Journal of Prosthodontics, 9 (5).
- Geissberger, M. (2012). *Odontología estética en la práctica clínica* (No. 616.314). *Odontología Estética en la Práctica Polínica.* San Francisco, California, Estados Unidos: AMOLCA
- Gonuldas, F., Yilmaz, K., & Ozturk, C. (2014). *The effect of repeated firings on the color change and surface roughness of dental ceramics.* The Journal of Advanced Prosthodontics, 6 (4). 309-316. Doi: 10.4047/jap.2014.6.4.309
- Guazzato, A. M. (2004). *Effect of sandblasting, grinding, polishing and glazing on the flexural strength of two pressable all-ceramic dental materials.* J Dent. , 32 (2), 91-99
- Güler, A. U. (2009). *Effects of different polishing techniques on the surface roughness of dental porcelains.* J Appl Oral Sci, 18 (1), 10-16.doi: 10.1590/S167877572010000100004

- Haroon, R. (2012). Evaluation of the surface roughness of a standard abraded dental porcelain following different polishing techniques. *Journal of Dental Sciences*, 7 (2). 184-189
doi.org/10.1016/j.jds.2012.03.017
- Janyavula, S., Lawson, N., Lucas, T., & Cakir, D. (2014). Enamel wear opposing polished and aged zirconia. *Oper Dent* 39, 189-194.
doi.org/10.2341/12-345-L
- Jefferies, S. R. (1998). The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dental Clinics of North America*, 42(4), 613-627. Jefferies, S. (1998). *The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry*. Dent Clin North Am, 42 (4), 613-627.
doi:10.1016/j.cden.2006.12.002.
- Jota AG Rotary Instruments, S. m. (2017). NANO CERAMIC LAB POLISHING KIT for Hybrid Ceramics. Jota on the spot, 2 (94), 1-4.
- Kina, S., Bruguera, A., & Kina, S. (2008). *Invisible: restauraciones estéticas cerámicas*. Artes médicas latinoamérica. Kina, S. & Bruguera, A. (2008). *Invisible: Restauraciones estéticas Cerámicas*. Sao Paulo, Brasil: Artes medicas Latinoamérica. Doi: 10.101622.
- Lawson, N. C., Janyavula, S., Syklawer, S., McLaren, E. A., & Burgess, J. O. (2014). Wear of enamel opposing zirconia and lithium disilicate after adjustment, polishing and glazing. *Journal of dentistry*, 42(12), 1586-1591. doi.org/10.1016/j.jdent.2014.09.008
- Li, X., Yukun, M., & Xia, T. (2012). The influence of glazing and polishing on ceramic surface roughness and bacterial adhesion. *West China Journal of Stomatology*, 30(1). Recuperado 10 de diciembre 2018 de https://www.volgmed.ru/uploads/dsovet/thesis/3-812-rubcova_elena_vladimirovna.pdf
- López, M. & Proaño, P. (2015). *Estudio comparativo in vitro de pulido de porcelana feldespática usando instrumentos intraorales y pastas diamantadas*. *Odonto investigation*, 92 (94), 14-20. Recuperado 10 de diciembre 2018 de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3008>

- Magar, S., Bhandari, A., & Lagdive, S. (2012). *A Comparative Evaluation of the surface roughness of two glazed, unglazed and polished ceramic materials*. *Ndian Journal of Basic & Applied Medical Research*, 2 (1), 103-110. Recuperado. <http://ijbamr.com/pdf/PDF133ISSUE2.pdf>
- Magne, P., & Belser, U. (2004). *Restauraciones de porcelana adherida en los dientes anteriores: Método Biomimético* (No. 616.314). Quintessence. Magne, P., & Besler, U. (2006). *Restauraciones de Porcelana Adherida en los Dientes Anteriores, Método Biomimético*. Ginebra, Suiza: Quintessence Books.
- Manjuran, N., & Sreelal, T. (2014). *An In Vitro Study to Identify a Ceramic Polishing Protocol Effecting Smoothness Superior to Glazed Surface*. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 14 (3), 219-227. DOI 10.1007/s13191-013-0313-3.
- Martínez Rus, F., Pradíes Ramiro, G., Suárez García, M., & Rivera Gómez, B. (2007). *Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección*. *RCOE*, 12(4), 253-263. Recuperado: 14 de Abril 2018 de <http://scielo.isciii.es/pdf/rcoe/v12n4/revision1.pdf>
- Mezzomo, E. (2010). *Reparación de Coronas completas de metal cerámica. Rehabilitación Oral Para el Clínico*. São Paulo, Brasil: AMOLCA. *RCOE*, 1, 254i. ISBN: 978-958-8473-36-9 doi.org/10.15381/os.v12i2.2872
- Miyashita, E., & Salazar Fonseca, A. (2005). *Odontología Estética el estado del arte*. Sao Paulo: Artes médicas Latinoamérica.
- Montagna, F., & Barbesi, M. (2013). *Cerámicas, Zirconio y CAD/CAM. De la Cera a la Cerámica Conocimientos básicos para una colaboración eficaz entre técnicos dentales y odontólogos*. Verona, Italia: Amolca. Recuperado el 28 de abril 2018 http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1019-43552014000400010&script=sci_arttext
- Mores, R. T., Borba, M., Corazza, P. H., Della Bona, Á., & Benetti, P. (2017). *Influence of surface finishing on fracture load and failure mode of glass*

- ceramic crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*, 118(4), 511-516.
doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.12.012
- Motro, P. F. K., Kursoglu, P., & Kazazoglu, E. (2012). Effects of different surface treatments on stainability of ceramics. *The Journal of prosthetic dentistry*, 108(4), 231-237
- Motro, P., & Kursoglu, P. (2012). *Effects of different surface treatments on stainability of ceramics*. *J Prosthet Dent*, 108 (4), 213-217. doi.org/10.1016/S0022-3913(12)60168-1
- Owen, S., Reaney, D., & Newsome, P. (2012). *Finishing and polishing porcelain surfaces chairside*. *International Dentistry Australasian Edition*, 6 (4), 68-73. Doi: 10.3109/00016357.2012.690570
- Patterson, C., McLundie, A., Stirrups, D., & Taylor, W. (1991). *Refinishing of porcelain by using a refinishing kit*. *J Prosthet Dent*, 65 (3), 383-388. doi.org/10.1016/0022-3913(91)90229
- Phillips, A. K. (2008). *Ciencia de los materiales dentales*. Barcelona, España: Editorial ELsevier.
- Raimondo, R., Richardson, J., & Wiedner, B. (1990). *Polished versus autoglazed dental porcelain*. *J Prosthet Dent*, 64 (5), 553-557. DOI: 10.3109/00016357.2012.690570
- Rocha, D., Travassos, A., Pagani, C., Torres, C. & Teixeira, S. (2011). Evaluación in vitro de la influencia de sistemas de pulimento intra-oral en la rugosidad superficial de una cerámica odontológica después del ajuste. *Acta Odontológica Venezolana*. 49 (Nº 3). Pg. 1-8. Recuperado el 26 de Mayo 2018 y urlISSN: 0001-6365
- Rosenstiel, S., Land, M., & Fujimoto, J. (2017). *Prótesis Fija Contemporánea*. Barcelona, España: Elsevier.
- Saiki, O., Koizumi, H., Akazawa, N., & Kodaira, A. (2016). *Wear characteristics of polished and glazed lithium disilicate*. *Journal of Oral Science*, 58. No. (1), 117-123. DOI: 10.2334/josnusd.58.117
- Saldarriaga, L. (2014). *Nivel de conocimiento en la clasificación y criterios de selección de cerámicas dentales en los residentes de postgrado de rehabilitación oral y odontología estética y restauradora de la*

- Universidad Científica del Sur*. Facultad de ciencias de la salud, Escuela de estomatología, 12-13 Recuperado el 16 de junio del 2019 repositorio.cientifica.edu.pe:8080/handle/UCS/76.
- Sarac, D., Sarac, Y. S., Yuzbasioglu, E., & BAL, S. (2006). The effects of porcelain polishing systems on the color and surface texture of feldspathic porcelain. *The Journal of prosthetic dentistry*, 96(2), 122-128. 7p. doi.org/10.1016/j.prosdent.2006.05.009
- Shillingburg, H. T., Hobo, S., Whitsett, L., Jacobi, R., & Brackett, S. (2010). *Fundamentos esenciales en prótesis fija*. Edit. Quintessence.
- Silva, M., C. Correia, S. Baptista, C. & Sepúlveda, M. (2008). The effect of polishing techniques on the surface roughness of a feldspathic porcelain. *Revista Odonto Ciencia*, 23(4), 330-332 ISSN-L: 0102-9460.
- Tagliari, R., Borba, M., Corazza, P., Della Bona, Á., & Benetti, P. (2017). Influence of surface finishing on fracture load and failure mode of glass ceramic crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 12 (12) doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.12.012
- Ultradent products, I. (2017). Jiffy Universal Ceramic Finishing. Jiffy Universal Ultradent INC., 84 (95)
- Wang, F., Chen, J. H., & Wang, H. (2009). Surface roughness of a novel dental porcelain following different polishing procedures. *International Journal of Prosthodontics*, 22(2).
- Werneck, R. D., & Neisser, M. P. (2010). Rugosidade superficial de una porcelana feldespática odontológica após simulação de ajuste oclusal e pulimento. *Revista Odonto Ciencia*, 23(2). Recuperado. El 14 de julio 2018 <https://core.ac.uk/download/pdf/25530999.pdf>.
- Xue, L., Meng, Y., & Tang, X. (2012). The influence of glazing and polishing on ceramic surface roughness and bacterial adhesion. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*, 30 (1), 10-17.
- Yilmaz, C., Korkmaz, T., Demirköprülü, H., Erguén, G., & Ozkan, Y. (2010). Color stability of glazed and polished dental porcelains. *Journal of*

prosthodontics, 17(1), 20-24. doi.org/10.1111/j.1532-849X.2007.00237.x.

Yilmaz, K., & Ozkan, P. (2010). The methods for the generation of smoothness in dental ceramics. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 31(1), 30-38. Recuperado: el 14 de Julio 2018

Yuzugullu, B., Celik, C., Erkut, S., & Burak, T. (2009). *The Effects of Extraoral Porcelain Polishing Sequences on Surface Roughness and Color of Feldspathic Porcelain*. *The International Journal of Prosthodontics*, 11 (26) doi.org/10.1080/00218464.2015.1059763

ANEXOS

Anexo1. Análisis estadístico de cerámica feldespática

Tabla 19. Medidas de rugosidad en cerámica feldespática con sistemas de pulido JOTA (μm)

PROMEDIOS DE RUGOSIDAD EN CERÁMICA FELDESPÁTICA CON PULIDORES JOTA (μm)					
MUESTRA	GLASEADO	FRESADO	PULIDO 1	PULIDO 2	PULIDO 3
1	0.41	1.96	1.77	1.58	1.13
2	0.4	2.05	1.85	1.79	1.09
3	0.44	1.76	1.42	1.37	0.79
4	0.43	2.06	1.74	1.54	0.93
5	0.3	1.96	1.6	1.55	1.08
6	0.35	1.89	1.74	1.59	1.18
7	0.34	2.11	1.67	1.33	1.11
8	0.24	1.97	1.55	1.48	1.18
9	0.31	2.5	1.74	1.56	1.32
10	0.24	2.28	1.75	1.61	1.31

Se muestran los datos de las mediciones de cada una de las muestras de cerámica feldespática con el sistema de pulido Jota, se observa que los datos iniciales del glaseado aumentan con el fresado y disminuyen con el pulido.

Tabla 20. Medidas de rugosidad en cerámica feldespática con sistemas de pulido DIATECH (μm)

PROMEDIOS DE RUGOSIDAD EN CERÁMICA FELDESPÁTICA					
PULIDORES CON DISCOS DIATECH (μm)					
MUESTRA	GLASEADO	FRESADO	PULIDO 1	PULIDO 2	PULIDO 3
1	0.26	2.33	1.49	1.38	1.27
2	0.35	2.4	1.45	1.32	1.25
3	0.41	2.4	1.62	1.6	1.35
4	0.43	2.21	1.74	1.68	1.35
5	0.29	2.01	1.59	1.34	1.2
6	0.5	2.03	1.59	1.5	1.2
7	0.29	2.1	1.76	1.49	1.19
8	0.27	2.11	1.7	1.38	1.16
9	0.6	1.95	1.65	1.27	1
10	0.44	2.28	1.62	1.54	1.02

Se muestran los datos de las mediciones de cada una de las muestras de cerámica feldespática con el sistema de pulido Diatech, se observa que los datos iniciales del glaseado aumentan con el fresado y disminuyen con el pulido.

Tabla 21. Medidas de rugosidad en cerámica feldespatica con sistemas de pulido JIFFY (μM)

PROMEDIOS DE RUGOSIDAD EN CERÁMICA FELDESPATICA				
PULIDORES CON DISCOS JIFFY (μm)				
MUESTRA	GLASEADO	FRESADO	PULIDO 1	PULIDO 2
1	0.27	1.97	1.54	1.15
2	0.43	1.91	1.42	1.27
3	0.30	1.87	1.33	1.32
4	0.35	1.93	1.33	1.24
5	0.30	2.04	1.38	1.19
6	0.32	1.83	1.45	1.27
7	0.38	1.86	1.28	1.23
8	0.36	1.78	1.38	1.24
9	0.34	1.87	1.28	1.21
10	0.37	1.79	1.47	1.23

Se muestran los datos de las mediciones de cada una de las muestras de cerámica feldespatica con el sistema de pulido JIFFY, se observa que los datos iniciales del glaseado aumentan con el fresado y disminuyen con el pulido.

Se confirma la importante dispersión de valores dentro de cada grupo, salvo para el grupo Glaseado, así mismo es evidente que las medidas son mayores para el grupo fresado, los grupos pulido 1, pulido 2 y pulido 3 en comparación al fresado son menores y el grupo glaseado con referencia a los pulidos es menor, (tabla 1,2,3).

Anexo 2. Análisis estadístico zirconio

Tabla 22. Medidas de rugosidad en zirconio con sistemas de pulido JOTA (μm)

PROMEDIOS DE RUGOSIDAD EN ZIRCONIO FELDESPATICA CON PULIDORES JOTA (μm)			
GLASEADO	FRESADO	PULIDO 1	PULIDO 2
0.4	0.57	0.65	0.82
0.41	1.26	0.8	0.67
0.69	1.29	1.15	0.46
0.59	1.25	1.08	0.47
0.43	1.4	1.26	0.46
0.74	0.68	0.75	0.38
0.3	0.48	0.59	0.45
0.38	0.59	0.76	0.45
0.31	0.55	0.66	0.48
0.5	0.72	0.62	0.52

Se muestran los datos de las mediciones de cada una de las muestras de zirconio utilizando el sistema de pulido JOTA, se observa que los datos iniciales del glaseado aumentan con el fresado y disminuyen con el pulido.

Tabla 23. Medidas de rugosidad en zirconio con sistemas de pulido DIATECH (μm)

PROMEDIOS DE RUGOSIDAD EN ZIRCONIO FELDESPATICA			
PULIDORES CON DISCOS DIATECH (μm)			
GLASEADO	FRESADO	PULIDO 1	PULIDO 2
0.48	1.70	0.75	0.70
0.59	1.28	1.14	0.81
0.15	0.79	1.07	0.85
0.26	0.56	0.87	0.63
0.48	0.86	1.00	0.84
0.46	0.80	1.03	0.80
0.45	0.52	0.92	0.88
0.44	0.72	0.8	0.71
0.52	0.80	1.09	0.81
0.46	0.85	1.03	0.87

Se muestran los datos de las mediciones de cada una de las muestras de zirconio utilizando el sistema de pulido DIATECH, se observa que los datos iniciales del glaseado aumentan con el fresado y disminuyen con el pulido.

Tabla 24. Medidas de rugosidad en zirconio con sistema de pulido JIFFY (μm)

PROMEDIOS DE RUGOSIDAD EN ZIRCONIO PULIDORES CON DISCOS JIFFY (μm)			
GLASEADO	FRESADO	PULIDO 1	PULIDO 2
0.4	0.87	0.55	0.42
0.41	0.90	0.8	0.67
0.69	0.93	1.15	0.46
0.59	1.05	1.08	0.47
0.43	0.80	1.06	0.46
0.74	0.78	0.55	0.38
0.3	0.88	0.49	0.45
0.38	0.79	0.56	0.45
0.31	0.75	0.56	0.48
0.5	0.72	0.62	0.52

Se muestran los datos de las mediciones de cada una de las muestras de zirconio utilizando el sistema de pulido JIFFY, se observa que los datos iniciales del glaseado aumentan con el fresado y disminuyen con el pulido.

Se confirma la importante dispersión de valores dentro de cada grupo, salvo para el grupo Glaseado, así mismo es evidente que las medidas centrales pulido 1 y pulido 2 no son muy significativas con respecto al grupo fresado y en cambio los valores obtenidos en el grupo glaseado son menores a los grupos anteriores (tabla 13,14,15).

Anexo 3: Certificado de pruebas de medición de rugosidad superficial realizadas en el laboratorio de Metrología de la empresa "Metrologo Medidas" por el ingeniero Edwin Hernán Tayupanta Mena



Sangolquí, 2019-01-03

El suscrito, **EDWIN HERNÁN TAYUPANTA MENA** con número de RUC: **1708248628001** Metrologo Académico representante Técnico de la Empresa "METROLOGO MEDIDAS" con número de solicitud a la Superintendencia de Compañías 7688249.

CERTIFICA

Que el **DR. VICENTE EDUARDO SALAZAR CHUQUI**, con cedula de identidad **1710547389**, estudiante del Postgrado de la Especialidad Médica en Rehabilitación Oral de la Universidad de las Américas (UDLA), ha realizado las Mediciones de Rugosidad en Muestras de Cerámica Feldespática y Zirconio en el Equipo Rugosímetro Digital SRT 6200 Portable Surface Roughness, el 06 de noviembre la prueba piloto y el 08, 09 de diciembre del 2018 las pruebas en los diferentes procesos : Glaseado, Fresado, Pulido 1, Pulido 2 y Pulido 3 , en total se realizaron 1300 mediciones de Rugosidad Superficial Ra en (μm) ,requisito necesario para la elaboración de su tema de tesis.

"INFLUENCIA DE SISTEMAS DE PULIDO SOBRE LA RUGOSIDAD DE LAS CERÁMICAS FELDESPÁTICA Y ZIRCONIO"

El **DR. VICENTE SALAZAR**, puede hacer uso del presente certificado según convenga a sus intereses.

ATENTAMENTE

EDWIN TAYUPANTA MENA
METROLOGO ACADÉMICO
C.I.1708248628
GR.1005-03-350432



INSIZE

Tel.: (593-02) 2091543 / Cel.: 0992718167 / Código postal: 171103 / Email: ehtayupanta@espe.edu.ec
Sangolquí – Ecuador



Anexo 4: Informe técnico de las mediciones de rugosidad superficial realizadas por el ingeniero Edwin Hernán Tuyapanta Mena en el laboratorio de metrología "Metrólogo Medidas"

0(',&," (/\$58*26,'\$683(5),&,\$5D (1 &(5È&6
)/'(63\$,&6=,5&21,26'

FECHA DE RECEPCIÓN TOMA DE DATOS MUESTRAS PILOTO: 2018 -
noviembre -06

FECHA DE RECEPCIÓN TOMA DE DATOS MUESTRAS FINAL: 2018 -
diciembre -08

FECHA DE

ENTREGA INFORME: 2018 - diciembre -31

NOMBRE DEL SOLICITANTE: DR. EDUARDO VICENTE SALAZAR
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS FACULTAD DE POST GRADO: ODONTOLOGÍA
CONDICIONES AMBIENTALES: TEMPERATURA: 20.8 ° C - HUMEDAD RELATIVA: 59%

1. EQUIPO E INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA LAS MEDICIONES.

1.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS. ±

EQUIPO	MARCA	SERIE	MODELO	CARACTERÍSTICAS
RUGOSIMETRO DIGITAL COMPATIBLE CON NORMAS	TESTER SRT- 6200	N628306	6200	<input type="checkbox"/> Pantalla: 10 mm LCD con retroiluminación azul <input type="checkbox"/> Longitud de corte (CUT OFF) 0.25mm /0.8 mm /2.5mm ■ rámetros: Ra, Rt.

ISO, DIN, ANSI Y JIS				<input type="checkbox"/> Batería Recargable: ion de litio incorporada 4X1.5AAA <input type="checkbox"/> Modo de Medida: Manual y Automático Unidades: μm / μin (seleccionable)
REFERENCIA PATRÓN DE RUGOSIDAD	TESTER SRT 6200	N628306	S/R	<input type="checkbox"/> Patrón de vidrio 1.64 (μm)
PALPADOR	TESTER SRT- 6200	30441	S/R	<input type="checkbox"/> Radio del palpador: 10(μm) <input type="checkbox"/> Material del palpador: Diamante <input type="checkbox"/> Fuerza de medición del palpador: 4mN (0.4 gf.) <input type="checkbox"/> Angulo del palpador: 90° <input type="checkbox"/> Velocidad de palpación 0,135 mm/s con una longitud de onda límite: 0,25 mm <input type="checkbox"/> Velocidad de palpación 0,5 mm/s con una longitud de onda límite: 0,8 mm <input type="checkbox"/> Velocidad de palpación 1 mm/s con una longitud de onda límite: 2,5 mm <input type="checkbox"/> Velocidad de retroceso 1 mm/s

1.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS. -

DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
RANGO Ra	<input type="checkbox"/> 0.0005 ~ 10 μm / 1.000~ 400.0 μin .
RESOLUCIÓN	<input type="checkbox"/> 0,001 μm si la lectura de menos de 10 μm
	<input type="checkbox"/> 0,01 μm si leyera más de 10 μm , pero menos de 100 μm
	<input type="checkbox"/> 0.1 μm si leyera más de 100 μm longitud
EXACTITUD	<input type="checkbox"/> No más de $\pm 10\%$
FLUCTUACIÓN DEL VALOR INDICADO	<input type="checkbox"/> No más de 6%
CONDICIONES AMBIENTALES	<input type="checkbox"/> Rango de temperatura permitido 0°+50 °C
	<input type="checkbox"/> Humedad relativa permitida < 80 % H. R

2.- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN. \pm

1. Antes de iniciar con las mediciones se verifica que el Rugosímetro este calibrado, este procedimiento se lo realiza con el patrón de vidrio del equipo que tiene una medida de referencia de 1.64 (μm) de Rugosidad Ra, con una precisión clase 2, según la norma DIN 4772 ($> \pm 10\%$), se obtiene una medida de 1.64 (μm), el equipo de Rugosidad se encuentra calibrado. (Figuras N.1 y 2).
2. Para las mediciones de rugosidad superficial (Ra) de las muestras de cerámica y zirconios se gradúa el Rugosímetro de acuerdo a la velocidad de desplazamiento o CUTOFF, a una velocidad de palpación 0,135 mm/s con una longitud de onda límite: 0,25 mm.
3. Antes de realizar las mediciones de Rugosidad Superficial se comprueba que la base en donde se colocan las muestras de discos de cerámicas y

zirconios esté nivelada con respecto a la superficie donde se va a colocar el equipo.

4. Se coloca con mucho cuidado la punta de diamante del palpador del Rugosímetro en parte más recta de la muestra de cerámica y zirconios.
5. Se realizan en cada muestra 5 medidas de rugosidad superficial en parte frontal y posterior de cerámica y zirconio es decir 10 medidas por muestra es decir 10 por glaseado, 10 fresado, 10 pulido 1, 10 pulido 2 y en algunas muestras 10 pulido 3 por cada proceso en total por cada muestra se realiza 50 mediciones, según cuadro adjunto.

NÚMERO DE MEDIDAS DE RUGOSIDAD Ra REALIZADAS									
DESCRIPCIÓN	CERÁMICAS					ZIRCONIOS			
	GLASEADO	FRESADO	PULIDO 1	PULIDO 2	PULIDO 3	GLASEADO	FRESADO	PULIDO 1	PULIDO 2
JIFFY	50	50	50	50		50	50	50	50
DIATECH	50	50	50	50	50	50	50	50	50
JOTA	50	50	50	50	50	50	50	50	50
SUBTOTAL	700					600			
TOTAL	1300 MEDICIONES								

6. Se realizan las tablas estadísticas de la sumatoria y los promedios de las medidas, se obtiene la diferencia de la medida entre el promedio de las muestras de cerámica, por medio de fórmulas estadísticas se la desviación estándar y los errores máximo y mínimo.

(Tablas N.1, 2, 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14.).

7. Se realizan las tablas estadísticas de la sumatoria y los promedios de las medidas, se obtiene la diferencia de la medida entre el promedio de las muestras de Zirconio, por medio de fórmulas estadísticas se la desviación estándar y los errores máximo y mínimo.(Tablas N.15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28)
8. Con la cuantificación de los resultados de las medidas, se realizan las gráficas estadísticas de los promedios finales de las medidas obtenidas de las muestras de cerámica en los procesos de glaseado, fresado, pulido 1, pulido 2 y pulido 3. (Gráficos N.1, 2, 3,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22.).
9. Con la cuantificación de los resultados de las medidas, se realizan las gráficas estadísticas de los promedios finales de las medidas obtenidas de las muestras de cerámica en los procesos de glaseado,
10. fresado, pulido 1, pulido 2 y pulido 3.
(Gráficos N.23,24,25,28,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41).

3.- FOTO VERIFICACIÓN RUGOSIMETRO. -



Figura 22: Verificación de la Rugosidad (Ra) con Patrón del Equipo

3.2- FOTO LECTURA DIGITAL RUGOSIMETRO CON PATRÓN. -



Figura 23: Medida de Rugosidad (Ra) obtenida en la pantalla led del Rugosímetro

3.3- FOTO MUESTRA RESINA ACRÍLICA SUPERFICIE PULIDA



Figura 24: Equipo de medición de la Medición de la Rugosidad (Ra) en cerámicas y Zirconios.

