



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESTUDIO COMPARATIVO DE PROPIEDADES
MECÁNICAS DE UNA SILICONA POR CONDENSACIÓN
EXPERIMENTAL Y UNA COMERCIAL.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

MIGUEL ÁNGEL HUERTA HERNÁNDEZ

TUTOR: DRA. MARIANA LATORRE GARCÍA

ASESOR: MTRO. JORGE GUERRERO IBARRA

MÉXICO D. F.

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

GRACIAS:

A mis padres por su apoyo incondicional en todo momento de mi vida. Muy en especial a mi Mama por su deseo de verme llegar a este momento tan especial para mí.

A mis hermanos

A mi esposa y mi hijo por ser mi aliento para vencer obstáculos en mi camino, por su paciencia y cariño

A la Dra.: Mariana Latorre García por su disposición, su apoyo, compromiso y conocimientos, vertidos para la culminación del presente trabajo

A la UNAM y a la Facultad de Odontología por haber sido mi segunda casa en todos estos años, y brindarme esta oportunidad de crecer

A todos mis profesores. Gracias

ÍNDICE

1. Introducción	5
2. Antecedentes	7
2.1 Materiales de impresión	7
2.2 Tipos de materiales de impresión	8
2.3 Materiales elastoméricos no acuosos	8
2.4 Siliconas	9
2.5 Siliconas por condensación	10
2.5.1 Composición	11
2.5.2 Composición de la silicona experimental	12
2.6 Reacción química	12
2.7 Propiedades	13
2.8 Compatibilidad con yesos	14
2.9 Ventajas	15
2.10 Desventajas	15
2.11 Requerimientos según la norma número 19 de la ADA	16
2.12. Requerimientos de propiedades mecánicas según la norma número 19 de la ADA	18
3. Planteamiento del problema	24
4. Justificación	25
5. Objetivo	26
5.1 Objetivo general	26
5.2 Objetivos específicos	26
6. Hipótesis	27
6.1 Hipótesis de trabajo	27
6.2 Hipótesis nula	27
6.3 Hipótesis alterna	27
7. Materiales y métodos	28

7.1 Criterios de inclusión	28
7.1.1 Prueba de fidelidad de detalle	28
7.1.2 Prueba de compatibilidad con yeso tipo IV	28
7.1.3 Prueba de deformación en tensión	29
7.2 Criterios de exclusión	29
7.3 Variables de estudio independientes	29
7.4 Variables de estudio dependientes	30
7.5 Recursos humanos	30
7.6 Recursos físicos	30
7.7 Recursos materiales	30
7.8 Equipo	31
7.9 Material	31
7.10 Población muestra	33
7.11 Metodología	34
7.11.1 Prueba de fidelidad de detalle	34
7.11.2 Prueba de compatibilidad con yeso	37
7.11.3 Prueba de porcentaje de deformación en tensión	38
8. Resultados	41
9. Discusión	47
10. Conclusiones	50
11. Referencias bibliográficas	52

1. INTRODUCCIÓN

En la práctica odontológica y durante un tratamiento dental es necesaria la reproducción de órganos dentales, así como de tejidos blandos. Para tal caso, se utilizan materiales de impresión, los cuales facilitan la obtención de un modelo de trabajo para el diseño y elaboración de restauraciones dentales y aparatos protésicos de alta precisión, por lo cual la exactitud es muy importante, ya que de ello depende el éxito o fracaso del tratamiento a realizar por el cirujano dentista.

Para la obtención de un modelo se debe tomar una impresión con un material que después de ser retirado de boca conserve su forma y las dimensiones de la zona de interés. En la actualidad, el conocimiento y el avance de nuevas técnicas de impresión ha favorecido el desarrollo de nuevos materiales que ofrecen mejores propiedades físicas y mecánicas. Existen disponibles comercialmente una gran variedad de materiales nacionales e importados ofreciendo alta calidad e inmejorables propiedades.

Dentro de estos materiales se encuentran los materiales de polidimetilsiloxano, denominados siliconas por condensación. Las siliconas por condensación han sido por décadas un material de elección para el cirujano dentista. Actualmente, ofrece ventajas clínicas sobre otros materiales como hules de polisulfuro y alginatos.

Tomando en cuenta las propiedades de las siliconas de reacción por condensación y de su polimerización, existen condiciones que pueden alterar estas propiedades. Por tal motivo, el cirujano dentista debe tener más información acerca de los nuevos productos o modificaciones que se realizan a los mismos para poder elegir de manera acertada el que mejor le convenga.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar algunas de las propiedades mecánicas de una silicona por condensación experimental nacional y compararlas con las de una silicona por condensación comercial. Para el buen funcionamiento del material y el logro de un tratamiento excelente, las propiedades mecánicas de las siliconas por condensación son muy importantes, entre las cuales están, fidelidad de detalle, deformación en compresión, y compatibilidad con el yeso. Además, el estudio de las propiedades mecánicas de materiales experimentales nacionales proporcionará información importante para lograr que nuevos materiales nacionales con excelentes propiedades aparezcan en el mercado.

Se hace referencia al apoyo brindado por el Proyecto Papiit IN-222106

2. ANTECEDENTES

2.1 MATERIALES DE IMPRESIÓN

Los materiales de impresión se han utilizado para obtener réplicas exactas de los tejidos bucales. La zona de interés puede variar desde un sólo diente hasta la dentición completa, o se puede obtener una impresión de ambos procesos edéntulos. La impresión proporciona una reproducción negativa de los tejidos, que se debe vaciar con yeso para este fin y obtener un modelo positivo retirándolo una vez que haya fraguado. Los modelos de los órganos dentarios se utilizan para fabricar restauraciones y prótesis, así como para estudiar la posición de los dientes cuando existen problemas de malposición dentaria y se requiere de un tratamiento de ortodoncia, problemas oclusales o de otro tipo.

Normalmente, el material se lleva a boca en estado plástico con la ayuda de un portaimpresión que es útil para aplicar una ligera presión sobre la zona a impresionar. Cuando el material ha polimerizado, se retira de boca y casi de inmediato se procede a vaciar la impresión con yeso para modelos. Algunas veces es necesario un tratamiento de electrodepositado con cobre o plata para obtener un modelo metálico cuando se trabajan tramos largos, por tal motivo es de importancia significativa la exactitud, los detalles y la calidad de la reproducción final.

2.2 TIPOS DE MATERIALES DE IMPRESIÓN

Los materiales de impresión se utilizan para hacer réplicas de órganos dentales y tejidos duros y blandos de la cavidad bucal. Todos los materiales de impresión deben estar en un estado plástico o fluido al momento de ser llevados a boca para impresionar, una vez fraguados o polimerizados pueden separarse en dos clases de materiales de impresión: rígidos y elásticos.

Dentro de los materiales de impresión rígidos se incluyen el compuesto zinquenólico, el yeso, la modelina y las ceras.¹

Dentro de los materiales de impresión elásticos están los hidrocoloides reversibles e irreversibles, mercaptanos, siliconas por condensación, siliconas por adición y poliéteres.

2.3 MATERIALES ELASTOMÉRICOS NO ACUOSOS

Dentro de este grupo se encuentran los materiales de impresión elásticos de naturaleza semejante al caucho. Estos materiales contienen grandes moléculas con interacción débil entre sí, pero unidas en ciertos puntos para formar una red tridimensional. De esta forma guardan un comportamiento, que al aplicarles una carga, las cadenas se estiran, y al liberar estas cargas recuperan su forma original. A estos materiales también se les conoce como cauchos sintéticos o materiales de caucho para impresión. Son de carácter hidrófobo, de ello se deriva el término no acuosos.

Químicamente existen cuatro tipos de elastómeros que se utilizan como materiales para impresión dental: Hules de polisulfuro, silicona de polimerización por condensación, silicona de polimerización por adición y poliéter.

La especificación número 19 de la ADA. reconoce tres tipos de estos materiales de hule para impresión. La clasificación se basa en las propiedades elásticas seleccionadas y cambio dimensional durante la polimerización de material y no en su composición química. Pero cada tipo se divide en cuatro clases de viscosidad.²

2.4 SILICONAS

Las siliconas son materiales constituidos por moléculas con un esqueleto de átomos de silicio unidos a otros por medio de átomos de oxígeno. El tamaño de las moléculas, al igual que la composición de los grupos "R" determina las propiedades del material final.

Así, con moléculas de valor reducido se obtienen los denominados aceites de silicona de fluidez variable. Con moléculas de valor más elevado se consiguen las grasas y las cremas de silicona. Estas sustancias se emplean como lubricantes y también en cosmética.

Cuando se combina una molécula de valor elevado con un cierto entrecruzamiento entre las cadenas poliméricas, el resultado es un elastómero de silicona. Por su biocompatibilidad, estos elastómeros encuentran muchas aplicaciones médicas y odontológicas en diversos tipos de prótesis.

La base de las siliconas que se utilizan en la toma de impresiones en Odontología está constituida por un líquido (en realidad puede ser considerado como un aceite de silicona) combinado con un relleno en polvo como el sílice (dióxido de silicio). La cantidad de relleno de sílice puede variar para lograr así, siliconas de diferente consistencia.

Junto con esta composición base es provista otra composición (generalmente otra pasta denominada reactor) para poder, mediante la mezcla de ambas, generar el aumento de grado de polimerización y entrecruzamiento necesarios para el fraguado del material.

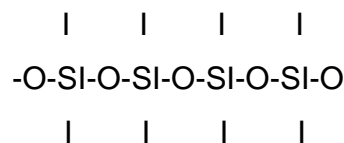
Según el mecanismo químico utilizado para estas reacciones se diferencian dos tipos de siliconas para impresión de uso odontológico.³ (Tabla 1)

Por condensación		Por adición	
Base	Catalizador	Pasta A	Pasta B
silicona (con OH)	Octanoato de Sn	Polivinilsiloxano	Silicona "hidrogenada"
Relleno SiO ₂	Silicato de etilo	Rellenos	Rellenos

Tabla 1. Siliconas según su reacción química.

2.5 SILICONAS POR CONDENSACIÓN

Las siliconas de polimerización por condensación son materiales elásticos para impresiones a base de polidimetilsiloxanos. Deben su nombre a la presencia de sílice y oxígeno en su composición.⁴



2.5.1. COMPOSICIÓN

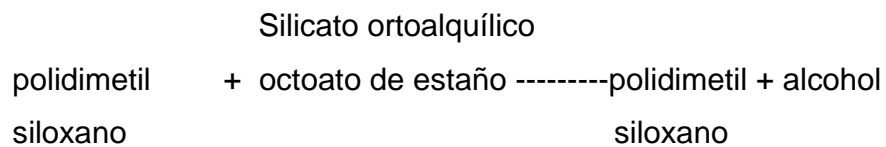
- *Dimetilsiloxano*: Es la base de las siliconas por condensación, son de bajo peso molecular con grupos hidrófilos (OH-) reactivos.
- *Silicato ortoalquílico*: Como el silicato etílico o tetraetílico. Es el agente de entrecruzamiento de cadenas con liberación de alcohol, también puede utilizarse con el mismo fin un siloxano orgánico hidrogenado. Este material no es muy utilizado en odontología debido al desprendimiento de hidrógeno durante la polimerización, lo que causa porosidad e irregularidades en la superficie del modelo.
- El *hidrógeno* desprendido puede ser en parte eliminado, añadiendo un reactivo (tiourea, aldehídos, óxido de cromo) que reacciona con el hidrógeno naciente. Cuando se utiliza un silicato ortoetílico, se obtiene como subproducto el alcohol, que se evapora causando una ligera contracción de aproximadamente 0.1 % al día.
- *Relleno*: Se le añade para darle cuerpo. Puede contener carbonato de cobre o sílice de 2 a 8 u en proporción de 75 a 85 % dependiendo de la consistencia del producto.
- *Octoato de estaño*: Es el catalizador más utilizado, viene líquido o en pasta. Como catalizador orgánico, se usa para curar a temperatura ambiente al polidimetil-siloxano.⁴

2.5.2 COMPOSICIÓN DE LA SILICONA EXPERIMENTAL

- **Base:** Silicato de tetraetilo, relleno de sílice silanizado, sílice MW 27, sílice minusil 15, aceite de silicón y silicón.
- **Catalizador:** Octoato de estaño y dibutil dilaurato de estaño.

2.6 REACCIÓN QUÍMICA

La reacción química de una silicona por condensación es la siguiente:



La formación del elastómero se produce por un entrecruzamiento entre los grupos terminales hidróxidos y los silicatos alquílicos, que da como resultado una malla tridimensional. El alcohol etílico o metílico es un subproducto de la reacción.

Los silicatos ortoetílicos son ligeramente inestables, particularmente si se mezclan con un compuesto orgánico de estaño. Además, la vida útil del material puede acortarse a causa de la degradación de la base, por entrecruzamiento durante el almacenamiento. La reacción de polimerización se efectúa a temperatura ambiente, motivo por el cual a estos compuestos se les conoce en la literatura técnica como siliconas RTV (vulcanización a temperatura ambiente). La polimerización es una reacción exotérmica y la cantidad de calor depende de la cantidad de material y de la concentración

de los indicadores. La humedad y la temperatura ejercen un efecto significativo en el curso de la reacción.⁴

2.7 PROPIEDADES

- *Tiempo de trabajo:* El tiempo de trabajo de las siliconas es de 3-4 minutos, comparativamente menor que el de los mercaptanos.
- *Tiempo de polimerización:* El tiempo de polimerización es de 6-3 minutos, comparativamente es ligeramente inferior al de los mercaptanos. El tiempo de polimerización puede modificarse con la temperatura: una temperatura elevada acelera la polimerización de estos materiales; también a mayor cantidad de acelerador, con respecto a la base, la polimerización se acelera.
- *Estabilidad dimensional:* Al igual que otros materiales para impresiones, las siliconas por condensación se contraen. Esta contracción se debe a la polimerización del material, a la volatilización del alcohol que, como se sabe, es un producto residual, y a las propiedades mecánicas del compuesto. La mayor contracción del compuesto ocurre dentro de las primeras 24 horas.

La contracción de las siliconas, al igual que los mercaptanos, se puede reducir utilizando preferiblemente portaimpresiones individuales que deben estar bien adaptadas a fin de que den un grosor mínimo de material 2 a 4 mm.

- *Recuperación elástica:* La recuperación elástica es de casi 100% prácticamente superior a la de los demás materiales elásticos para impresiones.

- *Fluidez:* En comparación con los mercaptanos, estos materiales son más rígidos y por lo tanto tienen menor fluidez.
- *Flexibilidad:* La flexibilidad es de 5.5 a 2.6; poco flexibles en comparación a los mercaptanos y más flexibles que los poliéteres.
- *Reproducción de detalles:* Con las siliconas se obtiene una reproducción de detalles, similar a la del agar-agar, mercaptanos y poliéteres y mucho mejor que la de los alginatos.
- *Toxicidad:* Las siliconas no son tóxicas; sin embargo, se recomienda no tocar el catalizador con las manos, especialmente en los casos en que el catalizador es órgano metálico y no tomar impresiones con material que no esté bien mezclado.⁴

2.8 COMPATIBILIDAD CON YESOS

Casi todos los yesos son compatibles con este tipo de materiales, lo único que hace diferencia es el grado de reproducción que tienen entre sí las diferentes marcas de yesos para vaciado tipo IV.

Para la elaboración de modelos y troqueles con siliconas, se recomienda utilizar yeso y electrodeposición de cobre porque la impresión se reblandece por la acción de la corriente eléctrica y no da buenos detalles.⁴

2.9 VENTAJAS

- Es de fácil manipulación
- Es estable dimensionalmente, en periodos de tiempo cortos
- Tiene propiedades elásticas excelentes
- Puede prepararse con diferente viscosidad y resistir el desplazamiento de los tejidos gingivales
- Tiene sabor y olor agradables; son limpios para manejarlos
- La polimerización es apenas alterada por contaminación (látex)⁴

2.10 DESVENTAJAS

- Sensibles a temperaturas altas
- Estabilidad dimensional reducida (evaporación de alcohol)
- Tiempo de trabajo corto para impresiones múltiples
- Mayor contracción que los polisulfuros
- No pueden electroplatearse fácilmente
- Vida útil corta
- Las variaciones en el catalizador son críticas en el tiempo de polimerización
- Tiene alta contracción durante el almacenamiento

2.11 REQUERIMIENTOS SEGÚN LA NORMA NÚMERO 19 DE LA ADA.

La norma número 19 de la ADA es la que define tanto los alcances y propiedades que deben tener los elastómeros no acuosos, como las indicaciones que el fabricante debe proveer al cirujano dentista y que son las siguientes.:

1. La naturaleza química del producto (polisulfuro, silicona por condensación, silicona por adición, poliéter, etc.). Esta información permite saber, de acuerdo con las variantes que existen entre ellas, cuál elegir para el proceso clínico que se necesite.
2. Descripción del tipo y de la viscosidad del mismo.
3. Alguna precaución especial en el endurecimiento del material, por ejemplo, que la pasta de consistencia muy pesada nunca debe usarse sola, porque no tiene exactitud ni reproducción de detalles.
4. Proporciones o cantidades de las pastas en volumen o en peso para una buena mezcla.
5. La técnica adecuada y los aparatos especiales que se requieren para la mezcla, como tipo y dimensiones de las losetas, espátulas, áreas de trabajo, así como mezcladores mecánicos o manuales tipo jeringa.
6. El tipo de mezclado: manual o mecánico.
7. El tiempo mínimo de trabajo, es decir, el tiempo que tiene el profesional para mezclar, llenar el portaimpresión y colocar el material en la zona en la

que se va a tomar la impresión, aún con la consistencia o fluidez suficiente para impresionar los detalles finos.

8. El tiempo mínimo para retirar el material de la boca del paciente con la seguridad de que saldrá íntegra la impresión.

9. El tiempo máximo para hacer el positivo en yeso, después del cual el material puede presentar cambios de volumen que afectaría el resultado final del trabajo.

10. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad para que el producto desempeñe bien su función.

11. La máxima vida útil del producto y las recomendaciones de almacenamiento para obtenerla.

12. En su caso, el proceso para electrodepositar y el tipo de electrolito y sal metálica (plata o cobre) que lo permite. Con esta información se podrá, si así se ha elegido, obtener positivos con película de cobre o plata y se sabrá cómo y con qué hacerlo.

13. Número de lote y fechas de fabricación y caducidad para cualquier aclaración.⁵

2.12 REQUERIMIENTOS DE PROPIEDADES MECÁNICAS SEGÚN LA NORMA NÚMERO 19 DE LA ADA. (Tabla 2)

Requerimiento de propiedades mecánicas según la norma 19			
Viscosidad	% de deformación en tensión	Fidelidad de detalle	Compatibilidad con yeso
Muy pesada	1.5-08.0	0.075	0.075
Pesada	2.0-20.0	0.020	0.020
Media	2.0-20.0	0.020	0.020
Ligera	2.0-20.0	0.020	0.020

Tabla 2. Requerimientos de propiedades mecánicas de la norma no. 19 de la ADA

En un principio, los materiales de impresión fueron las ceras, el yeso y las pastas de óxido de zinc y eugenol. A finales del siglo pasado, se descubrió la algina, una sustancia mucosa producida por algunas algas marinas pardas; cuarenta años después, en el año de 1925, William Wilding patentó la algina con el nombre de agar, un hidocoloide reversible como material para la toma de impresiones dentales. Posteriormente, se crea un hidocoloide irreversible llamado alginato el cual superó al agar en cuanto a su obtención, manipulación y costo.²

La Odontología continuó investigando para ofrecer materiales nuevos para reemplazar a los utilizados en ese entonces y que la atención dental resultara más aceptable para el paciente y práctica para el odontólogo. Unos años más tarde, fueron introducidos los hules de polisulfuro. Este material presentó desventajas como olor desagradable, manchado de la ropa, debido

a que en su composición se encuentra el dióxido de plomo, además de un manejo de mezclado no muy fácil debido a su consistencia y tiempo de polimerización prolongado. Por lo que en 1955, se introdujo un material nuevo en el mundo odontológico el cual no era originalmente pensado para su utilización en boca: la silicona por condensación, la cual comparada con los materiales anteriores resultó ser una gran novedad en cuanto a su manipulación, agradable olor, tiempo de polimerizado más corto, pero presentó algunas desventajas como la liberación de subproductos lo que da como resultado contracción del material además de ser hidrófobo; motivos por los cuales ha continuado la mejora de estos materiales. Diez años más tarde, en 1965 surge otro material elastomérico para impresiones llamado poliéter, Un material de impresiones hidrofóbico de polimerización por adición, el cual resultó con mejores propiedades mecánicas que los hidrocoloides y siliconas por condensación.³

Una década después fueron desarrollados los materiales de polivinilsiloxano, también denominados siliconas por adición los cuales poseen la mejor recuperación elástica de todos los materiales de impresión al no generar subproductos durante la reacción de polimerización, las impresiones conservan su dimensión por lo que pueden vaciarse en cualquier momento e incluso obtener un segundo modelo.^{6,7}

Anusavice² menciona en su libro que el exceso de los niveles residuales del catalizador causa efectos en el postcurado que reducen la cantidad de material curado de la red del siloxano. El sistema de envejecimiento cerrado genera la reversión de curado de las cadenas fuera de red mientras que en los resultados del sistema de envejecimiento abierto hubo una baja en el porcentaje del peso molecular.

El uso de relleno permite su consistencia en forma de pasta, el tamaño de la partícula es de 5 a 10 micras, para poder influir en la resistencia del elastómero. Estas partículas son tratadas en la superficie para proporcionar mejor compatibilidad con el hule de silicona y reforzarlo. Se ha desarrollado una consistencia de masilla la cual contiene un porcentaje mayor de relleno y contiene menor polímero, por lo que en consecuencia la contracción por polimerización es menor. Debido a que el material tiene una elevada concentración de partículas de relleno, las propiedades del material son influidas por las propiedades de relleno (Ley de Mezclas). La mezcla produce una goma de estructura reticular tridimensional con liberación de alcohol etílico y una elevación exotérmica de temperatura de 1°C.

En un artículo referente a propiedades mecánicas de tres materiales elastoméricos de impresión, siliconas por adición hidrofílicas y poliéteres, Huan Lu et. al.⁸ refieren que se evaluaron la recuperación elástica, la deformación en tensión, resistencia al desgarre de acuerdo a la ISO 4823, la resistencia al desgarre y la fuerza extensible fueron evaluadas después por el método de Webber y Ryge y conforme a ASTM D412. Cinco muestras fueron hechas para cada grupo para un total de 24 grupos y 120 muestras. Los resultados fueron analizados por variación bidireccional y calculados con un intervalo de diferencia de $p < .05$. El análisis de la correlación fue utilizado para evaluar las relaciones entre características. Concluyendo que el poliéter en las pruebas de tensión en compresión tiene valores significativamente mayores y valores bajos de resistencia a la tensión en comparación con las nuevas siliconas por adición hidrofílicas. Mientras que los materiales de cuerpo pesado obtuvieron resultados significativamente más elevados en resistencia al desgarre y resistencia a la tensión que el material de cuerpo ligero.

F. Teraoka y J.Takahashi⁹ de la Universidad de Osaka Japón publicaron un artículo titulado: Presión y cambios dimensionales en yesos dentales vaciados en impresiones de hules de silicona, en el cual estudiaron los cambios dimensionales del yeso usando dos tipos de portaimpresiones, uno con la superficie abierta y otro con la superficie cerrada. Al evaluar la expansión después del fraguado y la presión contra la impresión, el análisis estadístico demostró que había diferencias significativas en el cambio dimensional en dirección vertical y horizontal en todos los modelos de yeso colocados en el portaimpresiones abierto; mientras que en el portaimpresiones cerrado no se observaron diferencias significativas por lo que se dedujo que hay influencia del portaimpresiones en la expansión después del fraguado. Los yesos no se expanden de manera uniforme en el portaimpresiones cerrado y los cambios dimensionales en los modelos de yeso aumentan en sus tres dimensiones cuando se utiliza un yeso de alta expansión.

En el artículo titulado “Comparación de materiales elastoméricos de impresión comercial”, de Craig et.al.¹⁰ se comparan las propiedades de algunos materiales elásticos para impresión y se encontraron diferencias significativas en las propiedades de los productos del mismo tipo y clase. Los tiempos de trabajo fueron en orden decreciente: poliéteres, hules de polisulfuro, siliconas por adición y siliconas por condensación que se mezclan a mano, poliéteres y siliconas por adición que se mezclan de manera automática. El tiempo de trabajo de los poliéteres es indefinido si el material no se expone a la luz azul. El tiempo de trabajo de las siliconas por adición que se mezclan automáticamente es muy corto pero se compensa con el tiempo de mezclado el cual es igual a cero para todo fin práctico, comparado con los 30 a 45 seg. que se deben mezclar los materiales para impresión que se mezclan a mano.

En el mismo artículo se menciona que la recuperación a la deformación fue más alta en los hules de polisulfuro y la más baja fue la de las siliconas por adición que se mezclan a mano cuando son evaluadas. Las siliconas por condensación, poliéteres y siliconas por adición de mezclado automático comúnmente tienen valores intermedios. En esta prueba se encontraron diferencias significativas entre los materiales del mismo tipo y clase. La resistencia a la compresión, la fluidez y la resistencia al desgarre de los hules de polisulfuro fueron diferentes y más altas que la de varias siliconas y poliéteres, así que en general los polisulfuros son más flexibles y tienen alta fluidez y resistencia al desgarre que otros materiales elásticos. En esta prueba, de nuevo existieron diferencias significativas en los valores obtenidos para materiales del mismo tipo y clase. Los cambios dimensionales clasificaron a los diferentes tipos en dos grandes grupos: los polisulfuros y las siliconas por condensación; existen diferencias significativas en los datos obtenidos para materiales del mismo tipo y clase.

En el artículo "Factores que afectan la fidelidad de los materiales de impresión elastoméricos", Chen y Liang encontraron un efecto significativo de la interacción entre los materiales y los tiempos de almacenaje y la proporción de relleno inorgánico en la exactitud y estabilidad de las impresiones. El estudio incluyó tres materiales de impresión de alginato, tres materiales comerciales de siliconas por adición y dos siliconas por condensación, además de dos siliconas experimentales, todos los materiales comerciales se mezclaron según las instrucciones del fabricante, las impresiones fueron hechas de diez dados de metal que simulan coronas preparadas. El yeso fue vertido inmediatamente en las impresiones de alginato, mientras que las impresiones de silicona fueron vaciadas 30 minutos después. Los segundos y terceros dados fueron hechos 1 y 24 hrs. más adelante. Los diámetros de la superficie oclusal fueron determinados usando fotografías de las superficies tomadas con una cámara fotográfica

digital Kodak DC 290. Los resultados se midieron usando un sistema de integración digitalizada de macrofotografía MGDS-260, el sistema usa la imagen-pro versión 4.1 software.¹¹

En el artículo titulado “Relación entre el ángulo de contacto del yeso piedra y los materiales de impresión elastoméricos” publicado por Chong et. al.¹² encontraron en la comparación de cinco materiales que los valores de los ángulos de contacto alcanzados por las siliconas de adición hidrofílicas fueron perceptiblemente más altos que las del poliéter y aún más bajos que los de la silicona por condensación.

Butta et. al.¹³ publicaron el artículo “Tipo de compatibilidad del yeso tipo IV con relación a cinco materiales de impresión de siliconas por adición”, el cual no incluye en su estudio siliconas por condensación, pero da una idea de que entre el material de impresión y el yeso utilizado para el vaciado también existen grados de compatibilidad. En este estudio se realizaron 300 impresiones de un dado de acero inoxidable conforme a las especificaciones de la norma número 19 de la ADA. con cinco siliconas por adición. 15 impresiones de cada material fueron vaciadas con cada tipo de yeso tipo IV (Silky-Rock, Suprastone, Fuji-Rock y Velmix). El análisis estadístico fue realizado usando el análisis bidireccional de la prueba de Bonferroni ($p < .05$). En los resultados se encontró que todos los materiales de impresión evaluados reprodujeron completamente la línea de 20 micras. Solamente el 25% de los moldes de yeso tipo IV reprodujeron la línea resultante de 20 micras, y el 88% de los moldes que reprodujeron totalmente la línea de 20 micras fueron hechos con el yeso tipo IV Suprastone; por lo que se concluyó en este estudio que no todas las combinaciones del material de impresión con el tipo de yeso tipo IV utilizado exhiben compatibilidad similar.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el mercado odontológico existen siliconas por condensación, también llamadas compuestos de polidimetilsiloxano, las cuales son de gran ayuda en la clínica cuando se requiere obtener un modelo de estudio o de trabajo. Sin embargo, por lo regular el fabricante proporciona poca información sobre su uso, propiedades y manipulación, además de no mencionar si cumple o no con las normas internacionales de calidad.

Por tal motivo, el cirujano dentista no puede valerse sólo de la información ofrecida por el fabricante, sino que debe actualizarse y obtener datos proporcionados por personal certificado de instituciones reconocidas que avalen su confiabilidad y veracidad en cuanto a su calidad, nuevos avances y mejores opciones.

Por otro lado, el amplio uso de materiales dentales de origen extranjero hace que los precios de los tratamientos dentales sean excesivamente altos. Por tal motivo, en la actualidad se ha hecho imprescindible el desarrollo de nuevos materiales con materia prima nacional que cumplan con las normas internacionales de calidad.

4. JUSTIFICACIÓN

Debido a las altas exigencias con las que deben cumplir los tratamientos dentales actuales, es importante contar con materiales dentales de alta calidad con propiedades mecánicas y físicas que cumplan con los estándares internacionales.

Además, el estudio y análisis de algunas propiedades mecánicas de las siliconas por condensación, tanto comerciales como experimental, comercial como experimental brindará información importante para que el cirujano dentista cuente con bases fidedignas para poder hacer una selección correcta de los materiales que utiliza en su consulta diaria.

El presente trabajo se realizará una evaluación de las propiedades mecánicas de una silicona por condensación experimental nacional y una silicona por condensación comercial.

5. OBJETIVO

5.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar las propiedades mecánicas de dos siliconas por condensación, una experimental y otra comercial, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la norma número 19 de la ADA.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la fidelidad de detalle de la silicona por condensación experimental de cuerpo pesado y ligero.
- Determinar la fidelidad de detalle de la silicona por condensación comercial de Zhermack de cuerpo pesado y ligero.
- Determinar el porcentaje de deformación en compresión de la silicona por condensación experimental de cuerpo pesado y ligero.
- Determinar el porcentaje de deformación en compresión de la silicona por condensación comercial Zhermack de cuerpo pesado y ligero.
- Determinar la compatibilidad con yeso para vaciado de la silicona por condensación experimental de cuerpo pesado y ligero.
- Determinar la compatibilidad con yeso para vaciado de la silicona por condensación comercial (Zhermack) de cuerpo pesado y ligero.

6. HIPÓTESIS

6.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Las dos siliconas por condensación, experimental y comercial, cumplirán con los requerimientos especificados por las normas internacionales.

6.2 HIPÓTESIS NULA

La silicona por condensación comercial obtendrá resultados inferiores a los de la silicona por condensación experimental.

6.3 HIPÓTESIS ALTERNA

La silicona por condensación experimental obtendrá valores similares a la silicona por condensación comercial.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

7.1.1 Prueba de fidelidad de detalle:

- Muestras de silicona por condensación Zetaplus consistencia pesada
- Muestras de silicona por condensación Oranwash L consistencia ligera
- Muestras de silicona por condensación experimental de consistencia pesada
- Muestra de silicona por condensación experimental de consistencia ligera

7.1.2 Prueba de compatibilidad con yeso tipo IV:

- Muestras de silicona por condensación Zetaplus consistencia pesada y 27 g de yeso por 5.5 ml de agua por muestra para la mezcla y vaciado.
- Muestras de silicona por condensación de Oranwash L consistencia ligera y 27 g de yeso por 5.5 de agua por muestra para la mezcla y vaciado.
- Muestras de silicona por condensación experimental de consistencia pesada y 27 g de yeso por 5.5 ml de agua por muestra para la mezcla y vaciado.
- Muestras de silicona por condensación experimental consistencia ligera y 27 g de yeso por 5.5 ml de agua por muestra para la mezcla y vaciado.

7.1.3 Prueba de deformación en tensión:

- Muestras de una medida según el fabricante de silicona por condensación Zetaplus
- Muestras de una mezcla de silicona por condensación Oranwash L consistencia ligera según el fabricante.
- Muestras de una medida de silicona por condensación experimental consistencia pesada según el fabricante.
- Muestras de una medida de silicona por condensación experimental consistencia ligera según el fabricante.

7.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Todo material que no reúna las características enumeradas en los criterios de inclusión.

7.3 VARIABLES DE ESTUDIO INDEPENDIENTES

- Fidelidad de detalle de los materiales de impresión
- Compatibilidad del yeso con los materiales de impresión
- Grado de deformación en compresión de los materiales de impresión

7.4 VARIABLES DE ESTUDIO DEPENDIENTES

- Humedad
- Temperatura
- Consistencia de cada material
- Tiempo de trabajo de cada material
- Proporciones indicadas por el fabricante

7.5 RECURSOS HUMANOS

- 1 Alumno
- 1 Tutor
- 1 Asesor

7.6 RECURSOS FÍSICOS

- Laboratorio de Investigación de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI) de la Facultad de Odontología, UNAM

7.7 RECURSOS MATERIALES

- El equipo y material proporcionado por el Laboratorio de Investigación de Materiales Dentales de la D. E .P. e I. enlistado en el siguiente apartado.

7.8 EQUIPO

- Molde A. A.
- Molde B. B
- Plaquita de acero
- Cinta mylar
- Cronómetro digital (Sper Scientific, USA)
- Estufa Hanau
- Higrómetro modelo 3310-40 (Alemania)
- Vibrador
- Probeta
- Dosificador
- Horno de temperatura y humedad controlada
- Espátula para siliconas
- Espátula para yesos
- Taza de hule
- Hacedor de muestras 12.5 mm diámetro interno por 20 mm de altura
- Aparato de pruebas de medición de deformación en compresión

7.9 MATERIAL

- Aceite de silicón
- Talco
- Silicona por condensación Oranwash L (Zhermack, Italia); No. lote 47159; Caducidad 2005-07; 900ml; Tipo 0 – Putty Consistency
- Indurent Gel (Zhermack, Italia) Endurecedor. no Lote 46562; Caducidad 2009-11; 60 ml
- Silicona por condensación de consistencia pesada experimental
- Silicona por condensación de consistencia ligera experimental (Figuras 1, 2, 3)

- Yeso tipo IV extraduro para muñones y prótesis fija Elite Rock (Zhermack, Italia; No.Lote. 59209 ; Caducidad 2010-07; 1 Kg

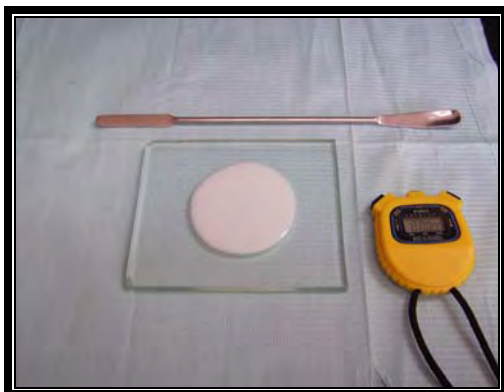


Figura 1. Silicona ligera experimental.

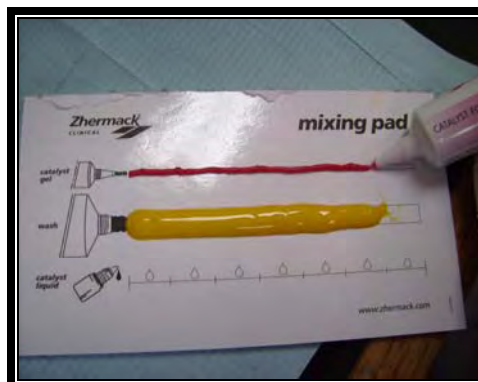


Figura 2. Silicona ligera Oranwash L.

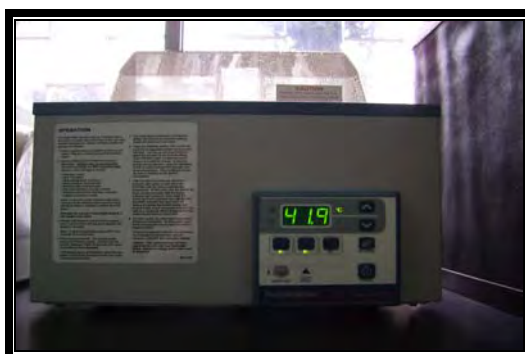


Figura 3. Horno de temperatura y humedad controlada

7.10 POBLACIÓN MUESTRA

El muestreo se encuentra enlistado en la siguiente tabla.

(Tabla 3, Figuras 4 y 5):

Prueba	Zetaplus	Oranwash L	Exp.pesado	Exp.ligera	Total de muestras
Fidelidad de detalle	10	10	10	10	40
Compatibilidad con yeso	10	10	10	10	40
% Deformación en compresión	10	10	10	10	40
TOTAL	30	30	30	30	120

Tabla 3. Número de muestras del estudio comparativo de las dos siliconas por condensación.

Figura 4. Población muestra

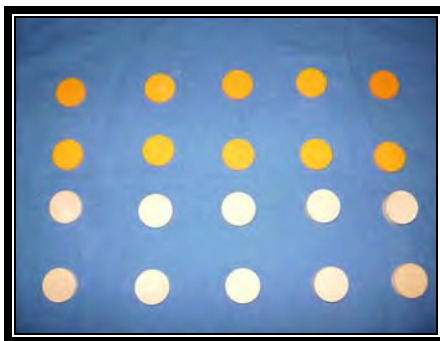
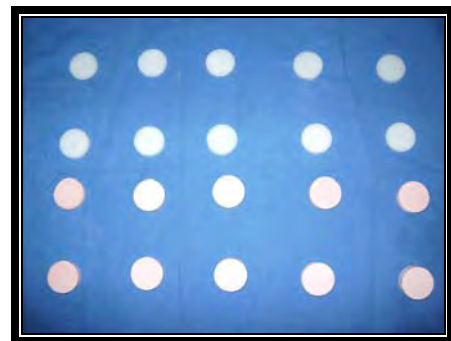


Figura 5. Población muestra



7.11 METODOLOGÍA

Las pruebas fueron realizadas de acuerdo con los requerimientos de la norma no. 19 de la ADA bajo condiciones estándar.¹⁴ Todas las pruebas físicas fueron realizadas bajo condiciones atmosféricas uniformes de $23.0 \pm 1.0^\circ \text{C}$ y a humedad relativa de $50 \pm 5\%$. Los materiales y el equipo de prueba fueron acondicionados en el cuarto de prueba por no menos de 24 horas antes realizar las pruebas. (Figura 6)



Figura 6. Higrómetro

7.11.1 Prueba de fidelidad de detalle

Para la prueba de fidelidad de detalle se realizaron 10 muestras de cada uno de los materiales evaluados. Las cantidades de materiales de impresión utilizadas para la prueba fueron las especificadas por el fabricante.

Para esta prueba, se requirió de un aparato que consiste en un bloque de acero denominado parte AA y un molde denominado parte BB.

El molde (aro de acero) es lubricado por la parte interna utilizando aceite de silicón, el bloque de acero se limpia con la ayuda de un solvente en este caso acetona al bloque se le colocó talco y el exceso de retiro soplando levemente el talco para facilitar la separación del material de impresión de silicona.

Teniendo listo el hacedor de muestras, se precedió a realizar la mezcla del material de impresión y a colocar en el molde con ayuda de la espátula aproximadamente 1.5 minutos inmediato a realizar el mezclado. El molde inmediatamente fue cubierto con la cinta mylar (de polietileno) y por encima de ésta se colocó la plaquita de acero con la cual se hizo presión para que fluyera el material de manera uniforme sobre el molde y eliminar los excesos inmediatamente después el molde fue llevado a baño maría con una temperatura de $32.0 \pm 1.0^{\circ} \text{C}$ y se dejó 3 min. como mínimo recomendado por el fabricante, posteriormente se retiró y se separó del molde la muestra de prueba en la cual se verificó que la reproducción de 20 micras de las líneas fueran satisfactorias tomando en cuenta la continuidad de las mismas y la fidelidad de detalle. Posteriormente, las muestras se llevaron al microscopio para ser observadas bajo un ángulo de iluminación y magnificación. (Figuras 7, 8 y ,9)



Figura 7. Fidelidad de detalle.

Figura 8. Observación al microscopio de muestras de las pruebas de fidelidad de detalle y compatibilidad con yeso.



Figura 9. Hacedor de muestras.



7.11.2 Prueba de compatibilidad con yeso

Para la prueba de compatibilidad con yeso se realizaron 10 muestras de cada uno de los materiales evaluados. Las cantidades de materiales de impresión utilizadas para la prueba fueron las especificadas por el fabricante.

Después de la separación de la muestra de material de impresión de la prueba de fidelidad de detalle, la misma muestra 10 minutos después se utilizó para la obtención de un modelo negativo, el cual se obtuvo mezclando agua y yeso tomando en cuenta las especificaciones de manejo del yeso en proporción con el agua proporcionadas por el fabricante. Se utilizó un vibrador para eliminar las burbujas de aire de la mezcla de yeso y 30 minutos después, se separó el yeso del molde y la muestra silicona por condensación que se utilizó para reproducir sus líneas de detalle. La prueba de compatibilidad con yeso resulta satisfactoria si el yeso reproduce las líneas o la línea de 0.020 micras, que se obtuvieron en el material de impresión de prueba de fidelidad de detalle. Todo el procedimiento se realizó a una temperatura de $23.0 \pm 2.0^\circ \text{C}$ y $50 \pm 5\%$ de humedad relativa (Figura 10).

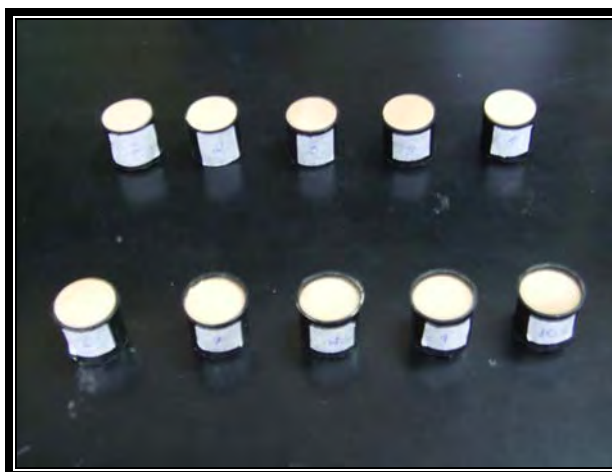


Figura 10. Compatibilidad con yeso

7.11.3 Prueba de porcentaje de deformación en tensión

Para la prueba de porcentaje de deformación en tensión se realizaron 10 muestras de cada uno de los materiales evaluados. Las cantidades de materiales de impresión utilizadas para la prueba fueron las especificadas por el fabricante.

Se realizaron las muestras conforme a las proporciones de los materiales indicadas por el fabricante utilizando como patrón un hacedor de muestras con medidas de 12.5 mm de diámetro interno y 20 mm de altura. El estudio se realizó con las dos siliconas por condensación, comercial y experimental en sus presentaciones ligera y pesada. Los tiempos de muestra y trabajo fueron los estipulados por el fabricante. La norma no. 19 de la A.D.A. indica que seis minutos después de retirar la muestra de baño maría (3 minutos), ésta se llevó al aparato de pruebas y se aplicó una carga para producir un esfuerzo de 100 g.; el indicador se dejó estabilizar 30 segundos y posteriormente se tomó la primer lectura, la cual se denomina lectura A.

Después de 60 segundos, se aplicó una carga gradual de 1000 g durante intervalos de 10 segundos, es decir una pesa de aproximadamente 150 g cada 10 segundos hasta llegar a 1000 gr. Treinta segundos después de completar la carga final se tomó la segunda lectura, la cual se denominó lectura B, la diferencia entre lectura A y B dividida entre la longitud original del espécimen y multiplicada por 100 fue registrada como % de deformación. (Figura 11)



Figura 11. Aparato de medición de deformación en tensión

Los resultados fueron analizados con el programa estadístico SPSS, realizando un análisis de varianza ANOVA de una vía para la prueba de porcentaje de deformación en tensión. Para la comparación entre grupos se utilizó una prueba Tukey ($p < 0.001$).

8.0 RESULTADOS

En la Tabla 4 se mencionan los resultados obtenidos en la prueba de fidelidad de detalle y compatibilidad con yeso de las dos siliconas por condensación, experimental y comercial, en ambas consistencias.

Muestras	Compatibilidad con yeso	Fidelidad de detalle	Cumplen con la norma 19
Silicona pesada Zetaplus	10 muestras	10 muestras	Si cumple
Silicona Pesada Exp.	10 muestras	10 muestras	Si cumple
Silicona Ligera Oranwash L	10 muestras	10 muestras	Si cumple
Silicona Ligera Exp.	10 muestras	10 muestras	Si cumple
Total	40 muestras	40 muestras	80 muestras

Tabla 4. Resultados de la prueba de fidelidad de detalle y compatibilidad con yeso

Como se observa en la tabla anterior, todos los productos (silicona por condensación experimental y comercial) cumplieron con la especificación de la Norma no. 19 del requerimiento de fidelidad de detalle y compatibilidad con yeso, la cual menciona que los materiales de impresión elastoméricos deben tener una fidelidad de detalle y una compatibilidad con yeso de 20 micras.

En la tabla 5 se mencionan los resultados obtenidos con la silicona por condensación experimental de consistencia ligera en la prueba de % de deformación en tensión.

Muestra	Ligera Experimental		
	Lectura A	Lectura B	%
1 ^a	0.79	3.92	15.65
2 ^a	1.32	4.12	14
3 ^a	0.52	3.65	15.65
4 ^a	0.28	3.62	16.7
5 ^a	0.91	3.85	14.7
6 ^a	0.45	3.74	16.45
7 ^a	0.94	4.11	15.85
8 ^a	0.14	4.19	20.25
9 ^a	0.57	3.83	16.3
10 ^a	0.60	3.93	16.65
MEDIA		DES.ESTANDAR	
16.220		1.658	

Tabla 5

El material experimental sí cumple con lo estipulado con la norma en cuanto al porcentaje de deformación en tensión ya que obtuvo un valor de 16.22% y la norma menciona valores de 2.0 a 20.0.

En la tabla 6 se mencionan los resultados obtenidos con la silicona por condensación experimental de consistencia pesada en la prueba de % deformación en tensión.

Muestra	Pesada Experimental		
	Lectura A	Lectura B	%
1ª	0.60	0.18	2.1
2ª	0.55	0.15	2
3ª	0.62	0.24	1.9
4ª	0.56	0.23	1.65
5ª	0.61	0.22	1.95
6ª	0.79	0.38	2.05
7ª	0.84	0.47	1.85
8ª	0.78	0.33	2.25
9ª	0.77	0.35	2.1
10ª	0.82	0.42	2
MEDIA		DES.ESTANDAR	
1.985		0.163	

Tabla 6

En cuanto a porcentaje de deformación en tensión, el material no cumple con lo estipulado en el requerimiento de la norma ya que obtuvo un valor de 1.985% y la norma menciona valores de 2.0 a 20.0.

En la tabla 7 se mencionan los resultados obtenidos con la silicona por condensación Zhermack de consistencia pesada en la prueba de % de deformación en tensión.

Muestra	Silicona Zetaplus (Zhermack) pesada		%
	Lectura A	Lectura B	
1 ^a	3.82	4.23	2.05
2 ^a	3.87	4.33	2.5
3 ^a	3.73	4.7	1.7
4 ^a	3.78	4.15	1.85
5 ^a	3.76	4.06	1.5
6 ^a	3.71	4.08	1.85
7 ^a	3.79	4.05	1.3
8 ^a	3.75	4.06	1.55
9 ^a	3.86	4.11	1.25
10 ^a	3.77	4.19	1.85
MEDIA		DES.ESTANDAR	
1.74		0.371	

Tabla 7

En cuanto a porcentaje de deformación en tensión, el material no cumple con lo estipulado en la norma, ya que obtuvo un valor de 1.74% y la norma estipula valores de 2.0 a 20.0.

En la tabla 8 se mencionan los resultados obtenidos con la silicona por condensación Oranwash L de consistencia ligera en la prueba de % de deformación en tensión.

Muestra	Oranwash L Ligera		
	Lectura A	Lectura B	%
1 ^a	0.87	1.35	2.4
2 ^a	0.90	1.35	2.25
3 ^a	0.95	1.34	1.95
4 ^a	0.80	1.36	1.95
5 ^a	0.70	1.30	3
6 ^a	0.80	1.16	1.8
7 ^a	0.93	1.25	1.6
8 ^a	0.97	1.31	1.7
9 ^a	0.92	1.25	1.65
10 ^a	0.90	1.35	2.25
MEDIA		DES.ESTANDAR	
2.05		0.431	

Tabla 8

El material sí cumple con lo estipulado en cuanto al porcentaje de deformación en tensión ya que obtuvo un valor de 2.05 y la norma menciona que el material debe presentar valores entre 2.0 y 20.0.

De acuerdo con el análisis estadístico realizado para comparar los resultados obtenidos en la prueba de porcentaje de deformación en tensión entre la silicona por condensación ligera experimental y la silicona por condensación ligera Oranwash L, se observaron diferencias estadísticamente significativas, aún cuando los dos materiales cumplen con los valores estipulados por la norma no. 19 de la ADA. El valor máximo lo obtuvo la silicona por condensación ligera experimental (16.22%) y el valor mínimo lo obtuvo la silicona por condensación ligera Oranwash L (2.05%).

En cuanto a la silicona por condensación experimental, consistencia pesada, en comparación con la silicona por condensación comercial Zetaplus, no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, ambas siliconas por condensación, la comercial y la experimental, no cumplen con los valores estipulados por la norma no. 19.

9. DISCUSIÓN

Las propiedades mecánicas y físicas de los materiales dentales son de vital importancia para el éxito de un tratamiento. Los materiales de impresión elastoméricos tienen, además de una amplia variedad de usos, excelentes propiedades y características de manipulación que los convierten en los materiales de elección para todos los tipos de impresión.

Craig et.al.¹⁰ se compararon las propiedades de algunos materiales elásticos para impresión: tiempo de trabajo, propiedades de recuperación elástica de los materiales, deformación en compresión, flujo, resistencia al desgarre y cambios dimensionales; y encontraron diferencias significativas en las propiedades de los productos del mismo tipo y clase. En cuanto a la prueba de cambio dimensional, se observó que los polisulfuros y las siliconas por condensación no tuvieron diferencias estadísticamente significativas; sin embargo este cambio fue mayor en comparación con las siliconas por adición y el poliéter.

Con respecto a la prueba de fidelidad de detalle, en el presente estudio se encontró que todos los materiales evaluados cumplen con lo especificado en la norma no. 19, ya que reproducen de forma fidedigna la línea de 20 micras del hacedor de muestras. Es bien sabido que, en general, todos los materiales elastoméricos cumplen con este requerimiento, pero es importante resaltar que la silicona por condensación experimental (consistencia ligera y pesada) reprodujo con mayor nitidez la línea de 20 micras en comparación con la silicona por condensación comercial (Zetaplus y Oranwash L). Aún cuando este producto aún está en fase de experimentación, durante la realización de este estudio se observó que sus propiedades podrían ser comparables a cualquier producto comercial de este mismo tipo.

Con respecto a la prueba de compatibilidad con yeso, en este estudio se observó que todos los materiales evaluados cumplen con lo especificado en la norma no. 19, ya que los especímenes reproducen de forma fidedigna la línea de 20 micras del hacedor de muestras después de haber sido vaciados con yeso tipo IV.

Chong et. al¹².encontraron en la comparación de cinco materiales que los valores del ángulo de contacto alcanzado por las siliconas hidrofílicas de adición fueron perceptiblemente más altos que los del poliéter y aún más altos en comparación con los ángulos de contacto obtenidos por la silicona por condensación. Concluyen que mientras mayor sea el ángulo de contacto del yeso con respecto al material de impresión, existe mayor probabilidad de que se generen imperfecciones en la superficie del modelo.

Al igual que en la prueba de fidelidad de detalle, en general, todos los materiales elastoméricos cumplen con el requerimiento de compatibilidad con yeso establecido por la norma no. 19, pero es importante mencionar que debido a que la muestra de compatibilidad con yeso se realiza con la de fidelidad de detalle, la nitidez observada en la reproducción de la línea de 20 micras se tradujo en un grado de compatibilidad con yeso similar, ya que con la silicona por condensación experimental (consistencia ligera y pesada) se observó mayor nitidez en comparación con la silicona por condensación comercial (Zetaplus y Oranwash). Con base en estos resultados y las observaciones realizadas durante la prueba, se podría inferir que el ángulo de contacto entre el yeso tipo cuatro utilizado y la silicona por condensación experimental es bajo, por lo que los especímenes obtenidos de compatibilidad con yeso no tienen imperfecciones y reproducen mejor los detalles.

Lu H. et. al.⁸ mencionan que la resistencia a la tensión es el máximo esfuerzo en tensión aplicado a un espécimen hasta su ruptura. Se ha reportado como una propiedad para indicar la capacidad de un material de impresión de soportar tensión en áreas interproximales y creviculares estrechas.¹⁵

De acuerdo con los resultados de este estudio de porcentaje de deformación en tensión, Zetaplus no cumplió con lo estipulado en la norma, ya que obtuvo un valor de 1.74% y la norma requiere valores entre 2.0 y 20.0. Por otro lado, Oranwash L sí cumple con lo estipulado en cuanto al porcentaje de deformación en tensión ya que obtuvo un valor de 2.05.

En cuanto a porcentaje de deformación en tensión para la silicona por condensación experimental, el material no cumple con el requerimiento de la norma ya que obtuvo un valor de 1.985% y la norma menciona valores de 2.0-20.0. Por otro lado, la silicona por condensación ligera experimental el material sí cumple con lo estipulado con la norma, ya que obtuvo un valor de 16.22%.

El hecho de que ambas siliconas por condensación de consistencia pesada no hayan cumplido con los valores especificados en la norma no. 19 podría deberse a que ambos materiales pesados tienen gran cantidad de material de relleno, lo que podría provocar una mayor rigidez en el material y una menor deformación al momento de aplicar la carga.

10. CONCLUSIONES

En la prueba de fidelidad de detalle y compatibilidad con yeso, la silicona experimental en su consistencia pesada y ligera obtuvieron buenos resultados ya que cumplieron con lo especificado en los requerimientos de la norma no. 19.

En la prueba de fidelidad de detalle y compatibilidad con yeso, la silicona comercial Zetaplus de Zermack de consistencia pesada y Oranwash L de consistencia ligera obtuvieron buenos resultados ya que cumplieron con lo especificado en los requerimientos de la norma no. 19.

En la prueba de porcentaje de deformación en tensión la silicona experimental de consistencia ligera, así como la silicona por condensación comercial cumplieron con los requerimientos especificados en la norma 19. Sin embargo, ambas siliconas pesadas, experimental y comercial, no cumplieron con los requerimientos especificados en la norma no. 19.

Este estudio es de gran relevancia ya que evalúa algunas de las propiedades mecánicas de una silicona por condensación experimental desarrollada en la UNAM en el Laboratorio de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación. Una vez que obtenga las propiedades adecuadas, se pretende introducirla al mercado dental nacional con la seguridad de que será un material de impresión de buena calidad, ofreciendo así una opción más al cirujano dentista.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. O'Brien W J. Materiales dentales y su selección. 1ª ed. Cd. Argentina: Editorial Medica Panamericana, 1980.p.101
2. Skinner P. La ciencia de los materiales dentales.9ª. ed.Cd. Philadelphia Editorial Mac Graw Hill. 1998 Pp.135-155, 163 175
3. Macchi R.L. Materiales dentales. 3ª. ed.Cd: Argentina. Editorial Médica Panamericana, 2003. Pp.201-206
4. Cova J L. Biomateriales dentales.1ª.ed.Cd.Caracas Venezuela: Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica. 2004. Pp. 57-60
5. Barceló H.F. Palma J.M. Materiales dentales conocimientos básicos aplicados.1ª.ed.Cd México: Editorial trillas. 2003. Pp.179-192
6. Ciesco J. H. Comparison of elastomeric impression materials used in fixed prosthodontics. J Prosthet Dent. 1981; 45:89
7. Mezzomo E. Rehabilitación oral para el clínico.1a.ed.Cd.Caracas Venezuela: Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica. 1997. p.392
8. Lu H, Nguyen B, Powers J. Mechanical properties of 3 hydrophilic addition silicone and polyether elastomeric impression materials. J Prosthet Dent 2004; 92: 151-154

9. Teraoka F, Takahashi J. Dimensional changes and pressure of dental stones set in silicone rubber impressions. *Dental Materials* 2000; 16:145-149
10. Craig R G., Urquiola NJ. Lui CC. Comparison of commercial elastomeric impression materials. *Oper Dent* 1990; 15:94-104
11. Chen S, Liang W Chen F. Factors affecting the accuracy of elastomeric impressions materials. *J of Dentistry* 2004; 32: 603-609
12. Chong Y, Soh G. Setchell D.J Wickens JL. The relationship between contact angles of die stone on elastomeric impression materials and voids in stone casts. *Dent Materials* 1990; 6:162-166
13. Butta R, Tredwin C. Nesbit M. Tipe IV gypsum compatibility with five addition –reaction silicone impresion materials. *J Prosthet Dent* 2005; 93:151-154
14. Council on Dental Materials and Devices Revised American Dental Association Specification No.19 for non-aqueous elastomeric dental Impression materials *Am Dent Assoc* 1997;94:733-741
15. Klooster J, Logan GI, Tjan AH. Effects of strain rate on the behaviour of elastomeric impression. *J Prosthet Dent* 1991;66:292-8