

Efecto del tipo de resina y del tipo de matriz en la rugosidad superficial de prótesis dentales fijas provisionales confeccionadas con la técnica individualizada

Raúl Ayuso Montero

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

UNIVERSITAT DE BARCELONA

FACULTAT D'ODONTOLOGIA

“DEPARTAMENT D'ODONTOESTOMATOLOGIA”

Programa “Tècniques clíniques en Odontostomatologia”
Bienio 2002-2004

“EFECTO DEL TIPO DE RESINA Y DEL TIPO DE MATRIZ EN LA RUGOSIDAD
SUPERFICIAL DE PRÓTESIS DENTALES FIJAS PROVISIONALES
CONFECCIONADAS CON LA TÉCNICA INDIVIDUALIZADA”

Trabajo para optar al título de Doctor en Odontología

Doctorando: Raúl Ayuso Montero

Dirigido por: Dr. Jordi Martínez Gomis y Prof. Dra. Maria Peraire Ardèvol

4. RESULTADOS

4.1. Análisis descriptivo y comparativo de los nueve grupos de estudio.

La media y la desviación típica de los parámetros de rugosidad para cada grupo de estudio se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2 *Parámetros de rugosidad del diente y de las resinas fraguadas contra las distintas matrices. Unidades expresadas en μm (excepto $R_{\text{atrpm/rz}}$).*

	Ra	Rt	Ry	Rz	Rpmax	Ratrpm/rz
Diente	0,41	2,33	2,33	1,76	1,4	0,79
Protemp-alginato	0,56- (0,22)A	5,89- (5,79)E	5,49- (5,18)H	2,81- (1,59)L	2,57- (1,88)O	0,86- (0,18)R,S
Protemp-vacuum	0,57- (0,09)A	4,47- (2,33)E	4,28- (2,24)H	2,63- (0,59)L	2,41- (0,72)O	0,92- (0,16)R,S
Protemp-silicona	0,70- (0,23)A,B	5,98- (3,07)E	5,59- (3,16)H	3,24- (1,23)L	3,07- (1,55)O	0,94- (0,28)S
Tab-vacuum	1,26-(0,30)A,B,C	9,06- (2,84)E,F	8,28- (2,64)H,I	5,95- (1,75)L,M	5,15- (1,77)O,P	0,87- (0,18)R,S
Trim-silicona	1,35-(0,53)A,B,C	9,23- (3,49) E,F	8,56- (3,20)H,I	6,77- (2,44)L,M	4,55- (1,58)O,P	0,68- (0,07)R
Trim-vacuum	1,57-(0,75)B,C,D	9,61- (4,75) E, F	9,29- (4,58)H,I,J	7,42- (3,76)L,M,N	5,15- (1,58)O,P	0,75- (0,16)R,S
Tab-silicona	2,08- (0,93)C,D	15,13- (6,92)F,G	14,61-(7,14)I,J,K	10,22- (4,53)M,N	7,07- (1,98)P,Q	0,75- (0,23)R,S
Tab-alginato	2,42- (1,32)D	19,35- (11,02)G	18,65- (10,48)K	12,02- (6,52)N	8,93- (3,34)Q	0,79- (0,14)R,S
Trim-alginato	2,48- (0,66)D	16,99- (5,24)F,G	16,69- (5,32)J,K	12,23- (3,62)N	8,19- (1,97)Q	0,69- (0,10)R

Media-(desviación típica) de cada grupo de estudio expresadas en μm . Las diferencias entre grupos con la misma letra no son significativas mediante la prueba de Mann-Whitney ($P < 0.05$). Ra: rugosidad media. Rt: altura máxima. Ry: rugosidad máxima. Rz: altura promedio. Rpmax: altura media.

La combinación que presentó un valor más bajo de rugosidad media (R_a) fue la de Protemp[®]-alginato ($R_a = 0,56 \mu\text{m}$), con diferencias significativas respecto a Trim[®]-vacuum, Tab 2000[®]-silicona, Tab 2000[®]-alginato y Trim[®]-alginato. La combinación que presentó un valor más alto fue la de Trim[®]-alginato ($R_a = 2,48 \mu\text{m}$).

La combinación que presentó un valor más bajo de altura máxima (R_t) y de rugosidad máxima (R_y) fue Protemp[®]-vacuum ($R_t = 4,47$ y $R_y = 4.28 \mu\text{m}$), con diferencias significativas respecto a Tab 2000[®]-silicona, Tab 2000[®]-alginato y Trim[®]-alginato. El valor más alto de R_t y R_y fue el de Tab 2000[®]-alginato.

La combinación que presentó el valor más bajo de altura promedio (R_z) fue Protemp[®]-vacuum ($R_z = 2,63 \mu\text{m}$), con diferencias significativas respecto a Tab 2000[®]-silicona, Tab 2000[®]-alginato y Trim[®]-alginato. El valor más alto de R_z fue el de Trim[®]-alginato.

La combinación que presentó un valor más bajo de altura media (R_{pmax}) fue Protemp[®]-vacuum ($R_{pmax} = 2.41 \mu\text{m}$), con diferencias significativas respecto a Tab 2000[®]-silicona, Tab 2000[®]-alginato y Trim[®]-alginato. El valor más alto de R_{pmax} fue el de Tab 2000[®]-alginato.

Todos los valores obtenidos de la ratio R_{pmax}/R_z fueron superiores a 0,5.

4.2. Comparación de las tres de resinas.

Los valores de rugosidad de las tres resinas sin tener en cuenta la matriz con la que fraguaron se exponen en la Figura 12.

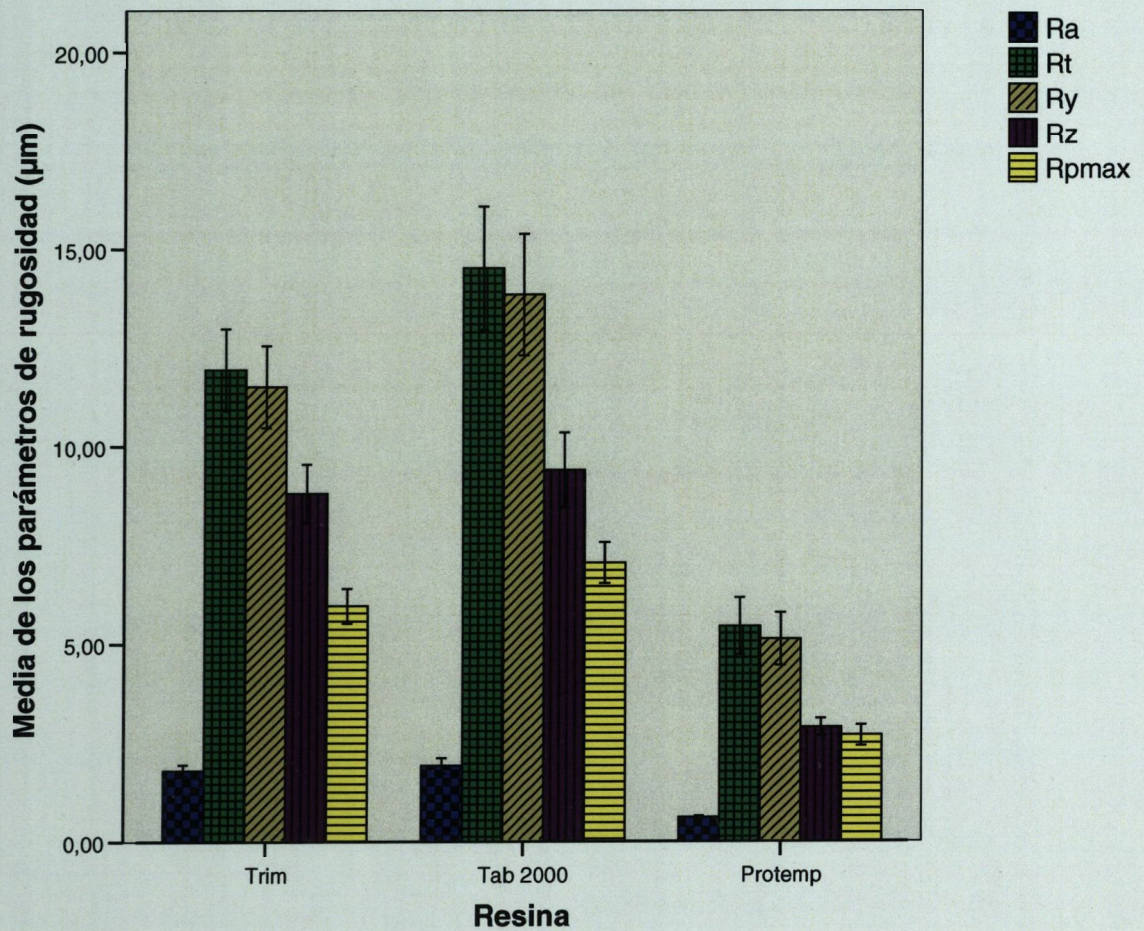


Figura 12. Valores de rugosidad de las resinas sin tener en cuenta el material con el que fraguaron.

El grado de significación de las diferencias entre resinas se presenta en la Tabla 3.

La prueba de Mann-Whitney señala que el Protemp[®] obtiene valores significativamente inferiores a Trim[®] y Tab 2000[®] en todos los parámetros de rugosidad estudiados.

Tabla 3. Grado de significación en la comparación de las tres resinas para cada parámetro de rugosidad.

		Trim [®]	Tab 2000 [®]
Tab 2000 [®]	Ra	NS	
	Rt	NS	
	Ry	NS	
	Rz	NS	
	Rpm	NS	
Protemp [®]	Ra	P<0.001	P<0.001
	Rt	P<0.001	P<0.001
	Ry	P<0.001	P<0.001
	Rz	P<0.001	P<0.001
	Rpm	P<0.001	P<0.001

NS: no significativo (Mann-Whitney)

4.3 Comparación de las tres matrices.

Los valores de rugosidad de las resinas dependiendo de la matriz con la que fraguaron, sin tener en cuenta el tipo de resina, se exponen en la Figura 13.

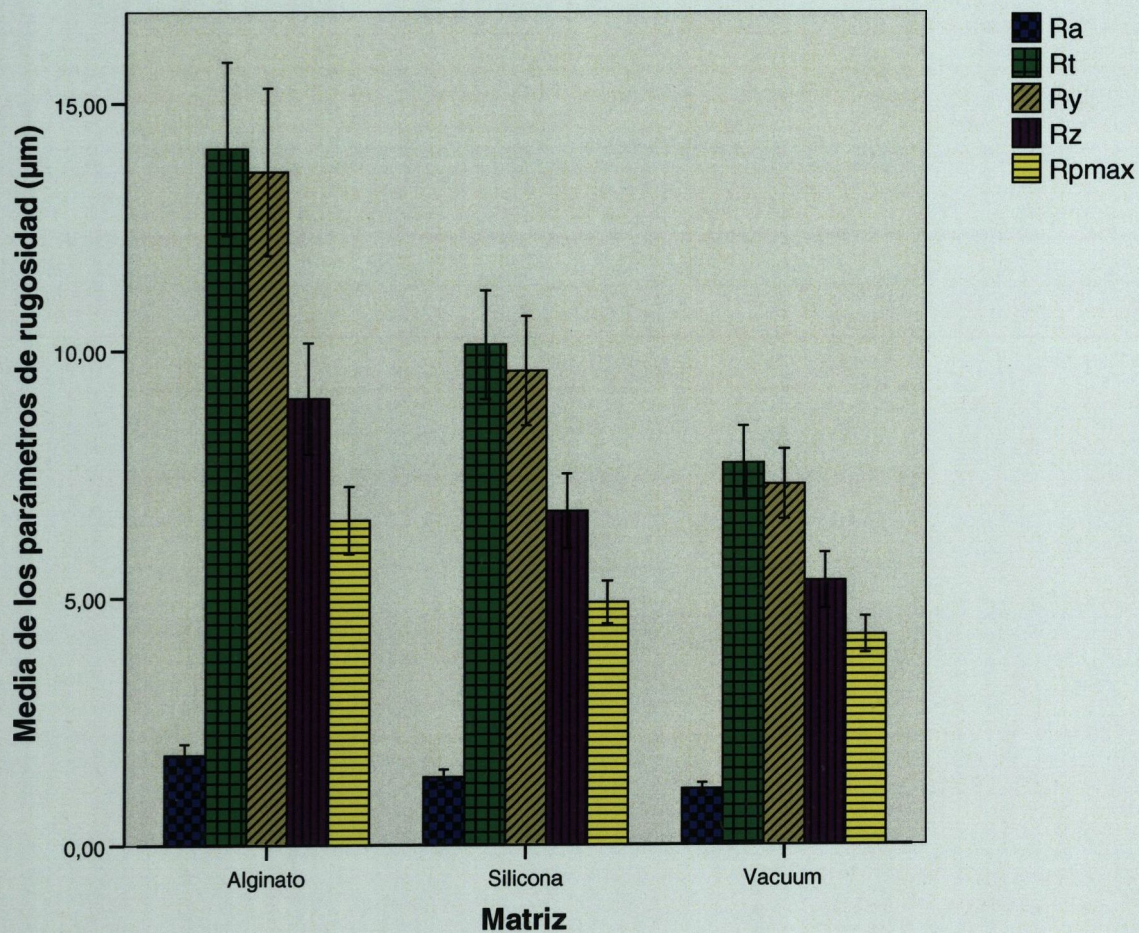


Figura 13. Rugosidad de las resinas dependiendo de la matriz con la que fraguaron, agrupando las tres resinas.

El grado de significación del tipo de matriz se presenta en la Tabla 4.

La prueba de Mann-Whitney señala que las resinas fraguadas contra vacuum obtienen valores significativamente inferiores a las fraguadas contra alginato en todos los parámetros de rugosidad estudiados.

Tabla 4. Grado de significación en la comparación de los tres tipos de matriz.

		Alginato	Silicona
Silicona	Ra	NS	
	Rt	NS	
	Ry	NS	
	Rz	NS	
	Rpm	NS	
Vacuum	Ra	P=0.04	NS
	Rt	P=0.02	NS
	Ry	P=0.01	NS
	Rz	P=0.04	NS
	Rpm	P=0.02	NS

NS: no significativo (Mann-Whitney)

5. DISCUSIÓN

El estudio experimental in vitro realizado mide los parámetros de rugosidad obtenidos en la superficie de tres resinas fabricadas en contacto con tres matrices diferentes. La resina que ha obtenido los valores significativamente más bajos en todos los parámetros de rugosidad estudiados ha sido Protemp[®], con un rango de Ra entre 0.56 y 0.70 μm . Estos resultados son significativamente menores que los obtenidos por Sen, que consiguió una Ra de 2.43 a 2.53 μm en las de resinas de composite que le sirvieron como grupo control, sin aplicar ningún sistema de pulido y dejándolas fraguar al aire libre (Sen *et al.*, 2002).

Los valores de Ra obtenidos por las resinas de metacrilato (Trim[®] y Tab 2000[®]) oscilan entre 1.26 y 2.48 μm , rango dentro del cual están los resultados de Sen, que obtuvo una Ra de entre 1.97 y 2.02 μm en las resinas de metacrilato.

Estos valores son significativamente menores a los descritos por Kaplan, que concluyó en un estudio sobre cuatro composites que rugosidades inferiores a 10 μm eran aceptables por ser indetectables en boca (Kaplan, Goldstein y Vijayaraghavan, 1996). Sin embargo, no son comparables al umbral de $Ra < 0.2 \mu\text{m}$ (Bollen *et al.* 1996), motivo por el que se debería intentar reducir la rugosidad con sistemas de pulido hasta ser inferior a dicho umbral.

El resto de parámetros de rugosidad estudiados dan resultados proporcionales a Ra, y los grupos de muestras entre los que no hay diferencias significativas son los mismos excepto en la ratio R_{pm} / R_z , donde todas las muestras obtienen valores superiores a 0.5. Valores inferiores a 0.5 indican que el perfil de rugosidad es redondeado y valores superiores que es escarpado (Whitehead, 1995).

Aunque el resto de estudios obtengan valores inferiores de Ra en las resinas de metacrilato que en las resinas de composite (Wang *et al.*, 1989; Borchers, 1999; Sen *et al.*, 2002; Haselton *et al.*, 2004), éstas diferencias se pueden explicar porque la confección de las

muestras pretende simular las condiciones con las que se fabrica una prótesis fija provisional mediante la técnica individualizada, mientras en todos ellos la resina se ha pulido o se ha hecho fraguar contra una lámina de plástico.

El motivo de llevar a cabo el estudio sin aplicar un sistema de pulido a la superficie de los provisionales se debe a que ello supone la imprimación de la superficie del objeto pulidor (sea fresa, disco o copas de goma) sobre la superficie a pulir, o la abrasión física o química de la superficie con cepillos o pastas. Ello puede suponer la reducción de la rugosidad superficial o el aumento. Por ejemplo, se sabe que la preparación de superficies como el esmalte dental mediante diferentes métodos aumenta la rugosidad superficial del mismo (Hossain, Yamada, Nakamura, Murakami, Tamaki *et al.*, 2003), con lo que la rugosidad de una superficie tratada con un sistema de pulido depende de la rugosidad del objeto pulidor y de la superficie a pulir. En un estudio realizado sobre diferentes cerámicas dentales, se demostró que en dos de ellas (Procera AllCeram e In-Ceram Alumina) el pulido con discos aumentó su rugosidad inicial, cuando en el resto la disminuyó (Kou, Molin y Sjogren, 2006).

Las muestras se confeccionaron reproduciendo un diente real. Los estudios revisados utilizan preformas (cilindros (Borchers, 1999), planchas (Yap *et al.*, 2004), barras (Wang *et al.*, 1989), conos (Nagem, D'Azevedo, Nagem y Marsola, 2004), discos (Sen *et al.*, 2002; Maalhagh-Fard *et al.*, 2003; Rahal *et al.*, 2004; Paravina, Roeder, Lu, Vogel y Powers, 2004) y la superficie a evaluar no está determinada ni por la forma ni por el perfil de la superficie del diente natural.

La técnica individualizada implica la toma de una impresión del diente previa al tallado del mismo o la reproducción del diente con un modelo. Por este motivo la matriz se ha considerado importante en el resultado de la rugosidad del provisional. Las matrices se seleccionaron para el estudio por los siguientes motivos: la facilidad de manejo, rapidez y

bajo coste económico en el caso de alginato (Fisher *et al.*, 1971); la silicona por la capacidad de reutilización (Haselton *et al.*, 2004; Moskovitz *et al.*, 1984; Preston, 1976); y el *vacuum* por ser el más estable dimensionalmente (Castelnuovo y Tjan, 1997; Luthard *et al.*, 2000) y por ser muy útil para cambios en la anatomía del diente a tallar.

Partir de la superficie de un diente supone partir de una superficie que es el esmalte dental, que ya es rugoso igual que el resto de materiales que se utilizan en odontología (Gürgan, Bolay y Alacam, 1997; Bollen *et al.*, 1997), y los estudios revisados se centran en disminuir la rugosidad de la resina mediante sistemas de pulido, y no de conseguir una superficie más lisa durante la fabricación del provisional. Aprovechando la capacidad o incapacidad de los materiales de impresión para adaptarse a la superficie del diente, y de la resina para adaptarse a la matriz se pueden optimizar la rugosidad inicial antes del pulido. Las impresiones utilizadas durante el tratamiento restaurador se vacían con yeso, y se obtiene un modelo que reproduce las superficies orales. Es difícil conocer la rugosidad de dichas impresiones ya que suelen ser materiales depresibles y no rígidos, y se dificulta la medición con rugosímetros de contacto. Sí se ha evaluado la capacidad de reproducción de ciertos materiales de impresión como las siliconas, pero el estudio presenta ciertas limitaciones, ya que *in vitro* no se reproducen superficies rígidas intraorales y el método de medición es por comparación visual de una imagen obtenida por microscopio, calificando el operador la silicona como satisfactoria o insatisfactoria (Petrie, Walker, O'mahony y Spencer, 2003).). Además el yeso que se hace fraguar en contacto con nuestras impresiones puede reproducir la rugosidad de la impresión con mayor o menor fiabilidad. Murata *et al.* demostraron que el mismo alginato vaciado con diferentes tipos de yesos consiguen rugosidades medias Ra diferentes (Murata, Kawamura, Hamada, Chimori y Nikawa, 2004), por lo que el contacto entre dos materiales durante el fraguado de uno de ellos es importante en la rugosidad final del mismo. En éste estudio, hay una relación

positiva entre la combinación de resina y la matriz sobre la rugosidad, ya que la resina menos rugosa (Protemp®), consigue una superficie más lisa con alginato (que ha resultado el material de impresión que supone resinas más rugosas en general) que con *vacuum* (que es el material de impresión que consigue rugosidades menores sobre las resinas), aunque la diferencia no es significativa. Murata describe en su estudio cuatro posibles causas de incompatibilidad entre la superficie de dos materiales: (i) liberación de exudados por parte de uno de los dos materiales que interfiera en el contacto entre ambos; (ii) posibilidad de reacción química entre aditivos de los diferentes materiales; (iii) presencia de componentes libres sin reaccionar de uno de los dos materiales que altere la rugosidad; (iv) diferencias de PH entre los dos materiales que influyan en el contacto entre ambos.

Igual que influye la mojabilidad y el ángulo de contacto de la superficie de las resinas sobre la adhesión de microorganismos (Yildirim *et al.*, 2005), podría influir la mojabilidad de las matrices respecto a las resinas durante su contacto.

Dejar un espacio de 2 mm de grosor entre el diente y la superficie de la impresión además de simular la preparación dental para coronas metal-cerámica estandariza el procesado de las muestras, y la aplicación de presión constante sobre la impresión rellena de resina, puede influir en la capacidad de la resina para adaptarse a la superficie del material de impresión. Para anular el efecto de dicho factor se empleó el mismo peso de 1 Kg, imitando otros estudios (Murata *et al.*, 2004).

Se ha considerado importante la metodología de medición. Aunque la mayoría de los estudios revisados realicen las lecturas en diferentes zonas de la muestra, ya sean localizaciones aleatorias o determinadas en sentidos distintos, en éste estudio se decidió utilizar un posicionador. Al reproducir todas las muestras el mismo diente, las irregularidades anatómicas del mismo podrían haber determinado la medición, y no serían equiparables los resultados para todas las muestras. El resto de estudios citados, excepto el

de Haselton parten de una superficie regular plana, sin irregularidades que la determinen. Haselton midió en su estudio la rugosidad en 3 zonas de las muestras con diferentes trayectorias, pero también con un posicionador, para reproducir las mismas trayectorias en diferentes muestras (Haselton *et al.*, 2004). De ésta manera, aunque resulta imposible reproducir la misma línea de medición (ya que hablamos de un aparato con sensibilidad de centésimas de μm) en las tres valoraciones, al menos se toman las mediciones en la misma zona de la muestra y en el mismo sentido.

Generalmente se acepta Ra como parámetro estándar de rugosidad, que nos da información general sobre la rugosidad, pero no nos permite diferenciar la calidad de las superficies, ya que podíamos observar superficies con trazados diferentes y Ra similar. Por ello en éste estudio se han calculado todos los parámetros de rugosidad, igual que en otros (Richmond *et al.*, 2004; Grossman, Rosen, Cleaton-Jones y Volchansky, 2004), ya que la rugosidad media Ra por sí sola, no permite conocer la calidad del perfil (Whitehead, 1995), aunque los grupos de muestras entre los que hay diferencias significativas han resultado proporcionales a Ra para el resto de parámetros excepto la ratio Rpm/Rz.

Teniendo en cuenta las limitaciones del estudio, se prevé incluir nuevos aspectos que permitan ampliar los resultados. Aunque se conoce la rugosidad de las resinas fabricadas bajo las condiciones de este estudio, resulta interesante conocer la rugosidad de las mismas después de aplicar alguno de los sistemas habituales de pulido para saber si es posible conseguir rugosidades cercanas al umbral de $0.2 \mu\text{m}$.

Otras líneas de investigación interesantes son envejecer las muestras en saliva artificial o realizar el estudio de forma intraoral, de manera que se pueda evaluar la acumulación de placa bacteriana y el deterioro estético de la superficie de las resinas.

También resultaría interesante conocer la rugosidad de la matriz mediante alguna técnica que no sea perfilometría de contacto, ya que los materiales de impresión alginato y silicona

son depresibles. Uno de los sistemas de medición consultados es la microscopía electrónica (SEM), que permite establecer rangos de valores por comparación de imágenes pero no dar valores absolutos de rugosidad.

También se podría investigar la capacidad adaptación de las resinas a las matrices mediante la medición del ángulo de contacto. De ésta manera podríamos averiguar en que paso se pierde la capacidad de reproducción de la superficie original.

6. CONCLUSIONES

Teniendo en consideración las limitaciones del estudio, las conclusiones son las siguientes:

1. La resina que ha mostrado valores significativamente más bajos es Protemp® en todos los parámetros de rugosidad estudiados, excepto en la ratio Rpm / Rz.
2. El uso de alginato como matriz para retener las resinas en la confección de prótesis provisionales provoca valores de rugosidad significativamente mayores en la superficie de éstas que las matrices de silicona o *vacuum*.
3. Las combinaciones entre resina y material de impresión que consiguieron superficies más lisas fueron de Protemp® con alginato y de Protemp® con *vacuum* para todos los parámetros de rugosidad estudiados, excepto para la ratio Rpm / Rz.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Barenblit P (2002). Estudio comparativo de la adhesión y proliferación celular sobre superficies de titanio preparadas a distintas rugosidades. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
2. Baseren M (2004). Surface roughness of nanofill and nanohybrid composite resin and ormocer-based tooth-colored restorative materials after several finishing and polishing procedures. *J Biomater Appl* 19:121-134.
3. Bollen CM, Papaioanno W, Van Eldere J, Schepers E, Quirynen M, Van Steenberghe D (1996). The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin Oral Imp Res* 7:201-211.
4. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M (1997). Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater* 13:258-269.
5. Borchers L, Tavassol F, Tschernitschek H (1999). Surface quality achieved by polishing and by varnishing of temporary crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent* 82:550-556.
6. Burns D, Beck D, Nelson S (2003). A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: Report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. *J Prosthet Dent* 90:474-497.
7. Castelnuovo J, Tjan AH (1997). Temperature rise in pulpal chamber during fabrication of provisional resinous crowns. *J Prosthet Dent* 78:441-446.

8. Chan, K.C., Fuller, J.L., Hormati A.A. (1980). The Ability of Foods to Stain Two Composite Resins, *J Prosthet Dent* 43:542-545.
9. Christensen GJ (1996). Provisional restorations for fixed prosthodontics. *J Am Dent Assoc* 127:249-252.
10. Cohen MD (2005). Making fixed provisional restorations for patients hypersensitive to acrylic resin. *J Am Dent Assoc* 136:779-780.
11. Crispin BJ, Watson JF, Caputo AA (1980). The marginal accuracy of treatment restorations: a comparative analysis. *J Prosthet Dent* 44:283-290.
12. Doray PG, Li D, Powers JM (2001). Color stability of provisional restorative materials after accelerated aging. *J Prosthodont* 10:212-216.
13. Ergün G, Mutlu-Sagesen L, Ozkan Y, Demirel E (2005). In vitro color stability of provisional crown and bridge restoration materials. *Dent Mater J* 24:342-350.
14. Fiasconaro JE, Sherman H (1968). Vacuum-formed prostheses. I. A temporary fixed bridge or splint. *J Am Dent Assoc* 76:74-78.
15. Fisher DW, Shillingburg HT Jr, Dewhirst RB (1971). Indirect temporary restorations. *J Am Dent Assoc* 82:160-163.
16. Fritts KW, Thayer KE (1973). Fabrication of temporary crowns and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 30:151-155.
17. Gegauff AG, Wilkerson JJ (1995). Fracture toughness testing of visible light- and chemical-initiated provisional restoration resins. *Int J Prosthodont* 8:62-68.
18. Grossman ES, Rosen M, Cleaton-Jones PE, Volchansky A (2004). Scientific surface roughness values for resin based materials. *SADJ* 59:274-279.
19. Guinta J, Zablotsky N (1976). Allergic stomatitis caused by self-polymerizing resin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 41:631-637.
20. Guinta JL (2005). A simpler technique. *J Am Dent Assoc* 136:1218.

21. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S (2005a). Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 94:118-124.
22. Guler AU, Kurt S, Kulunk T (2005b). Effects of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 93:453-458.
23. Gürgan S, Bolay S, Alacam R (1997). In vitro adherence of bacteria to bleached or unbleached enamel surfaces. *J Oral Rehabil* 24:624-627.
24. Hamza TA, Rosenstiel SF, Elhosary MM, Ibraheem RM (2004). The effect of fiber reinforcement on the fracture toughness and flexural strength of provisional restorative resins. *J Prosthet Dent* 91:258-264.
25. Harrison Z, Johnson A, Douglas CW (2004). An in vitro study into the effect of a limited range of denture cleaners on surface roughness and removal of *Candida albicans* from conventional heat-cured acrylic resin denture base material. *J Oral Rehabil* 31:460-467.
26. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Vargas MA (2002). Flexural strength of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent* 87:225-228.
27. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson DV (2004). Effect of storage solution on surface roughness of provisional crown and fixed partial denture materials. *J Prosthodont* 13:227-232.
28. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson DV (2005). Color stability of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent* 93:70-75.
29. Heath JR, Davenport JC, Jones PA (1983). The abrasion of acrylic resin by cleaning pastes. *J Oral Rehabil* 10:159-175.

30. Hossain M, Yamada Y, Nakamura Y, Murakami Y, Tamaki Y, Matsumoto K (2003). A study on surface roughness and microleakage test in cavities prepared by Er:YAG laser irradiation and etched bur cavities. *Lasers Med Sci* 18:25-31.
31. Hung CH, Weiner S, Dastane A, Vaidyanathan TK (1993). Effects of thermocycling and occlusal force in the margins of provisional acrylic resin crowns. *J Prosthet Dent* 69:573-577.
32. Ireland MF, Dixon DL, Breeding LC, Ramp MH (1998). In vitro mechanical property comparison of four resins used for fabrication of provisional fixed restorations. *J Prosthet Dent* 80:158-62.
33. Jagger DC, Al-Akham L, Harrison A, Rees JS (2002). The effectiveness of seven denture cleansers on tea stain removal from PMMA acrylic resin. *Int J Prosthodont* 15:549-552.
34. Kaplan BA, Goldstein GR, Vijayaraghavan TV, Nelson IK (1996). The effect of three polishing systems on the surface roughness of four hybrid composites: a profilometric and scanning electron microscopy study. *J Prosthet Dent* 76:34-38.
35. Keyf F, Uzun G, Mutlu M (2003). The effects of HEMA-monomer and air atmosphere treatment of glass fibre on the transverse strength of a provisional fixed partial denture resin. *J Oral Rehabil* 30:1142-1148.
36. Keyf F, Etikan I (2004). Evaluation of gloss changes of two denture acrylic resin materials in four different beverages. *Dent Mater* 20:244-251.
37. Kim SH, Watts DC (2004a). Exotherm behavior of the polymer-based provisional crown and fixed partial denture materials. *Dent Mater* 20:383-387.
38. Kim SH, Watts DC (2004b). Effect of glass-fiber reinforcement and water storage on fracture toughness (KIC) of polymer-based provisional crown and FPD materials. *Int J Prosthodont* 17:318-322.

39. Kim SH, Watts DC (2004c). Polymerization shrinkage-strain kinetics of temporary crown and bridge materials. *Dent Mater* 20:88-95.
40. Kou W, Molin M, Sjogren G (2006). Surface roughness of five different dental ceramic core materials after grinding and polishing. *J Oral Rehabil* 33:117-124.
41. Koumijan J, Nimmo A (1990). Evaluation of fracture resistance of resins used for provisional restorations. *J Prosthet Dent* 64:654-658.
42. Kuhar M, Funduk N (2005). Effects of polishing techniques on the surface roughness of acrylic denture base resins. *J Prosthet Dent* 93:76-85.
43. Lamfon H, Porter SR, McCullough M, Pratten J (2003). Formation of *Candida albicans* biofilms on non-shedding oral surfaces. *Eur J Oral Sci* 111:465-471.
44. Lang R, Rosentritt M, Behr M, Handel G (2003). Fracture resistance of PMMA and resin matrix composite-based interim FPD materials. *Int J Prosthodont* 16:381-384.
45. Loney RW, Price RB, Murphy DG (2000). The effect of polishing on surface roughness of tissue conditioners. *Int J Prosthodont* 13:209-213.
46. Luthardt RG, Stossel M, Hinz M, Vollandt R (2000). Clinical performance and periodontal outcome of temporary crowns and fixed partial dentures: A randomized clinical trial. *J Prosthet Dent* 83:32-39
47. Maalhigh-Fard A, Wagner WC, Pink FE, Neme AM (2003). Evaluation of surface finish and polish of eight provisional restorative materials using acrylic bur and abrasive disk with and without pumice. *Oper Dent* 28:734-739.
48. Marigo L, Rizzi M, La Torre G, Rumi G (2001). 3-D surface profile analysis: different finishing methods for resin composites. *Oper Dent* 26:562-568.
49. Marimón F (2005). Estudio in vitro de las alteraciones superficiales ocasionadas por saliva artificial en diferentes aleaciones utilizadas en prostodoncia dental. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.

50. Martínez-Gomis J, Bizar J, Anglada JM, Samsó J, Peraire M (2003). Comparative evaluation of four finishing systems on one ceramic surface. *Int J Prosthodont* 16:74-77.
51. Monday JJ, Blais D (1985). Marginal adaptation of provisional acrylic resin crowns. *J Prosthet Dent* 54:194-197.
52. Morgan TD, Wilson M (2001). The effects of surface roughness and type of denture acrylic on biofilm formation by *Streptococcus oralis* in a constant depth film fermentor. *J Appl Microbiol* 91:47-53.
53. Moskowitz ME, Loft GH, Reynolds JM (1984). Using irreversible hydrocolloid to evaluate preparations and fabricate temporary immediate provisional restorations. *J Prosthet Dent* 51:330-333.
54. Moulding MB, Teplitsky PE (1990). Intrapulpal temperature during direct fabrication of provisional restorations. *Int J Prosthodont* 3:299-304.
55. Munksgaard EC (1992). Toxicology versus allergy in restorative dentistry. *Adv Dent Res* 6:17-21.
56. Murata H, Kawamura M, Hamada T, Chimori H, Nikawa H (2004). Physical properties and compatibility with dental stones of current alginate impression materials. *J Oral Rehabil* 31:1115-1122.
57. Murata H, Hong G, Li YA, Hamada T (2005). Compatibility of tissue conditioners and dental stones: effect on surface roughness. *J Prosthet Dent* 93:274-281.
58. Nagem Filho H, D'Azevedo MT, Nagem H, Marsola FP (2003). Surface Roughness of Composite Resins After Finishing and Polishing. *Braz Dent J* 14:37-41.
59. Osman YI, Owen CP (1993). Flexural strength of provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 70:94-96.

60. Paravina RD, Roeder L, Lu H, Vogel K, Powers JM (2004). Effect of finishing and polishing procedures on surface roughness, gloss and color of resin-based composites. *Am J Dent* 17:262-266.
61. Petrie CS, Walker MP, O'mahony AM, Spencer P (2003). Dimensional accuracy and surface detail reproduction of two hydrophilic vinyl polysiloxane impression materials tested under dry, moist, and wet conditions. *J Prosthet Dent* 90:365-372.
62. Preston JD (1976). A systematic approach to the control of esthetic form. *J Prosthet Dent* 35:393-402.
63. Quirynen M, Marechal M, Busscher HJ, Weerkamp AH, Darius PL, van Steenberghe D (1990). The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation. An in vivo study in man. *J Clin Periodontol* 17:138-144.
64. Quirynen M, van der Mei HC, Bollen CM, Schotte A, Marechal M, Doornbusch GI *et al* (1993). An in vivo study of the influence of the surface roughness of implants on the microbiology of supra- and subgingival plaque. *J Dent Res* 72:1304-1309.
65. Quirynen M, Bollen CM (1995). The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. *J Clin Periodontol* 22:1-14.
66. Radford DR, Sweet SP, Challacombe SJ, Walter JD (1998). Adherence of *Candida albicans* to denture-base materials with different surface finishes. *J Dent* 26:577-583.
67. Rahal JS, Mesquita MF, Henriques GE, Nobilo MA (2004). Surface roughness of acrylic resins submitted to mechanical and chemical polishing. *J Oral Rehabil* 31:1075-1079.

68. Richmond R, Macfarlane TV, McCord JF (2004). An evaluation of the surface changes in PMMA biomaterial formulations as a result of toothbrush/dentifrice abrasion. *Dent Mater* 20:124-132.
69. Rodrigues Garcia RC, Joane Augusto de S Jr, Rached RN, Del Bel Cury AA (2004). Effect of denture cleansers on the surface roughness and hardness of a microwave-cured acrylic resin and dental alloys. *J Prosthodont* 13:173-178.
70. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J (2001). Contemporary fixed prosthodontics, 3rd edition (pp380-92). St Louis: Mosby.
71. Scherrer SS, Wiskott AH, Coto-Hunziker V, Belser UC (2003). Monotonic flexure and fatigue strength of composites for provisional and definitive restorations. *J Prosthet Dent* 89:579-588.
72. Sen D, Goller G, Issever H (2002). The effect of two polishing pastes on the surface roughness of bis-acryl composite and methacrylate-based resins. *J Prosthet Dent* 88:527-532.
73. Sham AS, Chu FC, Chai J, Chow TW (2004). Color stability of provisional prosthodontic materials. *J Prosthet Dent* 91:447-452.
74. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett L, Jacobi R, Brackett S (2000). Fundamentos esenciales en prótesis fija, 3^a ed (p226). Barcelona: Ed. Quintessence.
75. Smales RJ, Gerke DC (1992). Clinical evaluation of light-cured anterior resin composites over periods of up to 4 years. *Am J Dent* 5:208-211.
76. Tanner J, Carlen A, Soderling E, Vallittu PK (2003). Adsorption of parotid saliva proteins and adhesion of *Streptococcus mutans* ATCC 21752 to dental fiber-reinforced composites. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 66:391-398.
77. The glossary of prosthodontic terms (2005). *J Prosthet Dent* 94:10-92.

78. Tjan AH, Grant BE, Godfrey MF (1989). Temperature rise in the pulp chamber during fabrication of provisional crowns. *J Prosthet Dent* 62:622-626.
79. Uzun G, Keyf F (2003). The effect of fiber reinforcement type and water storage on strength properties of a provisional fixed partial denture resin. *J Biomater Appl* 17:277-286.
80. Wang RL, Moore BK, Goodacre CJ, Swartz ML, Andres CJ (1989). A comparison of resins for fabricating provisional fixed restorations. *Int J Prosthodont* 2:173-184.
81. Weitman RT, Eames WB (1975). Plaque Accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *J Am Dent Assoc* 91:101-106.
82. Whitehead S.A (1995). Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. *J Oral Rehabil* 22:421-427.
83. Yap AU, Mah MK, Lye CP, Loh PL (2004). Influence of dietary simulating solvents on the hardness of provisional restorative materials. *Dent Mater* 20:370-376.
84. Yap AU, Wu SS, Chelvan S, Tan ES (2005). Effect of hygiene maintenance procedures on surface roughness of composite restoratives. *Oper Dent* 30:99-104.
85. Yildirim MS, Hasanreisoglu U, Hasirci N, Sultan N (2005). Adherence of *Candida albicans* to glow-discharge modified acrylic denture base polymers. *J Oral Rehabil* 32:518-525.
86. Young HM, Smith CT, Morton D (2001). Comparative in vitro evaluation of two provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 85:129-132.

