

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Posgrados**

**Estudio comparativo in vitro sobre el grado de rugosidad superficial  
usando tres diferentes sistemas de pulido intraoral en cerámicas de  
silicato de litio reforzado con óxido de zirconio**

**Stephania Carolina Ramón Barriga**

**Dra. Yolanda Román, MSc.**

**Directora de Trabajo de Titulación**

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito  
para la obtención del título de Especialista en Rehabilitación Oral

Quito, noviembre 2021

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**  
**COLEGIO DE POSGRADOS**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Estudio comparativo in vitro sobre el grado de rugosidad superficial  
usando tres diferentes sistemas de pulido intraoral en cerámicas de  
silicato de litio reforzado con óxido de zirconio**

**Stephania Carolina Ramón Barriga**

Yolanda Román, MSc.  
Directora de Trabajo de Titulación

Nancy Mena Córdova, Dra.  
Directora del Programa de Especialización en Rehabilitación Oral

Paulina Aliaga, Dra.  
Decana de la Escuela de Odontología

Hugo Burgos Yáñez, PhD  
Decano del Colegio de Posgrados

**Quito, diciembre 2021**



## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following graduation project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

## **DEDICATORIA**

A Pablo, mi compañero de vida, por motivarme y acompañarme en este largo camino. Gracias por sacrificarte para que yo pudiera cumplir mi sueño. Eres mi amor y mi mejor amigo, eres invaluable en mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por permitirme terminar este anhelado sueño. A mis padres, por ser mi mejor ejemplo de perseverancia. A mi hijo Lorenzo, el mejor regalo del cielo, por enseñarme que puedo hacer todo lo que me proponga con pocas horas de sueño. A mis amigas incondicionales: Paola, Hwadam, Nancy y Carla, sin quien este posgrado no hubiese sido igual, siempre juntas en los momentos más difíciles.

A la Dra. Yolanda Román, mi tutora, por su ayuda en la dirección de este trabajo. A la Dra. Nancy Mena, coordinadora del posgrado y cotutora de tesis, por confiar en mí y recibirme a cualquier hora en su consultorio para ayudarme en lo que en ese momento necesitaba. A todos los profesores del posgrado, por enseñarme y corregirme a lo largo de esta carrera. Un agradecimiento especial a Chromadent y al Ing. Gustavo Miranda, representante de Garrison en Ecuador, por su valioso apoyo en la realización de este estudio poniendo a disposición un kit de pulido intraoral. A mi amigo Milton Andrade Ponce, por su brillante idea que destrabó el avance de este proyecto y por recomendarme a todos sus pacientes luego de terminar su posgrado, brilla alto, amigo querido.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue comparar el grado de rugosidad superficial de la cerámica de silicato de litio reforzado con óxido de zirconio tratada con tres sistemas diferentes de pulido intraoral de los fabricantes Garrison, Ultradent y Jota. Las probetas fueron cerámicas Celtra Duo (Dentsply Sirona), fresadas mediante CAD/CAM en una unidad CEREC, y luego glaseadas. Las probetas glaseadas fueron desgastadas con una fresa de carburo para simular un ajuste oclusal en una restauración dental y luego tratadas con los distintos sistemas de pulido intraoral. Se realizaron procedimientos de pulido en dos intervalos de 40s cada uno. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante pruebas T de Student. Los tres sistemas lograron reducir significativamente la rugosidad de la superficie fresada al término del primer intervalo de pulido, con diferencias significativas entre los tres sistemas. Además, se pudo observar que al término del segundo intervalo, dos sistemas consiguieron superficies lisas similares, pero más tersas que el tercer sistema de pulido. Ninguno de los sistemas logró recuperar la lisura original de la superficie glaseada de la cerámica. Finalmente, las diferencias significativas de un intervalo al siguiente, sugieren que la rugosidad superficial puede perfeccionarse extendiendo el tiempo de pulido; no obstante, el incremento de tiempo de pulido puede influir en la vida útil de los instrumentos intraorales y en el tiempo de trabajo. En consecuencia, el tiempo necesario para alcanzar una lisura óptima en cada sistema debe considerarse como una dimensión de desempeño clave para futuras investigaciones comparativas sobre sistemas de pulido intraorales.

**Palabras clave:** Instrumentos intraorales, cerámica dental, rugosidad superficial, pulido de cerámica, glaseado.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the surface roughness of zirconia-reinforced lithium silicate ceramics treated with three different intraoral polishing systems from the manufacturers Garrison, Ultradent and Jota. The specimens were Celtra Duo ceramics (Dentsply Sirona) modeled by CAD/CAM in a CEREC unit, and then glazed. The glazed specimens were worn out with a diamond bur to simulate an occlusal adjustment in dental restorations and then treated with the different intraoral polishing systems. Polishing procedures were performed at two intervals of 40s each. Data was statistically analyzed using Student T-tests. All three systems managed to significantly reduce the roughness of the milled surface at the end of the first polishing interval, with significant differences between the three systems. In addition, it was observed that, at the end of the second interval, two systems achieved similar surface roughness, but smoother than the third system. None of the systems managed to recover the original roughness of the glazed ceramic surface. Finally, significant differences from one interval to the next suggest that surface roughness can be further reduced by extending polishing time; however, the increase in polishing time can influence the service life of intraoral instruments and working time. Consequently, the time needed to achieve optimal smoothness in each system should be considered as a key performance aspect in future research on intraoral polishing systems.

**Keywords:** Dental ceramics, polishing, surface roughness, intraoral instruments.

## TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	12
1.1	Introducción .....	12
1.2	Justificación .....	12
1.3	Pregunta de investigación .....	13
1.4	Hipótesis: .....	13
1.5	Objetivo General .....	13
	Objetivos Específicos.....	14
2	REVISIÓN DE LA LITERATURA .....	14
2.1	Cerámica .....	14
2.2	Clasificación de las cerámicas dentales .....	15
2.3	Sistemas CAD/CAM.....	17
2.4	Cerámica de silicato de litio reforzado con óxido de zirconio.....	18
2.5	Rugosidad .....	20
2.6	Propiedades mecánicas y físicas de las cerámicas .....	21
2.6.1	Resistencia a la flexión .....	21
2.6.2	Tenacidad de Fractura. ....	21
2.7	Desgaste de esmalte opuesto a distintos materiales .....	22
2.8	Estabilidad del color en restauraciones.....	23
2.9	Ajuste oclusal de cerámica con fresas de diamante .....	24
2.10	Pulido de superficies cerámicas .....	26
2.11	Pulido vs. glaseado.....	27
2.12	Sistemas de pulido .....	29
2.12.1	Pasta diamantada. ....	30
2.12.2	Sistemas de pulido extraorales. ....	31
2.12.3	Sistemas de pulido intraorales. ....	31
3	METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	34
3.1	Tipo de investigación.....	34

3.2	Población.....	34
3.3	Muestra de estudio .....	35
3.4	Criterios de inclusión .....	37
3.5	Criterios de exclusión .....	37
3.6	Materiales y equipos .....	37
3.7	Metodología .....	41
3.7.1	Preparación de probetas experimentales.....	41
3.7.2	Ajuste y pulido de superficies. ....	44
3.7.3	Determinación de la rugosidad. ....	49
4	RESULTADOS.....	52
5	CONCLUSIONES .....	67
6	RECOMENDACIONES .....	68
7	REFERENCIAS .....	69
8	ANEXOS.....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.- Materiales dentales utilizados en sistemas CAD/CAM (adaptado de Abad, 2017) .....</i>	16
<i>Tabla 2.- Dimensiones de probetas .....</i>	34
<i>Tabla 3.- Lista de materiales y equipos .....</i>	38
<i>Tabla 4.- Rugosidad promedio por sistema de pulido y paso de la prueba .....</i>	53
<i>Tabla 5.- Resumen de pruebas T para el sistema de pulido Jota.....</i>	56
<i>Tabla 6.- Resumen de pruebas T para el sistema de pulido Garrison .....</i>	57
<i>Tabla 7.- Resumen de pruebas T para el sistema de pulido Ultradent .....</i>	58
<i>Tabla 8.- Resumen de pruebas T para superficie glaseada .....</i>	60
<i>Tabla 9.- Resumen de pruebas T para superficie con desgaste .....</i>	61
<i>Tabla 10.- Resumen de pruebas T para superficie pulida durante 40s.....</i>	62
<i>Tabla 11.- Resumen de pruebas T para superficie pulida durante 40s adicionales.....</i>	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.- Probetas de cerámica de silicato de litio reforzado con óxido de zirconio .....</i>	35
<i>Figura 2.- Identificación de caras en probetas .....</i>	36
<i>Figura 3.- Bloque de cerámica nuevo incluido en el estudio.....</i>	37
<i>Figura 4.- Bloque antes (izquierda) y después (derecha) del fresado en CAD/CAM .....</i>	42
<i>Figura 5.- Configuración de programa de cocción del glaseado en el horno .....</i>	43
<i>Figura 6.- Desgaste con fresa laminada .....</i>	46
<i>Figura 7.- Pulido con sistema Jota .....</i>	47
<i>Figura 8.- Pulido con sistema Garrison.....</i>	48
<i>Figura 9.- Pulido con sistema Ultradent.....</i>	49
<i>Figura 10.- Sensor midiendo rugosidad en superficie del bloque pulido .....</i>	50
<i>Figura 11.- Lectura de rugosidad aritmética Ra.....</i>	51
<i>Figura 12.- Rugosidad promedio por sistema de pulido y paso de la prueba .....</i>	53
<i>Figura 13.- Rugosidad Ra en la prueba con el sistema de pulido Jota .....</i>	56
<i>Figura 14.- Rugosidad Ra en la prueba con el sistema de pulido Garrison.....</i>	57
<i>Figura 15.- Rugosidad Ra en la prueba con el sistema de pulido Ultradent.....</i>	58
<i>Figura 16.- Rugosidad Ra en glaseado .....</i>	60
<i>Figura 17.- Rugosidad Ra en superficie con desgaste.....</i>	61
<i>Figura 18.- Rugosidad Ra en superficie pulida durante 40s .....</i>	62
<i>Figura 19.- Rugosidad Ra en superficie pulida durante 40s adicionales .....</i>	63
<i>Figura 20.- Porcentaje de reducción promedio de la rugosidad en la primera etapa de pulido respecto de la superficie con desgaste.....</i>	65
<i>Figura 21.- Porcentaje de reducción promedio de la rugosidad final respecto de la superficie con desgaste.....</i>	65

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Introducción

Las cerámicas CAD/CAM libres de metal en la actualidad son cada vez más populares como una opción, en especial para la zona anterior por sus sobresalientes cualidades estéticas y sus propiedades ópticas inigualables como la translucidez, mimetizándose de una manera óptima con los dientes naturales, brindan alta resistencia a la fractura y presentan excelente biocompatibilidad. Además de presentar la gran ventaja de ser realizada en consultorio odontológico en una sola cita, disminuyendo así drásticamente el número de citas. Están indicadas para coronas, carillas e incrustaciones con o sin recubrimiento cuspídeo. (Mustafa M, 2016) (Amaya-Pajares S, 2016) (Pradíes G, 2017).

Luego del fresado de las restauraciones, éstas pasan por un proceso de glaseado o pulido mecánico que brindan una superficie suave, lisa y brillante que brinda un sinnúmero de comprobadas ventajas. (Da Silva T, 2014) (Carrabba M, 2016).

Sin embargo, antes de la cementación o después de la misma, la restauración podría ser sometida a ajuste oclusal con fresas de diamante, causando una superficie rugosa que permitirá la acumulación de placa bacteriana, la disminución de resistencia a la fractura y el desgaste de los dientes antagonistas, siendo entre otras las desventajas más comunes. (Vieira A, 2013) (Da Silva T, 2014).

### 1.2 Justificación

El clínico, luego de la cementación de una restauración debe chequear la oclusión y realizar un ajuste oclusal para eliminar los puntos altos de contacto en el caso de presentarse, puesto que son interferencias que impiden o estorban los movimientos

armoniosos de la articulación témporo-mandibular, pudiendo tener en el futuro inmediato o mediato repercusiones disfuncionales en los diferentes componentes del sistema gnático como son los dientes, periodonto, el sistema neuromuscular.

Cuando se realiza este ajuste, comúnmente con fresas de diamante, la superficie de la cerámica ya no se presenta lisa, por el contrario, exhibe un alto grado de rugosidad que va a dar como resultado la acumulación de placa bacteriana, menor resistencia a la propagación de grietas y el desgaste de dientes antagonistas, entre otras.

En el mercado existen varias marcas de sistemas de pulido intraoral y es importante conocer su protocolo de uso y cuál de estos sistemas permite obtener una superficie pulida con menor rugosidad en las cerámicas de silicato de litio reforzado con óxido de zirconio.

### **1.3 Pregunta de investigación**

¿Existen diferencias significativas en el desempeño de los distintos sistemas de pulido intraoral aplicados en cerámicas de silicato de litio reforzado con óxido de zirconio?

### **1.4 Hipótesis:**

La diferencia entre la lisura proporcionada por los diferentes sistemas de pulido intraoral aplicados en cerámicas de silicato de litio reforzado con óxido de zirconio y la superficie glaseada en el laboratorio serán significativas.

### **1.5 Objetivo General**

El presente estudio tiene como objetivo comparar el grado de tersura superficial obtenido en cerámicas de silicato de litio reforzadas con óxido de zirconio usando tres sistemas de pulido intraoral diferentes, mediante pruebas *in-vitro*.

### **Objetivos Específicos**

- Conocer los protocolos vigentes para los sistemas de pulido intraoral para cerámicas de silicato reforzadas con óxido de zirconio y el método para medir la rugosidad superficial.
- Ejecutar pruebas de pulido intraoral mediante tres sistemas diferentes de pulido intraoral sobre el mismo tipo de cerámica, comparar la rugosidad resultante de éstos y de una probeta de control.

## **2 REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **2.1 Cerámica**

La demanda de una mayor estética en restauraciones ha dado como resultado un creciente uso de materiales totalmente cerámicos (Vichi A, 2018). Las restauraciones libres de metal fueron introducidas en 1960 y evolucionaron a lo largo de las décadas siguientes. La cerámica dental puede imitar los dientes naturales debido a sus excelentes propiedades de translucidez y fluorescencia, además de las propiedades físicas, biocompatibilidad, baja conductividad térmica, resistencia al desgaste y estabilidad de color. (Pradíes G, 2017) (Mustafa M, 2016) (Amaya-Pajares S, 2016) (Vieira A, 2013)

Sin embargo, también presenta desventajas tales como el desgaste de los dientes antagonistas y baja resistencia flexural (Vichi A, 2018). Se la utiliza comúnmente en la mayoría de restauraciones fijas, como coronas, incrustaciones y carillas (Vieira A, 2013). Las cerámicas más utilizadas son las monolíticas pues comparadas con las de recubrimiento tienen mayor resistencia flexural, menor costo y menos desgaste de las piezas antagonistas (Amaya-Pajares S, 2016).

La literatura mediante ensayos clínicos ha concluido que presentan una tasa de supervivencia para coronas unitarias del 97.4%-100% de dos años aproximadamente (Mohammadibassir M, 2017). Sin embargo, las propiedades biomecánicas y la aspereza superficial de la cerámica pueden alterarse con el paso del tiempo debido a un medio bucal agresivo, caracterizado por pH bajos (ácidos) por el consumo de bebidas acidificantes, y la presencia de saliva y de placa, factores y condiciones que alteran la aspereza superficial de la cerámica con el paso del tiempo (Pradíes G, 2017).

Tradicionalmente, a las porcelanas se las ha utilizado como material de revestimiento de estructuras metálicas que proporcionan excelentes propiedades físicas, además han sido ampliamente utilizadas en varios procedimientos de rehabilitación como prótesis parcial fija unitaria y plural (Vieira A, 2013). La mayoría de las estructuras totalmente cerámicas son prensadas con calor o procesadas por CAD/CAM y los materiales utilizados comúnmente son a base de disilicato de litio y dióxido de zirconio. La cerámica feldespática es aún utilizada como revestimiento por sus óptimas propiedades ópticas y estética similar a la de los dientes naturales (Pradíes G, 2017).

## **2.2 Clasificación de las cerámicas dentales**

Los materiales dentales utilizados para los sistemas CAD/CAM se dividen en tres grupos según su composición: los materiales de base cerámica, los de base polimérica y los materiales híbridos (Abad, 2017). Estos grupos se resumen en la siguiente tabla:

*Tabla 1.- Materiales dentales utilizados en sistemas CAD/CAM (adaptado de Abad, 2017)*

<b>Tipos</b>	<b>Composición química</b>	<b>Subgrupos o Ejemplos</b>
Base cerámica	Cerámicas con matriz vítreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. cerámicas feldespáticas</li> <li>b. cerámicas sintéticas (incluidos los materiales que presentan alta resistencia con leucita, silicato de litio y disilicato de litio)</li> <li>c. cerámicas de óxido que serán infiltradas con vidrio (p.ej. alúmina, alúmina con magnesio, y alúmina y zirconia).</li> </ul>
	Cerámicas policristalinas no metálicas sin contenido de fase vítreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. alúmina</li> <li>b. zirconia (u óxido de zirconio) estabilizada</li> <li>c. alúmina reforzada con zirconia</li> <li>d. zirconia reforzada con alúmina</li> </ul>
Base Polimérica	Composición inorgánica y microestructura diversa.	N/A
Materiales	Matriz de cerámica	N/A

Tipos	Composición química	Subgrupos o Ejemplos
híbridos	infiltrada con material polimérico (“materiales cerámicos resinosos con una matriz interpenetrante”, IPN por sus siglas en inglés)	

Los materiales IPN fueron materiales desarrollados para imitar las características de composites y cerámicas, cuyo objetivo además era la de disminuir sus desventajas. La principal ventaja de estos materiales comparados con las cerámicas es que causan menor desgaste sobre los dientes antagonistas (Abad, 2017). Sin embargo, como con cualquier otro material restaurador, tiene algunas desventajas como la fragilidad bajo superficie de estrés, friabilidad antes de la cementación y desgaste potencial de sus antagonistas, ya sean dientes naturales o restauraciones (Vieira A, 2013).

### 2.3 Sistemas CAD/CAM

La tecnología de diseño y fabricación asistida por computadora (CAD/CAM por sus siglas en inglés) fue lanzada por primera vez en el año de 1980. Este tipo de tecnología digital aplicada a la odontología puede funcionar mediante dos vías: la primera y la más convencional es enviar la información a un laboratorio dental y éste mediante un flujo de trabajo, envía la restauración terminada y la segunda es realizar todo el flujo de trabajo en el consultorio, lo que se denomina “*chairside*”, con la ventaja de que el paciente obtendrá

la restauración definitiva el mismo día. Entre los sistemas más comunes del flujo “*chairside*” está el sistema CEREC (Sirona, Bernsheim, Alemania), siendo éste el sistema de referencia para este tipo de procedimiento (Carrabba M, 2016) (Pradíes G, 2017). Estos sistemas tienden a ser menos costosos, más fáciles de usar y tienen una alta precisión; mejorando así el rendimiento clínico usando restauraciones totalmente cerámicas (Carrabba M, 2016).

Los materiales fresados por CAD/CAM permiten combinar las ventajas de restauraciones sin metal, como son la biocompatibilidad, durabilidad y alta estética, con las ventajas de la tecnología asistida por computadora, incluida la reducción de pasos clínicos, menor tiempo de fabricación y menor costo (Carrabba M, 2016).

#### **2.4 Cerámica de silicato de litio reforzado con óxido de zirconio**

El bloque Celtra Duo de silicato de litio reforzado con óxido de zirconio (ZLS, por sus siglas en inglés) utilizado para la fabricación de restauraciones mediante unidades de fresado CAD/CAM, tales como CEREC o INLAB, de Dentsply Sirona. El material es altamente resistente y translúcido, presentado en color dentario y totalmente cristalizado, por lo que es usado para fabricar restauraciones de apariencia estética. Opcionalmente, pueden aplicarse tintes (maquillaje) y glaseados sobre las restauraciones de Celtra Duo. Su fabricante, Dentsply Sirona, afirma que su resistencia a la flexión por el método de ensayo de tres puntos y por el método biaxial es de 210 y 413 MPa, respectivamente, y que un ciclo de cocción puede aumentarla a 370 ó 560MPa, respecto de los métodos de ensayo ya mencionados. (Dentsply Sirona, 2021) Este material está altamente indicado para incrustaciones con o sin recubrimiento cuspídeo, carillas, y coronas unitarias (Abad, 2017).

La composición de esta cerámica vítrea de silicato de litio, cuyos cristales tienen un diámetro de 500 a 700 nm, incluye dióxido de sílice, fosfatos, alúmina, litio, óxido de terbio, cerio, más un 10% al volumen de dióxido de zirconio homogéneamente disuelto en la matriz vítrea de fina estructura (Abad, 2017).

El silicato de litio reforzado con óxido de zirconio ( $ZrO_2$ , también conocido como dióxido de zirconio o “zirconia”) es un material exclusivamente fresado por CAD/CAM, presenta características importantes de estética, física y mecánica, comparado con el disilicato de litio. Ambos materiales son químicamente diferentes. El silicato de litio presenta una versión mejorada de resistencia a la flexión de 420 MPa mientras que el disilicato de litio presenta una resistencia de 360 MPa después de ser cristalizado, además posee excelentes características de translucidez, fluorescencia y opalescencia (Kanat-Erturk, 2019).

Este tipo de cerámicas están especialmente indicadas para restauraciones monolíticas. Una vez fresadas, las restauraciones presentan una textura áspera, por lo que es importante el pulido y el acabado antes de la entrega (Kanat-Erturk, 2019).

La cerámica de silicato de litio reforzada con óxido de zirconio completamente cristalizada se puede cementar después del fresado, el glaseado o el pulido, mientras que la cerámica de vidrio precristalizada requiere un proceso adicional de cocción de cristalización combinado con glaseado, o pulido para alcanzar sus propiedades estéticas y físicas (Kanat-Erturk, 2019) (Alp G., 2019).

## 2.5 Rugosidad

La aspereza o rugosidad se refiere a una irregularidad fina de superficies medida como una longitud de onda corta de alta frecuencia en micrómetros. Según Bollenl y colaboradores (citado por Ho *et al*, 2017), para obtener una baja adherencia bacteriana en las cerámicas, el valor promedio de la rugosidad debe ser menor a  $0,2\mu\text{m}$ . Sin embargo, la literatura indica que la rugosidad en el esmalte dental intacto es de  $40\text{-}65\mu\text{m}$  (Mohammadibassir M, 2017).

La textura, suavidad y calidad de la superficie de un material de restauración son importantes para garantizar tanto el aspecto estético deseado como el éxito clínico a largo plazo, porque las superficies rugosas favorecen tanto la decoloración, acumulación de placa bacteriana, y el desgaste sobre los materiales de restauración o dientes naturales antagonistas, así como la percepción táctil del paciente. Se ha reportado que las superficies bien terminadas causan menos problemas mecánicos y estéticos al proporcionar un material con translucidez y color, así como superficies más resistentes, más brillantes y estables (Alp G., 2019).

Las propiedades biomecánicas y las cualidades de las superficies externas de los materiales pueden ser afectadas por el medio oral agresivo como la presencia de saliva con un pH ácido, el consumo de bebidas ácidas y acumulación de placa bacteriana, lo que puede alterar la superficie de la cerámica no glaseada a lo largo del tiempo. Esto también puede ser el resultado de procedimientos técnicos durante el flujo de trabajo de las restauraciones, principalmente cuando se realiza el ajuste oclusal con una fresa de diamante, luego de su cementación, ya que el tamaño del grano de la fresa, la presión que

se aplica, la velocidad y la duración inciden en el grado de rugosidad de la cerámica. Estas alteraciones intraorales reducen el espesor de la cerámica eliminando la capa glaseada y dejando una capa más rugosa, que en consecuencia reduce la resistencia a la fractura de la restauración. La rugosidad de la cerámica de recubrimiento se considera una de las razones más importantes de falla en cerámicas (Pradíes G, 2017).

## **2.6 Propiedades mecánicas y físicas de las cerámicas**

### **2.6.1 Resistencia a la flexión.**

Esta propiedad mecánica indica la resistencia de un material a la falla por la deformación provocada por una carga de flexión en un cuerpo de prueba en un ensayo de laboratorio. El ensayo consiste en aplicar cargas puntuales sobre una probeta prismática de sección rectangular o circular que descansa sobre dos puntos de apoyo. Las cargas son transversales al eje longitudinal de la probeta, lo que causa un efecto de compresión en la cara que recibe la carga, y tracción (o tensión) en la cara opuesta. El efecto combinado de la compresión y tracción que provoca que la probeta fleje es lo que se conoce como “flexión” (Abad, 2017).

Según el autor, un material se somete a fuerzas de compresión, tracción y cizallamiento. Sin embargo, en la cavidad oral la combinación de fuerzas dinámicas es más compleja y un material puede tener un comportamiento diferente ante ellas, por lo que el material se puede fatigar con menores cargas de las que se esperaban (Abad, 2017).

### **2.6.2 Tenacidad de Fractura.**

Es la propiedad de un material que le da la capacidad de propagar grietas cuando está sometido a diferentes fuerzas. “Cuanto menor es la tenacidad a la fractura, mayor es la

fragilidad de un material y, por tanto, menor es la fiabilidad clínica de la restauración realizada” (Abad, 2017).

## **2.7 Desgaste de esmalte opuesto a distintos materiales**

Lawson indica que la mayoría de los autores han coincidido en que el desgaste del esmalte ocluyendo con óxido de zirconio y disilicato de litio es menor que con cerámica de revestimiento y relativamente equivalente al desgaste que se produce esmalte-esmalte. (Lawson N, 2014).

Esquivel-Upshaw y colaboradores, luego de un estudio de 3 años de observación de desgaste de esmalte ocluyendo con cerámicas de alta resistencia, concluyeron que el desgaste es menor cuando el esmalte ocluye con disilicato de litio que con cerámica de revestimiento (Esquivel-Upshaw, citado por Lawson N, 2014).

Sin embargo, un estudio de 2 años de Etman y colaboradores en el 2008, mostraron menos desgaste en esmalte ocluyendo con porcelana de revestimiento que con disilicato de litio ajustado y pulido (Etman, citado por Lawson N, 2014).

Stober y colaboradores midieron el desgaste que se produjo en dientes naturales ocluyendo con óxido de zirconio y ocluyendo con dientes naturales. Las restauraciones fueron pulidas, glaseadas, ajustadas y re glaseadas en el horno, en un estudio clínico de 6 meses. Los resultados que se encontraron fueron, mayor desgaste en los dientes naturales que ocluían con coronas de óxido de zirconio que los comparados con dientes naturales. (Stober, citado por Lawson N, 2014)

## **2.8 Estabilidad del color en restauraciones.**

Para garantizar el éxito y la durabilidad en el tiempo de las restauraciones, no solo son importantes las propiedades estéticas y mecánicas, sino la estabilidad del color en las cerámicas. La decoloración, o también llamada disminución de la translucidez, tiene múltiples causas como pigmentaciones por bebidas con contenido altamente cromático o condiciones intraorales que dan como resultado la insatisfacción estética de las restauraciones cerámicas (Kanat-Erturk, 2019).

Según el estudio realizado por Burcú, se presentaron resultados positivos en probetas de silicato de litio reforzado con óxido de zirconio, que estaban glaseadas y pulidas con sistemas intraorales: los sumergieron en bebidas pigmentantes como té y café llegaron a la conclusión, con respecto al pulido de los dos bloques de las cerámicas, que el cambio de color era bastante aceptable clínicamente (Burcú, citado por Kanat-Erturk, 2019).

Los cambios de color a lo largo de la vida funcional de las restauraciones afectan negativamente tanto a su supervivencia como su calidad, por lo tanto, los materiales de restauración deben ser resistentes a las manchas para un uso satisfactorio a largo plazo. También se requiere un conocimiento exhaustivo para la selección del material para cada caso en particular, el conocimiento sobre la translucidez de los materiales de restauración tiene mucha importancia para su éxito clínico, especialmente cuando se rehabilitan dientes con pigmentaciones. Por lo tanto, se requiere conocimiento de la translucidez y la estabilidad del color de la vitrocerámica ZLS para lograr el éxito clínico (Alp G., 2019).

La vitrocerámica ZLS contiene 56% - 64% de vidrio, que no cambia después de la cristalización. Una posible explicación para no encontrar diferencias de color es la

estabilidad del color del material con diferentes tipos de acabado superficial, que puede atribuirse a la homogeneidad de estructura de ZLS cristalizado (Alp G., 2019).

Subasi y colaboradores informaron que los cambios de color en la cerámica de vidrio ZLS se vieron significativamente afectados por su espesor (0.5, 0.7 y 1mm), por lo que la cerámica de vidrio ZLS con espesor de 0.5mm exhibió cambios de color inaceptables (Subasi, citado por Alp G., 2019).

El disilicato de litio presentó una mayor estabilidad de color cuando era comparada con el silicato de litio reforzado con óxido de zirconio, en un estudio que se realizó, sumergiendo las cerámicas en bebidas pigmentantes como café, té y vino, durante dos meses. (Da Silva, citado por Kanat-Erturk, 2019).

## **2.9 Ajuste oclusal de cerámica con fresas de diamante**

El ajuste oclusal es un procedimiento intraoral que consiste en ajustar de manera irreversible los puntos altos de los dientes, para mejorar el contacto oclusal. Por ser una técnica que desgasta la superficie de los dientes, debe ser precisa y se deberá respetar sus indicaciones para poder cumplir los objetivos del tratamiento. Está indicado para mejorar el tratamiento de trastornos temporomandibulares y para terminar procedimientos en el que involucra importantes modificaciones oclusales. (Okeson, 2008, pág 589).

Después de realizar el ajuste oclusal con fresas de diamante, la superficie cerámica se vuelve rugosa y extremadamente abrasiva, producto de la eliminación de la capa de glaseado superficial, posiblemente siendo la causa de la abrasión en los dientes antagonistas, fatiga en los materiales restauradores de la arcada opuesta, promoviendo a su

vez la retención de la capa de *biofilm* y, por consiguiente producirá irritación de los tejidos blandos, tinción del material de restauración, por lo tanto, estética insatisfecha del paciente y menor resistencia a la propagación de grietas . (Vieira A, 2013) (Da Silva T, 2014).

Estudios han evaluado los efectos de diferentes técnicas de acabado y pulido sobre la superficie rugosa de los materiales restauradores como procedimiento posterior al ajuste oclusal. La agresividad y potencial del desgaste producido por algunos materiales está más correlacionado con el tipo de material, estructura superficial, rugosidad o factores del medio bucal (Amaya-Pajares S, 2016). Por ejemplo, Ahmad y colaboradores al indicaron que, siempre que se cumpla las indicaciones mencionadas por el fabricante en lo que respecta a tiempo y fuerza aplicada a la cerámica, durante su ajuste, este no afectará a las propiedades mecánicas de las restauraciones cerámicas (Mohammadibassir M, 2017). Por otro lado, Segui y colaboradores indicaron que, al realizar la selección de la cerámica, esta debe presentar un desgaste similar al del esmalte dental. Concluyeron que la superficie rugosa determina la fuerza de un material cerámico. Por lo tanto, mientras más lisa es la superficie de la cerámica, más fuerte será (Amaya-Pajares S, 2016).

Por lo tanto, el acabado directo y procedimiento de pulido en la superficie de la restauración ha sido ampliamente utilizado por vía intraoral y se puede realizar con gomas abrasivas, discos de óxido de aluminio o fieltro y discos de goma junto con pulido de pastas de diamante (Pradíes G, 2017). Este procedimiento produce más uniformidad de la superficie, ahorra tiempo de trabajo y se usa después del glaseado realizado en el laboratorio para eliminar el brillo excesivo, creando una superficie más natural de la restauración (Vieira A, 2013).

### **2.10 Pulido de superficies cerámicas**

Las cerámicas tratadas con fresas de diamante por ajuste oclusal presentan superficies rugosas que requieren acabado y pulido para obtener una suave superficie cerámica que por estética, comodidad del paciente y aspectos biológicos, es fundamental. Las manchas y la acumulación de placa son más notorias en superficies rugosas, aumentando también la predisposición a enfermedades periodontales, además de provocar desgaste de los dientes antagonistas, se ha comprobado que causa fragilidad de la cerámica pudiendo llevar a fisuras y fracturas (Carrabba M, 2016) (Da Silva T, 2014).

Según Mohammadibassir, el pulido es un procedimiento fácil, simple y tiene la gran ventaja que se lo puede lograr en una sola sesión. Actualmente las restauraciones CAD/CAM son pulidas por los clínicos en el consultorio (Mohammadibassir M, 2017).

Amaya-Pajares y colaboradores, arrojaron en su estudio *in vitro* resultados evidenciando que el pulido de los materiales cerámicos disminuye su rugosidad superficial por lo tanto reduce el desgaste del tejido antagonista (Amaya-Pajares S, 2016).

Existen varios estudios que indican que cuando se realiza el pulido con sistemas intraorales se puede lograr una superficie clínicamente similar a la glaseada (Pradíes G, 2017). Actualmente existen algunos métodos de acabado y pulido cerámico, que usan gomas abrasivas, discos de óxido de aluminio o fieltro, siliconas y discos de hule, con pastas diamantadas (Vieira A, 2013). Cabe mencionar que la necesidad del enfriamiento con agua de la jeringa triple es muy importante para evitar su calentamiento y la aparición de microfisuras en la cerámica o dolor de la pieza natural que está siendo pulida por la

transmisión de calor excesivo debido a la fricción, además de la prevención de pulpitis que podría ser irreversible si no es atendida a tiempo (Kwon, y otros, 2013).

El pulido de las superficies oclusales de cerámica también será primordial, al ser expuestas a bebidas carbonatadas o fluoruro de fosfato acidulado, o después de la extracción de brackets de ortodoncia cementados sobre restauraciones cerámicas. Teniendo en cuenta todo lo anterior, los procedimientos de acabado y pulido son efectivos para restauraciones cerámicas (Mohammadibassir M, 2017).

### **2.11 Pulido vs. glaseado**

Estos son dos métodos diferentes para lograr una superficie lisa y suave disminuyendo así los efectos adversos que se manifiestan con un alto grado de rugosidad (Da Silva T, 2014). El glaseado o pulido de la cerámica permiten que las superficies sean más suaves y lisas, mejorando la biocompatibilidad de la restauración, minimizando la incidencia de complicaciones biológicas como la retención de placa bacteriana, y disminuyendo además el desgaste del esmalte en dientes antagonistas. También, brindan un buen acabado de las superficies que conduce a disminuir los problemas técnicos y estéticos porque el material se vuelve más resistente, más brillante, y presenta una buena estabilidad de color (Vichi A, 2018).

Existen estudios que resaltan diferencias entre pulido y glaseado. Por ejemplo, Sulik concluye que es más efectiva la buena condensación de las cerámicas y excelentes condiciones del horno comparadas con realizar un pulido, ya que las porosidades de la cerámica no se eliminan por completo con el pulido (Sulik, citado por Vichi A, 2018). Además, aunque hay estudios que indican que cuando se realiza pulido con sistemas

intraorales se puede lograr una superficie clínicamente similar a la glaseada (Pradíes G, 2017), Vieira y colaboradores probaron distintos sistemas de pulido y acabado y ninguno fue capaz de lograr una superficie de acabado tan lisa como las que se obtiene con el proceso de glaseado, como demostraron en un estudio realizado con cerámicas VITA (Zahnfabrik) (Vieira A, 2013).

En la literatura existen numerosos estudios que comparan el glaseado y también el pulido intraoral, varios muestran buenos resultados en lo relativo al tratamiento de la rugosidad. Sin embargo, aún no existe un consenso establecido que indique que el glaseado es mejor que el pulido o viceversa respecto de otras propiedades de la superficie de la restauración (Da Silva T, 2014).

Estudios han comparado superficies pulidas y glaseadas, así como el desgaste producido sobre dientes antagonistas, la resistencia a la flexión y estabilidad del color. Por ejemplo, Esquivel-Upshaw y colaboradores (2013) concluyeron que el disilicato de litio, pulido o glaseado después del ajuste oclusal, causó menor desgaste para dientes antagonistas que las cerámicas de revestimiento después tres años (Esquivel-Upshaw, citado por Lawson.2014). No obstante, según Kumchai y colaboradores, afirman que aunque se conoce que el glaseado provoca menor desgaste de esmalte en dientes antagonistas, este provoca grietas en las porcelanas feldespáticas, por lo tanto, disminuye la resistencia a la flexión (Kumchai H, 2018).

Por otro lado, según Alp y colaboradores (2019), el tipo de acabado superficial no afecta el cambio de color de la cerámica de silicato de litio reforzado con óxido de zirconio (Alp G., 2019). Yener y colaboradores (2011), citados por Kumchai y colaboradores

(2018), realizaron un estudio en el que compararon la resistencia a la flexión con 3 tipos de cerámica diferentes con y sin glaseado y determinaron que el glaseado disminuye significativamente la resistencia a la flexión de todos los sistemas que se compararon, ya que al llevar a la cerámica terminada al modo *glaze*, la temperatura del horno llevará a su punto de fusión y, por lo tanto, dependiendo del tiempo recomendado por el fabricante, la superficie externa de la cerámica se vitrificará, siendo la explicación de la ausencia de poros (Kumchai H, 2018).

## **2.12 Sistemas de pulido**

Según Da Silva, los sistemas de pulido se han convertido en un tema muy controversial en la literatura, algunos estudios indican que la superficie final que brindan los sistemas de pulido no se compara a la superficie que proporciona el glaseado. Además, otros autores han manifestado que los sistemas de pulido no tienen la capacidad de mostrar niveles de pulido similares al glaseado (Da Silva T, 2014).

Según Vichi y colaboradores, para disminuir la rugosidad y producir el brillo más alto, en cerámicas de sistemas CAD/CAM el procedimiento más efectivo de acabado y pulido debe ser durante 60 segundos con pasta diamantada (Vichi A, 2018), manteniendo una constante irrigación de agua con la jeringa triple, con el fin de disminuir el sobrecalentamiento y evitar consecuencias irreversibles en la pulpa. Como se mencionó anteriormente, el enfriamiento con agua de la jeringa triple es necesario para evitar su calentamiento y la aparición de microfisuras en la cerámica o de dolor de la pieza que está siendo pulida debido a la transmisión de calor excesivo por la fricción, además de la

prevención de pulpitis que podría ser irreversible si no es atendida a tiempo (Kwon, y otros, 2013).

Existen diferentes sistemas de pulido de consultorio dental o *chairside* que son recomendados para restauraciones cerámicas. Sin embargo, entre toda la variedad de materiales cerámicos y sistemas de pulido disponibles, no está claro cuál sistema puede proporcionar una superficie igual o mejor que la inicial anterior al ajuste (Amaya-Pajares S, 2016).

Las superficies de una restauración pueden ser terminadas utilizando diversas técnicas de glaseado y pulido. Aunque los fabricantes recomiendan diferentes procedimientos de glaseados combinados con cristalización o después de la cristalización y pulido para las cerámicas de vidrio ZLS, aún no está claro si el glaseado combinado con cristalización o después de la cristalización o pulido es más apropiado en estabilidad del color, translucidez y textura superficial (Alp G., 2019).

### **2.12.1 Pasta diamantada.**

Según su fabricante la pasta diamantada está indicada para pulir cerámicas, composites, esmalte dental, su contenido es diamante extrafino micronizado de 2 a 4 micras. Entre las ventajas y beneficios que presenta se destacan: la versatilidad para utilizarse con varios materiales, no presenta ingredientes tóxicos, es soluble en el agua lo que indica que es fácil de eliminarse cuando el pulido se ha terminado, su nivel de viscosidad es medio por lo tanto fácil de colocarlo, además no se escurre al manipularlo (FGM Productos Odontológicos, 2021).

Según Burcú y colaboradores, la pasta de pulido condujo a una disminución de la variación del color en cerámicas de silicato de litio reforzado con óxido de zirconio y disilicato de litio que estaban sometidos durante 2 meses a bebidas altamente tincionantes como el té y café (Burcú, citado por Kanat-Erturk, 2019).

### **2.12.2 Sistemas de pulido extraorales.**

Son instrumentos usados en el laboratorio, hechas de diamante grueso y piedras abrasivas, operan a una velocidad recomendada por el fabricante de 7.000-10.000rpm con una presión suave manual con piezas de baja velocidad y están indicados para pulir contactos proximales, oclusales y cúspides (Ultradent, 2017).

### **2.12.3 Sistemas de pulido intraorales.**

Para resolver los problemas de una superficie rugosa, el acabado directo y procedimiento de pulido en la superficie de una restauración ha sido ampliamente utilizado por vía intraoral, y se puede realizar con gomas abrasivas, discos de óxido de aluminio o fieltro y silicona, discos de goma, junto con pulido de pastas de diamante. Este procedimiento produce más uniformidad en la superficie, ahorra tiempo de trabajo y se usa después del glaseado para eliminar el brillo excesivo, creando así una apariencia más natural en la restauración de cerámica (Da Silva T, 2014).

Varios estudios que se han realizado han llegado a la conclusión, junto con una revisión sistemática, que el óxido de zirconio causa un menor desgaste en el esmalte antagonista cuando está sometido a pulido que cuando está glaseado (Lawson N, 2014).

#### 2.12.3.1 Sistema de pulido Ultradent.

Según el manual de Ultradent, este sistema de pulido intraoral está indicado para todo tipo de cerámicas como el disilicato de litio incluido óxido de zirconio. Están diseñados con un grano de diamante fino y se compone de diferentes piezas como puntas puntiagudas y copas pequeñas, además de fresas de acabado de diamante de forma de balón y cilíndrica punta redonda para facilitar el trabajo al odontólogo. Entre los beneficios que afirma el fabricante está el de brindar una apariencia natural y aspecto liso con un alto grado de brillo en las restauraciones definitivas (Ultradent, 2017).

#### 2.12.3.2 Sistema de pulido Garrison.

Según esta casa comercial, es un sistema de pulido intraoral de diamante de tres pasos y está indicado para óxido de zirconio y disilicato de litio. Afirman que estas puntas son ideales para realizar pulido intraoral en el consultorio luego de que estas restauraciones son sometidas a un protocolo de ajuste en carillas, coronas e incrustaciones. Entre las características que anuncian están un excelente pulido y brillo sin la necesidad de utilizar pasta diamantada, además de una larga vida útil que disminuye los costos de reposición. Además, este sistema disminuye la posibilidad de microfractura y astillamiento (o “*chipping*”) (Garrison, 2021).

#### 2.12.3.3 Sistema de pulido Jota.

El fabricante Jota produce el kit de pulido de 3 pasos indicado para pulido intraoral de diversas cerámicas, incluida la de silicato de litio reforzada con óxido de zirconio. Consiste de una serie de pulidores de diamante en diferentes formas y tamaños de grano, desde gruesos hasta finos coordinado con el paso de pulido, intencionados para permitir un pulido rápido de todas las superficies de restauraciones. Este fabricante afirma poder producir

resultados de alto brillo en todas las cerámicas después de un tiempo de procesamiento muy corto y sin requerir pasta de pulido (JOTA Switzerland, 2021).

### 3 METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Tipo de investigación

El objetivo de este estudio fue simular *in vitro*, el ajuste oclusal que se realiza en boca luego de la cementación de restauraciones y posteriormente el pulido intraoral de las restauraciones que han sido sometidas a abrasión.

La presente investigación fue un estudio experimental comparativo, *in vitro*, en la que se evaluó el pulido intraoral discos de cerámica de silicato de litio reforzado con zirconio, utilizando tres diferentes sistemas de pulido intraoral de tres distintas marcas comerciales, con el objetivo de medir su rugosidad superficial. Fue un estudio comparativo ya que los valores que se obtuvieron de la medición con el perfilómetro fueron analizados entre sí para encontrar cuál de los tres fue el mejor sistema de pulido intraoral.

#### 3.2 Población

La población fue establecida por la superficie exterior de 4 bloques nuevos de fábrica de cerámica marca Celtra Duo que contiene silicato de litio reforzado con zirconio (ZLS), fabricados por la casa comercial Dentsply Sirona. Luego de la preparación de las probetas, los bloques tuvieron una forma prismática rectangular de dimensiones indicadas en la siguiente tabla, sumando una superficie total de estudio de aproximadamente 3823mm<sup>2</sup>.

Tabla 2.- Dimensiones de probetas

Probeta	Alto (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Área total (mm <sup>2</sup> )
C	12,84	12,11	10,02	810,98
J	18,27	12,13	10,03	1053,05
G	18,32	11,99	10,05	1048,54
U	15,04	12,12	10,05	910,49
			Total	3823,07

Las probetas se muestran en la siguiente figura:

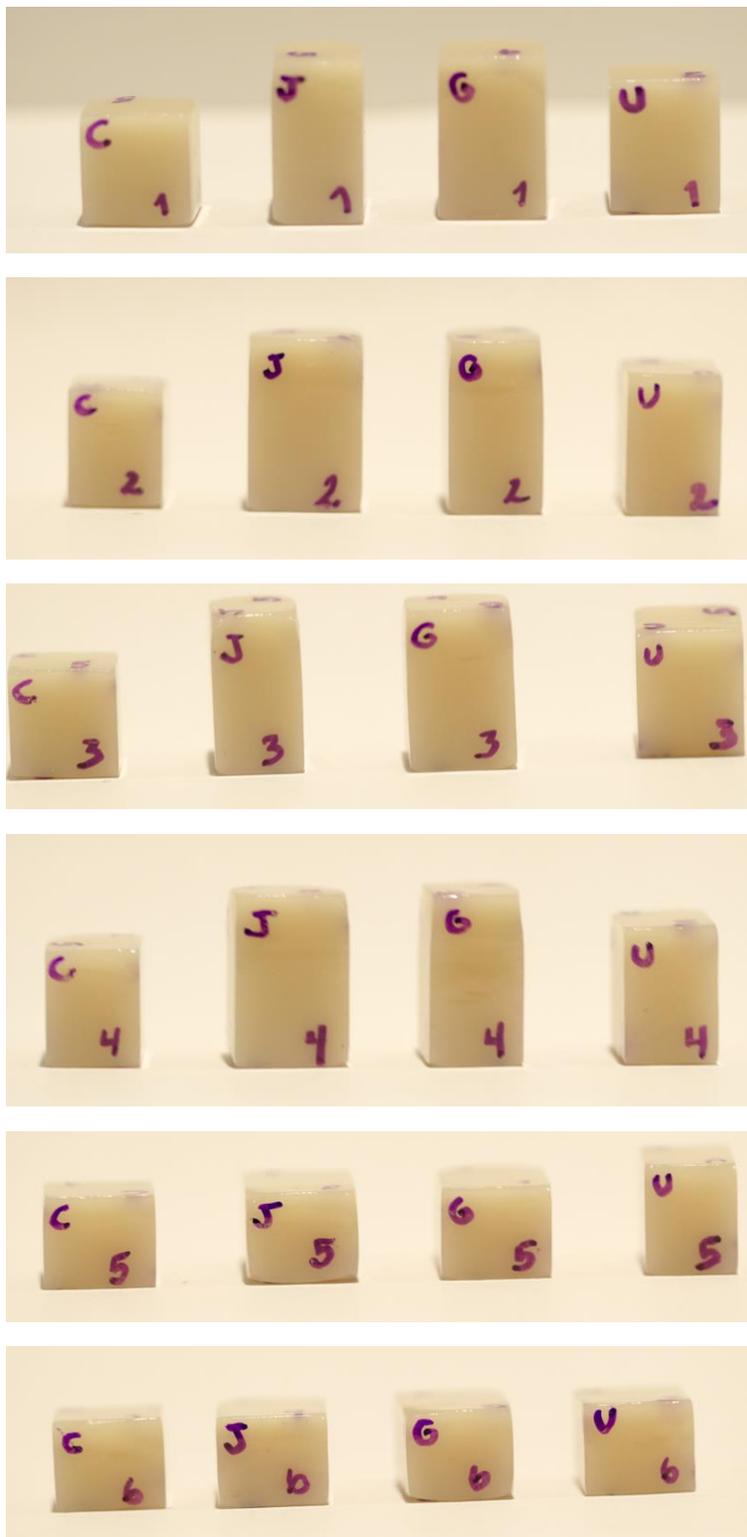


*Fuente de imagen: Od. Stephania Ramón*

*Figura 1.- Probetas de cerámica de silicato de litio reforzado con óxido de zirconio*

### **3.3 Muestra de estudio**

La muestra consistió de los sectores aleatoriamente seleccionados de las caras de los bloques las cuales se desgastaron y pulieron sus superficies para pasar a medir la rugosidad superficial. Estos sectores fueron de aproximadamente  $25\text{mm}^2$  de la superficie de cada cara, dando un total de  $600\text{mm}^2$  entre todas las probetas (aproximadamente 16% de la población). Fueron usadas 6 caras por cada bloque, dando un total de 24 caras utilizadas para este estudio mostradas en la siguiente figura:



Fuente de imagen: Od. Stephania Ramón

Figura 2.- Identificación de caras en probetas

### 3.4 Criterios de inclusión

Fueron incluidas en el estudio bloques nuevos de fábrica con fecha de expiración vigente cuyas caras no presentaron contaminación, fracturas o fisuras, como el bloque mostrado en la siguiente figura, el cual cumplió tales criterios:



*Fuente de imagen: Od. Stephania Ramón*

*Figura 3.- Bloque de cerámica nuevo incluido en el estudio*

### 3.5 Criterios de exclusión

Debían excluirse del estudio bloques cuyas caras presenten contaminación, fracturas o fisuras, o cuya fecha de expiración esté vencida. En el presente estudio ningún bloque fue excluido.

### 3.6 Materiales y equipos

Los materiales y equipos utilizados en la investigación fueron los siguientes:

Tabla 3.- Lista de materiales y equipos

Material/ Equipo	País de origen	Imagen
Bloques de silicato de litio óxido de zirconio Celtra Duo ZLS, de Dentsply Sirona	Alemania	
Sistema de ajuste y pulido intraoral eZr, de Garrison Dental Solutions	Estados Unidos	
Sistema de pulido de cerámica en 3 pasos no. 1399, de Jota AG	Suiza	

Material/ Equipo	País de origen	Imagen
Sistema de ajuste y pulido intraoral Jiffy Universal, de Ultradent Products Inc.	Estados Unidos	
Fresa laminada, forma balón, de Ultradent	Estados Unidos	
Unidad de fresado CAD/CAM CEREC 3, de Sirona	Alemania	
Aplicador de glasé	-	
Líquido de coloreado y esmaltado Cerabien ZR, de Kuraray Noritake	Japón	

Material/ Equipo	País de origen	Imagen
Horno de cerámica Pro Press 200, de Whip Mix	Estados Unidos	
Pasta diamantada Diamond Excel, de FGM Dental	Brasil	
Medidor portátil de rugosidad superficial (perfilómetro) SJ-210, de Mitutoyo	Japón	
Piezas de mano de alta velocidad (turbina) 503-C, de Kavo Dental SL	Alemania	

Material/ Equipo	País de origen	Imagen
Micromotor de baja velocidad, pieza de mano recta y contrángulo FX22, de NSK	Japón	
Marcador permanente de punta fina, de Sharpie	-	
Calibrador pie de rey electrónico, de NEIKO	Japón	
Cronómetro	-	

### 3.7 Metodología

#### 3.7.1 Preparación de probetas experimentales.

Los bloques de Celtra Duo tenían unas ondulaciones de fábrica en las caras que fueron alisadas previo al ensayo. Para ello se modeló un bloque de caras planas en el sistema CAD/CAM. Las caras alisadas se lavaron y limpiaron con agua destilada. Los bloques modelados en CAD/CAM se muestran a continuación:



*Fuente de imagen: Od. Stephania Ramón*

*Figura 4.- Bloque antes (izquierda) y después (derecha) del fresado en CAD/CAM*

Luego, éstos se glasearon siguiendo las instrucciones del fabricante y se cocieron en el horno siguiendo el siguiente programa de cocción:

- Secado (min): 2
- Precaentado (min): 2
- Temperatura baja: 500°C
- Tasa de calentamiento: 55°C/min
- Temperatura alta: 820°C
- Tiempo inicio vacío: 0
- Tiempo de parada vacío: 0
- Tiempo de retención de vacío: 0
- Tiempo de retención de aire (min): 1:30
- Tiempo de enfriamiento (min): 3

A continuación, se muestran imágenes que demuestran la configuración del programa de cocción en el horno:



Fuente de imagen: Od. Stephania Ramón

Figura 5.- Configuración de programa de cocción del glaseado en el horno

Una vez glaseados, los bloques se etiquetaron con una codificación como se explica a continuación:

Cada bloque glaseado se identificó con una letra en una de sus caras para identificar el ensayo al que corresponde de la siguiente manera: “C” para el ensayo de control, “G” para el ensayo con ajuste y pulido de Garrison, “J” para el ensayo con ajuste y pulido de Jota, y “U” para el ensayo con ajuste y pulido de Ultradent. Además, se enumeraron las caras de cada bloque del 1 al 6. De este modo, los resultados se identificaron con una codificación alfanumérica (p.ej. C1, C2, C3, ..., U5, U6).

### **3.7.2 Ajuste y pulido de superficies.**

Primero, se seleccionó un espacio cuadrado de aproximadamente 5mm de lado en el centro de cada cara de las probetas (excepto la probeta de control) para delimitar el sector donde se trató la superficie.

Para eliminar las posibles variables asociadas al ajuste se utilizó una única fresa para todas las probetas, y esta fresa laminada fue de la casa comercial Ultradent. Un mismo operador procedió a desgastar la superficie delimitada en todas las probetas (excepto la de control) ininterrumpidamente simulando el ajuste oclusal. El ajuste se realizó durante 15 segundos y en el rango de alta de 150.000 a 250.000 rpm en contacto con la probeta con una pieza de mano de alta velocidad y con irrigación abundante de agua.

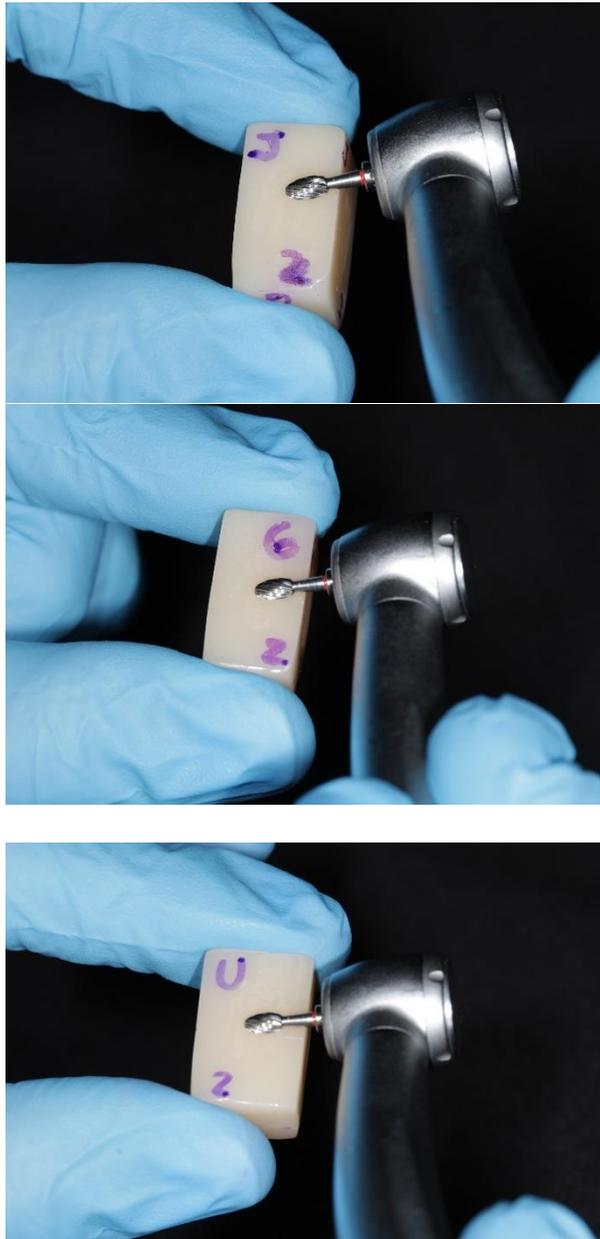
Seguidamente, el mismo operador y en el rango de baja de 20.000 a 40.000rpm realizó el pulido sobre la superficie fresada de la siguiente manera:

- Sistema Jota: 20 segundos con fresa de grano grueso (color azul) y 20 segundos con fresa de grano fino (color blanco)<sup>1</sup>
- Sistema Garrison: 20 segundos con fresa de grano medio (color verde) y 20 segundos con fresa de grano fino (color rosa)
- Sistema Ultradent: 20 segundos con fresa de grano medio (color naranja) y 20 segundos con fresa de grano fino (color naranja claro)

A continuación, se presentan imágenes del procedimiento de desgaste:

---

<sup>1</sup> El sistema de pulido intraoral de Jota tiene tres pasos (azul para grano grueso, rosa para grano medio y blanco para grano fino). Sin embargo, para silicato de litio reforzado con zirconia, Jota especifica que se utilicen solo dos pasos: azul y blanco (JOTA Switzerland, 2021).

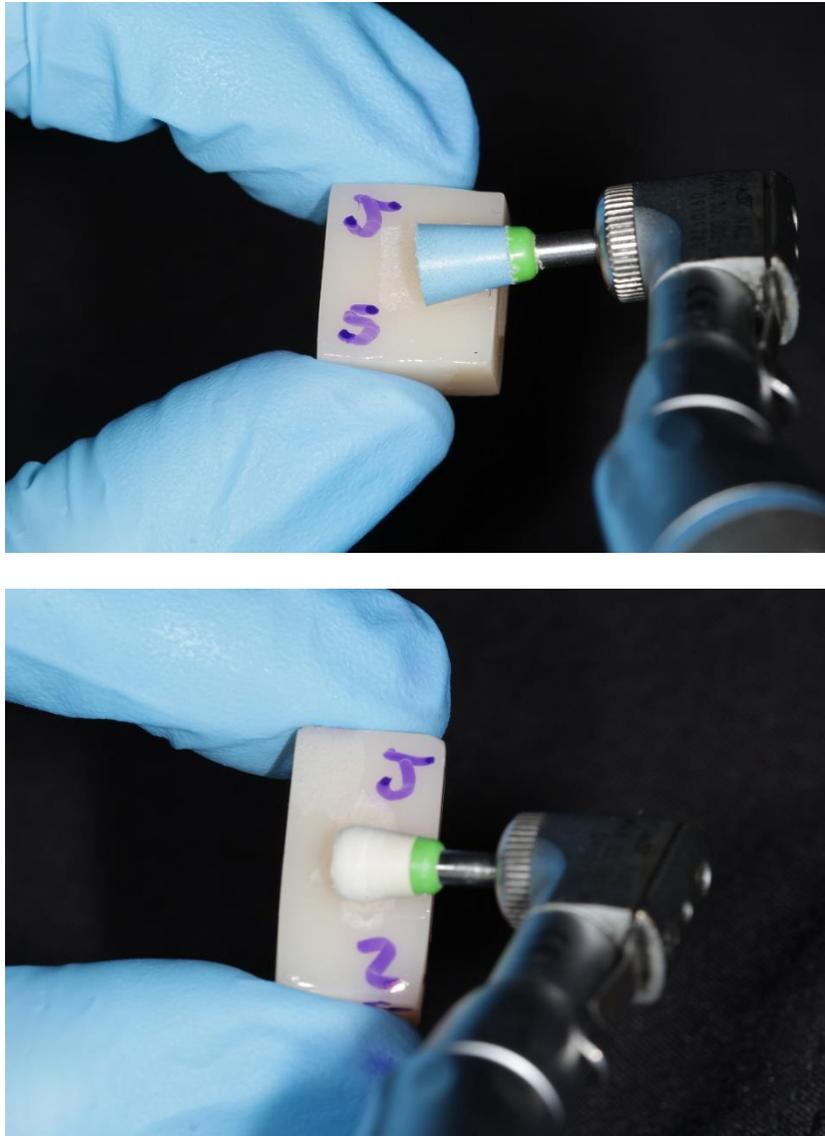


*Fuente de imagen: Od. Stephania Ramón*

*Figura 6.- Desgaste con fresa laminada*

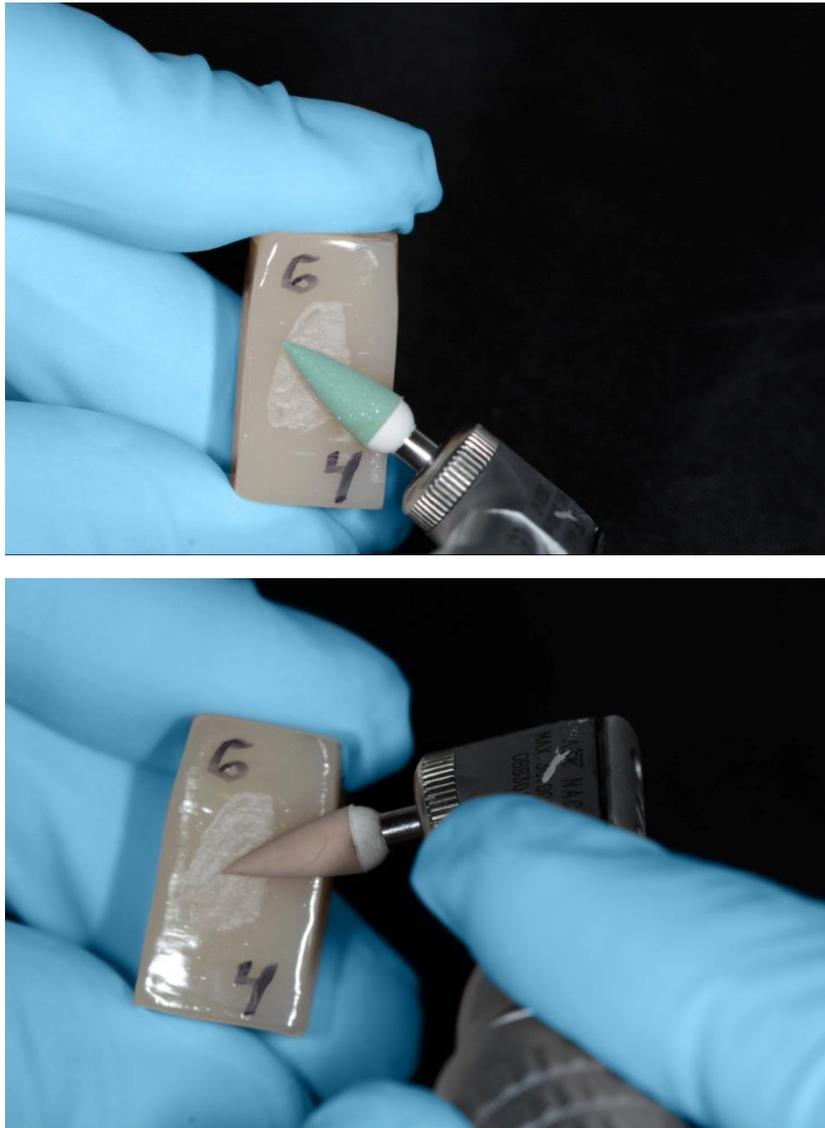
Luego de realizar el pulido con los 3 sistemas, se pulió con pasta diamantada durante 15 segundos, utilizando una pieza de mano de baja velocidad. Finalmente, se lavó la probeta con agua destilada.

A continuación, se presentan imágenes del proceso de pulido:



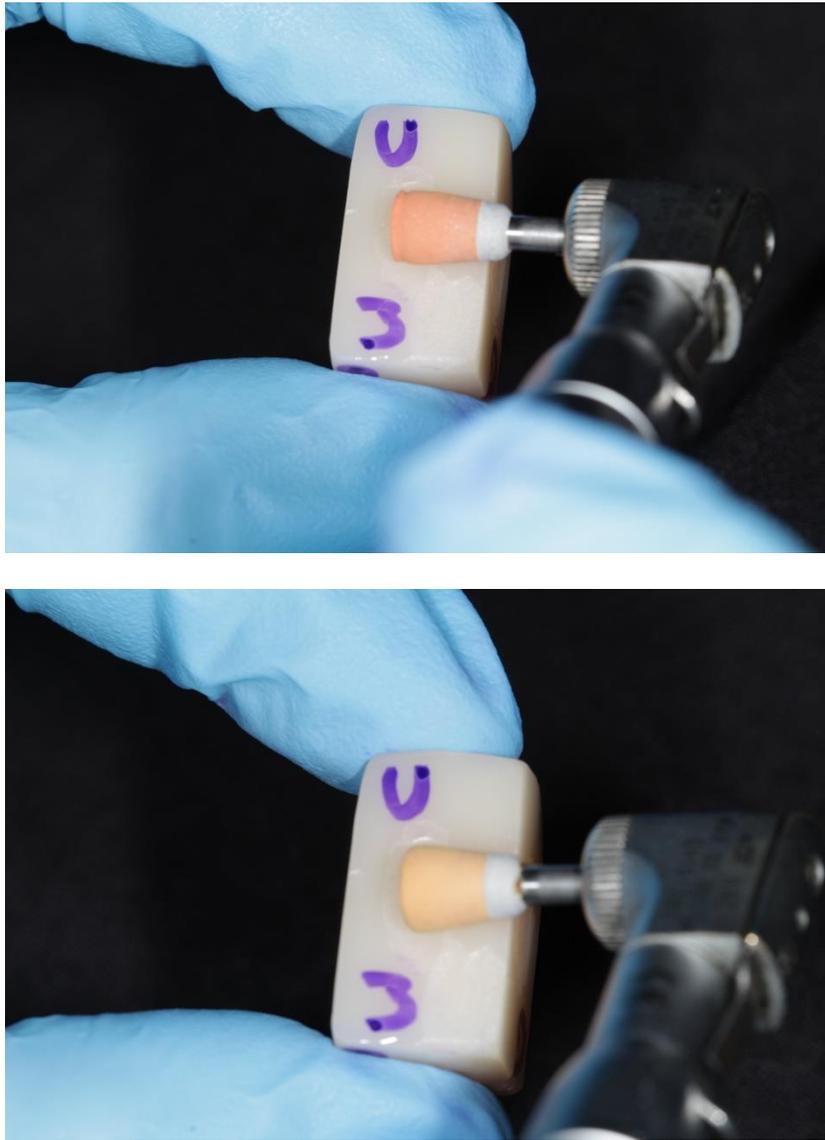
*Fuente de imagen: Od. Stephania Ramón*

*Figura 7.- Pulido con sistema Jota*



*Fuente de imagen: Od. Stephania Ramón*

*Figura 8.- Pulido con sistema Garrison*



*Fuente de imagen: Od. Stephania Ramón*

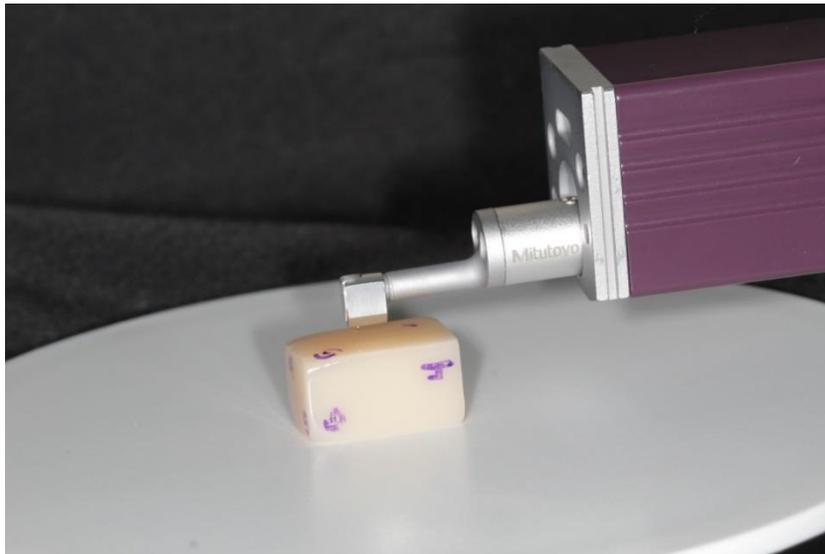
*Figura 9.- Pulido con sistema Ultradent*

### **3.7.3 Determinación de la rugosidad.**

El parámetro de rugosidad seleccionado para este estudio fue la rugosidad aritmética (Ra), que se calcula conforme a la norma ISO 4287:1997 como la media aritmética de las desviaciones del perfil superficial respecto de una línea central medidas a lo largo de un

segmento de longitud  $l_m$  (Universidad de La Coruña, 2021). Se seleccionó el parámetro Ra dado que está incorporado en el perfilómetro utilizado en este estudio y en casi todos los instrumentos de medición de rugosidad (Universidad de La Coruña, 2021). De hecho, Ra es el parámetro más empleado en los estudios citados en la revisión de literatura del presente trabajo.

Se midió la rugosidad de las caras de todas las probetas mediante un perfilómetro. Para obtener cada lectura, se colocó el sensor del perfilómetro sobre la superficie tratada, se activó el perfilómetro, el sensor recorrió la superficie tratada y la pantalla de la máquina proyectó la lectura de Ra en micrómetros. Los resultados se registraron y se identificaron usando la codificación detallada anteriormente.



*Fuente de imagen: Od. Stephania Ramón*

*Figura 10.- Sensor midiendo rugosidad en superficie del bloque pulido*



*Fuente de imagen: Od. Stephania Ramón*

*Figura 11.- Lectura de rugosidad aritmética Ra*

## 4 RESULTADOS

Se realizaron mediciones de rugosidad media aritmética (Ra) en pruebas experimentales de control (C) y tres sistemas de pulido: Jota (J), Garrison (G) y Ultradent (U). Los pasos de las pruebas se dieron de la siguiente forma:

1. “Ra glaseado”: medición de la rugosidad media aritmética en la superficie del bloque tallado en CAD/CAM y glaseado.
2. “Ra desgaste”: medición de la rugosidad media aritmética en la superficie desgastada con la fresa de carburo.
3. “Ra pulido 40s”: medición de la rugosidad media aritmética en la superficie pulida durante 40 segundos (20s con punta de grano grueso y 20s con punta de grano fino).
4. “Ra pulido 40+40s”: medición de la rugosidad media aritmética en la superficie pulida durante 40 segundos adicionales al paso 3, únicamente con punta de grano fino.

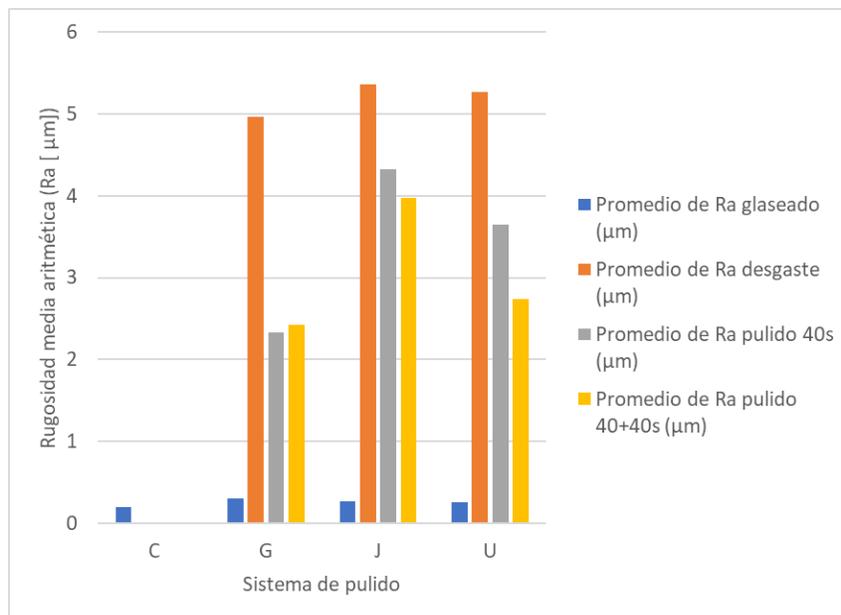
Cabe mencionar que el paso 4 es un paso adicional que se decidió realizar durante la prueba dado que, juzgando por el aspecto de las superficies tratadas y sin conocer los resultados estadísticos, la diferencia entre la superficie desgastada con fresa de grano grueso y la superficie pulida no era visualmente evidente, lo que sugería que debía pulirse por un intervalo de tiempo adicional para lograr un mejor acabado, como se acostumbra cuando se opera en boca para conseguir un acabado clínicamente aceptable.

En cada prueba se realizaron 24 lecturas de rugosidad por paso, 4 en cada del bloque tratado, excepto en la prueba de control en la que se realizaron 36 lecturas de rugosidad, 6 en cada cara del bloque.

A continuación, se presenta un resumen de las rugosidades obtenidas en las pruebas con los diferentes sistemas de pulido y en cada fase del proceso experimental:

*Tabla 4.- Rugosidad promedio por sistema de pulido y paso de la prueba*

ID sistema	Ra glaseado ( $\mu\text{m}$ )			Ra desgaste ( $\mu\text{m}$ )			Ra pulido 40s ( $\mu\text{m}$ )			Ra pulido 40+40s ( $\mu\text{m}$ )		
	Promedio	Desv. Est.	n	Promedio	Desv. Est.	n	Promedio	Desv. Est.	n	Promedio	Desv. Est.	n
J	0,269	0,062	24	5,358	1,320	24	4,323	1,174	24	3,977	0,909	24
G	0,295	0,086	24	4,961	1,283	24	2,330	0,330	24	2,428	0,545	24
U	0,250	0,101	24	5,265	1,398	24	3,648	0,635	24	2,740	0,822	24
C	0,200	0,057	36									



*Figura 12.- Rugosidad promedio por sistema de pulido y paso de la prueba*

Las lecturas individuales obtenidas de la rugosidad en cada prueba se presentan en el Anexo 1.

## 5 DISCUSIÓN

En este capítulo se analizan estadísticamente los resultados en tres etapas. Primero, se realizó un análisis estadístico de resultados de cada sistema de pulido individualmente para identificar si la rugosidad cambia significativamente o no de un paso de la prueba al siguiente. Esto se realizó mediante pruebas T de Student de dos colas y 95% de nivel de confianza de tipo pareada dado que se compararon resultados obtenidos en las mismas muestras luego de un determinado tratamiento.

Seguidamente, se analizó estadísticamente los resultados de cada paso de la prueba individualmente. esto permitió identificar si la rugosidad es significativamente diferente de un sistema de pulido respecto de otros, y también respecto de la prueba de control. Esto se realizó mediante pruebas T de Student de dos colas y 95% de nivel de confianza de tipo desparejada dado que se compararon resultados obtenidos en muestras independientes. Además, se realizaron pruebas F de dos colas y 95% de nivel de confianza para determinar si la prueba T desparejada sería de dos muestras con varianzas iguales o distintas.

Finalmente, se comparó la reducción de la rugosidad de cada sistema de pulido relativa a la rugosidad de la superficie con desgaste previo al pulido.

Los cálculos estadísticos se realizaron en una hoja electrónica de Microsoft Excel y se asumió que las lecturas de rugosidad tienen una distribución normal.

La primera etapa del análisis estadístico revela que en cada prueba la rugosidad aumentó significativamente después del desgaste respecto de la rugosidad de la superficie glaseada (la cual se acercó al umbral de  $0,2\mu\text{m}$  para mínima retención bacteriana según

Bollenl *et al.*, 1997, citado por Ho *et al.*, 2017). Además, evidencia que la rugosidad se redujo significativamente en cada prueba luego del procedimiento de pulido inicial de 40 segundos de duración con una serie de puntas de grano grueso a fino, respecto de la rugosidad de la superficie desgastada antes de pulir. Además, el pulido adicional durante 40s con punta de grano fino logró reducir la rugosidad significativamente respecto de la rugosidad luego de los primeros 40s de pulido, únicamente en el sistema de pulido de Ultradent. En los sistemas de pulido de Jota y Garrison, el pulido adicional durante 40 segundos no tuvo un efecto significativo en la rugosidad final. Sin embargo, al final del procedimiento de pulido, con un acumulado de 80s de tratamiento posterior al desgaste, ha quedado un efecto residual del desgaste que ninguno de los sistemas de pulido consiguió reducir lo suficiente para ser significativamente similar a la rugosidad original sin tratamiento. Estas observaciones están respaldadas por los siguientes gráficos<sup>2</sup> y tablas:

---

<sup>2</sup> Las barras de error mostradas en los gráficos de barras representan una desviación estándar hacia arriba y debajo del promedio.

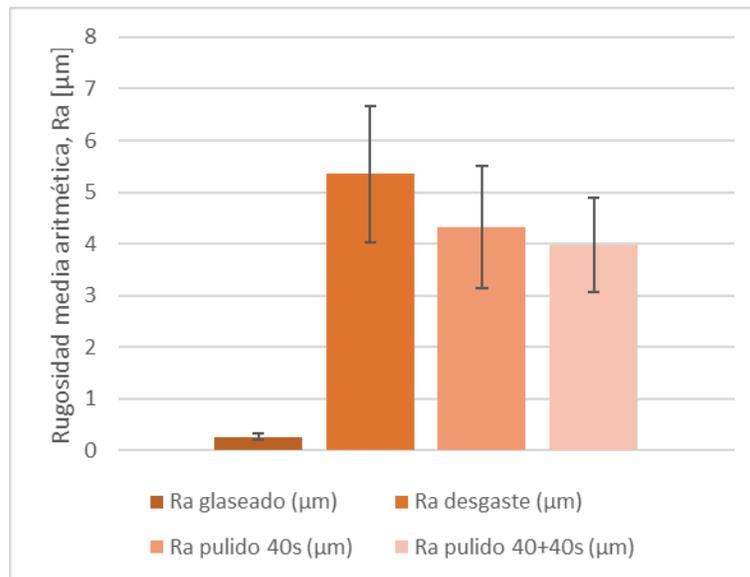


Figura 13.- Rugosidad Ra en la prueba con el sistema de pulido Jota

Tabla 5.- Resumen de pruebas T para el sistema de pulido Jota

Comparación	P de prueba T	Decisión <sup>3</sup>
glaseado vs. desgaste	1,45613E-15	Se rechaza H <sub>0</sub>
glaseado vs. pulido 40s	2,02986E-14	Se rechaza H <sub>0</sub>
glaseado vs. pulido 40+40s	4,63138E-16	Se rechaza H <sub>0</sub>
desgaste vs. pulido 40s	0,001750691	Se rechaza H <sub>0</sub>
desgaste vs. pulido 40+40s	9,024E-05	Se rechaza H <sub>0</sub>
pulido 40s vs. pulido 40+40s	0,053091931	Se acepta H <sub>0</sub>

<sup>3</sup> La hipótesis nula, H<sub>0</sub>, postula que los resultados comparados son iguales.

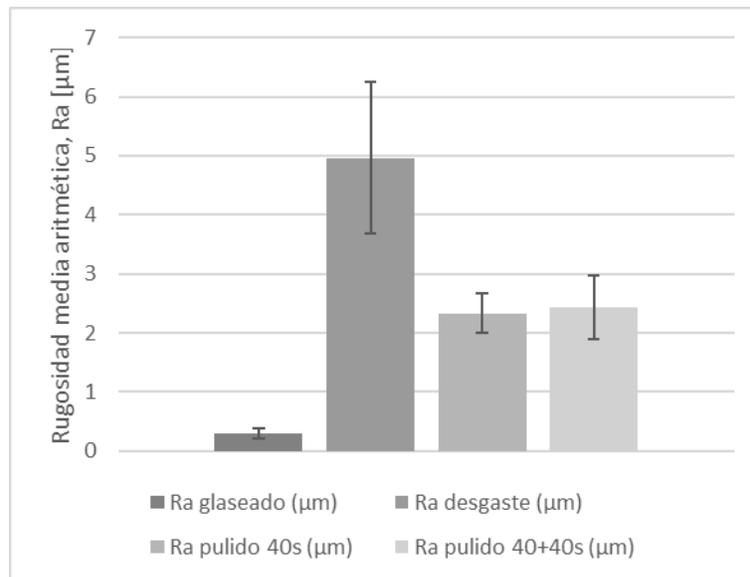


Figura 14.- Rugosidad Ra en la prueba con el sistema de pulido Garrison

Tabla 6.- Resumen de pruebas T para el sistema de pulido Garrison

Comparación	P de prueba T	Decisión
glaseado vs. desgaste	5,34465E-15	Se rechaza $H_0$
glaseado vs. pulido 40s	2,28212E-20	Se rechaza $H_0$
glaseado vs. pulido 40+40s	1,21142E-15	Se rechaza $H_0$
desgaste vs. pulido 40s	9,39859E-10	Se rechaza $H_0$
desgaste vs. pulido 40+40s	2,65341E-08	Se rechaza $H_0$
pulido 40s vs. pulido 40+40s	0,457079924	Se acepta $H_0$

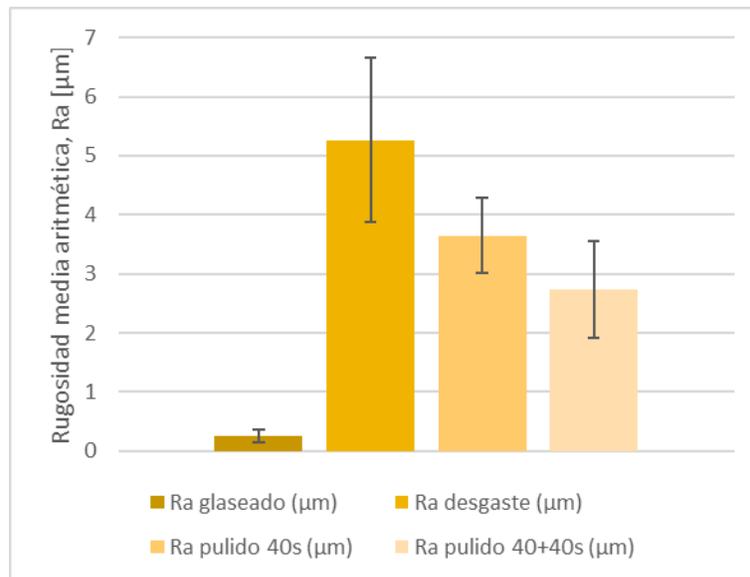


Figura 15.- Rugosidad Ra en la prueba con el sistema de pulido Ultradent

Tabla 7.- Resumen de pruebas T para el sistema de pulido Ultradent

Comparación	P de prueba T	Decisión
glaseado vs. desgaste	8,78437E-15	Se rechaza H <sub>0</sub>
glaseado vs. pulido 40s	2,2877E-18	Se rechaza H <sub>0</sub>
glaseado vs. pulido 40+40s	3,06357E-13	Se rechaza H <sub>0</sub>
desgaste vs. pulido 40s	2,37906E-05	Se rechaza H <sub>0</sub>
desgaste vs. pulido 40+40s	3,15897E-07	Se rechaza H <sub>0</sub>
pulido 40s vs. pulido 40+40s	6,81343E-05	Se rechaza H <sub>0</sub>

La reducción significativa de rugosidad luego del primer paso de pulido demuestra que los 3 sistemas de pulido cumplieron su objetivo de alisar la superficie que queda luego de realizar el desgaste correctivo en una pieza glaseada, aunque ninguno de ellos alisó lo suficiente como el glaseado, lo cual es consistente con lo encontrado por Amaya-Pajares *et al.* (2016) y Vieira *et al.*, (2013) en pruebas *in vitro* similares. Por otro lado, los sistemas

Jota y Garrison alcanzaron la rugosidad mínima observada luego de los primeros 40s de tratamiento, dado que el pulido adicional no tuvo efecto significativo en la rugosidad final, mientras que el sistema Ultradent continuó reduciendo la rugosidad durante los 40s adicionales de pulido con punta de grano fino. Aunque no se realizó pulido por tiempo adicional suficiente para encontrar la duración en la cual el sistema Ultradent alcanza su rugosidad mínima, estos resultados demostraron que solo los sistemas Jota y Garrison consiguen su rugosidad mínima dentro de los primeros 40 segundos de tratamiento con la serie de puntas de granos grueso a fino.

La segunda etapa del análisis reveló que las condiciones iniciales de las 3 pruebas de experimentación para J, G y U fueron iguales dado que la rugosidad en el paso de glaseado y posterior al desgaste no tienen diferencias estadísticamente significativas entre pruebas. Esto demuestra que la preparación de las probetas de experimentación fue adecuada hasta el momento antes de aplicar los sistemas de pulido, a efectos de realizar una comparación justa entre los sistemas. Esto pudo haber sido el efecto de mantener a un mismo operador a cargo de todo el experimento, lo cual es recomendado para estandarizar el método (Mohammadibassir M, 2017). Sin embargo, aunque aparentemente las rugosidades del glaseado en las 4 pruebas tienen valores promedio similares que oscilan entre 0,2 y 0,3  $\mu\text{m}$ , la desviación estándar de la rugosidad del glaseado es tan pequeña que la rugosidad de la prueba de control es estadísticamente diferente a la rugosidad de las 3 pruebas en el mismo estado glaseado. Es posible que la causa de esto sea las variaciones en el procedimiento de tallado y glaseado del bloque que fue conservado como control, pero la confiabilidad del estudio no se ve afectada gracias a que las rugosidades de los 3 bloques

glaseados previo al tratamiento son iguales y por lo tanto sirven como base de comparación de la prueba con y sin tratamiento. Estas observaciones son una lectura de los siguientes gráficos y tablas:

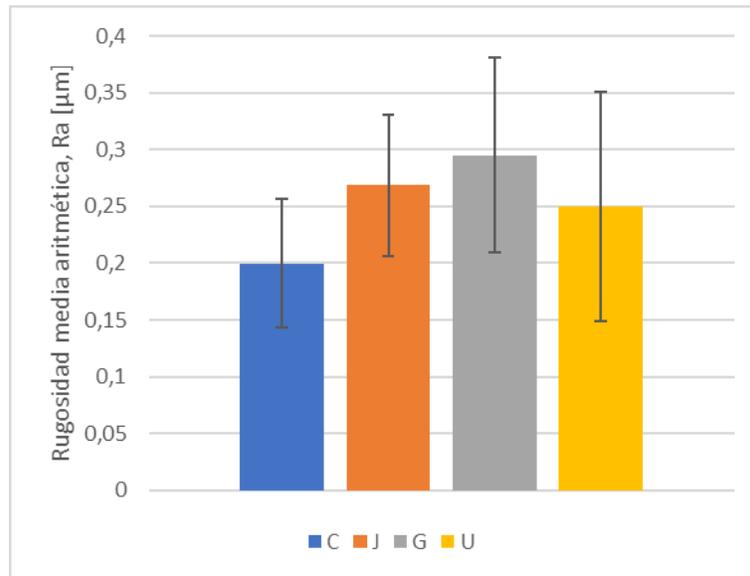


Figura 16.- Rugosidad Ra en glaseado

Tabla 8.- Resumen de pruebas T para superficie glaseada

Prueba	P prueba F	Varianzas	P de prueba T	Conclusión
C vs. J	0,632119802	Iguales	4,2908E-05	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_C < \underline{Ra}_J$
C vs. G	0,028410488	Diferentes	2,74863E-06	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_C < \underline{Ra}_G$
C vs. U	0,002005178	Diferentes	0,017398941	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_C < \underline{Ra}_U$
J vs. G	0,129335312	Iguales	0,222865933	Se acepta $H_0$ , $\underline{Ra}_J = \underline{Ra}_G$
J vs. U	0,021778845	Diferentes	0,446465087	Se acepta $H_0$ , $\underline{Ra}_J = \underline{Ra}_U$
G vs. U	0,419562499	Iguales	0,101418849	Se acepta $H_0$ , $\underline{Ra}_G = \underline{Ra}_U$

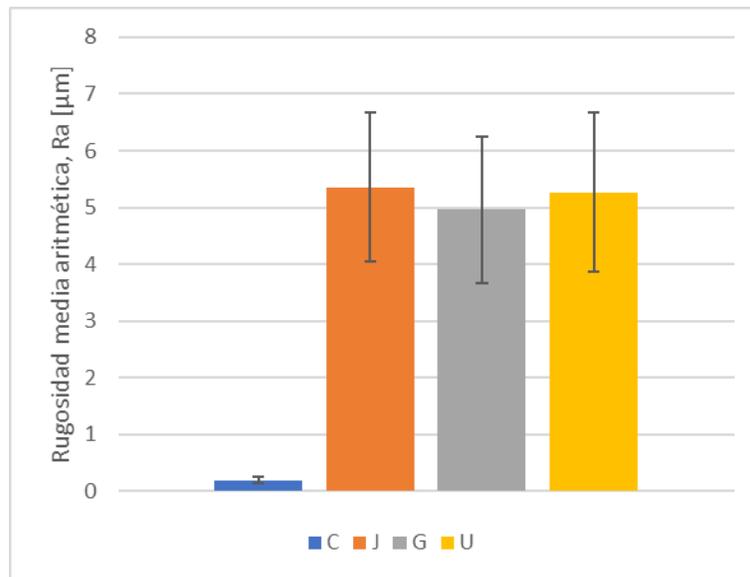


Figura 17.- Rugosidad Ra en superficie con desgaste

Tabla 9.- Resumen de pruebas T para superficie con desgaste

Prueba	P prueba F	Varianzas	P de prueba T	Conclusión
C vs. J	7,63494E-38	Diferentes	1,19858E-15	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_C < \underline{Ra}_J$
C vs. G	2,06409E-37	Diferentes	3,64877E-15	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_C < \underline{Ra}_G$
C vs. U	1,01617E-38	Diferentes	6,22547E-15	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_C < \underline{Ra}_U$
J vs. G	0,892289007	Iguals	0,296657272	Se acepta $H_0$ , $\underline{Ra}_J = \underline{Ra}_G$
J vs. U	0,783764509	Iguals	0,815133041	Se acepta $H_0$ , $\underline{Ra}_J = \underline{Ra}_U$
G vs. U	0,682056896	Iguals	0,436202023	Se acepta $H_0$ , $\underline{Ra}_G = \underline{Ra}_U$

Lo más destacado de la investigación fue que los tres sistemas de pulido produjeron una superficie con una rugosidad significativamente distinta luego de 40s de pulido mediante una serie de puntas de grano grueso a fino. Consecuentemente, puede establecerse una prelación entre los 3 sistemas de pulido con relación a la calidad de la superficie tratada

en este paso, siendo el sistema Garrison el de mejor desempeño, seguido por Ultradent y luego por Jota, como se observa en el siguiente gráfico y tabla:

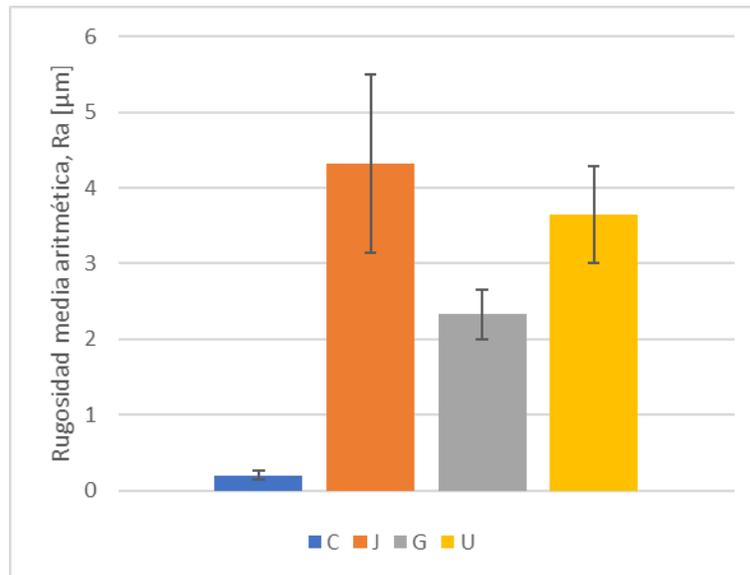


Figura 18.- Rugosidad Ra en superficie pulida durante 40s

Tabla 10.- Resumen de pruebas T para superficie pulida durante 40s

Prueba	P prueba F	Varianzas	P de prueba T	Conclusión
C vs. J	4,54816E-36	Diferentes	1,18373E-14	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_C < \underline{Ra}_J$
C vs. G	2,87151E-17	Diferentes	6,42378E-21	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_C < \underline{Ra}_G$
C vs. U	7,61868E-27	Diferentes	7,04813E-19	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_C < \underline{Ra}_U$
J vs. G	5,89567E-08	Diferentes	1,451E-08	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_J > \underline{Ra}_G$
J vs. U	0,00469597	Diferentes	0,0180639	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_J > \underline{Ra}_U$
G vs. U	0,002635871	Diferentes	1,31305E-10	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_G < \underline{Ra}_U$

Luego de un esfuerzo adicional de pulido con punta de grano fino durante 40s suplementarios, los sistemas Jota y Garrison no cambiaron significativamente la rugosidad

final, como ya se mencionó anteriormente, pero el sistema Ultradent consiguió reducir la rugosidad lo suficiente para tener una superficie de igual rugosidad que aquella obtenida con el sistema Garrison, lo cual sugiere que se requieren más de 40s para garantizar el máximo desempeño de todos los sistemas de pulido y respalda lo encontrado por Vichi *et al.*, (2018) respecto de pulir con pasta diamantada durante al menos 60s para obtener resultados más efectivos. Así, luego de una etapa adicional de pulido, los sistemas Garrison y Ultradent produjeron una superficie con una rugosidad equivalente y superior en calidad a la obtenida con el sistema Jota, como se observa a continuación:

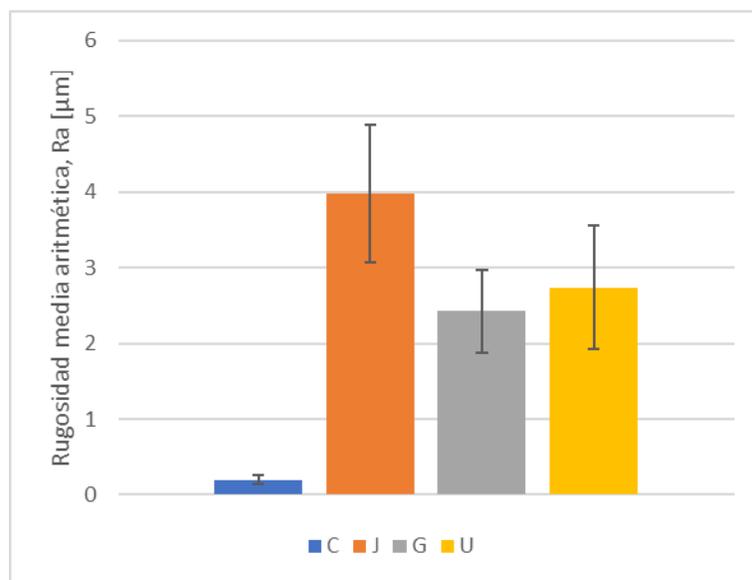
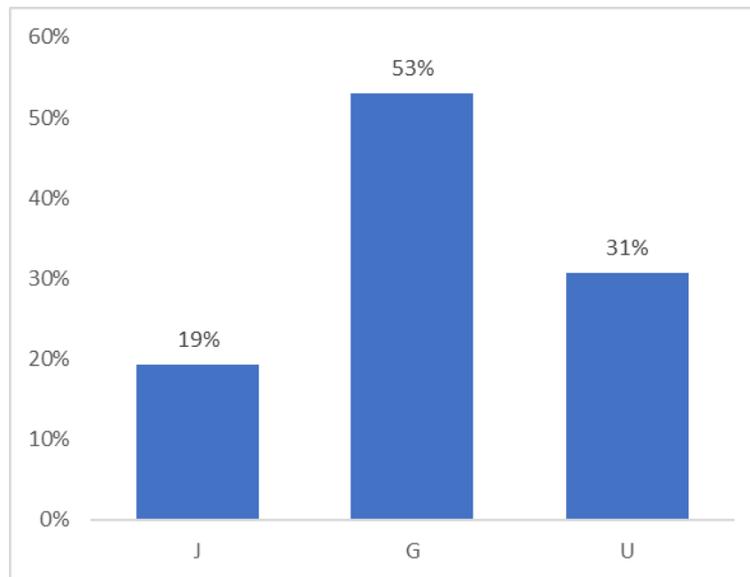


Figura 19.- Rugosidad Ra en superficie pulida durante 40s adicionales

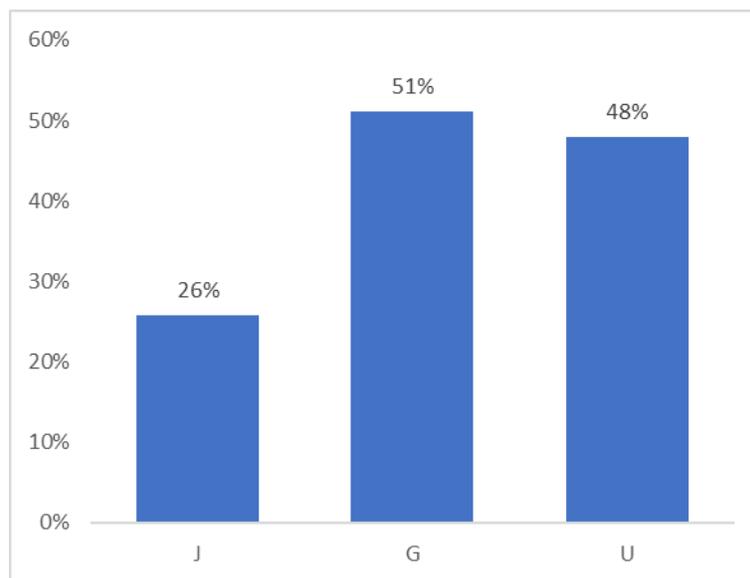
Tabla 11.- Resumen de pruebas T para superficie pulida durante 40s adicionales

Prueba	P prueba F	Varianzas	P de prueba T	Conclusión
C vs. J	3,22864E-32	Diferentes	3,01775E-16	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_C < \underline{Ra}_J$
C vs. G	1,50162E-24	Diferentes	3,58093E-16	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_C < \underline{Ra}_G$
C vs. U	1,07649E-30	Diferentes	1,72872E-13	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_C < \underline{Ra}_U$
J vs. G	0,017204032	Diferentes	1,5789E-08	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_J > \underline{Ra}_G$
J vs. U	0,631337104	Iguales	1,08561E-05	Se rechaza $H_0$ , $\underline{Ra}_J > \underline{Ra}_U$
G vs. U	0,054153728	Iguales	0,12820104	Se acepta $H_0$ , $\underline{Ra}_G = \underline{Ra}_U$

Finalmente, en una tercera etapa del análisis se compararon los resultados obtenidos expresados como valores relativos. Para comparar el desempeño de los 3 sistemas de pulido en valores relativos, a diferencia de la comparación en valores absolutos como los mostrados anteriormente, es posible hacerlo con respecto de la rugosidad original glaseada o de la superficie desgastada previa a la aplicación el sistema de pulido. Cuando se compara la rugosidad final con la rugosidad original glaseada existe una brecha aparentemente grande entre la calidad original y la final, pero esta brecha es más atribuible a la agresividad del desgaste con fresa de carburo previo a la aplicación del sistema de pulido (que aumenta la rugosidad en un promedio de 19 veces la rugosidad del glaseado) que al desempeño del sistema de pulido como tal. Por esta razón, resulta más objetiva la comparación con valores relativos a la superficie inmediatamente antes del pulido, como se resume a continuación en la siguiente figura. Allí se puede observar que cuando la comparación se realiza hasta la primera etapa de pulido se refleja una ventaja del sistema G frente al sistema U gracias a que consigue su rugosidad mínima en la primera aplicación del pulido, aunque luego de un esfuerzo adicional de pulido el sistema U consigue una calidad prácticamente equivalente a la obtenida con G.



*Figura 20.- Porcentaje de reducción promedio de la rugosidad en la primera etapa de pulido respecto de la superficie con desgaste*



*Figura 21.- Porcentaje de reducción promedio de la rugosidad final respecto de la superficie con desgaste*

En esta fase del análisis, se destaca cómo el tiempo de pulido se vuelve una dimensión muy relevante a la hora de comparar a los sistemas. Esto se debe a que probablemente a mayor tiempo de contacto con la cerámica, mayor será el esfuerzo del profesional que

opera el sistema, y mayor será el desgaste del instrumento, lo que llevaría a la pérdida de eficacia al final de su vida útil. Esto es un aspecto que influiría directamente en la relación costo-efectividad del procedimiento.

En esta investigación queda la posibilidad abierta de que los 3 sistemas puedan alcanzar rugosidades similares luego de un número indefinido de intervalos de pulido ya que no se observó cuál es la rugosidad mínima obtenible por los sistemas Jota y Ultradent, pero sí por el sistema Garrison. Sin embargo, en el caso hipotético de que todos puedan llegar a rugosidades similares a la del sistema Garrison, o incluso mejores, es posible que los otros instrumentos sufran mayor desgaste en el intento por lograrlo. Consecuentemente, la mejor alternativa debería ser aquella que consigue la menor rugosidad superficial, pero también con el menor tiempo de contacto con la cerámica. Sin embargo, el tiempo de pulido como parámetro de desempeño de los sistemas de pulido intraoral debería probarse en futuros estudios incrementando el número de los intervalos de pulido lo suficiente para observar la rugosidad mínima obtenible por cada sistema y la duración en la que los instrumentos pierden efectividad y alcanzan el fin de su vida útil.

## 6 CONCLUSIONES

Con base en los resultados del estudio *in vitro* de 3 sistemas de pulido intraoral probados en cerámica de silicato de litio reforzado con óxido de zirconio, se encontró que todos los sistemas redujeron significativamente la rugosidad de la superficie desgastada con fresa de carburo en una simulación de un procedimiento de pulido después del ajuste oclusal. Sin embargo, ningún sistema restituyó la lisura original del glaseado. El sistema de pulido intraoral de Garrison consiguió la menor rugosidad de los 3 sistemas luego de una etapa de 40 segundos de pulido. La superficie tratada con el sistema de Ultradent mostró una lisura promedio similar a la tratada por el sistema de Garrison, pero exponiendo a la superficie a 40s adicionales de pulido (80s en acumulado). El sistema de pulido Jota mostró una superficie significativamente más rugosa que los sistemas Garrison y Ultradent luego de 80s de pulido.

## **7 RECOMENDACIONES**

Se recomienda la realización de estudios futuros empleando mayor tiempo de pulido de las superficies cerámicas sometidas a ajuste oclusal, así como la utilización de otras marcas de sistemas de pulido disponibles en el mercado y que clínicamente están demostrando ser muy eficaces, y su costo–beneficio muy alentador.

## 8 REFERENCIAS

- Abad, C. (2017). Caracterización microestructural y propiedades mecánicas de materiales dentales utilizados para sistemas CAD/CAM. *Universidad Complutense de Madrid*.
- Alp G., S. G. (2019). Effect of surface finishing methods and aging in surface roughness and optical properties of zirconia-reinforced lithium silicate glass-ceramic. *Cumhuriyet Dent J*(22:1:121-130.).
- Amaya-Pajares S, R. A. (2016). Effect of Finishing and Polishing on the Surface Roughness of Four Ceramic Materials after Occlusal Adjustment. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 28(6)(382-396).
- Carrabba M, V. A. (2016). Effect of Finishing and Polishing on the Surface Roughness and Gloss of Feldspathic Ceramic for Chairside CAD/CAM Systems. *Operative Dentistry*, 41-6( 000-000).
- Da Silva T, R. A. (2014). Polishing for glass ceramics: Which protocol? *Journal of Prosthodontic Research* .
- Dentsply Sirona. (2021). *CELTRA DUO CAD Blocks for CEREC an INLAB. Directions for use*. Obtenido de [https://www.dentsplysirona.com/content/dam/dentsply/pim/en\\_CA/Restorative/Indirect\\_Restoration/Ceramics/CAD\\_CAM\\_Ceramics/CELTRA\\_DUO/Celtra%20Duo-DFU.pdf](https://www.dentsplysirona.com/content/dam/dentsply/pim/en_CA/Restorative/Indirect_Restoration/Ceramics/CAD_CAM_Ceramics/CELTRA_DUO/Celtra%20Duo-DFU.pdf)
- FGM Productos Odontológicos. (2021). *Pasta Pulido Diamond Excel*. Obtenido de <https://fgmdental.es/producto/pasta-pulido-diamond-excel/>
- Garrison. (2021). Obtenido de Polishers and abrasives: <https://www.garrisondental.com/en/polishers-abrasives/ezr-intra-oral-adjustmentpolishing>
- Ho, T., Satterthwaite, J., & Silikas, N. (2017). The effect of chewing simulation on surface roughness of resin composite when opposed by zirconia ceramic and lithium disilicate ceramic. *Dent Mater*.
- JOTA Switzerland. (30 de 04 de 2021). *Jota Polisher Kit 1399 “3-Step” for ceramic*. Obtenido de [https://www.youtube.com/watch?v=\\_R0TNbfdFRQ](https://www.youtube.com/watch?v=_R0TNbfdFRQ)
- Kanat-Erturk, B. (2019). Color Stability of CAD/CAM Ceramics Prepared with Different Surface Finishing Procedures. *Journal of Prosthodontics*(1-7).
- Kumchai H, J. P. (2018). Effect of Glazing on Flexural Strength of Full-Contour Zirconia. *International Journal of Dentistry*(5).

- Kwon, S.-J., Park, Y.-J., Jun, S.-H., Ahn, J.-S., Lee, I.-B., Cho, B.-H., . . . Seo, D.-G. (2013). Thermal irritation of teeth during dental treatment procedure. *Restorative Dentistry and Endodontics*, 105-112.
- Lawson N, J. S. (2014). Wear of enamel opposing zirconia and lithium disilicate after adjustment, polishing and glazing. *Journal of dentistry*, 42(1586-1591).
- Mohammadibassir M, R. M. (2017). Effect of Two Polishing Systems on Surface Roughness, Topography, and Flexural Strength of a Monolithic Lithium Disilicate Ceramic. *Journal of Prosthodontics*, 00, 1-9.
- Mustafa M, Ş. U. (2016). Effects of different surface finishing procedures on the change in surface roughness and color of a polymer infiltrated ceramic network material. *J Adv Prosthodont*, 8(16-20).
- Pradíes G, G.-R. L. (2017). Analysis of Surface Roughness, Fracture Toughness, and Weibull Characteristics of Different Framework—Veneer Dental Ceramic Assemblies after Grinding, Polishing, and Glazing. *00*(1–6).
- Ultradent. (2017). Obtenido de Guía Técnica para Pulido de Cerámicas de Alta Resistencia: <https://ultradentla.blog/2017/07/18/guia-tecnica-para-pulido-de-ceramicas-de-alta-resistencia/>
- Universidad de La Coruña. (2021). *Cómo se realiza la medición del acabado superficial*. Obtenido de Laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad de La Coruña: <https://lim.ii.udc.es/docencia/din-proind/docs/respuestas/p29f.htm>
- Vichi A, F. F. (2018). Effect of Finishing and Polishing on Roughness and Gloss of Lithium Disilicate and Lithium Silicate Zirconia Reinforced Glass Ceramic for CAD/CAM Systems. *Operative Dentistry*, 43-1(90-100).
- Vieira A, O. M. (July-Sept de 2013). Evaluation of the Surface Roughness in Dental Ceramics Submitted to Different Finishing and Polishing Methods. *J Indian Prosthodont Soc* , 13(3)(290–295).

## 9 ANEXOS

### Anexo 1 Lecturas de rugosidad aritmética (Ra)

ID sistema	ID cara	ID lectura	ID prueba	Ra glaseado (µm)	Ra desgaste (µm)	Ra pulido 40s (µm)	Ra pulido 40+40s (µm)
J	1	1	J1-1	0,300	6,797	3,653	3,102
J	1	2	J1-2	0,297	6,727	3,820	3,561
J	1	3	J1-3	0,289	3,705	5,941	4,341
J	1	4	J1-4	0,290	6,429	4,804	4,903
J	2	1	J2-1	0,298	4,724	3,581	4,508
J	2	2	J2-2	0,295	6,816	5,930	3,787
J	2	3	J2-3	0,295	6,760	4,308	4,174
J	2	4	J2-4	0,207	4,351	3,549	3,240
J	3	1	J3-1	0,285	4,714	4,101	3,967
J	3	2	J3-2	0,294	6,900	4,890	3,808
J	3	3	J3-3	0,286	6,580	4,101	4,876
J	3	4	J3-4	0,292	3,290	2,509	3,678
J	4	1	J4-1	0,358	3,401	2,497	3,830
J	4	2	J4-2	0,064	4,254	3,548	2,978
J	4	3	J4-3	0,332	5,070	2,549	2,109
J	4	4	J4-4	0,345	4,818	3,459	2,978
J	5	1	J5-1	0,240	3,080	5,390	4,841
J	5	2	J5-2	0,209	5,103	6,095	5,473
J	5	3	J5-3	0,315	6,537	6,344	5,911
J	5	4	J5-4	0,237	6,346	5,912	4,309
J	6	1	J6-1	0,264	4,707	4,782	3,908
J	6	2	J6-2	0,193	4,212	3,022	2,376
J	6	3	J6-3	0,260	6,902	4,414	4,334
J	6	4	J6-4	0,200	6,358	4,560	4,448
G	1	1	G1-1	0,285	4,238	1,963	1,816
G	1	2	G1-2	0,278	5,356	2,053	2,022
G	1	3	G1-3	0,281	7,014	2,369	2,003
G	1	4	G1-4	0,279	3,363	1,963	2,014
G	2	1	G2-1	0,262	1,715	2,388	2,763
G	2	2	G2-2	0,389	4,329	2,450	1,960

ID sistema	ID cara	ID lectura	ID prueba	Ra glaseado (µm)	Ra desgaste (µm)	Ra pulido 40s (µm)	Ra pulido 40+40s (µm)
G	2	3	G2-3	0,279	5,011	2,620	2,157
G	2	4	G2-4	0,280	4,564	2,618	2,565
G	3	1	G3-1	0,281	3,361	2,053	1,843
G	3	2	G3-2	0,281	5,351	2,369	2,781
G	3	3	G3-3	0,286	6,358	1,331	2,707
G	3	4	G3-4	0,280	4,379	2,605	2,843
G	4	1	G4-1	0,312	6,727	2,552	2,106
G	4	2	G4-2	0,313	5,496	2,053	2,118
G	4	3	G4-3	0,276	5,331	2,453	2,852
G	4	4	G4-4	0,277	6,490	2,644	2,306
G	5	1	G5-1	0,412	6,640	2,688	2,076
G	5	2	G5-2	0,227	3,792	1,913	3,607
G	5	3	G5-3	0,460	4,135	2,605	3,774
G	5	4	G5-4	0,340	3,968	2,618	2,651
G	6	1	G6-1	0,280	4,963	2,314	3,119
G	6	2	G6-2	0,250	6,475	2,218	2,345
G	6	3	G6-3	0,016	4,643	2,423	1,990
G	6	4	G6-4	0,460	5,365	2,645	1,843
U	1	1	U1-1	0,280	6,018	4,872	2,442
U	1	2	U1-2	0,227	5,491	4,375	1,991
U	1	3	U1-3	0,283	3,181	3,168	4,371
U	1	4	U1-4	0,285	4,707	3,264	2,087
U	2	1	U2-1	0,358	3,897	4,600	2,569
U	2	2	U2-2	0,250	4,215	3,790	3,158
U	2	3	U2-3	0,227	3,199	4,493	2,588
U	2	4	U2-4	0,457	6,152	3,160	2,356
U	3	1	U3-1	0,286	5,215	3,102	1,373
U	3	2	U3-2	0,286	6,478	2,355	1,773
U	3	3	U3-3	0,016	8,162	3,772	2,166
U	3	4	U3-4	0,294	5,617	3,790	3,465
U	4	1	U4-1	0,016	3,142	3,143	2,588
U	4	2	U4-2	0,243	5,665	3,138	2,087
U	4	3	U4-3	0,435	6,501	3,124	2,068

ID sistema	ID cara	ID lectura	ID prueba	Ra glaseado (μm)	Ra desgaste (μm)	Ra pulido 40s (μm)	Ra pulido 40+40s (μm)
U	4	4	U4-4	0,374	4,555	3,489	4,457
U	5	1	U5-1	0,216	3,174	3,233	3,017
U	5	2	U5-2	0,222	6,503	4,308	4,047
U	5	3	U5-3	0,206	4,647	4,402	2,863
U	5	4	U5-4	0,186	6,967	3,765	3,763
U	6	1	U6-1	0,225	5,337	3,233	2,152
U	6	2	U6-2	0,218	7,357	4,375	3,352
U	6	3	U6-3	0,213	4,269	3,143	2,863
U	6	4	U6-4	0,195	5,917	3,455	2,167
C	1	1	C1-1	0,173	-	-	-
C	1	2	C1-2	0,168	-	-	-
C	1	3	C1-3	0,172	-	-	-
C	1	4	C1-4	0,164	-	-	-
C	1	5	C1-5	0,172	-	-	-
C	1	6	C1-6	0,168	-	-	-
C	2	1	C2-1	0,171	-	-	-
C	2	2	C2-2	0,166	-	-	-
C	2	3	C2-3	0,163	-	-	-
C	2	4	C2-4	0,168	-	-	-
C	2	5	C2-5	0,162	-	-	-
C	2	6	C2-6	0,168	-	-	-
C	3	1	C3-1	0,162	-	-	-
C	3	2	C3-2	0,162	-	-	-
C	3	3	C3-3	0,159	-	-	-
C	3	4	C3-4	0,160	-	-	-
C	3	5	C3-5	0,159	-	-	-
C	3	6	C3-6	0,159	-	-	-
C	4	1	C4-1	0,414	-	-	-
C	4	2	C4-2	0,177	-	-	-
C	4	3	C4-3	0,183	-	-	-
C	4	4	C4-4	0,181	-	-	-
C	4	5	C4-5	0,169	-	-	-
C	4	6	C4-6	0,169	-	-	-

ID sistema	ID cara	ID lectura	ID prueba	Ra glaseado (μm)	Ra desgaste (μm)	Ra pulido 40s (μm)	Ra pulido 40+40s (μm)
C	5	1	C5-1	0,249	-	-	-
C	5	2	C5-2	0,313	-	-	-
C	5	3	C5-3	0,228	-	-	-
C	5	4	C5-4	0,286	-	-	-
C	5	5	C5-5	0,228	-	-	-
C	5	6	C5-6	0,249	-	-	-
C	6	1	C6-1	0,263	-	-	-
C	6	2	C6-2	0,217	-	-	-
C	6	3	C6-3	0,147	-	-	-
C	6	4	C6-4	0,265	-	-	-
C	6	5	C6-5	0,263	-	-	-
C	6	6	C6-6	0,217	-	-	-