

# Estudio comparativo de la rugosidad superficial en cerámicas de ultra baja fusión

Ccahuana Vásquez VZ, Morais AALO, Nishioka RS, Kimpara ET. Estudio comparativo de la rugosidad superficial en cerámicas de ultra baja fusión. Rev Estomatol Herediana. 2007;16(1): 11-15.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue comparar la rugosidad superficial en cerámicas de baja y ultra baja fusión, después del pulido mecánico y exposición a un medio corrosivo in vitro. El análisis de la superficie (Ra) fue realizado con un rugosímetro. Se confeccionaron 72 discos, divididos en cuatro grupos según el sistema cerámico utilizado: VitadurAlpha (G1), Titankeramik (G2), HeraCeram (G3) y Finesse (G4), y según el tratamiento de superficie: (A) especímenes sin tratamiento de superficie. (B) se realizó un desgaste removiendo el glaseado y pulido mecánico de la superficie. (C) especímenes fueron colocados en ácido acético. Los resultados mostraron un Ra para A: G1-0,65; G2-0,83; G3-0,82; G4-0,72. Para B: G1-1,57; G2-1,29; G3-1,28; G4-0,93. Para C: G1-0,87; G2-0,83; G3-0,98; G4-0,70. El pulido mecánico mostró mayor rugosidad de superficie en comparación con el grupo que fué expuesto al medio corrosivo. Hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para el G4, para la condición B.

Palabras clave: PORCELANA DENTAL.

## Comparative study of the surface roughness of ultra low - fusing ceramics

### ABSTRACT

The aim of this study was to compare the superficial roughness of ceramics of low fusion, after a process of polishing the surface and exposing it to a corrosive environment in vitro. The analysis of the surfaces (Ra) was evaluated using a roughness tester (with 72 specimens using the ceramics: VitadurAlpha(G1), Titankeramik(G2), HeraCeram(G3) and Finesse(G4)) and also in accordance to the treatment of the surface: A- had not been submitted to treatment, B- the glaze was removed with a polishing process, C- they were placed in 4% acetic acid. The results showed Ra (A): 0.65(G1), 0.83(G2), 0.82(G3), 0.72(G4). Ra (B): 1.57(G1), 1.29(G2), 1.28(G3), 0.93 (G4). Ra (C): 0.87(G1), 0.83(G2), 0.98(G3), 0.70(G4). In the evaluation of the ceramics and their different surface treatments. The polishing process showed greater roughness then those exposed to a corrosive environment. G4 showed less roughness after the polishing process ( $p < 0.05$ ).

Key words: DENTAL PORCELAIN.

**Vanessa Zulema Ccahuana Vásquez<sup>1</sup>**  
**Andréia Alves Leite de Oliveira Morais<sup>2</sup>**  
**Renato Sussumu Nishioka<sup>3</sup>**  
**Estevão Tomomitsu Kimpara<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Docente del Departamento Académico de Clínica Estomatológica. Facultad de Estomatología. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

<sup>2</sup>Alumna de Graduación.

<sup>3</sup>Docente del Departamento de Materiales Dentales y Prótesis. Facultad de Odontología de la Universidad Estadual Paulista. UNESP- São José dos Campos-SP. Brasil

## Correspondencia

Vanessa Zulema Ccahuana Vásquez  
Carlos de los Heros 213, Lima 21 - Perú.  
Teléfono: 4609463  
e-mail: vanessa@dr.com

**Recibido** : 21 de marzo del 2007

**Aceptado** : 30 de junio del 2007

## Introducción

En la actualidad la búsqueda de soluciones restauradoras estéticas es cada vez mayor, y como consecuencia la necesidad imperativa de utilizar materiales en la clínica odontológica que intenten reproducir fidedignamente el diente natural, junto con una constante evolución de técnicas y de materiales se transformó en un factor decisivo para obtener resultados satisfactorios. Las cerámicas ocupan un lugar destacado dentro de los materiales dentales debido a sus propiedades ópticas semejantes al diente natural, a su alta durabilidad físico-mecánica, a la estabilidad química y a la óptima biocompatibilidad con los tejidos adyacentes, presentando de esta forma los más bajos índices de adherencia de placa bacteriana (1,2).

Las cerámicas de ultra baja fusión fueron desarrolladas para ser utilizadas con aleaciones de oro y titanio (3,4). A pesar que las cerámicas de media y baja fusión presentan una alta resistencia al ser comparadas con cerámicas de ultra baja fusión, existen reportes de que estos materiales causan un alto desgaste en superficies antagonistas (2,4). De otro lado en algunos estudios (3,4), cerámicas de ultra baja fusión mostraron un desgaste menor con el esmalte cuando fueron comparadas con una cerámica feldspática convencional. Las cerámicas de ultra baja fusión podrían exhibir una alta solubilidad en agua en contraste con las cerámicas tradicionales por la cantidad de óxidos metálicos alcalinos que presentan como modi-

ficadores de vidrio (1). Es importante ser cautelosos con la composición química de estas cerámicas, por el comportamiento mecánico que podrían presentar al ser sometidas a algún tipo de solubilidad química, siendo así, consideramos importante enfatizar que la cavidad bucal es un medio húmedo donde cualquier restauración tendrá que ser lo suficientemente resistente para interactuar con un medio húmedo, cambios de pH, cambios de temperatura y a una fatiga constante como resultado de las fuerzas masticatorias (3).

La textura superficial de las restauraciones cerámicas puede ser alterada como resultado del desgaste realizado por ajustes que implican la remoción del glaseado o una posible degradación superficial ocasionada

por el constante contacto con los fluidos presentes en la cavidad bucal, siendo que esta alteración superficial puede estar relacionada con la abrasión de dientes antagonistas (5-7), retención de placa bacteriana (7,8), inflamación gingival (9) o alteraciones del color (4,7).

Frecuentemente las restauraciones cerámicas requieren de algún ajuste oclusal (10), éstos son efectuados después del procedimiento de cementación, debido a la friabilidad intrínseca de las cerámicas, es así que podemos encontrar frente a una superficie con un grado de rugosidad acentuado (2,11-13). El control de la textura superficial bajo diferentes condiciones es importante por los motivos antes mencionados. Con las propiedades y ventajas favorables de las cerámicas de ultra baja fusión citadas previamente, hay una expectativa respecto a este tema. El objetivo de este trabajo fue comparar la rugosidad superficial de las cerámicas de ultra baja fusión, después del pulido mecánico y la exposición a un medio corrosivo in vitro.

### Material y métodos

Se confeccionaron 72 discos, utilizando cuatro tipos de cerámicas de uso odontológico (Tabla 1).

Todos los discos fueron manipulados por un mismo operador y procesados de acuerdo a las indicaciones de los fabricantes. Se utilizó una matriz metálica cilíndrica con un orificio interno, de 2 mm de altura por 8 mm de diámetro, las masas cerámicas fueron preparadas por medio de la adición del líquido al polvo, hasta obtener una consistencia cremosa. Con una espátula de Teflon® las masas fueron incorporadas al interior de la matriz para ser modelada y se utilizó papel absorbente para eliminar el exceso de

**Tabla 1.** Grupos experimentales, cerámicas, tipos y fabricantes.

| grupo | cerámica     | tipo                                                                                                                          | fabricante                                |
|-------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| G1    | Vitadur Alfa | Porcelana feldespática de media fusión, indicada para restauraciones totalmente cerámicas.                                    | Vita-Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania  |
| G2    | Titankeramik | Cerámica de ultra baja fusión, indicada para recubrimiento estético sobre titanio en restauraciones metalo cerámicas.         | Vita-Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania. |
| G3    | HeraCeram®   | Cerámica da baja fusión con vidrio de cuarzo y cristales de leucita sintética, indicada para restauraciones metalo cerámicas. | Heraeus Kultzer, USA.                     |
| G4    | Finesse® LF  | Cerámica de ultra baja fusión con 7% de microparticulas de leucita, indicada para restauraciones totalmente cerámicas.        | Ceramco, USA                              |

agua.

El proceso de cocción se realizó, en grupos de seis, en el horno Vacumat 40 (Vita Zahnfabrik, Alemania) conforme las temperaturas recomendadas por los fabricantes (Tabla 2). Después de la sinterización, se esperó 10 minutos para el enfriamiento de los especímenes y se procedió al aplanamiento con una piedra blanca de óxido de aluminio de forma cilíndrica en baja rotación, durante 15 segundos, y a través del uso consecutivo de lijas de agua en granulaciones de 180, 320, 600. En seguida se realizó una limpieza en agua destilada siendo sometidos a vibración en apa-

rato ultrasónico VITASONIC II (Vita Zahnfabrik, Alemania), por 10 minutos. Después de secar a todos los discos se les realizó el proceso de auto-vitrificación o "glaseado" en horno.

Los discos clasificados de acuerdo al tipo de cerámica utilizada se dividieron en tres subgrupos, de acuerdo al tratamiento de superficie al que fueron sometidos:

- Subgrupo A. Superficie con glaseado, sin tratamiento de superficie.
- Subgrupo B. Se realizó un desgaste removiendo el glaseado, con auxilio de una pieza de mano de alta rotación, con refrigeración

**Tabla 2.** Temperaturas de cocción de las cerámicas evaluadas

| cerámicas | tipo de cocción | temperatura inicial (°C) | tiempo de presecado (min) | temperatura final (°C) |
|-----------|-----------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|
| G1        | dentina         | 600                      | 6                         | 960                    |
|           | glaseado        | 600                      | 0                         | 940                    |
| G2        | dentina         | 400                      | 6                         | 770                    |
|           | glaseado        | 400                      | 0                         | 770                    |
| G3        | dentina         | 430                      | 3                         | 860                    |
|           | glaseado        | 430                      | 0                         | 840                    |
| G4        | dentina         | 450                      | 5                         | 760                    |
|           | glaseado        | 450                      | 3                         | 750                    |

constante, durante 30 segundos, haciendo uso de una fresa diamantada Komet, N°4228 (ebr. Brasler GmbH, Alemania), de manera que toda la extensión de la fresa tenga contacto con la superficie del espécimen. Después de este procedimiento, se realizó el pulido de la superficie con un kit Enhance (LD Caulk Denstply, USA) indicado para restauraciones cerámicas utilizando de manera asociada una pasta diamantada para pulido Kota (Kota industria, Comercio Ltda).

- Subgrupo C. Se colocó en inmersión en solución de ácido acético al 4% durante 16 horas a 80°C (ISO 6892), con la finalidad de obtener una situación semejante a la erosión en la superficie de la cerámica, causada por los fluidos presentes en la cavidad oral (14).

Las lecturas de la rugosidad superficial de los discos fueron realizadas utilizando el rugosímetro Hommel Tester 200 que opera con una punta analizadora. Los especímenes fueron analizados aleatoriamente por un único examinador. Para realizar las lecturas de la rugosidad los especímenes fueron fijados en una placa de vidrio, sobre la superficie de cada disco la punta del cursor recorría 4,6 mm de la superficie a ser analizada a una velocidad de 0,1 mm/s. Para cada disco se realizaron tres medidas y la media fue calculada. La rugosidad media (Ra) es la media aritmética resultante de la suma de los valores absolutos de los desvíos del perfil de la superficie a partir de la línea central dentro del trazado evaluado.

Se realizó la estadística descriptiva, y el análisis de varianza (ANOVA) a dos factores: tipo de material cerámico y tipo de tratamiento de superficie. El test de Tukey fue realizado a partir del

ANOVA con 95% de nivel de confianza.

### Resultados

Las medias y desviación estándar de cada grupo experimental para los valores de Ra están ilustrados en la Tabla 3.

El ANOVA mostró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para las condiciones B y C (Tabla 4). Así mismo la prueba de Tukey (Tabla 5), mostró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para el grupo (G4) en la condición B. Cuando analizamos los grupos de cerámicas en las diferentes condiciones, la condición B mostró valores altos de Ra al ser comparado con la condición C. Dentro de la condición C en el grupo G4 se observó los menores valores de Ra.

### Discusión

La búsqueda de nuevos materiales odontológicos esta exclusivamente dirigida en la mayoría de los casos por aspectos cosméticos, y dentro de estos recursos disponibles

las cerámicas dentales son una alternativa. Por más de 200 años estos materiales han sido utilizados en trabajos protéticos y recientemente su empleo en la odontología restauradora es cada vez mas frecuente, gracias a los avances científicos y tecnológicos alcanzados con los materiales cerámicos y los agentes adhesivos (1,15).

Obviamente aun existen problemas en el control de las cerámicas dentales, ya que la industria odontológica ofrece actualmente una variedad cada vez mayor de productos e innumerables alternativas utilizando nuevos productos que generan nuevas interrogantes respecto a la efectividad de estos frente a las diversas situaciones clínicas. De esta manera el profesional debe saber claramente la indicaciones y contraindicaciones del uso correcto de cada material para cada tipo de restauración. Uno de los problemas importantes es la calidad de la superficie de trabajos en cerámica, después de la realización de ajustes

**Tabla 3.** Medias y desviación estándar de la rugosidad media(Ra) entre los materiales cerámicos y las superficies tratadas.

| cerámica | superficie tratada |            |            |
|----------|--------------------|------------|------------|
|          | A                  | B          | C          |
| G1       | 0,65(0,18)         | 1,57(0,48) | 0,87(0,19) |
| G2       | 0,90(0,29)         | 1,29(0,29) | 0,83(0,28) |
| G3       | 0,83(0,23)         | 1,28(0,34) | 0,98(0,19) |
| G4       | 0,72(0,24)         | 0,93(0,15) | 0,70(0,14) |

**Tabla 4.** Resultados de ANOVA para las superficies tratadas.

| f fuente de | grados de | suma de   | cuadrado | F     | P      |
|-------------|-----------|-----------|----------|-------|--------|
| varianza    | libertad  | cuadrados | medio    |       |        |
| B           | 3         | 1,198     | 0,399    | 3,541 | 0,033* |
| C           | 3         | 0,239     | 0,795    | 1,868 | 0,167  |

**Tabla 5.** Resultados de la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ )

| cerámica | B      | C     |
|----------|--------|-------|
| G1       | 1,568  | 0,867 |
| G2       | 1,293  | 0,835 |
| G3       | 1,283  | 0,983 |
| G4       | 0,938* | 0,703 |

oclusales o ajustes de forma y contorno en la instalación en boca, o en caso de restauraciones antiguas que por varios motivos necesitaran de ajustes o correcciones (16-19).

La rugosidad superficial es un factor importante en la evaluación de una restauración, siendo relacionada a retención de placa bacteriana, a la abrasión de los dientes antagonistas, al manchado, a la lesión de los tejidos blandos adyacentes, como también a la propia calidad estética de las restauraciones (5,6,8,9,20,21).

En la literatura el parámetro más utilizado en la evaluación de superficie es la rugosidad media (Ra), esta lectura es realizada por medio de una punta analizadora que ofrece un resultado cuantitativo (11,12,20,21). Las tablas 1, 2, y 3 muestran las medias de Ra para las cerámicas utilizadas con el factor de tratamiento de superficie: exposición al ácido acético al 4% y cuando fue realizado el pulido mecánico. El pulido mecánico mostró mayores valores de rugosidad y hubo diferencias significativas para el grupo G4, que presentó el valor más bajo de Ra.

Los diferentes grados de irregularidades en la superficie se pueden relacionar a las características del proceso de vitrificación y a la previa preparación de la superficie. En este procedimiento se permite pequeñas variaciones de tiempo y temperatura. Las características de la superficie en las cerámicas dentales obtenidas con la vitrificación en horno son clínicamente satisfactorias. Una buena superficie lisa se obtiene desde el punto de vista estético como funcional.

Los métodos utilizados para la evaluación de la superficie como el rugosímetro que ofrece resultados cuantitativos puede a veces mostrar discordancias (20,21), ya que un au-

mento de longitud de ondas del perfil superficial es un factor relevante en el cálculo, y consecuentemente en la disminución del Ra sin que esto implique necesariamente una superficie más lisa (11,12,18,20). Sin embargo investigaciones sugieren un análisis adicional por medio de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) para obtener información sobre textura, microfisuras, poros, entre otros. Estas imágenes muestran una aproximación efectiva de morfología de las superficies y resultados cualitativos, aunque estos datos sean difíciles de trabajar e s t a d í s t i c a m e n t e (2,9,11,12,15,17,18,21). Los métodos para evaluación deben permitir una visualización más adecuada de las características superficiales de los especímenes, estos deben cuantificar la rugosidad superficial así como ofrecer datos descriptivos de la superficie sobre investigación (21).

Existe una controversia sobre la real eficacia del pulido superficial de las cerámicas, en reportes de la literatura algunos sistemas de pulido de cerámica pueden conseguir obtener superficies tan lisas cuanto las superficies vitrificadas (19,20), sin embargo otros investigadores (2,15) afirmaron que una superficie lisa sólo es obtenida a través de la vitrificación. En este trabajo las lecturas de Ra para la condición B de pulido mecánico fueron elevadas al ser comparadas con los valores de la condición A que no recibió tratamiento de superficie, resultados similares a los obtenidos en los trabajos de Campbell (9) y Hulterström y Bergam (12).

Consideramos importante la evaluación de la integridad superficial en estos materiales cerámicos, ya que reportes de De Jager et al. (14), Esquivel et al. (4), y Nakasato et al. (18) afirmaron que la rugosidad pro-

ducida por los procedimientos mecánicos y químicos podrían influenciar en la resistencia de las cerámicas (12).

Las cerámicas de ultra baja fusión pueden exhibir una alta solubilidad en agua a diferencia de las cerámicas de media y baja fusión por la cantidad de óxidos metálicos alcalinos que presentan como modificadores de vidrio (1,3-5), siendo estos componentes importantes para el comportamiento de las propiedades mecánicas (3,14, 19). Según las normas ISO 6872, el ácido acético al 4% durante 16 horas a 80°C es utilizado para las pruebas de solubilidad química para cerámicas dentales, esta norma establece un límite de solubilidad de <math>100\mu\text{g}/\text{cm}^2</math> (1,6,14,16). Cuando estos valores son respetados, el material es considerado químicamente estable para ser utilizado en la cavidad bucal, considerando que la degradación superficial no llegaría a influenciar negativamente sobre sus características mecánicas (1,4). La exposición al ácido acético al 4% durante una semana a 80°C, se pueden comparar a la saliva artificial como la disolución de la superficie durante 22 años a 22°C. Las cerámicas de baja fusión utilizadas en este trabajo demostraron que sus propiedades físicas son comparables a las cerámicas convencionales (4).

## Conclusiones

- En la evaluación de las cerámicas a los diferentes tratamientos de superficie, el pulido mecánico mostró mayor rugosidad que cuando fue expuesto al medio corrosivo.
- La cerámica G4 mostró menor rugosidad después del pulido mecánico.

## Agradecimiento

Agradecimiento a la fundación de Amparo de Investigación del Esta-



do de São Paulo-FAPESP, por el apoyo con la beca de iniciación científica concedida para la realización de este trabajo.

### Referencias bibliográficas

1. Anusavice KJ, Phillips. *Materiais dentários*. 11 ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.
2. Nishioka RS, Bottino MA, Trevisan A. Análise comparativa através da microscopia eletrônica de varredura da superfície da porcelana vitrificada e tratada por conjunto de polimento intra-oral. *Pos-Grad Rev Fac Odontol São José dos Campos*. 1999; 2(2):7-14.
3. Kvam K, Derand T, Austrheim EK. Fracture toughness and flexural strength of dental ceramics for titanium. *Biomaterials*. 1995; 16(1):73-6.
4. Esquivel JF, Chai J, Wozniak WT. The physical properties of low-fusing porcelains for titanium. *Int J Prosthodont*. 1996; 9(6):563-71.
5. al-Hiyasat AS, Saunders WP, Sharkey SW, Smith GM, Gilmour WH. Investigation of human enamel wear against four dental ceramics and gold. *J Dent*. 1998; 26(5-6):487-95.
6. Hacker CH, Wagner WC, Razzoog ME. An in vitro investigation of the wear of enamel on porcelain and gold in saliva. *J Prosthet Dent*. 1996; 75(1):14-7.
7. Jung M. Finishing and polishing of a hybrid composite and a heat-pressed glass ceramic. *Oper Dent*. 2002; 27(2):175-83.
8. Kawai K, Urano M. Adherence of plaque components to different restorative materials. *Oper Dent*. 2001; 26(4):396-400.
9. Campbell SD. Evaluation of surface roughness and polishing techniques for new ceramic materials. *J Prosthet Dent*. 1989; 61(5):563-8.
10. Bessing C, Wiktorsson A. Comparison of two different methods of polishing porcelain. *Scand J Dent Res*. 1983; 91(6):482-7.
11. Fuzzi M, Zaccheroni Z, Vallania G. Scanning electron microscopy and profilometer evaluation of glazed and polished dental porcelain. *Int J Prosthodont*. 1996; 9(5):452-8.
12. Hulterstrom AK, Bergman M. Polishing systems for dental ceramics. *Acta Odontol Scand*. 1993; 51(4):229-34.
13. Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dent Clin North Am*. 1998; 42(4):613-27.
14. de Jager N, Feilzer AJ, Davidson CL. The influence of surface roughness on porcelain strength. *Dent Mater*. 2000; 16(6):381-8.
15. Barghi N, King J, Draughn RA. A study of porcelain surfaces as utilized in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent*. 1975; 34(3):314-9.
16. Derand P, Vereby P. Wear of low-fusing dental porcelains. *J Prosthet Dent*. 1999; 81(4):460-3.
17. Haywood VB, Heymann HO, Kusy RP, Whitley JQ, Andreus SB. Polishing porcelain veneers: an SEM and specular reflectance analysis. *Dent Mater*. 1988; 4(3):116-21.
18. Nakazato T, Takahashi H, Yamamoto M, Nishimura F, Kurosaki N. Effect of polishing on cyclic fatigue strength of CAD/CAM ceramics. *Dent Mater J*. 1999; 18(4):395-402.
19. Raimondo RL Jr, Richardson JT, Wiedner B. Polished versus autoglazed dental porcelain. *J Prosthet Dent*. 1990; 64(5):553-7.
20. Scurria MS, Powers JM. Surface roughness of two polished ceramic materials. *J Prosthet Dent*. 1994; 71(2):174-7.
21. Whitehead SA, Shearer AC, Watts DC, Wilson NH. Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. *J Oral Rehabil*. 1995; 22(6):421-7.