

# 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](http://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](http://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](http://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







# ÍNDICE

1. Introducción	pág. 4
1.1. Materiales utilizados en la confección de prótesis dental fija provisional	pág. 5
1.2. Técnicas de confección en prótesis dental fija provisional	pág. 9
1.3. La rugosimetría. Concepto, importancia y aplicaciones	pág. 12
1.4. Parámetros de medición de rugosidad	pág. 15
1.4.1. Rugosidad media (Ra)	pág. 15
1.4.2. Altura máxima del perfil (Rt)	pág. 16
1.4.3. Rugosidad máxima (Ry)	pág. 17
1.4.4. Altura promedio del perfil (Rz)	pág. 17
1.4.5. Altura media (Rp)	pág. 17
1.4.6. Relación (Rpmax / Rz)	pág. 18
2. Hipótesis de trabajo	pág. 19
3. Material y métodos	pág. 20
3.1. Preparación de las muestras	pág. 20
3.1.1. Material utilizado en la confección de las muestras	pág. 20
3.1.2. Sistemática de preparación de las muestras	pág. 20
3.2. Método de medición de la superficie de las muestras	pág. 25
3.2.1. El rugosímetro mitutoyo surfest 301	pág. 25
3.2.2. Sistemática de la medición	pág. 27
3.3. Análisis estadístico	pág. 28

<b>4. Resultados</b>	<b>pág. 29</b>
<b>4.1. Análisis descriptivo y comparativo de los nueve grupos de estudio</b>	<b>pág. 29</b>
<b>4.2. Comparación de las tres resinas</b>	<b>pág. 31</b>
<b>4.3. Comparación de las tres matrices</b>	<b>pág. 33</b>
<b>5. Discusión</b>	<b>pág. 35</b>
<b>6. Conclusiones</b>	<b>pág. 41</b>
<b>7. Bibliografía</b>	<b>pág. 42</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

Para realizar una prótesis dental fija es obligado hacer una preparación o tallado de los dientes pilares y tomar unas impresiones para obtener un modelo de yeso con el que el técnico dental confeccionará la prótesis dental fija. Durante el tiempo en el que el técnico dental confecciona la prótesis definitiva, los dientes pilares tallados deben estar protegidos con una prótesis dental provisional. La confección de la prótesis provisional es muy importante para el éxito del tratamiento protésico y se realiza para lograr los siguientes objetivos (Rosenstiel, 2001; Shillingburg, 2000; Burns, Beck y Nelson, 2003):

### **Objetivos principales:**

- Proteger el tejido pulpar y periodontal.
- Proteger el diente de la caries dental y de una fractura.
- Proporcionar comodidad y función.
- Prevenir migraciones de los pilares y dientes contiguos.
- Mejorar la estética.

### **Objetivos secundarios:**

- Proporcionar un método para remplazar dientes ausentes.
- Evaluar y reforzar la higiene oral del paciente.
- Estabilizar dientes con movilidad para el tratamiento periodontal y su evaluación.
- Evaluar la función fonética y masticatoria a una nueva dimensión vertical.
- Determinar el pronóstico de pilares dudosos.
- Proporcionar una idea de lo que será la restauración final para que el paciente esté psicológicamente preparado y conozca las limitaciones del tratamiento.

Para lograr estos objetivos, las restauraciones provisionales deben ofrecer una buena adaptación marginal, una retención y resistencia suficientes para evitar el desalojo durante la función masticatoria. El material con el que se confeccionan debe ser fuerte, duro y estable a lo largo del tiempo, no debe ser irritante para el tejido pulpar ni periodontal, ni debe provocar reacciones alérgicas y debe tener una baja conductividad térmica. Debe ser dimensionalmente estable y no debe ser poroso. Su superficie debe ser suficientemente lisa y resistente a la acumulación de placa dentaria y tinciones. Además, debe resultar confortable para el paciente (contornos redondeados), estéticamente aceptable y de coste económico moderado. Asimismo la fabricación, el rebasado y la reparación del provisional debe ser fácil y relativamente rápido.

La consecución de estos requisitos depende de los materiales y la técnica utilizados. No existe ningún material que cumpla con todos ellos para todas las situaciones clínicas, pero hay muchos materiales con los que se puede lograr la mayoría de objetivos y por lo tanto obtener un buen resultado (Wang, Moore, Goodacre, Swartz y Andres 1989).

### **1.1. Materiales utilizados en la confección de prótesis dentales fijas provisionales.**

Los materiales utilizados para la confección de prótesis fijas provisionales son resinas y se pueden clasificar en función de su composición en los siguientes grupos:

- A. Poli (metil metacrilatos). (Tab 2000<sup>®</sup>, Jet<sup>®</sup>, Duralay<sup>®</sup>).
- B. Poli (R' metacrilatos). El radical R' hace referencia a cualquier grupo alquil mayor que el metil, normalmente etil o isobutil. (Trim<sup>®</sup>, Snap<sup>®</sup>).
- C. Composites de microrrelleno ( Luxatemp<sup>®</sup>, Protemp<sup>®</sup>).
- D. Metacrilatos fotopolimerizables. (Unifast<sup>®</sup>, Triad<sup>®</sup>).

Los criterios más importantes en la selección del material son las propiedades físicas, mecánicas y de manipulación, la biocompatibilidad y el precio. Es decir, el material debería ser fácil de manipular, tener un tiempo de trabajo adecuado, no ser tóxico, tener una mínima reacción exotérmica y de contracción, y ser resistente a la fractura y al desgaste. Las propiedades físicas de cada una de las resinas son diferentes dependiendo de su composición. Las características más relevantes de dichos materiales son:

- a. Adaptación marginal. Las prótesis dentales fijas provisionales se adaptan al contorno de la preparación dental tras su confección, pero tras la carga oclusal sufrida durante la masticación, se pierde dicho ajuste (Hung, Weiner, Dastane y Vaidyanathan, 1993). Las resinas de composite presentan mejor adaptación marginal que las resinas de polimetilmetacrilato (Young, Smith y Morton, 2001).
- b. Aumento de temperatura durante la polimerización (Moulding y Teplitsky, 1990). Las resinas de composite presentan un pico de temperatura máxima mayor que una resina de polivinilmetacrilato, además de producirse en un período más corto de tiempo (Kim y Watts, 2004a).
- c. Toxicidad / Alergia. El contacto con el monómero libre de las resinas de metacrilato puede generar reacciones alérgicas. Aunque este tipo de reacciones son poco frecuentes, no hay que confundirlas con la irritación inicial que puede generar el monómero sobre la mucosa en el momento del fraguado. Habría que considerar reacción alérgica la que aparece pasadas 24 horas de la colocación del provisional (Guinta, 2005). Se han descrito técnicas para evitar el contacto del monómero con la mucosa, como proteger con vaselina los tejidos que puedan contactar con él (Cohen, 2005). Para eliminar el exceso de monómero

de la superficie del provisional, se recomienda colocarlo en autoclave o sumergirlo en agua durante 36 horas (Guinta y Zablotsky, 1976; 2005).

- d. Resistencia a la fractura. Las resinas fotopolimerizables presentan mayor resistencia a la fractura que las resinas de metacrilato (Koumijan y Nimmo, 1990; Gegauff y Wilkerson, 1995) y las resinas de composite son generalmente más resistentes a la fractura que las de metacrilato (Koumijan y Nimmo, 1990; Lang, Rosentritt, Behr y Handel, 2003) aunque puntualmente alguna resina de composite puede serlo menos (Lang *et al.*, 2003). La resistencia a la fractura puede aumentarse reforzando la resina con fibra de vidrio (Keyf, Uzun y Mutlu, 2003; Uzun y Keyf, 2003; Hamza, Rosenstiel, Elhosary e Ibraheem, 2004; Kim y Watts, 2004b). La mayoría de resinas no pierden resistencia con el paso del tiempo en medio acuoso a 25° C (Koumijan y Nimmo, 1990) pero según un estudio, si bien las resinas fotopolimerizables mantienen dicha resistencia en el tiempo, el resto de resinas disminuyen su resistencia a la fractura a medida que envejecen en agua destilada a 37° C (Ireland, Dixon, Breeding y Ramp, 1998).
- e. Resistencia a la flexión. Los estudios revisados obtienen resultados contradictorios, pues algunos autores obtienen que los valores más altos de resistencia a la flexión corresponden a las resinas de composite, aunque también hay resinas de metacrilato más flexibles que otras de composite, por lo que no parece haber una relación directa entre el tipo de resina y la flexibilidad (Haselton, Diaz-Arnold y Vargas, 2002). Otros autores, en cambio concluyen que las resinas de metacrilato son más flexibles que las de composite (Osman y Owen, 1993; Scherrer, Wiskott, Coto-Hunziker y Belser, 2003) o de epimina (Osman y Owen, 1993). El refuerzo de las resinas provisionales con fibra de vidrio también aumenta su resistencia a la flexión (Hamza *et al.*, 2004).

- f. Dureza. Las resinas de composite son generalmente más blandas que las de metilmetacrilato, y en condiciones artificiales a 37°C, son más susceptibles de degradarse con las soluciones acuosas y alcohólicas de la dieta (Yap, Mah , Lye y Loh, 2004).
- g. Rugosidad superficial y pulido. Resulta difícil analizar las publicaciones revisadas porque las condiciones de estudio varían mucho entre los distintos autores. Hay estudios que obtienen resultados en que la rugosidad de las resinas de metacrilato es inferior a la de las resinas de composite (Haselton, Diaz-Arnold y Dawson, 2004; Borchers, Tavassol y Tschernitschek, 1999; Sen, Goller e Issever, 2002), pero en ellos se ha aplicado a la superficie de la resina un procedimiento de pulido. Otro estudio apoya que las resinas de metacrilato son menos rugosas que las de composite antes de pulirlas, pero en la fabricación de las muestras la resina se hizo fraguar en contacto con una lámina de plástico (Wang *et al.*, 1989). Este procedimiento puede influir en la conformación de la superficie de la resina mientras fragua. Se han descrito diversos métodos de pulido para las resinas. Maalhigh-Fard y cols. obtuvieron que las resinas de metacrilato quedan menos rugosas con fresas de grano fino que con discos de pulir, y las resinas de composite tienen menor rugosidad sin tratarlas que con cualquiera de los dos métodos (Maalhigh-Fard, Wagner, Pink y Neme, 2003). Es importante considerar que en este estudio todas las muestras fraguaron en contacto con una lámina de plástico. Los discos de pulir utilizados para tratar las resinas de composite y de metacrilato obtuvieron en otro estudio mejores resultados que las fresas de silicona (Wang *et al.*, 1989). Aunque se ha citado el método de barnizado de la superficie de las resinas para disminuir su

rugosidad, se desaconseja por obtener peores resultados que el pulido con fresas de silicona (Maalhigh-Fard *et al.*, 2003).

- h. Estabilidad de color. Las resinas utilizadas en prótesis fija provisional se decoloran con el paso del tiempo en medio intraoral. Los colorantes que entran en contacto con el material, como por ejemplo el café, hacen que la resina degrade su color inicial, y parece afectar más a las resinas de composite que a las resinas de metacrilato (Haselton, Diaz-Arnold y Dawson, 2005). En cambio, las resinas de composite expuestas al agua destilada o a radiación ultravioleta sufren menor cambio de coloración que las resinas de metacrilato (Sham, Chu, Chai y Chow, 2004). Existen resinas de metacrilato que incluyen aminas en su composición con el fin de reducir la contracción de polimerización, pero sufren una degradación de color mucho mayor que las resinas de metacrilato (Ergün, Mutlu-Sagesen, Ozkan y Demirel 2005).
- i. Contracción de polimerización. Las resinas sufren un cambio volumétrico durante su polimerización, generalmente mayor en las resinas de metacrilato que en las resinas de composite (Kim y Watts, 2004c).

## **1.2. Técnicas de confección en prótesis dental fija provisional.**

Al confeccionar una prótesis fija provisional, debemos reproducir dos superficies, la superficie externa de la restauración, que quedará en contacto con el medio oral, y la superficie interna, que quedará adaptada al diente tallado.

Existen dos técnicas para conformar la superficie externa de una restauración provisional: la técnica con coronas preformadas y la técnica individual (Rosenstiel, 2001; Shillingburg, 2000). En la técnica con coronas preformadas, se dispone de una superficie externa definida o de una matriz y sólo se requiere adaptar la superficie

interna al diente tallado. Existen coronas preformadas de policarbonato, acetato de celulosa, aluminio y cromo-níquel. En la técnica individualizada, antes del tallado se registra la forma externa del diente mediante una impresión con lo que se obtiene una matriz para reproducir la misma forma del diente del paciente. En el caso en que se quiere modificar la forma externa del diente, se toma una impresión de un modelo de la arcada del paciente modificado con cera, con lo que se obtiene una matriz para reproducir la forma deseada.

Se considera que la técnica individualizada es una buena opción para realizar la prótesis provisional por ser rápida, barata y sencilla (Christensen, 1996). Para esta técnica se requiere una matriz individualizada, es decir una reproducción negativa de los dientes del paciente antes del tallado o de una modificación de los mismos con cera. Para obtener esta matriz individualizada se puede utilizar un material de impresión, como los hidrocoloides irreversibles (Fisher, Shillingburg y Dewhirst, 2001) o las siliconas (Haselton *et al.*, 2004). Las siliconas tienen la propiedad de ser dimensionalmente estables durante varios días por lo que pueden ser reutilizables y pueden compensar su alto precio (Moskovitz, Loft y Reynolds, 1984; Preston, 1976).

También se puede conseguir una superficie externa individualizada mediante láminas termoformadas tipo vacuum, que se calientan y se adaptan a un modelo de yeso del paciente mediante presión negativa (Fiasconaro y Sherman 1968). Las láminas plásticas se fabrican en celulosa o polipropileno. Las de polipropileno se adaptan mejor al modelo y resisten más al desgarramiento (Castelnuovo y Tjan, 1997; Luthard, Stossel, Hinz y Vollandt, 2000).

Existen tres técnicas para la reproducción de la superficie interna de la prótesis fija provisional:

1. En la técnica directa el material que formará el provisional fragua en contacto con el diente tallado y demás tejidos del paciente. Esta técnica es más rápida que las otras pero tiene el inconveniente de ser la más traumática, ya que los materiales utilizados suelen sufrir una reacción exotérmica que provoca un aumento de la temperatura en zonas cercanas a la pulpa y en la encía (Moulding y Teplitsky, 1990; Tjan, Grant y Godfrey, 1989). Otro inconveniente es que el monómero libre de las resinas utilizadas puede generar la sensibilización alérgica en algunos pacientes (Guinta y Zablotsky, 1976; Munksgaard, 1992).
2. En la técnica indirecta el provisional se fabrica en el laboratorio sobre un modelo en yeso obtenido de la impresión del diente tallado. La principal ventaja es que la reacción exotérmica y la contracción que sufre el material durante el fraguado se producen en contacto con el yeso y no con la dentina (Fisher *et al.*, 1971; Crispin, Watson y Caputo, 1980; Monday y Blais, 1985). Tiene el inconveniente de que requiere mayor tiempo y la necesidad de disponer de una infraestructura, motivo por el cual aumenta el coste.
3. La técnica directa-indirecta consiste en realizar sobre el modelo del paciente un tallado mínimo, por debajo de los grosores habituales, a partir del cual se confeccionan unas coronas provisionales muy delgadas que posteriormente se rebasan en boca. Ésta técnica minimiza los inconvenientes de la técnica directa pero no los elimina. Mejora la estética, la dureza, y el paciente no necesita una sesión tan larga de clínica, pero se aumentan los costes de laboratorio y requiere la toma de impresiones previas, el encerado del modelo diagnóstico y el tallado de dientes en el modelo de yeso, que puede discrepar del tallado posterior en boca.

La elección de la técnica depende de varios factores, como la habilidad y experiencia del odontólogo y del tipo de tratamiento. En los tratamientos en los que se prevé que el paciente deberá llevar las restauraciones provisionales durante varias semanas, o se requiere especial rigidez o estética, se recomienda la técnica directa-indirecta. En los casos menos complejos, que son la mayoría, se suele utilizar la técnica directa, ya que disminuye los costes del tratamiento y el tiempo de trabajo clínico.

Con cualquiera de las técnicas descritas, es muy importante la cantidad de fuerza que se ejerce sobre el modelo o el diente con la matriz mientras está fraguando la resina (Fritts y Thayer, 1973). Si no se realiza una fuerza suficiente, la restauración provisional puede quedar mal ajustada. Cuando se posiciona correctamente la matriz y la presión que se ejerce es la adecuada se debería observar que el exceso de resina sobresale de la matriz (Shillingburg, 2000).

### **1.3. Rugosimetría. Concepto, importancia y aplicaciones.**

La rugosimetría es la medición cuantitativa de la calidad del perfil de una superficie determinada mediante diferentes procedimientos, uno de los cuales es la evaluación por contacto.

La longevidad y apariencia estética de las restauraciones realizadas con materiales dentales depende en gran medida de la calidad de la superficie conseguida con dicho material (Marigo, Rizzi, La Torre y Rumi, 2001; Marimón, 2005). Por consiguiente existe un gran interés en desarrollar buenos sistemas de pulido que disminuyan la rugosidad de las restauraciones orales (Baseren, 2004).

Una superficie bien pulida disminuye la acumulación de placa bacteriana, y por lo tanto minimiza el riesgo de caries secundarias, la inflamación gingival, la incomodidad del paciente (Weitman y Eames, 1975; Chan, Fuller y Hormati, 1980) y el deterioro del

color y mejora la estética (Guler, Yilmaz, Kulunk, Guler y Kurt, 2005a). Una inflamación gingival provocada por una restauración provisional de mala calidad puede dificultar los procesos de toma de impresiones y cementado de la prótesis definitiva.

La estética de una restauración provisional depende de varios factores, como la adecuada polimerización, la absorción de agua por parte del material, la dieta, la microflora oral y el nivel de higiene oral (Guler *et al.*, 2005a), y en general de la rugosidad superficial (Smales y Gerke, 1992). De esta forma, la capacidad de pulido y la estabilidad de color son algunos de los criterios más relevantes a la hora de escoger el material de restauración para un prótesis fija provisional (Haselton *et al.*, 2004; Doray, Li y Powers, 2001).

Además de la consecución de superficies bien pulidas en la fabricación de la restauración debe tenerse en cuenta que las resinas se deterioran con el paso del tiempo dentro de la cavidad oral por el efecto de la saliva, del contacto con los alimentos durante la masticación (Haselton *et al.*, 2004; Keyf y Etikan, 2004) y por la abrasión de los agentes que entran en contacto con el material, como son las pastas dentífricas y los agentes limpiadores (Heath, Davenport y Jones, 1983; Jagger, Al-Akham, Harrison y Rees, 2002; Harrison, Johnson y Douglas, 2004; Richmond, Macfarlane y McCord, 2004; Rodrigues, Joane Augusto, Rached y Del Bel Cury, 2004; Yap, Wu, Chelvan y Tan, 2005; Kuhar y Funduk, 2005), alterando la rugosidad superficial de las mismas.

Muchos estudios han investigado la rugosidad superficial de las restauraciones intraorales, llegando a la conclusión de que unas superficies más lisas provocan una disminución de la cantidad de placa bacteriana supra y subgingival (Quirynen, Marechal, Busscher, Weerkamp y Darius, 1990; Quirynen, Van der Mei, Bollen, Schotte, Marechal y Doornbusch, 1993), ya que las superficies rugosas facilitan la formación y maduración de la placa (Quirynen y Bollen, 1995; Bollen, Papaioanno,

Van Eldere, Schepers y Quirynen, 1996; Radford, Sweet, Challacombe y Walter, 1998; Lamfon, Porter, McCullough y Pratten, 2003; Tanner, Carlen, Soderling y Vallittu, 2003).

Un estudio evaluó la acumulación de placa bacteriana en superficies duras intraorales con diferentes rugosidades, y concluyó que a mayor rugosidad media hay mayor acumulación de placa, y que por debajo de 0,2  $\mu\text{m}$  la superficie está tan pulida que una menor rugosidad no disminuye significativamente la acumulación de placa. Por ese motivo se considera 0,2  $\mu\text{m}$  el valor umbral de rugosidad media (Bollen, Lambrechts y Quirynen 1997).

Aún así, la rugosidad superficial no es la única propiedad influyente en la formación de placa bacteriana, ya que la composición propia del material que constituye dicha superficie es otro factor importante. La adhesión de *Streptococcus mutans* es mayor en superficies de mayor rugosidad en ausencia de saliva, pero la presencia de saliva altera dicha adhesión (Tanner *et al.*, 2003). Los materiales que contienen mayor cantidad de sales minerales, aminoácidos y glucosa tienen mayor energía libre superficial y aumentan la capacidad de formación de placa bacteriana (Quirynen y Bollen, 1995). Se ha observado que distintos materiales pero con la misma rugosidad media no retienen la misma cantidad de *C. Albicans* y de *S. Oralis* (Morgan y Wilson, 2001), y este hecho se ha asociado con su energía libre superficial.

También la mojabilidad de la superficie de la resina y el ángulo de contacto que dejan las irregularidades de la superficie a los agentes externos influyen en la capacidad de adhesión de bacterias como *C. Albicans* a dicha superficie, que se adhieren mejor en superficies con bajos ángulos de contacto y alta mojabilidad. Además en el medio intraoral las resinas están expuestas a la película salivar que es hidrofílica y aumenta su mojabilidad (Yildirim, Hasanreisoglu, Hasirci y Sultan, 2005).

Todas estas consideraciones han abierto un campo dentro de la investigación en odontología para averiguar cuál es el mejor tratamiento de superficie de los distintos materiales y cuál es la capacidad de algunos tratamientos de deteriorar con el paso del tiempo la superficie de los mismos. Se ha valorado la rugosidad de las resinas acrílicas de prótesis removibles tratadas con pulidos mecánicos y químicos (Rahal, Mesquita, Henriques y Nobilo, 2004). La rugosidad media de las resinas de composite utilizadas para restauraciones definitivas, oscila entre 0.04  $\mu\text{m}$  de rugosidad media cuando el composite fragua contra una matriz de poliéster, y 0.33  $\mu\text{m}$  después del pulido (Baseren, 2004). En las cerámicas utilizadas para prótesis dental se han publicado valores con un rango de 1.8  $\mu\text{m}$  a 2.2  $\mu\text{m}$  sin aplicar ningún pulido, y de 0.2  $\mu\text{m}$  a 0.6  $\mu\text{m}$  de rugosidad media con diferentes sistemas de pulido (Martínez-Gomis, Bizar, Anglada, Samsó y Peraire, 2003). También se ha estudiado la rugosidad media de otros materiales como los acondicionadores de tejidos (Loney, Price y Murphy, 2000).

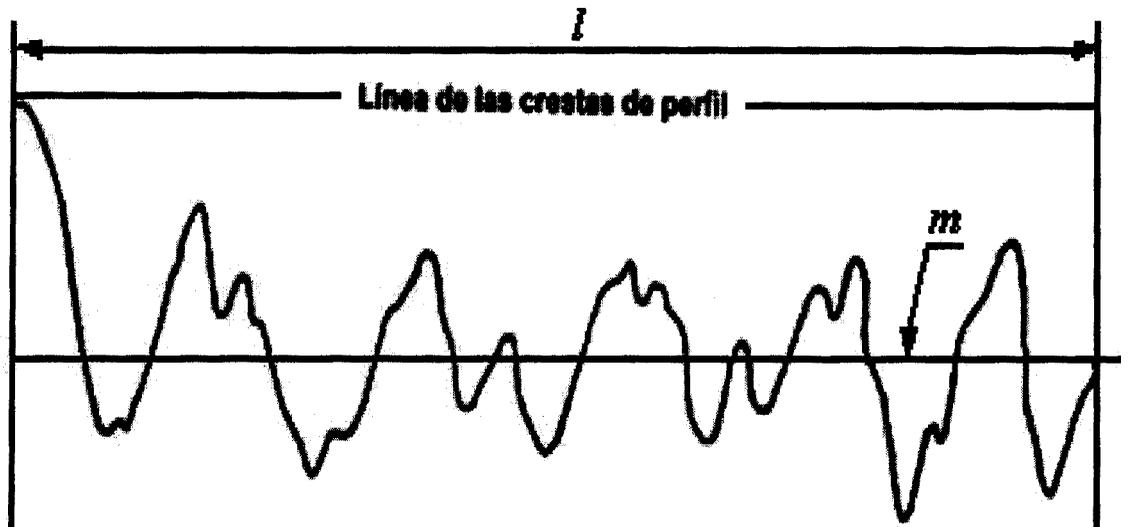
Los valores de rugosidad media de la superficie de resinas sin tratar utilizadas en prótesis provisional oscilan entre 2.02 y 2.53  $\mu\text{m}$  (Sen *et al.*, 2002), pero generalmente los estudios intentan averiguar el efecto de diferentes sistemas de pulido: uso de fresas de silicona y barnices (Borchers *et al.*, 1999), uso de pastas de diamante y pastas de óxido de aluminio con el mismo protocolo de pulido (Sen *et al.*, 2002; Guler, Kurt y Kulunk, 2005b), uso de fresas de grano fino y discos de abrasividad media (Maalhigh-Fard *et al.*, 2003).

#### **1.4. Parámetros de medición de rugosidad**

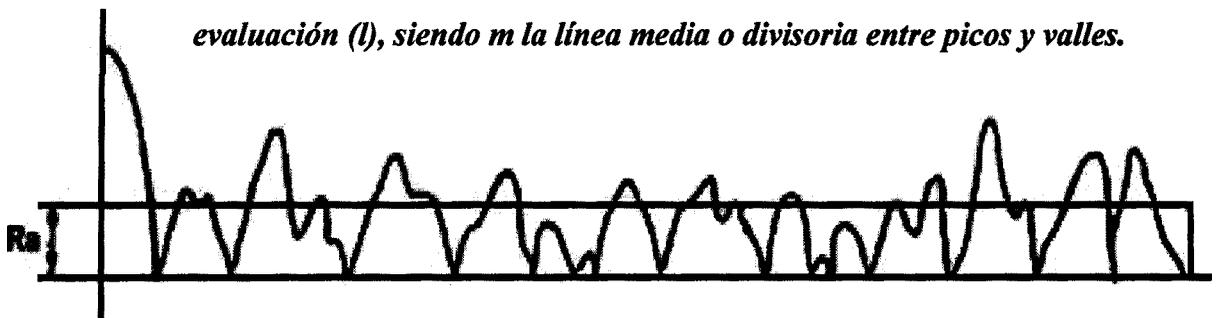
##### **1.4.1. Rugosidad media (Ra)**

Es la desviación media aritmética del perfil, comúnmente denominada rugosidad promedio de la curva o valor medio de rugosidad (Barenblit, 2002;

Marimón, 2005). Se calcula la media aritmética de los valores absolutos de las desviaciones del perfil de rugosidad desde la línea media dentro de la longitud de evaluación (Figs. 1 y 2).



*Figura 1. Gráfico correspondiente a la curva de rugosidad de toda la longitud de evaluación ( $l$ ), siendo  $m$  la línea media o divisoria entre picos y valles.*



*Figura 2. Traslación inversa de los valles del perfil por encima de la línea media.  $R_a$  corresponde a la media aritmética de los valores absolutos de las desviaciones del perfil.*

#### 1.4.2. Altura máxima del perfil ( $R_t$ )

Es la altura total del perfil, comúnmente llamada distancia máxima pico-valle (Barenblit, 2002; Marimón, 2005). Por definición es la distancia máxima de pico a valle del perfil de rugosidad dentro de la longitud de evaluación; es decir, la distancia entre el pico más alto y el valle más profundo del perfil, independientemente de que sean o no consecutivos (Fig. 3).  $R_t$  es muy sensible

a la presencia en el perfil de altas crestas y profundos valles. Tiene el inconveniente que la presencia de un defecto local en la longitud de medida puede falsear el resultado. Para evitar esto se ha definido Rz.

#### 1.4.3. Rugosidad máxima (Ry) (*Rmax* en nomenclatura estándar)

Es la altura máxima del perfil (Barenblit, 2002; Marimón, 2005). Se divide la longitud de evaluación en 5 tramos o longitudes de muestreo ( $5 \cdot \lambda_c = l_n$ ), y Ry es el valor más alto de las distancias máximas pico-valle del perfil de cada tramo (Fig. 3). El concepto Rt y Ry es el mismo, pero la diferencia estriba en que Rt se aplica sobre toda la longitud de evaluación mientras que Ry se aplica sobre los diferentes tramos o longitudes de muestreo.

$$R_t \geq R_y \quad R_y = Z_i \text{ máxima}$$

#### 1.4.4. Altura promedio del perfil (Rz)

Es la altura promedio pico-valle (Barenblit, 2002; Marimón, 2005), la media aritmética de las cinco distancias máximas pico-valle de los cinco tramos de medición (Fig. 3).

$$R_z (\text{DIN}) = (Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5) / 5$$

Se coge cada tramo la distancia máxima pico-valle o  $Z_i$ , se calcula la media de los cinco  $Z_i$ .

$$Z_i = \text{distancia máxima pico-valle de un solo tramo}$$

#### 1.4.5. Altura media (Rp) (*Rpmax* en nomenclatura estándar)

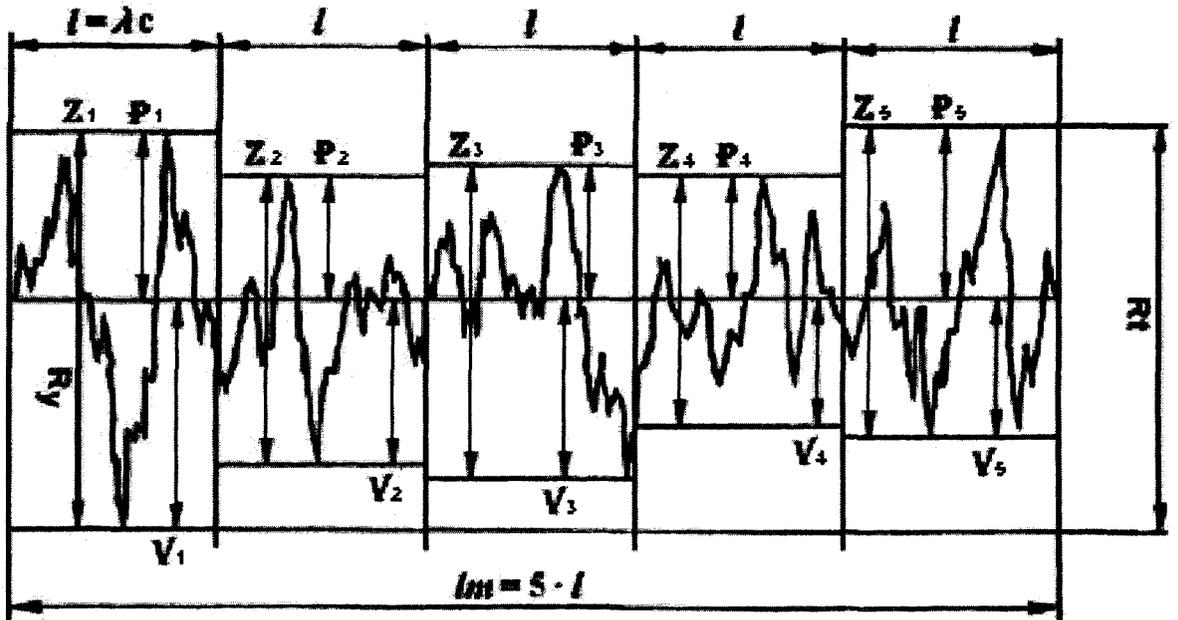
Rp es la altura media del perfil sobre la línea media del trayecto total de medición (Barenblit, 2002; Marimón, 2005). De cada tramo se calcula el pico máximo o  $P_i$ . A continuación se obtiene la media de los 5  $P_i$  (Fig. 3).

$$P_i = \text{Pico máximo de un solo tramo}$$

$$R_p = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 / 5$$

### 1.4.6. Relación $R_{pmax}/R_z$

Es la ratio entre los dos valores. Tiene utilidad para conocer la calidad del trazado. Valores superiores a 0.5 indican un perfil escarpado, y valores inferiores a 0.5 indican un perfil redondeado (Whitehead, 1995).



**Figura 3.** Gráfico correspondiente a la curva de rugosidad dividida en cinco

tramos. Valor de  $P_i$  = altura del pico máximo de un tramo. Valor de  $V_i$  = profundidad del valle máximo de un tramo. Valor de  $Z_i$  = suma de  $P_i + V_i$

$R_t$ : altura total del perfil, suma del pico más alto y del valle más profundo (en el ejemplo corresponde a  $P_5 + V_1$ ).

$R_y$ : valor más alto de las diferentes distancias máximas de cada tramo,  $R_y = Z_i$  máxima (en el ejemplo corresponde a  $Z_1$ ).

$R_z$ : media aritmética de las cinco distancias máximas pico-valle [ $(Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5) / 5$ ].

$R_{pmax}$ : media de los cinco picos de cada tramo [ $(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5) / 5$ ].

## **2. HIPÓTESIS DE TRABAJO**

- 1. La rugosidad superficial de una prótesis dental fija provisional no depende del tipo de resina.**
- 2. La rugosidad superficial de una prótesis dental fija provisional no depende de la matriz utilizada cuando se realiza la técnica individualizada.**
- 3. No existe ninguna interacción entre el tipo de resina y la matriz que varíe la rugosidad superficial de una prótesis dental fija provisional cuando se realiza la técnica individualizada.**

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS:**

#### **3.1. Preparación de las muestras.**

##### **3.1.1. Material empleado en la confección de las muestras:**

Las resinas evaluadas son tres: dos resinas de metacrilato, una de poli(viniletilmetacrilato) Trim II<sup>®</sup> (Bosworth Company, Skokie, Illinois, EE.UU.) y otra de poli(metilmetacrilato) TAB 2000<sup>®</sup> (Kerr, Salerno, Italia); y una resina de bis-acryl composite, Protemp II<sup>®</sup> Garant (ESPE, Norristown, EE.UU.).

Para poder evaluar la influencia de los distintos materiales usados para la elaboración de la impresión sobre la superficie de la resina se confeccionaron tres impresiones con los siguientes materiales: alginato CA37<sup>®</sup> (Cavex Holland BV, Haarlem, Holanda) siguiendo las proporciones e instrucciones del fabricante; silicona de vinil polisiloxano Aquasil<sup>®</sup> Soft Putty (Dentsply Detrey, Konstanz, Alemania) siguiendo las instrucciones del fabricante; el tercer modelo se confeccionó adaptando una plancha termoformada de polipropileno Bio-Flow Hard<sup>®</sup> (Dreve, Unna, Alemania), también denominada *vacuum*, a un modelo de yeso Durodon<sup>®</sup> (Odoncia, Ivry-sur-seine Cedex, Francia), que se obtuvo después de vaciar una impresión de alginato por el mismo procedimiento que la primera de las impresiones.

##### **3.1.2. Sistemática de preparación de las muestras:**

Se partió de la misma superficie dental, un incisivo central superior derecho incluido en un bloque de yeso Durodon<sup>®</sup> (Odoncia, Ivry-sur-seine Cedex, Francia) dentro de una caja de metacrilato (Fig. 4.a, 4.b). Para conseguir que las impresiones fuesen uniformes con todos los materiales, se colocaron en la parte externa de dicha caja dos alzas de 2 mm cada una, de manera que al colocar la tapa

de la caja, quedaba un espacio vacío entre la tapa y el incisivo de 4 mm (Fig. 4.c). Al rellenar la tapa de la caja con el material de impresión y aplicar un peso de 1 Kg sobre la caja, se expulsó el exceso de material de impresión, obteniendo siempre impresiones de 4 mm de grosor (Figs. 5.a, 5.b).



*Fig. 4.a*



*Fig. 4.b*



*Fig. 4.c*

*Figura 4. Fijación de un incisivo central superior derecho en una caja de metacrilato con la cara vestibular expuesta al exterior. Colocación de dos alzas de 2 mm de grosor cada una.*



*Fig. 5.a*



*Fig. 5.b*

*Figura 5. Colocación de una tapa rellena de alginato sobre el incisivo con un peso de 1 Kg.*

En el caso del *vacuum* se superpuso la lámina de *vacuum* con la copia del diente sobre el diente original, y se rellenó con resina el espacio de 4 mm hasta la tapa, de

manera que se fijó la plancha de *vacuum* en la misma posición que las otras impresiones.



*Fig. 6.a*



*Fig. 6.b*



*Fig. 6.c*

***Figura 6. Obtención de las tres matrices a partir del mismo incisivo central.***

Después de obtener tres tapas con las tres matrices de impresión (Figs. 6.a, 6.b, 6.c), se colocó en la caja una tercera alza de 2mm y se realizó un encofrado circular de yeso en el perímetro exterior del diente (Fig. 7.a, 7.b, 7.c, 7.d). Al volver a cerrar la caja con la tapa rellena del material de impresión ya fraguado, dicho encofrado levantaba 2 mm más de altura sobre la base de yeso donde el diente se hallaba incluido (la impresión se había tomado con 4mm de altura y el encofrado se había hecho a 6 mm). Estas condiciones nos permiten que al cubrir la superficie del diente con la resina para confección del provisional, ésta quede retenida y no se desborde hacia los lados, y poder aplicar una presión constante a la resina mientras fragua.



*Fig. 7.a*



*Fig. 7.b*



*Fig. 7.c*



*Fig. 7.d*

**Figura 7. Encofrado de yeso con 2 mm de altura en el perímetro exterior del incisivo.**

Una vez realizadas las matrices y preparada la situación del diente de estudio se mezclaron las diferentes resinas y se rellenó la matriz con resina (Fig. 8.a). Al colocar la tapa con el material de impresión sobre la caja, la impresión del diente encajaba exactamente sobre el diente, quedando la resina delimitada por el encofrado y siempre en exceso. Tras tapar la caja, se aplicaba un peso encima de la tapa de 1 Kg (Fig. 8.b), que permitía expulsar el exceso de resina del encofrado y que la cantidad de resina sita dentro del encofrado estuviese bajo la misma presión. Tras fraguar la resina, siempre se obtenían muestras de resina de 2mm de grosor (Fig.9.a, 9.b).



*Fig. 8.a*



*Fig. 8.b*

**Figura 8. Relleno de las matrices con resina y fraguado bajo 1 Kg de peso.**

**Fig. 9.a**



**Fig. 9.b**



**Figura 9. Obtención de las muestras de resina y codificación de las mismas.**

En total se realizaron 90 muestras distribuidas como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1. Distribución de la muestra por combinaciones de matriz y resina.**

Resina	Trim II <sup>®</sup>	TAB 2000 <sup>®</sup>	Protemp II <sup>®</sup>	TOTAL
Mat. impresión				N
Alginato	10	10	10	30
Silicona	10	10	10	30
Vacuum	10	10	10	30
<b>TOTAL n</b>	30	30	30	90

Todas ellas se codificaron con una numeración aleatoria marcada en el borde externo de las muestras, que en nada interfería con la zona de medición de la rugosidad (Figs. 9.a, 9.b). De ésta manera se pudieron realizar todas las mediciones de manera randomizada sin conocer los materiales con que se había confeccionado cada muestra.

La superficie objeto de estudio de rugosidad en dichas muestras es la que fraguó en contacto con el material de impresión, simulando la técnica individualizada de confección de provisionales en boca.

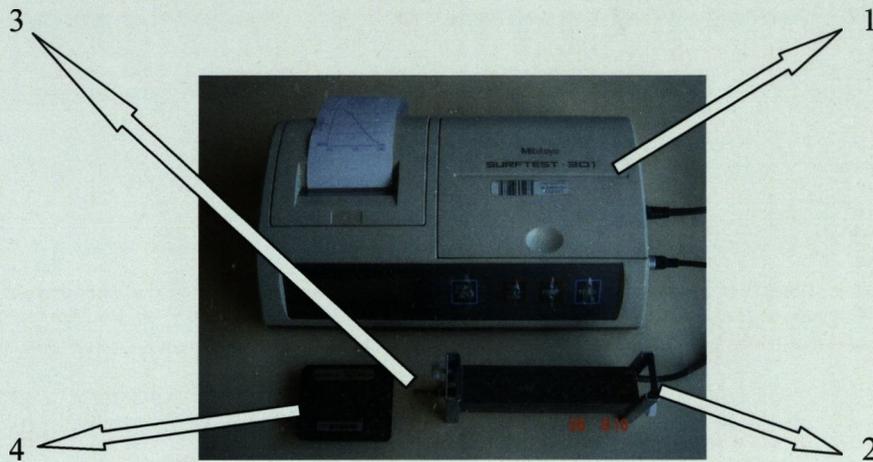
La medición de la rugosidad superficial de las resinas se llevó a cabo utilizando un perfilómetro de contacto mitutoyo surfest 301.

## **3.2. Método de medición de la superficie de las muestras.**

### **3.2.1. El rugosímetro mitutoyo surfstest 301**

El rugosímetro es un instrumento para determinar la calidad del perfil de una superficie merced a un elemento captador, que se hace rozar con ella, y a un amplificador de cuadro móvil. También es denominado perfilómetro.

El rugosímetro que se utilizó para el desarrollo de esta tesis fue el surfstest 301 (Fig. 10), de la empresa Mitutoyo, citada anteriormente. El mitutoyo surfstest 301 es un medidor de rugosidad, portátil, que consta de tres elementos básicos: unidad electrónica, unidad detectora y cabeza palpadora. En función del uso que se quiera hacer, éste posee dos formas distintas de alimentación de tensión: mediante baterías internas o por medio de un adaptador AC.



**Fig. 10. El Rugosímetro Mitutoyo surfest 301**

- 1. Unidad electrónica:** Es la encargada de procesar la información, y en ella se sitúan los controles que determinan las condiciones de medida así como incluye una impresora de alta velocidad. Después de cada medición, se visualiza en pantalla las condiciones de medición y los resultados de la medición. Existe la posibilidad de imprimir/reimprimir los resultados visualizados antes de iniciar la siguiente medición.
- 2. Unidad detectora de accionamiento:** En ella se acopla la cabeza palpadora, que es movida por esta unidad sobre la superficie a analizar. Va conectada a la unidad electrónica central a través de un cable. La unidad detectora está libre para permitir mediciones en espacios limitados.
- 3. Cabeza palpadora:** Se acopla a la unidad detectora de accionamiento. Dicha unidad se desplaza por la superficie a medir con una fuerza de 4 mN, realizando un trayecto de ida a una velocidad de 0,5 mm/s, y uno de retorno de 1 mm/s. Dispone de un extremo en forma de patín en el que se sitúa la aguja detectora de diamante cuya punta posee un radio de 5  $\mu\text{m}$ .
- 4. Calibrador:** superficie de rugosidad conocida (2.95  $\mu\text{m}$ ), que limpia la punta lectora de diamante y permite comprobar si está leyendo correctamente. El fabricante recomienda calibrar la punta cada 15 lecturas.

### 3.2.2. Sistemática de la medición

Con el fin de realizar todas las mediciones de manera reproducible, se decidió hacer las lecturas en sentido longitudinal del diente fabricado con resina, y siempre en la misma zona del diente. Para ello se confeccionó un posicionador que fijaba la base del rugosímetro y la muestra de resina (Fig. 11.a, 11.b, 11.c), de manera que la punta lectora siempre realizaba la medición en la misma zona de las muestras.

La longitud de medición se preseleccionó en el rugosímetro a 4 mm y se realizaron tres lecturas para cada una de las muestras, obteniendo un total de 270 mediciones.

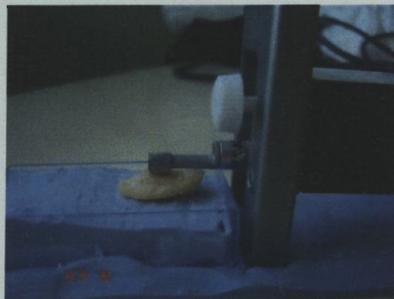
Las variables registradas en cada una de las mediciones fueron Ra, Rt, Ry, Rz, R<sub>pmax</sub>. La ratio  $R_p / R_z$  se calculó a posteriori.



*Fig. 11.a*



*Fig. 11.b*



*Fig. 11.c*

*Figura 11. Posicionador de silicona confeccionado para fijar el rugosímetro y la muestra con el fin de realizar las lecturas en la misma zona y orientación de las muestras.*

### **3.2.3. Análisis estadístico:**

Los valores de rugosidad se analizaron mediante el programa SPSS para Windows (versión 14.0). Se utilizó el test no paramétrico de Mann-Whitney para comparar los nueve grupos de estudio en todos los parámetros de rugosidad estudiados. Con el mismo test se compararon las tres resinas entre sí, sin tener en cuenta la matriz utilizada. También se compararon las tres matrices sin tener en cuenta la resina. Las diferencias se consideraron significativas si  $P < 0.05$ .