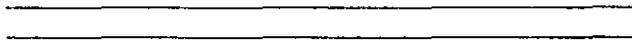


44
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TAMAÑOS Y FORMAS DE LAS PARTICULAS DE RESINAS,
COMPOMEROS Y CEROMEROS

T E S I S A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A:

DAVID ABNER FUENTES ACEVEDO

DIRECTOR Dr. GABRIEL SAEZ ESPINOLA
ASESOR Dr. FEDERICO H. BARCELO SANTANA



México, D.F.

1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1999



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios y Salvador

Por ser un Dios de amor y misericordia y nunca abandonarme cualquiera que fuese mi situación. Todo lo logrado te lo debo a Ti y solo a Ti. Gracias Señor.

A mis padres

Juan Fuentes y Cristy Fuentes, por ser los mejores padres que Dios me pudo haber dado, por haberme dado una educación como solo ellos pudieron darme y por no dejar de apoyarme.

A mis hermanos

Juan y Leyla, gracias por el apoyo que me dieron para terminar mis estudios y también por siempre estar conmigo.

A mis abuelitos y tíos

Les dedico este trabajo con mucho cariño



AGRADECIMIENTOS

A mis amigos de Cuerna

- Omar, Cristy, Nalliely, Daniel y Alejandra, por ser mis amigos desde chicos y aunque ya no nos vemos tan seguido sé que siempre están conmigo.

A mis amigos de la Facultad

Norber, Toño y Pancho, por todos los momentos que compartimos en la escuela y todas las cosas vividas mientras estudiábamos.

Gracias cuates.

A Imelda y su familia

Por haberme apoyado tanto y por haberme dado asilo en su casa para la culminación de esta Tesina.

A Ana y Chio

Por apoyarme siempre en los momentos en las que las necesitaba. Gracias amigochas.



AGRADECIMIENTOS

A todos mis amigos del grupo
Nadine, Mariana, David, Hugo y todos los compañeros con los
que conviví durante 4 años.

A los Doctores

Gabriel Saez Espínola y Federico H.Barceló Santana, por
haberme dirigido y corregido en la realización de este trabajo.

Gracias por su tiempo.

A todos mis maestros

Gracias a sus enseñanzas puedo culminar este trabajo.



INDICE

INDICE

INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES	3
RESINAS.....	3
RESINAS COMPUESTAS.....	5
CLASIFICACION DE LAS RESINAS	11
RESINAS COMPUESTAS TRADICIONALES.	15
RESINAS COMPUESTAS HIBRIDAS.....	16
RESINAS COMPUESTAS DE MICRORRELLENO	
HOMOGENEO.....	18
RESINAS COMPUESTAS DE MICRORRELLENO	
HETEROGENEO	19
COMPOMEROS	58
CEROMEROS.....	62
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	68
JUSTIFICACION	69
OBJETIVO.....	70
RESULTADOS	71
DISCUSION	73



INDICE

CONCLUSIONES..... 74

BIBLIOGRAFIA..... 75



INTRODUCCION

INTRODUCCION

En la actualidad la odontología se ha desarrollado muy ampliamente en el sector de restauración estética, generalmente los productos utilizados con los que se alcanza un mayor grado estético, colocándolos en una sola cita son las resinas compuestas, los compómeros y los cerómeros.

Las resinas acrílicas son unos materiales que han sufrido varias modificaciones con el tiempo. Aparecieron a finales de los años 40's y principios de los 50's, estas resinas no contenían material de relleno. El principal cambio que sufrieron fue el de incorporar rellenos inertes para mejorar sus propiedades, desde entonces se han incorporado distintos tipos de relleno (macrorrellenos, microrrellenos y una combinación de estos), porque mejorando el tamaño, distribución y porcentaje del relleno se mejora la calidad del compuesto.

El compómero consiste en la mezcla de monómeros fotoactivados en una matriz de resina compuesta combinados con un vidrio reactivo que posee las mismas características del ionómero de vidrio tradicional.

Los cerómeros consisten en materiales reforzados con fibras y materiales cerámicos optimizados con polímeros, siendo logrados mediante la tecnología cerámica y la investigación de polímeros, sumadas a la integración de la fibra.



INTRODUCCION

El incorporar nuevos materiales de relleno se hace con el fin de que el material nos dé una mejoría en sus propiedades tales como:

- Una mejor estética
- Un fácil manejo
- Una estabilidad dimensional mejorada
- Resistencia a la compresión
- Resistencia al desgaste
- Resistencia tangencial

Existen diferentes investigaciones en lo que se refiere al tamaño y forma de la partícula de relleno de las resinas compuestas, Lutz y Phillips, Hosada y Yamada y Lang y Jaarda, quisieron clasificar a las resinas compuestas de acuerdo al tamaño de la partícula que contenían los compuestos, porque para ellos no existe una clasificación que nos revele en realidad los constituyentes de estos y se propone ciertas maneras de clasificar y agruparlos.

También se trata de relacionar el tamaño y forma de la partícula con ciertas propiedades que son de gran interés clínico, por ejemplo Swartz y Phillips realizaron una investigación acerca del efecto que tiene el tamaño y contenido de la partícula de relleno en las resinas compuestas y realizaron otro estudio que trata de cómo influye el relleno contenido, en las resinas de microrrelleno obteniendo resultados de gran importancia clínica, así varios investigadores como Cross y Douglas, Park e Imai y Willem e Inokoshii, realizaron estudios de cómo influye el relleno en su tamaño forma y contenido a las resinas.



ANTECEDENTES

ANTECEDENTES

RESINAS

Las resinas han tenido grandes cambios desde su aparición a finales de los años cuarenta y principios de los cincuenta y parcialmente reunieron los requisitos de materiales estéticos y durables para dientes anteriores. Las características de apariencia al diente y la insolubilidad a los fluidos bucales la han hecho superior a los cementos de silicato.

Las primeras resinas que aparecieron fueron las resinas simples o resinas acrílicas las cuales no tenían material de relleno como refuerzo pero tuvieron buenos resultados para reparar dientes anteriores fracturados y para restauraciones clase III. Estos materiales se suministran en forma de polvo, líquido y líquido solo. El componente principal es el líquido metil metacrilato y un inhibidor llamado hidroquinona, la cual le proporciona vida de almacenamiento y previene la reacción prematura y el endurecimiento del líquido. Este se presenta en botellas color ámbar. El polvo consiste en un compuesto de alto peso molecular llamado polimetilmetacrilato, un iniciador como el peróxido de benzoilo y agentes colorantes y opacadores que por lo general son óxidos metálicos. En condiciones clínicas normales el tiempo de polimerizado de estos materiales es de cuatro minutos. Polvo y líquido se mezclan en proporción de 3:1 y el acelerador de ácido sulfínico del líquido reacciona con el iniciador del polvo para formar radicales libres, los cuales a su vez inician la reacción de las moléculas de metil metacrilato para formar poli(metil-metacrilato) por activación química. El cambio dimensional libre es de alrededor de -5% y el coeficiente de expansión térmica es de $90 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.¹



ANTECEDENTES

El coeficiente de expansión térmica es casi nueve veces mayor que la estructura dental y como resultado se ha demostrado que los líquidos bucales fluyen hacia adentro y hacia fuera de las áreas marginales, esto es originado por cambios de temperatura de la boca. Este efecto ha sido mencionado como la causa principal de destrucción recurrente en las restauraciones de acrílico sin relleno. Tiene valores más bajos de resistencia a la compresión y a la tracción que la dentina y el esmalte. Los acrílicos sin relleno son sustancialmente más débiles y flexibles que la estructura dental a la que reemplazan. Estos materiales también se pueden unir al esmalte mediante grabado ácido de éste y proporcionar retención mecánica. Esta fuerza de unión (1200 psi) no es suficientemente fuerte como para retener el material en la cavidad sin que se proporcione retención mecánica en la preparación cavitaria. Se ha demostrado que la inserción de los materiales acrílicos causan respuesta pulpar y se deben emplear con recubrimientos. Estos materiales pueden mancharse por los alimentos y tabaco, esta pigmentación suele desaparecer con dentífricos.¹

Las deficiencias causadas por la alta contracción de polimerizado y el elevado coeficiente de expansión térmica provocó que se le agregaran partículas inertes como relleno para reducir el volumen de la matriz de resina. Los primeros intentos para elaborar un nuevo material compuesto no tuvieron éxito porque las partículas de relleno que se agregaron no tenían enlace químico con la resina matriz. El incompleto relleno de resina de enlace resultó con defectos microscópicos entre las partículas retenidas químicamente y la resina que la rodeaba. La mala retención del relleno contribuyó a que se perdiera éste y tuviera menor resistencia.



ANTECEDENTES

El mayor avance ocurrió cuando Bowen desarrollo un nuevo tipo de material compuesto. Su mayor aportación fue el bisfenol A-glicidil metacrilato (bis-GMA), una resina de dimetacrilato, y el uso de un silano que cubría las partículas de relleno para lograr el enlace químico de la resina. El uso de esta matriz reduce la contracción del polimerizado y el uso del dimetacrilato amplía el enlace cruzado y mejora las propiedades del polímero.²

RESINAS COMPUESTAS

Las resinas compuestas se caracterizan por su estructura, que incluye lo siguiente:

- Una matriz orgánica (resina) que representa del 30 al 50% del volumen total del material.
- Una fase dispersa considerada de alta resistencia mineral u organomineral, de granulometría y de porcentajes variables: el relleno.
- Un agente de enlace que permite la unión resina /relleno. De la calidad de esta interfase dependerá en gran medida el buen funcionamiento del material.

A esto habrá que añadir los coadyuvantes, sustancias que influyen en la reacción de polimerización (activadores, aceleradores e Inhibidores) o bien que intervienen en la estética del material (estabilizadores, pigmentos etc..).¹

Matriz.

En la actualidad la mayor parte de los compuestos usan unos monómeros que son diacrilatos aromáticos o alifáticos. Bisfenol A-glicidil metacrilato (Bis-GMA), dimetacrilato de uretano (UEDMA) y dimetacrilato de



ANTECEDENTES

trietilenglicol (TEGDMA), que son los dimetacrilatos más comúnmente usados en los compuestos dentales.

Los monómeros de alto peso molecular principalmente el bis-GMA, son extremadamente viscosos a la temperatura ambiente. Es esencial el uso de los monómeros diluyentes para alcanzar un elevado nivel de relleno y producir una pasta de consistencia clínicamente manejable.

Aunque las propiedades mecánicas del bis-GMA son superiores a las de la resina acrílica, no se enlaza a la estructura dental con más eficacia, por lo tanto la contracción al polimerizado y el cambio dimensional térmico son consideraciones importantes incluso para estas resinas con relleno.²

Relleno.

Su misión principal es conferir al compuesto sus propiedades físicas y mecánicas.

Principalmente son utilizados los materiales como el cuarzo, vidrios de borosilicato, y vidrios cerámicos. Los vidrios cerámicos pueden ser de litio-aluminio, bario-aluminio o estroncio-aluminio-silicato. El cuarzo es el más duro del grupo y provee a la resina de una buena resistencia al desgaste y tiene un buen índice de refracción que a su vez le provee una buena estética. El bario u otros vidrios de metales pesados proveen radiopacidad y puede ser mezclado con otros rellenos. Los compuestos experimentales consisten de zirconia o de aluminosilicatos que han demostrado una buena radiopacidad.³



ANTECEDENTES

El porcentaje de relleno y el tamaño de la partícula varían dependiendo del producto.

El porcentaje que tienen las resinas tradicionales es de un 78% en peso y 55% en volumen y el tamaño de la partícula encontrado en el compuesto es de 3 a 13 μm , se trata de los macrorrellenos.³

Los compuestos que contienen microrrelleno lo contienen en un porcentaje en peso de 33 a 50%, con la porción más grande de sílice coloidal con partículas submicroscópicas que tienen un rango de 0.0007 a 0.14 μm con una partícula promedio de aprox. 0.04 μm . El sílice coloidal tiene un área de superficie de mas de 300m² por gramo y no han sido utilizados con un porcentaje mas alto de 50% como son utilizados los rellenos de 1 a 15 μm , porque tienen un área de superficie muy pequeña³.

El sílice coloidal tiene la ventaja de ser mas fácilmente fragmentable y permite la obtención de partículas más pequeñas de tamaño antes mencionadas. El óxido de sílice debe hidrolizarse y precipitar a alta temperatura para poder ser micronizado.

Además del tamaño también la forma es variable. Actualmente la forma irregular es la mas extendida, sobre todo para los macrorrellenos; los microrrellenos a menudo son redondeados y esféricos. Esta pequeña granulometría no permite un buen relleno de la estructura orgánica, ya que la superficie desarrollada no puede ser muy grande.



ANTECEDENTES

De este modo aparecen diferentes procedimientos de tratamientos que permiten aumentar la densidad de relleno. Se obtiene así granulados, esferas o conglomerados compuestos de polímero endurecido en el laboratorio y después molido, incluyendo una gran cantidad de microrrelleno. Estos rellenos se denominan a veces organominerales y su tamaño oscila entre 10 y 50 μm .

Los macrorrellenos y los microrrellenos pueden combinarse en el interior de un compuesto y se denomina híbrido. La ventaja de este tipo de composición es el aumento en el porcentaje de relleno, lo que confiere unas propiedades físicas y mecánicas superiores¹.

Agente adhesivo.

Es muy importante que las partículas de relleno se enlacen a la matriz de la resina, esto permite que la matriz del polímero más flexible transfiera las tensiones a las partículas de relleno más rígidas.

El enlace entre estas dos fases del compuesto es proporcionado por un agente de enlace. Un agente de enlace aplicado adecuadamente puede dar propiedades físicas y mecánicas mejoradas y proporcionar estabilidad hidrolítica para prevenir la penetración de agua a través de la interfase relleno-resina. Se utilizan como agentes titanatos y circonatos, pero son más frecuentemente usados los silanos orgánicos.

En estado hidrolizado, el silano contiene los grupos silanol que pueden enlazar con silanoles sobre superficies de relleno por la formación de un enlace de siloxano (S-O-Si). Los grupos metacrilato del componente



ANTECEDENTES

organosilano forman enlaces covalentes con la resina cuando esta polimeriza, por lo que se completa el proceso de acoplamiento.²

Coadyuvantes.

Los coadyuvantes son sustancias que influyen en la reacción de polimerización.

a) Activadores:

Las reacciones son de tipo químico o fotoquímico. Se produce una apertura de los dobles enlaces del oligómero por mediación de radicales libres.

Activación química (autopolimerización). Se produce gracias a la presencia de moléculas capaces de inducir radicales libres. Generalmente los materiales activados químicamente se presentan como un sistema de dos pastas; una que contiene el iniciador, que es el peróxido de benzoilo y la otra un activador que es una amina terciaria.

Los activadores químicos se agrupan en dos categorías:

- Hidroxiperóxidos y peróxido
- Compuestos nitrogenados

Normalmente se utiliza la asociación de un peróxido inestable y de una amina terciaria. La incorporación se realiza en una proporción de 0.32% de peróxido y 0.75% de amina. Cuando se presenta en pasta-pasta uno contiene el peróxido activador y la otra la amina aceleradora.



ANTECEDENTES

Activación fotoquímica (fotopolimerización). Se basa en el uso de fotones luminosos y ultravioletas que vehiculizan la energía. Para fotopolimerizar un monómero es necesario utilizar fotoactivadores que por efecto de la radiación producen radicales libres capaces de actuar sobre el monómero y desencadenar la reacción. Los primeros sistemas fotoactivados emplearon la luz ultravioleta para iniciar los radicales libres. Hoy en día los compuestos curados por la luz ultravioleta han sido reemplazados por el sistema fotoactivado visible con gran capacidad para polimerizar espesores mayores a 2mm. Los fotoactivadores más utilizados son los derivados de la benzoína, la benzofenona, la acetofenona y la dicetona.¹

b) Inhibidores.

Se utilizan para minimizar o evitar la polimerización espontánea de los monómeros. Estos Inhibidores tiene un fuerte potencial de reacción con los radicales libres. Si se ha formado un radical libre, como en una breve exposición a la luz cuando se ha dispersado el material, el inhibidor reacciona con el radical libre y así inhibe la propagación de la cadena terminando la capacidad del radical libre de iniciar el proceso de polimerización.²

Para lograr la apariencia de diente los compuestos dentales deben tener una coloración visual (matizado) y translucidez que puede simular la estructura del diente. El matizado se logra por la adición de diferentes pigmentos, estos pigmentos a menudo consisten en óxidos metálicos diferentes que se agregan en cantidades pequeñas.²



ANTECEDENTES

CLASIFICACION DE LAS RESINAS

Las resinas compuestas iniciales contenían alrededor de 50% del volumen de rellenos inorgánicos de diámetro promedio de partícula de 8 a 15 micras. La superficie de relleno se trató con compuestos organometálicos especiales de tal manera que se unieran bien a la matriz orgánica, a estas resinas se les conoce como resinas compuestas convencionales y se clasifican según la especificación de la ADA No. 27 como materiales tipo II. El inconveniente de estas resinas era que no se podía obtener una superficie lisa por el gran tamaño de partícula de los rellenos.

Más tarde se desarrollaron rellenos con tamaño de partícula de 0.04 micras, a estas resinas se les llamo resinas compuestas de microrrelleno o resinas compuestas de superficie lisa. Se identifican mediante la especificación de la ADA No. 27 como materiales tipo I. El porcentaje de peso de relleno es más bajo que para las resinas convencionales en un 33 a 50%. El contenido más bajo de relleno ocasiona menor resistencia al desgaste en pruebas de laboratorio. Como disminuye el material de relleno entonces tenemos más resina lo que nos da lugar a mayor absorción de agua, a mayor coeficiente de expansión térmica y a disminución del límite de elasticidad.

La característica más interesante de estas resinas de microrrelleno es su capacidad de lograr una superficie sumamente tersa con el acabado, lo que era muy difícil de obtener con las resinas compuestas convencionales.

Las resinas híbridas como el nombre lo dice son unas resinas en las que hay dos tipos de partículas de relleno. Los rellenos híbridos modernos



ANTECEDENTES

consisten en sílice coloidal y partículas de cristales que contienen metales pesados, constituyendo un contenido de 75-85% en peso. El cristal tiene un tamaño de partícula promedio entre 0.6 micras y 1.0 micras. El sílice coloidal representa 10 a 20% en peso del contenido total del relleno.

Las propiedades físicas y mecánicas de estos sistemas generalmente se encuentran entre las de compuestos tradicionales o de macrorrelleno y compuestos rellenos de partículas pequeñas¹.

Los actuales sistemas de clasificación para resinas necesitan una revisión si desean seguir sirviendo para describir y denotar los parámetros que tienen las partículas de relleno de estos materiales⁴.

Basado en la tecnología del polímero y del relleno, las tres fases de las resinas compuestas, su composición, sus propiedades químicas, el tamaño y distribución de la fase dispersa o de las partículas de relleno, se obtuvo la mejor información para determinar el potencial in vivo de las resinas compuestas. Por lo tanto, se realizó una clasificación enfocada a los rellenos.⁴

Lutz y Phillips en 1983 hicieron una clasificación de resinas compuestas basándose en el tamaño de la partícula de relleno de estas resinas y desempeño clínico. De acuerdo al tipo de relleno crearon cuatro categorías: Resinas compuestas tradicionales, resinas compuestas híbridas, resinas compuestas de microrrelleno homogéneo y resinas compuestas de microrrelleno heterogéneo, estas últimas con tres subdivisiones: las que contienen partículas de relleno en forma de astilla prepolimerizada, partículas



ANTECEDENTES

prepolimerizadas de forma esférica, y complejos de microrrelleno de partículas aglomeradas⁴.

Hosada, Yamada e Inokoshi hicieron un análisis en el microscopio electrónico de barrido para estudiar las resinas compuestas. Veinticuatro resinas compuestas eran autopolimerizables o químiopolimerizables, 21 eran fotopolimerizables para anterior, tres fotopolimerizables para anterior y posterior y 18 para posterior. De acuerdo con los resultados obtenidos se dividieron en siete grupos: resina compuesta tradicional, resina compuesta de microrrelleno, resina compuesta de tipo de microrrelleno, resina compuesta de tipo de submicrorrelleno, resina compuesta híbrida, resina compuesta de tipo híbrido y resina compuesta semihíbrida o de relleno pesado⁵.

La investigación hecha por Lutz y Phillips toman como base para este estudio las clasificaciones existentes que son las siguientes:

Macrorrellenos tradicionales: Estos macrorrellenos tradicionales son preparados a partir de trituración y molido de cuarzo, vidrio, borosilicato o cerámica, y también se le agregan vidrios de metales pesados para darle radiopacidad. Los granos obtenidos por estos métodos caen en un rango de tamaño de 0.1 μ m a 100 μ m, las partículas de tamaño de 100 μ m son visibles clínicamente.

Microrrellenos: Los microrrellenos se obtienen por métodos químicos; la hidrólisis y precipitación, que consisten en esferas de vidrio muy finas y radiolúcidas. Originalmente las partículas que generalmente se usaban para



ANTECEDENTES

este tipo de resinas tenían un tamaño promedio de $0.04\mu\text{m}$, pero recientemente se ha aumentado el promedio del tamaño de la partícula a 0.05 a $1\mu\text{m}$. Estos microrrellenos tienen la desventaja que son materiales muy viscosos y por lo tanto son difíciles de manipular.

Complejos basados en microrrellenos: Los complejos basándose en microrrellenos han sido desarrollados para obtener una máxima carga de rellenos inorgánicos con microrrellenos; hay tres diferentes tipos:

(1). Los complejos pre-polimerizados de microrrelleno de forma de astilla son resinas compuestas que son hechas a base de incorporar sílice pirogénica en una matriz de resina y después la mezcla es curada por calor. Estas resinas tienen un porcentaje de tamaño de partícula bastante amplia van de 1 a $200\mu\text{m}$

(2). Los complejos de microrrelleno esférico de base de polímero son resinas compuestas fabricadas incorporándoles partículas de relleno de sílice pirogénica en una mezcla de metacrilato-PMMA. Contiene partículas esféricas de diámetro de 20 a $30\mu\text{m}$. Una distribución correcta de las partículas permite un buen empacamiento.

(3). Complejos de aglomerado de microrrelleno, estos compuestos consisten en unas partículas de relleno de aglomerado artificial que son obtenidas mediante hidrólisis o técnicas de precipitación u otro procedimiento especial. Este proceso siempre incluye un tratamiento térmico a $600\text{ }^\circ\text{C}$. Las partículas de relleno primarias son puramente inorgánicas a diferencia de los otros complejos y tienen un tamaño de 1 a $25\mu\text{m}^4$.



ANTECEDENTES

RESINAS COMPUESTAS TRADICIONALES.

Estas resinas tienen un gran contenido de partículas de macrorrelleno, los que hacen que su superficie sea más rugosa, y por lo tanto existe mayor pigmentación y retención de placa dentobacteriana, lo que produce una hidrólisis del agente de enlace y provoca mayor desgaste de la matriz y desalojamiento de las partículas de macrorrelleno.⁴

Los compuestos más recientes y modernos contienen una partícula de relleno más pequeña, más redondeada, más suave y con un apropiado distribución del tamaño de las partículas.⁴

Las resinas tradicionales según Hosada y Yamada, son obtenidas basándose en bloques de cuarzo o vidrio que contiene metales pesados radiopacos, el tamaño de las partículas de relleno van en un rango de 1 a 100 μ m. Los compuestos actuales tienden a usar partículas más pequeñas de tamaño de 5 a 1 μ m y más redondeadas⁵.

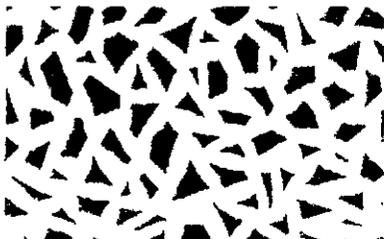


Fig. 1 resina compuesta tradicional según Hosada y Yamada.



ANTECEDENTES

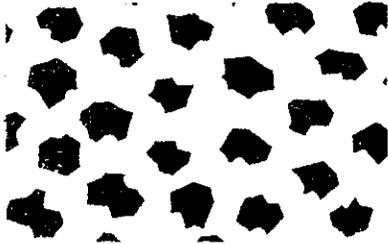


Fig. 2 Resinas compuestas tradicionales según Lutz y Phillips.

RESINAS COMPUESTAS HIBRIDAS.

En este tipo de resinas se refuerza la matriz orgánica con microrrellenos para reducir las diferencias en las propiedades entre los macrorrellenos inorgánicos y la matriz no ocupada. Adicionar los microrrellenos nos provee mejor control de la viscosidad y aumentan la resistencia al desgaste. Estos materiales contienen macrorrellenos inorgánicos más sílice pirogénica. Las resinas híbridas todavía no tienen una superficie ideal, por lo que no son ideales para los dientes anteriores, aunque tienen una mejor superficie que las resinas compuestas tradicionales, tiene un promedio de vida corta por el grado de desgaste que tiene un material al contener macrorrellenos. Se mejorarían las propiedades si se les incorporaran partículas de macrorrelleno de menor tamaño, de un tamaño promedio a $1\mu\text{m}^4$.

Hosada y Yamada describen a la resina compuesta híbrida como un material que contiene macrorrelleno y microrrelleno, para ellos el propósito de dispersar partículas de microrrelleno dentro de la fase orgánica es con el fin de incrementar la resistencia al desgaste por medio de acortar los



ANTECEDENTES

espacios interparticulares y protegiendo la sedimentación de las partículas de macrorrelleno más pesadas⁵.

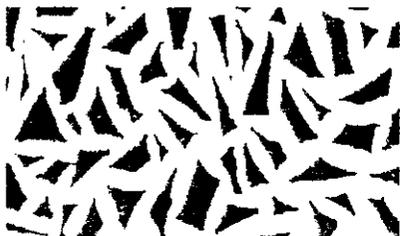


Fig. 3 Resina compuesta híbrida según Hosada y Yamada.

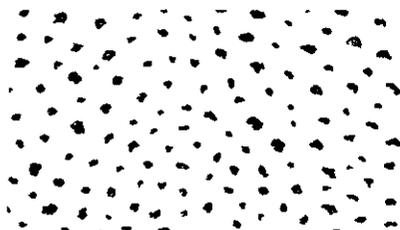


Fig. 4 Resina compuesta híbrida según Lutz y Phillips.



ANTECEDENTES

RESINAS COMPUESTAS DE MICRORRELLENO HOMOGENEO.

Las resinas compuestas de microrrelleno homogéneo son la combinación de una matriz orgánica y la adición directa de microrrelleno. Se considera principalmente dos propiedades óptimas en estas resinas; primero, es una resina de relleno exclusivamente inorgánico, el cual es más pequeño que la longitud de onda visible, este relleno aparenta ser homogéneo, esto sucede en un grado mayor en las superficies pulidas. Aunque los microrrelenos son desalojados mecánica y químicamente por su desgaste in vivo, la superficie pulida retiene su capa parecida al esmalte y no se detectan las irregularidades del compuesto, y Segundo, la homogeneidad y el tamaño de la partícula extremadamente pequeña dan lugar a que se disminuya el desgaste y no haya pérdida de partículas. Sin embargo el uso de partículas tan pequeñas de aprox. 0.04 a $0.2\mu\text{m}$ nos proporciona una gran viscosidad.

Hosada y Yamada clasifican a esta resina como una resina de microrrelleno simplemente. Estas resinas están compuestas por sílice pulverizada homogéneamente dispersas en la fase orgánica. Tiene un tamaño de partícula de relleno de 0.04 a $0.06\mu\text{m}$ por lo que es una resina que tiene demasiada viscosidad que es una de sus desventajas⁵.

Fig. 5 Resina compuesta de microrrelleno. Hosada y Yamada.



ANTECEDENTES

RESINAS COMPUESTAS DE MICRORRELLENO HETEROGENEO

Estas resinas compuestas son la resultante de una combinación de la matriz orgánica, con microrrelleno y con complejos basados en microrrelleno. Estas se subdividen en tres subclases:

Microrrelleno con partículas prepolimerizadas en forma de astilla: esta mezcla consiste en complejos prepolimerizados en forma de astilla con una matriz orgánica reforzada con microrrelleno, esta técnica compensa la carga inorgánica y el contenido volumétrico del relleno sin que se aumente la viscosidad y afecte las características del manejo de la resina compuesta. Estas resinas al no ser pulidas correctamente, tienden a fracturarse. Se contraen menos a la polimerización, se deben utilizar con técnicas de grabado del esmalte y con agentes de enlace, esto mejorará su adaptación y dará mejores resultados estéticos.

Microrrelleno con partículas prepolimerizadas esféricas: Permiten mejor empacamiento distribuyéndolo por tamaño, esto se refleja con una menor contracción a la polimerización.

Microrrelleno con complejos de microrrelleno aglomerados: tiene mayor cantidad del contenido del microrrelleno al mezclarse con la matriz orgánica reforzada de microrrelleno. Clínicamente se puede obtener un buen terminado y una calidad perfecta de la superficie.⁴



ANTECEDENTES

Hosada y Yamada en el estudio que realizaron agruparon a dos subdivisiones de Lutz y Phillips (complejos de microrrelleno en forma de astilla y los complejos aglomerados de microrrelleno) en un grupo llamado resinas compuestas del tipo de microrrelleno. Para Hosada y Yamada consiste en una mezcla de microrrelleno hecho basándose en sílice pulverizada en la fase orgánica y una mezcla de complejos prepolimerizados ya sean en forma de astilla o de aglomerado. Las características de las resinas son similares lo único que cambia es la clasificación hecha por cada uno de los investigadores.⁵



Fig. 6 Resina compuesta del tipo de microrrelleno según Hosada y Yamada.

Otra diferencia en las clasificaciones, fue que Hosada y Yamada crearon una categoría llamada; resina compuesta del tipo de submicrorrelleno en las que la resina tenía partículas llamadas de submicrorrelleno esféricas (0.3 a 0.2 μ m) en combinación de complejos prepolimerizados en forma de astilla que estaban hechos de submicrorrelleno esféricos idénticos. Los complejos pre-polimerizados en forma de astilla sirvieron como macrorrellenos, con esta resina se obtiene un buen pulido.⁵



ANTECEDENTES



Fig. 7 Resina compuesta del tipo de submicrorrelleno según Hosada y Yamada.

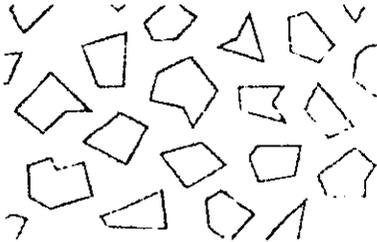


Fig. 8 Resinas compuestas de microrrelleno heterogéneo con partículas de forma de astilla Lutz y Phillips.

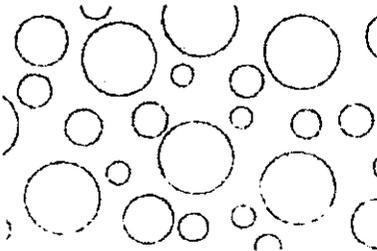


Fig. 9 Resinas compuestas de microrrelleno heterogéneo con partículas prepolimerizadas de forma esférica. Lutz y Phillips.

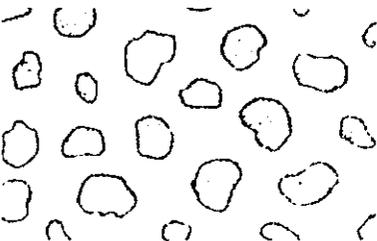


Fig. 10 Resinas compuestas de microrrelleno heterogéneo con partículas aglomeradas. Lutz y Phillips.



ANTECEDENTES

Aparte de las clasificaciones en las que coinciden Lutz y Phillips con Hosada y Yamada, Hosada y Yamada añadieron otros dos grupos en los cuales mencionaron a las resinas compuestas del tipo híbrido y a las resinas compuestas semihíbridas o de relleno pesado.

Las resinas compuestas del tipo híbrido demostraron en las imágenes del SEM tres subgrupos en los cuales están unidas:

a) Macrorrellenos tradicionales mas microrrelleno y complejo de microrrelleno de forma de astilla.

b) Macrorrellenos tradicionales mas microrrelleno y complejos de microrrelleno de forma esférica

c) Macrorrellenos tradicionales mas microrrelleno y complejo de microrrelleno de aglomerado.

Este tipo de resinas están indicadas para clases II y clases IV.⁵



Fig. 11 Resina compuesta de tipo híbrido Hosada y Yamada.



ANTECEDENTES



Fig. 12 Resina compuesta de tipo híbrido Hosada y Yamada.

La resina compuesta semihíbridas o de relleno pesado (Hosada y Yamada) es dividida en dos grupos basados en el tamaño y distribución de sus partículas de relleno. Los macrorrellenos tradicionales que van de 50 a $0.1\mu\text{m}$ y los que van de $6.5 - 0.1\mu\text{m}$. Las partículas pequeñas asumen el papel de partículas de microrrelleno ya que están molidas o pulverizadas de materiales inorgánicos⁵.

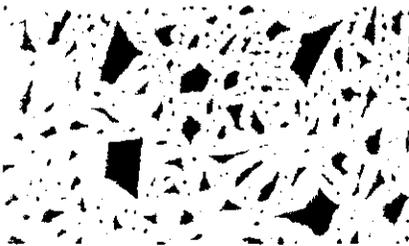


Fig. 13 Resina compuesta semihíbrida con tamaño de partícula de 50 a $0.1\mu\text{m}$. Hosada y Yamada.

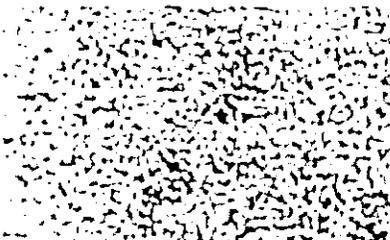


Fig. 14 Resina compuesta semihíbrida con tamaño de partícula de 6.5 a $0.1\mu\text{m}$ según Hosada y Yamada.



ANTECEDENTES

Respecto a la evaluación hecha por Lutz y Phillips tenemos que :

En cuanto a la facilidad de pulido (de acuerdo a un sistema de 5 puntos)

Resinas compuestas de microrrelleno homogéneo ●●●●●

Resinas compuestas de microrrelleno heterogéneo ●●●●

Resinas compuestas tradicionales e híbridas ($< 5 \mu\text{m}$) ●●●

Resinas compuestas tradicionales e híbridas ($< 10 \mu\text{m}$) ●●

Resinas compuestas tradicionales e híbridas ($> 10 \mu\text{m}$) ●

En cuanto a la permanencia de la superficie lisa (de acuerdo a un sistema de 5 puntos).

Resinas compuestas de microrrelleno homogéneo ●●●●●

Resinas compuestas de microrrelleno heterogéneo ●●●●

Resinas compuestas tradicionales e híbridas ($< 5 \mu\text{m}$) ●●●

Resinas compuestas tradicionales e híbridas ($< 10 \mu\text{m}$) ●●

Resinas compuestas tradicionales e híbridas ($> 10 \mu\text{m}$) ●

En cuanto a la estética (de acuerdo a un sistema de 5 puntos)

Resinas compuestas de microrrelleno homogéneo ●●●●●

Resinas compuestas de microrrelleno heterogéneo ●●●●

Resinas compuestas híbridas ●●●

Resinas compuestas tradicionales ●



ANTECEDENTES

En cuanto al manejo y manipulación (de acuerdo a un sistema de 5 puntos)

Resinas compuestas tradicionales ●●●●●

Resinas compuestas híbridas ●●●●

Resinas compuestas de microrrelleno homogéneo ●●●

Resinas compuestas de microrrelleno heterogéneo ●●

En cuanto al seguimiento clínico (de acuerdo a un sistema de 5 puntos)

Resina compuesta tradicional ●●●●●

Resina compuesta híbrida ●●●

Resina compuesta de microrrelleno heterogéneo●●●

Resina compuesta de microrrelleno homogéneo●

Lang, Jaarda y Wang en 1992 en la Universidad de Michigan pensaban que los sistemas de clasificación necesitaban revisarse ya que no podían continuar sirviendo como parámetros descriptivos y cuantitativos demostrando el contenido de la partícula de relleno de las resinas compuestas.



ANTECEDENTES

Examinaron 12 resinas compuestas con un sistema que se le llamo de lavado de las partículas, estas 12 resinas las seleccionaron de acuerdo a la clasificación que se les daba comercialmente, dos de microrrelleno (Heliomolar y Distalite), siete de partícula fina (P-10, Bis-Fil, Estilux posterior, P-30, Visio-Fil, Ful-Fil y Status) y tres que son agrupadas teóricamente en el grupo híbrido(Herculite-condensable, Sinter-Fil II y Adaptic II).

Estos autores querían por medio de este estudio demostrar que hay muchas variantes en cuanto a las clasificaciones actuales, que no servían como parámetros descriptivos y cuantitativos porque por ejemplo, uno de los compuestos que ellos analizaron el Visio-Fil, había sido descrito como por Leinfelder en 1989 como un compuesto de partícula fina (tamaño de partícula de $0.5\mu\text{m}$) y como un compuesto de tipo intermedio (tamaño de partícula de 1 a $5\mu\text{m}$) y también ha sido descrito como un compuesto de macrorrelleno por Crumpler en 1988, por lo tanto es Visio-Fil un compuesto de microrrelleno, de partícula fina o de macrorrelleno, con este estudio se busco descartar la hipótesis de que "no hay diferencia en los tamaños de partícula de relleno en los compuestos que son agrupados de acuerdo a la clasificación como tradicionales, de partícula fina o híbridas usando varios sistemas de clasificación".

Para poder lograr observar la partícula de relleno sin la matriz orgánica se realizo lo que se llama la técnica de lavado que consistió en colocar muestras de 0.5g de cada compuesto en 5 ml de solvente acetona y centrifugados por 2 minutos a 1000 r.p.m. con lo que se logra separar por el solvente la sustancia matriz de la partícula de relleno. Este proceso fue repetido 3 veces usando la acetona. La masa restante de compuesto fue



ANTECEDENTES

posteriormente colocada en 5.0 ml de cloroformo para su lavado y la separación de las partículas de relleno, las cuales fueron agrupadas como resultado de la disolución en acetona. La masa de compuesto fue otra vez centrifugada por 2 minutos a 1000 r.p.m. y el cloroformo y la sustancia de matriz residual fueron desechadas, este segundo proceso de lavado fue repetido tres veces.

Finalmente, las partículas de relleno restantes fueron suspendidas en 5.0 ml de etanol puro y la solución suspendida y las partículas de relleno fueron colocadas en el portaobjetos.

Los portaobjetos de cada compuesto fueron inicialmente examinados utilizando el SEM (Microscopio electrónico de barrido) para determinar el rango del tamaño de la partícula de relleno de cada compuesto. Las evaluaciones del SEM fueron llevadas a un aumento de 2000 y 500 aumentos, para determinar cualitativamente la presencia de las partículas de relleno en un rango submicroniano así como también a las partículas de dimensiones más grandes.

Después de establecer el rango de tamaño de las partículas de relleno usando el SEM, las muestras fueron fotografiadas a un aumento de 125x bajo un microscopio de luz para su examen y para ser fotografiados a 500x, para ser demostrado el rango de partícula de cada compuesto



ANTECEDENTES

Como resultado de la observación hecha en el microscopio electrónico de barrido, estos investigadores decidieron hacer una clasificación en la que dividieron a las resinas observadas en cuatro grupos:

Grupo I partículas de tamaño submicroniano a mayores de 25 μm ,

Grupo II partículas de tamaño de submicroniano a 10 μm ,

Grupo III partículas de tamaño de submicroniano a 5 μm ,

Grupo IV partículas de tamaño de submicroniano a una micra.

Los resultados obtenidos por esta investigación comparando la clasificación de los investigadores con la de las publicaciones hechas por los fabricantes fueron que se necesita hacer una revisión a las clasificaciones realizadas porque en realidad no dan a los clínicos una información veraz del tamaño de partícula que contienen como relleno, ya que podrían ser clasificadas en forma diferente.

Los investigadores quisieron relacionar los tamaños de partícula encontrados con el grado de desgaste para esto se realizaron pruebas de desgaste o pérdida de superficie a estas 12 resinas compuestas, el grado de desgaste se midió en la pérdida de volumen en mm^2/mm^3 , lo interesante de este estudio fue que las pruebas de desgaste se realizaron primero agrupando a las resinas sobre la base del sistema de clasificación convencional o sea en microrrelleno, partícula fina e híbrida y segundo con la clasificación obtenida por la técnica de lavado realizada en este estudio.

Desde el punto de vista del desgaste tomando en cuenta la clasificación convencional (microrrelleno, partículas finas, e híbridas), los compuestos que tuvieron más desgaste fueron las resinas compuestas que



ANTECEDENTES

son clasificadas por sus fabricantes como resinas compuestas de microrrelleno, seguidas por las de partículas finas y por último las híbridas. Hubo diferencias significativas entre las resinas que pertenecían al mismo grupo de las de partículas finas, porque si había diferencias en cuanto al tamaño de partícula de relleno que tenían.

Tomando en cuenta la clasificación de partículas por técnica de lavado, el grupo I (0.1 - 25 μ m) tuvo mayor desgaste decreciendo en el grupo II (0.1 - 10 μ m) y seguida por el grupo III (0.1 - 5 μ m) y finalizando con el que tuvo menos desgaste, el grupo IV (0.01 - 1 μ m). Comparando a las resinas pertenecientes al mismo grupo fue que en el grupo I (0.1 - 0.25 μ m) no demostró una diferencia de desgaste significativo entre los compuestos agrupados. En el grupo II (0.1 - 10 μ m) existieron diferencias pequeñas de desgaste entre los compuestos agrupados. Para el grupo III (0.1 - 5 μ m) no existieron diferencias en el desgaste entre sus agrupados. Para el grupo IV (0.01 - 1.0 μ m) no hubo parámetro de comparación porque sólo un compuesto de los estudiados entro en este rango⁶.

Basándose en los resultados obtenidos concluimos también que entre más pequeña es la partícula del relleno, tenemos menos perdida de superficie del compuesto y una superficie mas tersa.

En 1993, los mismos investigadores Lang, Jaarda, Wang y con la colaboración de Edwards, tratan de conocer realmente el tamaño de la partícula, el área que ocupa y saber que número de partículas hay en el compuesto.⁷



ANTECEDENTES

Se utilizaron tres materiales de resina compuesta que supuestamente por las publicaciones de sus fabricantes son resinas compuestas de partículas finas (aproximadamente de $0.5\mu\text{m}$).

El experimento fue dividido en dos partes. La primera parte era examinar cualitativamente el tamaño de las partículas de relleno contenidas en tres resinas compuestas con el SEM. La segunda parte del proyecto usando el SEM plus de imágenes digitalizadas para cuantificar número, el tamaño y el área que ocupan las partículas de relleno del compuesto.

Para llevar a cabo la parte uno se tomaron muestras de 0.5g de resina sin polimerizar de los tres compuestos, fueron suspendidos en 5ml de acetona y centrifugados por 2 minutos a 1000 r.p.m. para separar el material de relleno de la matriz. Este proceso de lavado con acetona fue repetido tres veces. La acetona y la matriz disuelta en la sustancia fueron examinadas en el SEM para asegurarse de que no había partículas de relleno en la solución.

Las partículas de relleno que quedaron después del lavado fueron otra vez puestas en 5ml de cloroformo para su posterior lavado y separación de las partículas de relleno que se agruparon como resultado de la disolución en acetona.

Esta segunda solución que contiene las partículas de relleno y cloroformo fue centrifugada por 2 minutos a 1000 r.p.m., y el cloroformo y la matriz residual fueron examinados al SEM para estar seguros de que no tenían partículas de relleno.



ANTECEDENTES

Este proceso de lavado por cloroformo fue también repetido tres veces. Finalmente las partículas de relleno restante fueron suspendidas en etanol y la solución y las partículas de relleno fueron colocadas en el portaobjetos para prepararlos para su examinación con el SEM.

Para la segunda parte del estudio se utilizó el SEM y el digitalizador de imágenes para medir la partícula de relleno de las resinas.

Se utilizaron tres bloques polimerizados de resina de 10 x 10 x 2 mm de tamaño, trabajados de acuerdo con las indicaciones del fabricante. Estos bloques fueron embebidos en EXAKT 7200 Technovit medium, para prepararlos para pulverizarlos para examinarlos en el SEM.

El experimento en cuestión estaba dirigido a conocer en cuanto diferían los tres compuestos en cuanto a su tamaño, número y área ocupada por sus partículas de relleno, para esto las partículas encontradas en los compuestos fueron clasificadas en siete grupos y un octavo para la matriz.

Grupo 1	0.11 a 0.50 micras
Grupo 2	0.50 a 1 micra
Grupo 3	de 1 a 2 micras
Grupo 4	de 2 a 5 micras
Grupo 5	de 5 a 9 micras
Grupo 6	de 9 a 20 micras
Grupo 7	mayor a 20 micras
Grupo 8	la matriz



ANTECEDENTES

Las partículas de relleno de los tres compuestos fueron removidas por la técnica de lavado y vistas en el SEM. Como resultado de la observación hecha al SEM obtuvieron que había una diferencia dramática entre el tamaño de partícula en un compuesto respecto al otro siendo que son clasificadas dentro del mismo grupo, resinas compuestas de partículas finas, y en los tres compuestos no se encontraron partículas de un diámetro menor de $0.11\mu\text{m}$.

En cuanto a la parte dos del estudio que se refiere al área ocupada y el número de partículas, el total de partícula encontradas fueron 7991 para Ful-Fil, 6850 para Visio-Fil, 5033 Bis-Fil I. El área ocupa por el relleno resultó en Visio-Fil 55.26 % para Bis-Fil 36.39 y para Ful-Fil 32.14 %.

Por lo tanto en conclusión:

- 1.- Las tres resinas compuestas que se suponían eran semejantes tuvieron unas diferencias bastante significativas en lo que se refiere al tamaño y número de partículas de relleno.
- 2.- Las tres resinas compuestas difirieron en cuanto al área ocupada por su relleno.
- 3.- La clasificación convencional (resinas compuestas de partícula fina) no se puede aplicar a los tres compuestos estudiados y su validez en cuanto a ser una guía clínica es cuestionado.
- 4.- Los resultados mostraron que si se puede examinar cualitativamente y medir cuantitativamente las partículas de relleno de una resina compuesta por medio del microscopio electrónico de barrido y por imagenología.⁷



ANTECEDENTES

Siguiendo la misma línea de investigación, Jaarda, Lang y Wang en 1996 realizaron otro estudio para revelar que relación tiene el desgaste con la partícula de relleno utilizada⁸, dado que las resinas compuestas han sustituido a las amalgamas para usarse como restauraciones en dientes posteriores, y el desgaste todavía es un problema. Para solucionar este problema se ha sugerido que en la tecnología de la partícula de relleno, haya ciertas modificaciones particularmente en lo referente a la composición, tamaño, porcentaje y el área ocupada por la partícula de relleno. Se ha reportado que el incremento en el tamaño de la partícula no sólo modificará el patrón del desgaste sino también el rango del desgaste, y entre más grande sea la partícula de relleno, el potencial para el desgaste será mayor.

No existen estudios que relacionen bien al tamaño de la partícula con el grado de desgaste ya que es difícil determinar el tamaño exacto de la partícula de relleno dentro del compuesto. Se ha usado el SEM y la imagen digital para cuantificar, por volumen, el contenido de la partícula de relleno en un número limitado de compuestos.⁸

El propósito de este estudio es desarrollar perfiles para cuantificar el contenido de la partícula de relleno por el volumen de 12 materiales de los compuestos de los cuales se obtuvieron los datos de desgaste previamente⁶. Se combinaron los datos del desgaste en el análisis de regresión para determinar si la variable dependiente, el desgaste, podía ser explicado o predecible de la variable independiente, el contenido de la partícula de relleno. La hipótesis estaba planteada como que "no existe una relación lineal entre el desgaste del compuesto (variable dependiente) y el contenido de la partícula de relleno (variable independiente)".



ANTECEDENTES

Doce compuestos, dos de microrrelleno (Heliomolar y Distalite), siete de partícula fina (P-10, Bis-Fil, Estilux posterior, P-30, Visio-Fil, Ful-Fil y Status) y tres que son agrupadas teóricamente en el grupo híbrido (Herculite-condensable, Sinter-Fil II y Adaptic II), a los cuales ya les habían realizado la prueba de desgaste, fueron seleccionados para comprobar la hipótesis. Los datos del SEM, de la imagenología electrónica de barrido y el análisis de imagen digital fueron publicados. Este estudio demostró que fueron suficiente tres bloques como muestra para cuantificar el contenido de la partícula de relleno. Se utilizaron 3 bloques polimerizados de los compuestos, de 10x10x2mm de tamaño, se embebieron en Exakt 7200 Technovit y se prepararon para ser molidos antes del examen SEM. Se examinó la superficie de 200 μ m por debajo de la superficie de cada muestra. Se preparó la superficie con lijas y el sistema Exakt. Se pulieron las superficies con una pasta de diamante. Se cubrió con carbono antes del examen SEM e imagen digital.

Se midieron en los 12 compuestos, partículas que iban de un rango en tamaño de 0.0094 μ m² a más de 300 μ m². Estas partículas representan secciones transversales de partículas de relleno en la superficie de los compuestos. Si todas estas secciones se encontrarán en el centro de la partícula representarían una enorme sección transversal posible. Sin embargo, casi todas eran secciones tangenciales con áreas de superficie menores. Es muy importante esto, porque se midieron partículas que eran mayor de lo que aparentaban en la superficie.



ANTECEDENTES

Para caracterizar al contenido de la partícula de relleno en los compuestos, se desarrollaron cuatro grupos de las partículas de relleno basadas en el radio de la partícula, tratando a todas las partículas como esferas. Como el sistema de imagen digital cuenta en píxeles, se realizaron las medidas en micrómetros cuadrados. Para comparar los datos obtenidos por el sistema digital, se debe convertir a micrómetros con la suposición de que todas las partículas son esféricas.

Se aumento una quinta categoría, para la matriz orgánica, se añadió para proveer la medida del porcentaje de relleno en los compuestos y se agruparon de la siguiente manera:

Grupo A, $r < 1 \mu\text{m}$ ($0.0094 < 3 \mu\text{m}^3$);

Grupo B, $r = 1 < 4.5 \mu\text{m}$ ($3.0 < 59 \mu\text{m}^3$);

Grupo C, $r = 4.5 < 10 \mu\text{m}$ ($60 < 300 \mu\text{m}^3$);

Grupo D, $r > 10 \mu\text{m}$ ($> 300 \mu\text{m}^3$), y

Grupo E, matriz

Se incluyeron 8 parámetros en los perfiles (1) el total del número de partículas de relleno/ $28742.6 \mu\text{m}^2$; (2) el porcentaje del área ocupada por todas las partículas de relleno, (3) el tamaño inferior de la partícula de relleno (4) el porcentaje del área ocupada por el grupo E (matriz); (5) el porcentaje del área ocupada por las partículas de relleno del grupo A ($r < 1 \mu\text{m}$), (6) el porcentaje del área ocupada por las partículas de relleno del grupo B ($r = 1 < 4.5 \mu\text{m}$); (7) el porcentaje del área ocupada por las partículas de relleno del grupo C ($r = 4.5 < 10 \mu\text{m}$); (8) el porcentaje del área ocupada por las partículas de relleno del grupo D ($r > 10 \mu\text{m}$).



ANTECEDENTES

El tamaño menor de la partícula de relleno se calculo con la siguiente formula:

$$\frac{\text{Área } (\mu\text{m}^1)\text{ ocupada por las partículas de relleno}}{\text{Número de partículas}} = \text{tamaño promedio de la partícula de relleno}$$

Estos parámetros se computarizaron con el análisis de variación (ANOVA). El test post-hoc de Tukey se uso para determinar si los compuestos eran similares en el contenido de la partícula de relleno. Se realizaron análisis para determinar si existe una relación entre la partícula de relleno y el desgaste.

El análisis de regresión por pasos se realizó de la siguiente manera (A) variable dependiente = desgaste en mm^3/mm^2 , variables independientes = parámetros del 1 al 3; y (B) variables dependiente = desgaste en mm^3/mm^2 , variables independientes = parámetros del 4 al 8.

Los resultados de los parámetros son:

(1). El número inferior de las partículas de relleno/28742.6 μm^1 . El total del número de las partículas medidas se encontraban en un rango mínimo aproximado de 6000 por 28742.6 μm^2 a un máximo aproximado de 29000. Hubo diferencias significantes en el número de las partículas de relleno, sin embargo la distribución no coincidió con su clasificación. El compuestos Herculite, clasificado como mezcla, y el compuestos Distalite clasificado como microrrelleno, tuvieron más partículas de relleno que los otros compuestos. Los compuestos de Sinter Fill (microrrelleno) y el Ful-Fill



ANTECEDENTES

(partícula fina) tuvieron menor cantidad de partículas de relleno, pero se considero mayor que la de los compuestos restantes.

(2). Porcentaje del área ocupada por todas las partículas de relleno. El porcentaje tenia un rango mínimo aproximado de 30% de relleno, por volumen para el compuesto Herculite y un máximo aproximado de 73% para el compuesto Status

(3). Tamaño promedio de la partícula de relleno. Se representan en micrómetros para el radio de las partículas, asumiendo que todas las partículas eran esféricas. Herculite tenía la partícula más pequeña ($0.3 \mu\text{m}$), y Bisfill I, Visio-Fil, Status, y Estilux posterior tenían una partícula mínima de $0.9 \mu\text{m}$. Si estos valores se convierten en diámetro, el rango sería por un valor pequeño aproximado de $0.6 \mu\text{m}$ a un valor mayor de $1.8 \mu\text{m}$.

(4). Porcentaje del área ocupada por la matriz. Las partículas de relleno y la matriz forman el total de la superficie observada.

(5). Porcentaje del área ocupada por las partículas, $r < 1 \mu\text{m}$). Se imaginaba que se podía subdividir el porcentaje ocupada por estas partículas, pero estas subdivisiones no coincidían con su clasificación.

(6). Porcentaje del área ocupada por las partículas de relleno, $r = 1 < 4.5 \mu\text{m}$). Se observo aproximadamente del 20 al 25% en la superficie, excepto en el Distalite, Heliomolar y el Herculite. Herculite tenia la menor cantidad de partículas de relleno, Distalite y Heliomolar presentaban el 10% de partículas de relleno.



ANTECEDENTES

(7). Porcentaje del área ocupada por las partículas de relleno, $r = 4.5 < 10 \mu\text{m}$) y (8). porcentaje del área ocupada por las partículas de relleno, $r > 10 \mu\text{m}$.. Los mapas de los perfiles y el análisis estadístico reveló que en dos de los doce compuestos no se encontraron partículas menores a 4.5 ni mayores a 10 μm , y en cuatro compuestos no se encontraron partículas con un radio mayor a 10 μm . Los perfiles del resto de los compuestos estaban en un rango entre estos valores. En los resultados base de Tukey, la subdivisión no parecía coincidir con su clasificación.

Los resultados del primer paso del análisis de regresión eran para determinar si las variables independientes (1) total de número de las partículas de relleno/28742.6 μm^2 . (2) el porcentaje del área ocupada por las partículas de relleno, y (3) el tamaño mínimo de la partícula de relleno, se puede usar como variables dependientes predecible al desgaste. El área cuadrada r para el análisis de regresión indica que el 95.3% de la variabilidad del desgaste se puede explicar con el porcentaje del área ocupada por las partículas de relleno. El número de partículas de relleno y el tamaño mínimo de las partículas de relleno no fueron factores significativos en el desgaste.⁸

$$\text{Desgaste (mm}^3/\text{mm}^2) = 0.218 \times \% \text{ del área de la superficie ocupada por las partículas de relleno}$$



ANTECEDENTES

Los resultados del segundo paso del análisis de regresión eran para determinar si las variables independientes (Parámetros 4,5,6,7 y 8) podrían ser usados para predecir el desgaste, variable dependiente.. El valor cuadrado de r para los análisis de regresión era de 0.990 con un $p < 0.0001$, por lo tanto el 99% de la variabilidad del desgaste puede ser explicado por el parámetro 5, el 7 y el 8. El parámetro 4 y 6 no fueron significativos para el desgaste.⁸

$$\begin{aligned} \text{Desgaste (mm}^3\text{/mm}^2\text{)} = & 0.561 \times \text{porcentaje del área de la superficie} \\ & \text{ocupada por las partículas con } r < 1\mu\text{m} + \\ & 0.601 \times \text{porcentaje del área de la superficie} \\ & \text{ocupada por partículas } r = 4.5 < 10 \mu\text{m} - \\ & 0.277 \times \text{porcentaje del área de la superficie} \\ & \text{ocupada por partículas con } r > 10 \mu\text{m}. \end{aligned}$$

El análisis de regresión demostró que existe una relación lineal entre el desgaste del compuesto y el contenido de relleno. Por lo tanto la hipótesis planteada en la que dice que no existe una relación lineal entre el desgaste del compuesto y el contenido de relleno, fue rechazada.⁸

Muchos estudios se han evocado hacia la relación que existe entre la partícula de relleno de las resinas compuestas y sus propiedades. La información obtenida en estos estudios ha sido que el relleno juega un papel muy importante en las propiedades de las resinas compuestas. Además del nivel de relleno, los últimos materiales pueden diferir bien en otros aspectos, incluso el tamaño y tipo de la partícula de relleno y la naturaleza de la matriz de la resina.⁹



ANTECEDENTES

Swartz y Phillips realizaron dos diferentes estudios en los cuales el propósito de uno de ellos era el de investigar los efectos del nivel y tamaño del relleno en las propiedades de dos series de resinas compuestas⁹ y el del otro estudio era el de conocer como influencia el relleno contenido en las propiedades de una resina de microrrelleno.¹⁰

Como siempre muchas de estas investigaciones han sido hechas con compuestos comerciales, donde ambos relleno y matriz no son fácilmente diferenciadas, por lo tanto aquí se crearon para cada investigación dos tipos de resinas; en la investigación de "Efecto del tamaño y contenido de las resinas compuestas en sus propiedades⁹", la matriz de resina era una matriz activada a base de luz de polimetacrilato de polifenileno, la cual no contiene color, opacificadores o agentes que le den fluorescencia. Fueron preparadas dos series de resinas compuestas una con relleno de vidrio de borosilicato que contiene un tamaño de partícula de $2\mu\text{m}$ y otra con partículas de $15\mu\text{m}$ del mismo vidrio. Ambas partículas de relleno de ambos tamaños fueron tratadas en la superficie por el mismo agente de enlace un silano disperso directo en la matriz.

Cuatro compuestos fueron hechos con diferentes preparados de relleno para cada tamaño de partícula:

Partícula de 2 micras: 20, 40, 45, 50, y 53% de relleno en el compuesto.

Partícula de 15 micras: 20, 40, 50, 60 y 65% de relleno en el compuesto.

El grupo testigo fue una resina sin relleno⁹.



ANTECEDENTES

En el estudio de las resinas compuestas de microrrelleno¹⁰ la matriz de la resina era un sistema de curado a base a luz visible, compuesta de dimetacrilato de uretano y de dimetacrilato de trietilen glicol en cantidades de 50% cada uno por volumen. Ningún colorante o fluorescente se agregó.

Los rellenos eran:

Tipo 1 partículas de sílice de 20nm en diámetro, teniendo una área de superficie de 130m²/g.

Tipo 2 una partícula aglomerada 40nm en diámetro, con un área de 50m²/g. Ambos rellenos fueron tratados con un agente de acoplamiento o enlace y se incorporaron directamente en la matriz.¹⁰

Las propiedades examinadas en ambas investigaciones fueron:

- Profundidad de curado, evaluada por su dureza: Se coloca la resina en un anillo de 7 mm de diámetro y 2, 3 y 4mm de alto. Después de que fueron curadas las resinas por 60 seg. se procedió a hacer indentaciones con una carga de 200g , se repitió el proceso 24 hrs. Después y 7 días después. La profundidad de curado fue evaluada en cuanto a la dureza en escala Knoop.
- Sorción de agua: Se prepararon cuatro discos de 6mm de diámetro por 2mm de grosor, los especímenes fueron colocados en un desecador hasta tener un peso constante, después fueron sumergidos en agua destilada a 37 °C durante 5 semanas, los resultados fueron evaluados en cuanto al peso ganado por los especímenes.



ANTECEDENTES

- Resistencia a la compresión. Se realizó especímenes cilíndricos en moldes de acero de 6mm de diámetro por 12mm de alto. Se pulieron con discos y se colocaron después de 30 minutos en agua a 37 °C por 7 días, después se colocó en la maquina de pruebas a una velocidad de 1cm/min.
- Conducta a la compresión lenta: Se utilizó el mismo procedimiento utilizado en la resistencia a la compresión y se colocaron bajo una presión constante de 0.005 cm/min.
- Abrasión al cepillado; Se fabricó grupos de especímenes cilíndricos al igual que los realizados en la resistencia a la compresión, fueron almacenados en agua a 37 C por una semana se pesó los especímenes y se colocó en una maquina simuladora de cepillado durante dos horas (20760 cepilladas) en una solución acuosa de 1:1 de carbonato de calcio.
- Dos tipos de desgaste por hidroxiapatita sintética, se hicieron cuatro discos de 15mm de diámetro x 2.5 mm de grosor, se polimerizaron por capas y se guardaron en agua por 7 días, y se realizó la prueba de resistencia al desgaste con discos de hidroxiapatita sintética con una carga de 3kg. Se hicieron 5000 ciclos a una velocidad de 85 ciclos por minuto, y se aumento a 150 ciclos por minuto para sumar 20000 ciclos.

La única prueba que solo se realizó en la investigación de las resinas compuestas de microrrelleno¹⁰, fue la de estabilidad del color que fue evaluada en especímenes de 1mm de anchos curados por 60 segundos, entonces expuestos a luz ultravioleta durante 24 horas de acuerdo con el



ANTECEDENTES

procedimiento establecido en la especificación de la ADA No. 27. El cambio de color fue evaluado por comparaciones de tres especímenes experimentales con un espécimen sin exposición de control cuando se vio en un fondo blanco.

Tres evaluadores que trabajaron independientemente, valoraron a los especímenes con respecto al cambio de color con la siguiente tabla:

NP (No Perceptible) el espécimen experimenta un cambio no identificable.

BP (Apenas perceptible) el espécimen experimenta un cambio identificable con dificultad.

P (Perceptible) los especímenes experimentan un cambio poco identificable.

VP (Muy Perceptible) Se nota un cambio en el espécimen rápidamente identificable.

Los resultados obtenidos fueron:

En el estudio realizado al contenido de relleno y tamaño de la partícula⁹:

En cuanto a la profundidad de curado, fue influenciado por el tamaño de la partícula de relleno, el relleno de $15\mu\text{m}$ obtuvo niveles más altos de profundidad de curado que el compuesto con partícula de relleno a $2\mu\text{m}$. Las series de $15\mu\text{m}$ demostraron por la dureza, que entre más porcentaje de relleno tienen mayor profundidad de curado. Las series de $2\mu\text{m}$ mejoraron después del 40% de relleno.

Los valores de dureza en medición Knoop incrementaron durante las primeras 24 horas, y se mantuvieron constantes después fue obvio que la dureza de ambos sistemas de resinas se incrementaron cuando hubo un incremento en el contenido del relleno.



ANTECEDENTES

Los valores de absorción de agua fueron mayores en el compuesto que tenía como relleno partículas de tamaño de $2\mu\text{m}$ que en el de $15\mu\text{m}$. En ambos a mayor porcentaje de relleno menor absorción de agua, a cinco semanas. Respecto a la conducta tensil bajo compresión lenta se obtuvo que en el compuesto de $15\mu\text{m}$ existe un mejor comportamiento bajo presión lenta que en el compuesto de $2\mu\text{m}$, y en ambas al incrementar el relleno se incrementa la resistencia a la tensión bajo una compresión lenta.

La resina sin relleno se comportó mejor en la prueba de desgaste por cepillado que la resina de $2\mu\text{m}$ de relleno, la resina que contenía tamaño de partícula de relleno de $15\mu\text{m}$ mostró mejores resultados que la de $2\mu\text{m}$ y la resina sin relleno, y a mayor porcentaje de volumen de relleno también se aumentó la resistencia al desgaste.

El desgaste de las resinas producidas por los discos de la hidroxiapatita sintética fue mayor en las resinas sin relleno, que en las de relleno. Comparando las de relleno las de $15\mu\text{m}$ tuvieron un menor desgaste que las de $2\mu\text{m}$. Al incrementarse el porcentaje de relleno de la resina disminuyó el desgaste. Pero cuando el relleno era mucho se incrementó el desgaste porque se supone que la matriz y los agentes de enlace ya no lograron cubrir toda la superficie de las partículas de relleno y no había un enlace lo suficientemente fuerte.

El análisis de los resultados obtenidos con esta investigación indicaron que los niveles del relleno, así como el tamaño de la partícula de relleno tienen una influencia directa en las propiedades físicas y mecánicas de las resinas.



ANTECEDENTES

El aumento del contenido de relleno aumentó la dureza, la resistencia a la compresión y disminuyó la absorción de agua.

Algo que se encontró con esta investigación fue que:

Las propiedades de la resina compuesta con un tamaño de partícula de $2\mu\text{m}$ generalmente fueron inferiores a las resinas compuestas con un relleno de tamaño de partícula de $15\mu\text{m}$.⁹

Los resultados en el estudio realizado a las resinas de microrrelleno¹⁰ fueron:

- (1) Profundidad de curado.- La dureza de los especímenes resultó menor en los que fueron probados inmediatamente después del curado que el de los que fueron probados a las 24 hrs o a los siete días, en ambos grupos.
- (2) Estabilidad del color. – Los cambios de color que ocurrieron en las resinas expuestas a luz ultravioleta no sobrepasaron la escala de apenas perceptible para ambos casos (relleno tipo1 y relleno tipo 2). Solo se concluyó que hubo una ligera variación de cambio de color en las resinas que contenían menor porcentaje de relleno.
- (3) Absorción de agua. - No había ninguna diferencia realmente significativa entre los compuestos del relleno tipo 1 (20nm de tamaño de partícula). Pero en los compuestos tipo 2 (40nm de tamaño de partícula) si hubo variaciones dependiendo el porcentaje de relleno. Tuvieron mejor propiedades los compuestos tipo 2 que el tipo 1.



ANTECEDENTES

- (4) Resistencia a la compresión – Ambos compuestos de resinas tuvieron un mejor comportamiento cuando se incremento su porcentaje de relleno.
- (5) Conducta bajo presión constante. – En esta prueba también resulto que entre mas porcentaje de relleno tenían los compuestos mejor resistencia a la compresión bajo una presión constante tenían dichos compuestos. El compuesto tipo 1 tuvo mejor comportamiento que el tipo2..
- (6) Uso del cepillo de dientes. - Con ambas series de los rellenos existe la tendencia de disminuir su resistencia al la abrasión cuando aumenta el nivel de relleno. Comparando los dos tipos de relleno utilizados en este estudio el compuesto tipo 1 tuvo una menor perdida de volumen que el compuesto tipo 2.
- (7) Uso de hidroxiapatita. – En esta prueba también hubo una tendencia, en ambos tipos de compuestos a que si se incrementaba el porcentaje de relleno aumentara la perdida de superficie por el desgaste provocado por los discos¹⁰.

Existe un gran interés para mejorar las propiedades de las resinas compuestas para que sean utilizadas en el segmento posterior. Cross y Douglas realizaron un estudio investigando la relación que existe entre la carga del relleno y la distribución de la partícula en la tecnología de las resinas compuestas.¹¹



ANTECEDENTES

Las resinas compuestas son esencialmente mezclas de relleno cerámico y una resina en la que el relleno está en fase cristalina, fase vítrea, o una mezcla de ambas.

La resina, los agentes de unión, el relleno y los mecanismos de curado son candidatos para las experimentaciones para lograr el mejoramiento de las propiedades, especialmente con respecto al desgaste.

Existe la hipótesis que si la carga del relleno es aumentada se aumentarían sus propiedades mecánicas. El objetivo de este estudio es estudiar como este criterio puede ser aplicado en el diseño de las resinas compuestas.

Dos materiales compuestos A (Concise, 3M) y B (P10, 3M) fueron utilizados en esta investigación basado en el cuarzo molido que contiene y en su resina Bis-GMA. Estos dos materiales son quimiopolimerizables. Se determinó la distribución del tamaño de la partícula con el Sedigraf 5000, y la carga del relleno fue valorada por el Gravimetric hasta que tuvieron un peso constante y después fueron disecados. Un grupo de partículas de relleno fue puesto en agua (100cc) y se analizaron cuando estaban mojadas. También se estudió la distribución y tamaño de las partículas antes y después de la colocación de la resina líquida, para observar que cambios ocurrirían en cuanto a su volumen.

El primer punto de interés fue comparar estas dos resinas compuestas. Con respecto a la gran diferencia en cuanto a su distribución y tamaño de la partícula.



ANTECEDENTES

El compuesto A se determinó como convencional porque se vio que el tamaño de la partícula de relleno no era menor de $1\ \mu\text{m}$. En algunas formulas, los compuestos convencionales son mezclados con ciertas cantidades de microrrelleno y a este material se le denomina híbrido.

El compuesto B no es un compuesto convencional ni un compuesto híbrido, porque está caracterizado por partículas de relleno largas y del tamaño de $1\ \mu\text{m}$ o menor. Las partículas de relleno fueron hechas por el proceso de trituración de partículas grandes. Se le agregó pequeñas cantidades de microrrelleno para ajustar la viscosidad y prevenir el desalojamiento de la masa del relleno.

El segundo punto de interés es que las partículas de relleno mojadas tenían menos espacios intersticiales que aquellas que estaban secas, ya que se lograba un mejor compactamiento del relleno.

La conclusión más importante fue conocer la distribución y el tamaño de las partículas de relleno antes de la colocación de la resina líquida, y se obtuvo que el compuesto B mantuvo su interacción entre partícula y partícula y se designó con el nombre de resina cerámica. El compuesto A o los compuestos tradicionales tuvieron una reducción en la interacción entre partícula y partícula del material de relleno cerámico. La estructura de estos materiales se designó como resina expandida.

Se espera que los grupos de resinas cerámicas mejoren las propiedades en cuanto a las áreas de presión, debido a que la energía se disipa en el relleno cerámico y no en la unión de la resina líquida.¹¹



ANTECEDENTES

En el estudio que realizaron Park, Imai y Kishi¹², se prepararon resinas compuestas con partículas de relleno de forma esférica regulares y bien definidas y se midió la resistencia a la fractura, la fuerza tensil y el módulo elástico. El comportamiento a la fractura se estudió por el análisis de emisión acústica, el cual es un método efectivo de medición para caracterizar el proceso de la fractura y el de la microfractura, también se observó la fractura con el microscopio electrónico de barrido.

Se utilizaron dos diferentes tamaños de partículas de relleno de sílice en forma esférica (diámetros promedio de 0.1 a 0.6 μ m), se mezclaron con resinas compuestas, y se les trataron con metacriloloxiporpil trimetoxisilano en acetona y se calentaron a 110 °C por 30 minutos. Se añadió el relleno en fracciones de 0, 20 40, 60 y 70% por peso a una mezcla de monómero al 60% de Bis-GMA.,

La resistencia a la tensión en barra, el módulo elástico en molde y la resistencia a la fractura obtenidas en este trabajo con materiales que contienen partículas de relleno esféricas fueron comparadas con productos con diferentes contenidos de volumen de relleno. Generalmente, la resistencia a la fractura es una función incrementada de la fuerza mecánica de los materiales que contienen partículas de relleno esféricas, en donde casi no hay una deformación plástica. Se comprobó que existía más en compuestos con alto contenido de relleno.

En cuanto a la resistencia a la tensión y el módulo elástico incrementaron al incrementar el contenido de partículas de relleno. Conforme a los resultados del análisis de emisión acústica se observó que las



ANTECEDENTES

microfracturas se generaron linealmente alrededor del punto de fractura en materiales con menor cantidad de relleno. En materiales con alto contenido de relleno, las microfracturas se generaron alrededor de las superficies superior e inferior del punto de fractura.

En el resultado de la microscopía electrónica de las resinas compuestas con partículas de relleno en forma esférica, se obtuvieron los siguientes resultados. A menor cantidad de volumen de relleno la fractura se extendió casi linealmente en superficies planas, en compuestos que contenían una cantidad mediana de relleno, la extensión de la fractura principal esta confrontada por el efecto de unión del relleno y las microfracturas se generaron en las porciones superior e inferior de la fractura principal, si se incrementaba el contenido de las partículas de relleno en forma de esfera se aumentaban las microfracturas alrededor de la fractura. Estos especímenes mostraron mayor resistencia a la fractura.

En conclusión se mostró que existe una relación entre la resistencia a la fractura y las partículas de relleno en forma esférica, ya que al existir una fractura las resinas que contienen partículas de relleno en forma esférica distribuyen la fractura en microfracturas haciéndose más resistente a esta.

Inokoshi y Williams realizaron un estudio en el que investigaron la distribución de la partícula de relleno en los compuestos con curado dual, porque para ellos el éxito de las restauraciones inlays, ya sean cerámicas o resinas compuestas, dependen de la efectividad del cemento sellador adhesivo. El compuesto con curado dual son los ideales para estas restauraciones.



ANTECEDENTES

La resistencia al desgaste de este compuesto, sus propiedades físicas, mecánicas, y el grado de ajuste de la restauración inlay, son determinados principalmente por el tipo de relleno, la distribución del tamaño de la partícula, y el contenido del relleno.

El grabado con el ion argón es útil para descubrir a los compuestos restaurativos subestructurales por la remoción de algunos componentes. En este estudio, se pulieron superficies de 14 compuestos con sellado dual curado, se grabaron con el ion argón para permitir escanear por microscopia electrónica el tamaño y forma de las partículas del relleno. La distribución del tamaño de la partícula de varios productos se determinó por difracción del tamaño de la partícula con un analizador de láser.

Se utilizaron 12 compuestos comerciales (Choice Porcelain adhesive, Brilliant Due Cement, Dicor MGC Luting Composite, Gcera II, Heliolink, Microfill Pontic C, Mirage FLC, OptecDual cure Luting Cement, Palfique Inlay Resin Cement, Porcelite Dual Cure Cement, Vita Cerec Duo Cement, Vivadent Dual Cement) y 2 experimentales (Exp. Cerec-Coltene Duo Cement, Exp 3M Luting composite Resin), todos se mezclaron de acuerdo a las instrucciones del fabricante y se colocaron en moldes cilíndricos translúcidos de 5 mm de diámetro y 3 mm de altura. Se curaron las superficies superior y la inferior por 60 segundos cada uno. Se prepararon tres especímenes por cada producto. Cada compuesto se embebió en una resina acrílica autocurada, lijada y pulida usando papeles de sílice carbónico y pastas de diamantes. Las superficies pulidas se grabaron con granos de argón por 10 minutos.



ANTECEDENTES

Cuando los productos contenían partículas mayores a $5\mu\text{m}$, se midió el tamaño máximo de las 20 partículas más grandes del relleno usando un microscopio de luz.

Para poder medir el peso del relleno, la pasta de la resina se pesó a 0.5g. La pasta se disolvió con 2.0ml de acetona, mezclándola y centrifugándola por 30 minutos a 3000 r.p.m. La solución fue decantada y se le volvió a agregar acetona a 2.0ml. Después de la centrifugación, se decantó la solución y se secó a 37°C por 12 horas. Su peso se determinó calculando la diferencia antes y después de extraer el monómero de resina por centrifugación. Se repitió este proceso 5 veces por cada pasta, y se calcularon la pasta base y la catalítica.

Se analizaron los polvos de relleno con el analizador de difracción para determinar el tamaño de la partícula, para observar la distribución del relleno y para determinar que tamaño de partícula predomina por volumen. El 30% de los tamaños de las partículas eran de menos de $3\mu\text{m}$.

Las partículas de relleno, inorgánicas y las prepolimerizadas se reconocieron con el SEM después de haber sido grabadas con el argón. La forma de las partículas de relleno era o angular, redondeada y esférica, dependiendo del producto. Pero no se pudieron observar las partículas pequeñas de la Heliolink, no fueron detectables con el SEM, solamente se observaron las estructuras globulares bajo un aumento a 5920. Un grabado con argón de la resina Palfique Inlay reveló partículas esféricas inorgánicas sin complejos prepolimerizados. Diez de estos productos mostraron partículas de relleno con forma angular. La resina compuesta 3M se



ANTECEDENTES

componía por partículas inorgánicas de relleno redondeadas. El cemento Dual contenía dos tipos diferentes de rellenos los prepolimerizados redondeados y los rellenos inorgánicos pequeños redondeados. En un gran aumento se observaron el relleno prepolimerizado con una estructura globular.

El tamaño variaba de $1\mu\text{m}$ a $250\mu\text{m}$. Diez de los 14 productos mostraron un tamaño máximo a $25\mu\text{m}$. El cemento dual curado Optec esta compuesto por rellenos de partículas pequeñas, y algunas partículas grandes de $35\text{-}58\mu\text{m}$ que se observaron en la superficie. Microfil Pontic C contiene una gran cantidad de partículas de relleno angulares mayores a $10\mu\text{m}$.

Basándose en el máximo tamaño de la partícula , se investigaron 14 cementos dual curados y se clasificaron en 5 grupos. Los compuestos que contenían partículas de relleno con tamaños menores a $0.1\mu\text{m}$ se definió como compuesto con relleno de micropartículas, tamaño entre $0.1\mu\text{m}$ y $1.0\mu\text{m}$ se clasificaron como partículas extraextrafinas, tamaños entre $1.0\mu\text{m}$ y $5.0\mu\text{m}$ como partículas de relleno extrafinas, los tamaños entre $5\mu\text{m}$ y $25\mu\text{m}$ como partículas de relleno finas, y finalmente los que contienen partículas de relleno mayores a $25\mu\text{m}$ se definieron como compuestos con partículas de macrorrelleno.

El cemento dual esta compuesto por una combinación de rellenos prepolimerizados e inorgánicos Los rellenos inorgánicos redondeados, que se pudieron observar como puntos brillantes en el SEM, son probablemente iterbio trifluorhídrico. Aunque se ha reportado tener una buena resistencia al desgaste después de un año de haber sido colocado, las partículas grandes



ANTECEDENTES

prepolimerizadas tal vez dan buen asentamiento a la restauración. Este cemento se clasificó como compuesto con partículas de macrorrelleno.¹¹

Se han realizado estudios para mejorar las propiedades de las resinas compuestas basándose en la tecnología del relleno.

Skrtic y Antonucci realizaron un estudio en el que querían mejorar las propiedades de las resinas compuestas que contienen fosfato de calcio amorfo y que su mejor propiedad es que libera iones calcio y fosfato (Relleno bioactivo) con el fin de formar hidroxiapatita.²¹

Se basaron en la hipótesis de que las propiedades mecánicas de los compuestos de metacrilato que contienen el relleno bioactivo (fosfato de calcio amorfo) pueden ser mejoradas añadiendo sílice o zirconia mediante la sintetización de este relleno en presencia de agentes formadores de vidrio.

Estos investigadores realizaron un estudio para comprobar dicha hipótesis y evaluar si el compuesto combinado con las soluciones de TEOS (tetraetoxisilano) y con cloruro de zirconia sigue liberando iones de calcio y fosfato, para formar posteriormente hidroxiapatita con el fin de remineralizar al órgano dentario.

Los compuestos que fueron reforzados con el cloruro de zirconia y el TEOS liberaron iones de calcio y fosfato a niveles sostenidos para que ocurriera la remineralización. La transformación del fosfato calcio amorfo a hidroxiapatita fue muy retardada, principalmente con los que fueron modificados con cloruro de zirconia.



ANTECEDENTES

Se aumenta la fuerza biaxial flexural en los compuestos con TEOS y cloruro de zirconia en un 33% y 21% respectivamente antes de la inmersión en una solución salina a 37°C y después de la inmersión se mostró un incremento en un 25% y 27% respectivamente, en comparación con el compuesto de fosfato amorfo sin modificaciones.

En conclusión este estudio demostró que es posible mejorar las propiedades mecánicas de los compuestos que contienen como relleno, partículas de fosfato de calcio manteniendo la habilidad de remineralizar por la adición de TEOS y $ZrOCl_2$.²¹

Los procesos involucrados en el desgaste de los compuestos son complejos y poco entendidos, algunos mecanismos han sido propuestos por ejemplo el agua y otros componentes de la saliva contribuyen a la degradación de los rellenos y el agente de enlace por hidrólisis. Esto da como resultado el desenlace de la partícula y pérdida de material en toda la superficie.

Luo y Lannutti²² estudiaron el efecto de la porosidad del relleno en cuanto a la resistencia a la abrasión en los compuestos reforzados con gel de sílice. Los gels de sílice fueron preparados por hidrólisis y condensación del tetraetilortosilicato (TEOS), usando cuatro diferentes catalizadores que son; etanol puro, etanol con agua y ácido hidrofúorhídrico, etanol con agua y ácido acético, y etanol con agua y ácido hidroclorohídrico.



ANTECEDENTES

Las pastas de los compuestos fueron formadas con polvos de gel en cantidades de 10% de peso incrementándolo a su máximo porcentaje de carga. El máximo porcentaje de carga se refiere al máximo peso en porcentaje de polvo que produce una pasta con la penetración total del monómero.

Los resultados obtenidos por el estudio fueron que los compuestos dentales usados con partículas de gel con uniones mecánicas en los niveles nanoporosos resulta más eficiente para reforzar el relleno.

El desgaste disminuye al aumentar la porosidad del relleno, los compuestos obtenidos con el ácido clorhídrico presentan poca porosidad y tienen una resistencia limitada a la abrasión. Los compuestos obtenidos con ácido fluorhídrico con alta porosidad presentaron mayor resistencia al desgaste, en estos compuestos la resistencia a la abrasión no fue afectada por la unión de silano.

Por medio de la evaluación del SEM se sugirió que la resistencia al desgaste esta asociada con la deformación elástica de la superficie desgastada y el desalojamiento de las partículas de relleno.

Las partículas porosas preparadas en una solución de gel muestran que existe una mayor resistencia al desgaste en las resina fotopolimerizables en comparación a los compuestos curados a base de calor y calor en combinación de luz. La resistencia al desgaste del relleno esta directamente relacionada con la estructura nanoporosa de las partículas de gel.



ANTECEDENTES

A diferencia de las resinas convencionales estos compuestos con gel de sílice se unen por medio de un nanomecanismo para mejorar la resistencia al desgaste.²²



ANTECEDENTES

COMPOMEROS

La palabra compómero proviene de las palabras en inglés "composite y ionomer."

Los compomeros son una variedad de resina modificada con ionómero de vidrio, este sistema utiliza la tecnología de las resinas compuestas. Son un nuevo grupo de materiales de obturación con las propiedades combinadas de las resinas compuestas y los ionómeros de vidrio.¹⁵

Básicamente la composición de los compomeros es: vidrio de fluorosilicato de aluminio, ácido policarboxílico, fotoiniciadores y monómeros con dobles enlaces libres. Junto al compómero, el fabricante nos suministra un adhesivo, cuya composición es: PENTA, TEGDMA, elastómeros, iniciadores, estabilizadores y acetona o agua como disolvente.¹⁴

Los compómeros presentan una buena compatibilidad con la estructura dentaria y adecuada tolerancia pulpar, es un material de restauración que se presume con una continua liberación de fluoruro gracias a los rellenos que contiene, excelente manipulación y una gran gama de colores en tonos naturales. Los compomeros tienen una menor liberación de fluoruro que los ionómeros de vidrio.

Los compómeros tienen una consistencia de pasta lo que permite que no se escurra durante su colocación, no se adhiere al instrumental y su adecuado manejo da lugar a una rápida colocación. En cuanto a la estética,



ANTECEDENTES

hay una amplia gama de colores y presentan buenas propiedades puliendo al alto brillo.

Dentro de sus principales desventajas es que requiere de grabado ácido de esmalte y dentina y el uso de los sistemas de adhesión de las resinas compuestas para optimizar sus propiedades.¹⁵ Otra desventaja es que tiene menor resistencia al desgaste que las resinas compuestas y liberan menos fluoruro que la mayoría de los ionómeros de vidrio.

La reacción de fraguado de los compómeros es una combinación de la polimerización iniciada por luz, propia de las resinas compuestas y una reacción ácido base propia de los ionómeros de vidrio.¹⁴

Los compómeros son indicados para cavidades clase V erosiones/abrasiones cervicales, lesiones cariosas en raíz, para cavidades clase I y II en dientes primarios, cavidades clase II, en reparaciones temporales de dientes fracturados y reconstrucciones donde haya al menos la mitad de la estructura coronal del diente para proveer soporte a la corona con la que sé restaurara.¹⁵

La composición del compómero F200 de la casa 3M¹⁵ tiene como relleno fluorosilicato de aluminio, el cual tiene un tamaño promedio de partícula de cerca de 3 μ m y un tamaño máximo de partícula de 10 μ m.

El tamaño y distribución del relleno y la cantidad de sílice coloidal agregado contribuyen a un excelente manejo del compuesto. La carga del relleno es de 84% en peso.



ANTECEDENTES

Componente	Función
Vidrio de fluorosilicato de aluminio	Relleno Fuente de fluoruro para la liberación prolongada de éste
Sílice coloidal	Agente dispersante
CDMA oligómero (Oligómero de dimetacrilato funcional derivado del ácido cítrico)	Ácido hidrofílico formador de la matriz
GDMA (Dimetacrilato de hidroxipropileno)	Diluyente de CDMA Comonomero hidrofílico
Polímero hidrofílico de alto peso molecular	Modificador reológico Transporta agua y fluoruro
Amina CPQ	Sistema fotoiniciador

El CDMA es un dimetacrilato funcional, un oligómero derivado del ácido cítrico que le proporciona un gran enlace a la resina matriz.

El GDMA, dimetacrilato de hidroxipropileno contiene un hidroxilo funcional que lo hace hidrofílico.

En cuanto a la composición del compómero de la casa Vivadent, Compoglass F, nos reportan en los estudios realizados a este material, que es un material de relleno muy pequeño de vidrio de aluminio de fluorosilicato, con un tamaño promedio de partícula de $1\mu\text{m}$, consta también de ácido dicarboxílico con dobles ligaduras polimerizables, un fotoiniciador el cual



ANTECEDENTES

consta de una reacción de polimerización como la de las resinas compuestas y una reacción ácido base que es la reacción del ionómero de vidrio.

La especificación por peso de los componentes son los siguientes.¹⁶

Componente	Peso en porcentaje
Dimetacrilato de uretano	11.5%
Glicodimetacrilato de polietileno	4.6%
Dimetacrilato de ácido dicarbónico cicloalifático	6.6%
Mezcla de óxidos silanizados	5.9%
Trifluoruro de Iterbio	11.5%
Vidrio de Ba-Al-Fluorosilicato, silanizado	59.6%
Catalizadores, estabilizadores y pigmentos	0.3%



ANTECEDENTES

CEROMEROS

Las distintas variaciones en las propiedades de las resinas compuestas se deben principalmente a las diferencias en el tipo y grado de concentración del material de relleno empleado.

Recientemente se han desarrollado materiales reforzados con fibras y materiales cerámicos optimizados con polímeros conocidos como cerómeros, siendo logrados mediante la tecnología cerámica y la investigación de polímeros, sumadas a la integración de la fibra.

El origen de la denominación cerómero (ceramic optimized polymer), también es llamado polividrio. Es un material nuevo de restauración tanto para técnica directa como para técnica indirecta.

Se componen de aproximadamente una cuarta parte de vidrio orgánico, que debe considerarse como un compuesto altamente reticulante, de tres cuartas partes de material de relleno inorgánico, absolutamente estable desde el punto de vista cromático y no adhesivo para la placa donde también influye el fluoruro de estroncio 5-10% por lo que posee propiedad de liberar fluoruro.¹⁸



ANTECEDENTES

El cerómero de la casa Vivadent Tetric Ceram¹⁷ tiene las siguientes características:

Tetric Ceram es un nuevo material de restauración estético, fotopolimerizable para restauraciones adhesivas. Este material cumple con los siguientes objetivos:

- Material de restauración estético.
- Material en pasta fotopolimerizable en jeringas y cavifills.
- Optimización de las propiedades de manipulación.
- Menor fotosensibilidad.
- Estética y textura de la superficie similar a la cerámica.
- Liberación de fluoruros.

La Matriz de Tetric Ceram contiene bisfenol A-glicidil metacrilato (Bis-GMA), dimetacrilato de Uretano (UDMA) y trietilen-glicol dimetacrilato (TEGDMA). Los tres monómeros son bifuncionales y contienen uniones dobles polimerizables. Por ello, la mayoría de las moléculas de monómero se integran en dos redes de polímero durante la polimerización. El resultado es un compuesto con excelentes propiedades físicas y un mínimo contenido residual de monómero.



ANTECEDENTES

Rellenos.

Rellenos	% de peso	Tamaño principal de las partículas en micras	Función
	Rellenos	Cerámicos	
Vidrio de Bario	50.6	1.0	Comportamiento de abrasión Radiopacidad Propiedades ópticas
Vidrio Fluorosilicato de Aluminio-Bario	5.0	1.0	Comportamiento de abrasión Radiopacidad Liberación de fluoruros
Oxidos mixtos	5.0	0.2	Translucidez
	Rellenos	Adicionales	
Sílice altamente dispersa	1.0	0.04	Consistencia
Trifluoruro de Iterbio	17	0.24	Radiopacidad Liberación de fluoruros



ANTECEDENTES

Este material compuesto presenta una excelente estabilidad de forma, las cúspides modeladas no se derraman, las fisuras no se obstruyen y al mismo tiempo es fácil de modelar. Esta propiedad es gracias a un modificador reológico que es un silicato laminado modificado orgánicamente, este silicato laminado tiene una forma de un montón de plaquetas aglomeradas. Bajo las fuerzas de cizallamiento y de difusión capilar del monómero, los aglomerados están parcialmente separados. Una vez ejercidas las fuerzas de cizallamiento, los aglomerados se han deslaminado, lo que tiene como resultado la formación de una red estructural tridimensional, similar a una casa de naipes.

Esta red es la responsable de la fluidez de Tetric Ceram, es decir el material se puede extraer de los cavifils aun que su consistencia sea densa, ya que las laminas individuales resbalan unas con otras sin que se destruya la estructura formada.

La susceptibilidad de pulido de un material de restauración depende del tamaño del relleno. El responsable de la rugosidad de la superficie no es el tamaño principal de las partículas, si no el tamaño máximo de las mismas. El tamaño principal de las partículas ha sido reducido de $1.5\mu\text{m}$ a $1.0\mu\text{m}$. El tamaño máximo de las partículas ha sido reducido de un tamaño de partícula de $7\mu\text{m}$ a un tamaño de partícula de $3\mu\text{m}$.



ANTECEDENTES

El cerómero de la casa Kulzer llamado Solitaire tiene la siguiente composición:

Relleno	Tamaño	Porcentaje en peso
Vidrios de Ba-Al-B-F-Si	0.7 μ m a 2 μ m	26%
Vidrio de SiO ₂ Altamente poroso	8 a μ m a 22 μ m	30%
Vidrios de Al-F-Si	0.8 μ m a 2.0 μ m	5%
Sales de fluoruro	1.0 μ m	5%

El contenido total de relleno inorgánico por peso es del 66%

El contenido total de relleno inorgánico en volumen es del 90%

El cerómero de la casa Kulzer ArtGlass de aplicación indirecta es un material 100% vidrio, siendo un 75% vidrio inorgánico y un 25% vidrio orgánico.

El relleno inorgánico esta formado por los siguientes compuestos:

- Acido silícico especial microdistribuido para lograr una alta densidad y una buena capacidad de modelado.
- Relleno de cristales de Ba y Al, partículas que han sido probadas tanto clínicamente como en el laboratorio de pruebas. Se trata de partículas esféricas con un tamaño promedio de partícula de 0.7 μ m garantizándose en todo caso que ninguna partícula supera las 2 μ m.



ANTECEDENTES

- Una mezcla de componentes reactivos para lograr una alta densidad reticulante.
- Un proceso de silanización optimizado para una mejor unión entre relleno y componentes reactivos.

Mientras que los composites aglutinan sus componentes inorgánicos mediante una matriz orgánica denominada Bis-GMA, el ArtGlass emplea para este fin un vidrio orgánico llamado VITROID. La diferencia radica en que el Bis-GMA es una matriz bifuncional, lo cual limita el número de enlaces que es capaz de crear y por lo tanto, genera una estructura con baja densidad de enlace; sin embargo, el ArtGlass emplea el, vitroid, un vidrio orgánico multifuncional que le permite realizar el mayor número de enlaces, generando una estructura con una elevada densidad de enlace, igual a la que obtienen los cristales naturales, este tipo de enlace provee al ArtGlass unas propiedades que no tienen los composites.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para entender y manejar bien las características de las resinas, los compómeros y los cerómeros es necesario conocer principalmente, la forma y tamaño de las partículas de relleno que contienen. Basándonos en la aseveración de que las características de estos materiales dependen principalmente del relleno que contienen.



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

JUSTIFICACION

JUSTIFICACION

No se ha realizado una investigación bibliográfica con estos tres tipos de materiales (Resinas, compómeros y cerómeros) tratando de determinar sus características de acuerdo con el tipo, forma y tamaño de la partícula que contienen



OBJETIVO

OBJETIVO

Determinar bibliográficamente la forma y tamaño de la partícula de relleno de una resina compuesta un compómero y un cerómero.



RESULTADOS

RESULTADOS

Tamaños de partícula en micras encontrados en los compuestos:

^a Resinas	^b Compómeros	^c Cerómeros
Partículas de 30 a 5 μ m	Partículas de 3 a 10 μ m	Partículas de 1 μ m
Partículas de 0.06 a 0.04 μ m	Partículas de 1 μ m	Partículas de 1 μ m
Partículas de 0.3 a 0.2 μ m	Partículas de 0.04 μ m	Partículas de 0.04 μ m
Partículas de 50 a 0.1 μ m		Partículas de 0.24 μ m
Partículas de 6.5 a 0.1 μ m		Partículas de 3 μ m
Partículas de 1 a 100 μ m		Partículas de 0.7 a 2 μ m
Partículas de 0.5 a 1 μ m		Partículas de 8 a 22 μ m
		Partículas de 1 μ m

- Resultados encontrados en las investigaciones realizadas por Lutz⁴, Hosada⁵ y Jaarda⁶.
- Resultados encontrados en la información técnica del compómero F200¹⁵ y el Compoglass F¹⁶ proporcionada por sus fabricantes.
- Resultados encontrados en la información técnica de los cerómeros Tetric Ceram¹⁷, Solitaire¹⁸ y ArtGlass¹⁹, proporcionada por sus fabricantes.



RESULTADOS

Los resultados en cuanto a forma tenemos formas esféricas, formas irregulares, forma de astilla, forma de aglomerado y de estrella de mar.



DISCUSION

Las clasificaciones actuales no tienen valor clínico ya que existen compuestos que pueden pertenecer a dos o más de estas agrupaciones por lo tanto se necesita realizar clasificaciones más específicas.

Existe una gran variedad de tamaños y formas de las partículas de relleno, encontradas en la literatura y en las publicaciones de los fabricantes.

La forma y tamaño de la partícula de relleno así como su porcentaje de contenido tanto en peso como en volumen, tienen una gran influencia en las características del compuesto, ya que le confieren propiedades físicas que no tendrían sin el relleno.

La tecnología del relleno va ligado al desgaste que sufren los compuestos, por lo tanto al hacer mejoras en los rellenos tendremos mas resistencia al desgaste.



CONCLUSIONES

- No hay una clasificación actualizada y real en que se agrupen a las resinas compuestas de acuerdo a su tamaño de partícula de relleno, ya que los actuales sistemas engloban en sus clasificaciones a muchos tamaños de partículas.
- A mayor cantidad de relleno mejores propiedades nos dará el material compuesto.
- Los tamaños de las partículas también influyen en las propiedades de las resinas compuestas, ya que en los estudios investigados generalmente tuvieron mejores propiedades físicas las resinas compuestas que tenían el tamaño de partícula más grande.
- Las resinas de microrrelleno tienen más resistencia al desgaste y una mejor estética que las tradicionales e híbridas.
- Las resinas compuestas que contienen partículas de relleno de forma esférica distribuyen la fractura en microfracturas haciendo más resistente el material.
- Existen diferentes tamaños y formas de partícula de relleno utilizadas en resinas, compómeros o cerómeros.



BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. Roth Francois, Los composites, Editorial Masson, S.A. Barcelona España, 1994, P.P. 4-58.
2. Phillips, Ralph, W., La ciencia de los materiales dentales, Ed Interamericana Mc Graw-Hill, Novena edición, 1993, México D. F.
3. Craig, Robert G., Dental Clinics of North America, Vol. 25, No. 2, April 1981, P.P.219-239.
4. Lutz F. Phillips Ralph W, A classification and evaluation of composite resin systems. The journal of Prosthetic Dentistry, Vol. 50, No 4, October 1983, P.P. 480-488.
5. Hosada H, Yamda T e Inokoshi S, SEM and elemental analysis of composite resins, The Journal Of Prosthetic Dentistry, Vol. 64, No. 6, December 1990, P.P.669-676.
6. Lang, B. R., Jaaarda M y col. Filler particle size and composite resin classification systems, Journal of Oral Rehabilitation, Vol 19, 1992 P.P. 569-584.
7. Jaarda, M.J., Lang B.R. y col, Measurement of composite resin filler particles by using scanning electron microscopy and digital imaging, Journal of Prosthetic Dentistry, Vol 69, No 4, April 1993, P.P.416-424



BIBLIOGRAFIA

8. Jaarda M.J., Wang, R.F. y col. A regression Analysis of filler particle content to predict composite wear, *Journal of Prosthetic Dentistry*, Vol 77, No.1, January 1997, P.P.57-67.
9. Swartz M. L., Li Y, Phillips R.W. y col, Effect of filler content and size on properties of composites, *Journal of Dental Research*, Vol 64, No 2, December 1995, P.P.1396-1401
10. Germain, H. St. Swartz M.L. y col Properties of microfilled composite resins as influenced by filler content. *Journal of Dental Research* Vol. 64 No 2 February 1985, P.P.155-160
11. Cross M., Douglas W.H., y col, The relationship between filler: loading and particle size in composite resin technology, *Journal of Dental Research*, Vol. 62, No 7, July 1983, P.P.850-852
12. Kim K. H, Park, J.H. y col. Microfracture Mechanisms of Dental Resin Composites Containing spherically-shaped filler particles. *Journal of Dental Research* Vol 73, No 2, February 1994, P.P.499-504
13. Inokoshi, S. Williams B. Dual Cure luting Composites. Part I: filler particle distribution. *Journal of Oral Rehabilitation*, Vol. 20, 1993, P. P.133-146
14. Dental World: <http://www.qbsystems.com/papers/general/art6.htm>
15. 3 M F200 Compomer Restorative System Technical Product Profile 1997



BIBLIOGRAFIA

16. Compoglass F., Research and Development Scientifics Service, October 1997.
17. Tetric Ceram Investigación y Desarrollo, Servicio Cientifico Febrero 1997.
18. Saldaña, A. F. Y Ramirez E. J. J. Documento Odontológico "Ceromeros" Revista de la ADM, Vol LV, No 1, Enero-Febrero 1998.
19. Kulzer, Art of Glass.
20. R&D, Department Heraeus Kulzer, Solitaire.
21. Skrtic D, Antonucci J.M. y col, Improved properties of amorphous calcium phosphate fillers in remineralizing resin composites, Dental Materials, Vol 12, Septiembre 1996, 295-301.
22. Luo J, Lannutti J.J, y col, Effect of filler porosity on the abrasion resistance of nanoporous silica gel/polymer composites, Dental materials, Vol 14, Enero 1998, P.P.29-36.