



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA

**ESTABILIDAD DIMENSIONAL DE LAS SILICONAS
POR ADICIÓN POSTERIOR A SU FECHA DE
CADUCIDAD**

Trabajo Especial de Grado para optar al título de Odontólogo

Autores: Daniela Salazar Velásquez.

Adriana Vergara Morantes.

Tutor: Prof. Lorena Bustillos.

Cotutor: Prof. Darío Sosa.

Mérida – Venezuela, enero de 2022.

www.bdigital.ula.ve

DEDICATORIA

Es opcional, no mayor de una página.

www.bdigital.ula.ve

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso y a la virgen, por cada día que nos regalan y permitimos cumplir este sueño.

A nuestros padres por los esfuerzos realizados para que podamos llevar a cabo esta meta, por su apoyo constante e incondicional para poder cumplir cada uno de nuestros sueños y en especial este.

A nuestros hermanos por siempre estar presente de alguna manera u otra en cada una de nuestras metas.

Al Dr. Juan Pablo Pérez, Dra. Maribi Terán, Dr. Silvio Saba, y la Dra. Migdalia Calderón por toda su colaboración para poder llevar a cabo esta investigación.

A nuestra tutora Prof. Lorena Bustillo y cotutor Prof. Darío Sosa quienes supieron guiarnos con su experiencia a los largo de este camino.

A todas las personas que estuvieron de nuestro lado dándonos todo su apoyo y contribuyendo a la realización de este trabajo especial de grado.

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Definición y contextualización del problema	3
1.2 Delimitación del problema.....	3
1.3 Objetivos de la investigación	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación.....	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Antecedentes	7
2.2 Bases conceptuales.....	15
CAPÍTULO III.....	22
MARCO METODOLÓGICO.....	22
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	22
3.2 Población y muestra	22
3.3 Sistemas de variables	23
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5 Procedimientos, materiales, equipos e instrumentos	24
3.6 Principios bioéticos	27
3.7 Análisis de resultados.....	27

CAPÍTULO IV.....	28
RESULTADOS.....	28
4.1 Presentación de los resultados.....	28
CAPÍTULO V	41
DISCUSIÓN	41
CAPÍTULO VI.....	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
6.1 Conclusiones	47
6.2 Recomendaciones.....	48
REFERENCIAS.....	49
ANEXO A.....	54

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Impresión de modelo maestro en impresora 3D.....	27
Figura 2.	Modelo maestro.....	27
Figura 3.	Silicona por adición President® - Coltene con fecha de vencimiento 2022.....	27
Figura 4.	Silicona por adición President® - Coltene.....	28
Figura 5.	Cubetas numeradas para la toma de impresiones.....	28
Figura 6.	Yeso tipo IV marca Nic Stone.....	28
Figura 7.	Toma de impresión.....	28
Figura 8.	Impresión y modelo maestro.....	28
Figura 9.	Impresiones de las 5 siliconas en estudio marca President® Coltene.....	28
Figura 10.	Vaciados realizados inmediatamente y una hora después de la toma de impresión.....	29
Figura 11.	Modelos de las 5 siliconas en estudio marca President® - Coltene vaciados en 4 tiempos.....	29
Figura 12.	Medición de X con el Software Exocad versión 3.0 Galway.....	29
Figura 13.	Medición de Z con el Software Exocad versión 3.0 Galway.....	29
Figura 14.	Medición de Z' con el Software Exocad versión 3.0 Galway.....	29
Figura 15.	Medición de Y con el Software Exocad versión 3.0 Galway.....	29
Figura 16.	Gráfico 1. Cambios dimensionales de X (mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento.....	33
Figura 17.	Gráfico 2. Cambios dimensionales de X'(mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento.....	34
Figura 18.	Gráfico 3. Cambios dimensionales de Y (mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento.....	35
Figura 19.	Gráfico 4. Cambios dimensionales de Z(mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento.....	36

Figura 20.	Gráfico 5. Cambios dimensionales de Z' (mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento.....	37
Figura 21.	Gráfico 6. Estabilidad dimensional de X (mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento tomando en cuenta los tiempos de vaciado.....	39
Figura 22.	Gráfico 7. Estabilidad dimensional de X' (mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento tomando en cuenta los tiempos de vaciado.....	40
Figura 23.	Gráfico 8. Estabilidad dimensional de Y (mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento tomando en cuenta los tiempos de vaciado.....	41
Figura 24.	Gráfico 9. Estabilidad dimensional de Z (mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento tomando en cuenta los tiempos de vaciado.....	42
Figura 25.	Gráfico 10. Estabilidad dimensional de Z' (mm) en siliconas por en diferentes fechas de vencimiento tomando en cuenta los tiempos de vaciado.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cambios dimensionales en las siliconas por adición vigente y vencidas con respecto a las medidas X, X', Y, Z y Z.....	31
Tabla2. Estabilidad dimensional de las siliconas de adición en diferentes fechas de vencimiento de acuerdo a su tiempo de vaciado.....	38

www.bdigital.ula.ve



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE RESTAURADORA

ESTABILIDAD DIMENSIONAL DE LAS SILICONAS POR ADICIÓN POSTERIOR A SU FECHA DE CADUCIDAD

Trabajo Especial de Grado para optar al título de Odontólogo

Autores: Daniela Salazar Velásquez.
Adriana Vergara Morantes.
Tutor: Lorena Bustillos.
Cotutor: Darío Sosa.
Mérida – Venezuela, enero de 2021.

RESUMEN

Las siliconas de adición son los elastómeros más usados debido a su exactitud en el registro de las estructuras dentales, ya que presentan una adecuada estabilidad dimensional. Las técnicas de impresión utilizadas, el tipo de almacenamiento, la presencia de humedad y la fecha de vencimiento son variables que pudiesen influir en la estabilidad dimensional de estos materiales. Ninguna investigación ha tomado en cuenta la fecha de expiración de las siliconas de adición como un factor que podría repercutir sobre las características de estos materiales. **OBJETIVO:** Determinar la estabilidad dimensional de las siliconas por adición en diversos periodos una vez pasada su fecha de caducidad. **METODOLOGÍA:** Este estudio tuvo un alcance explicativo y un diseño de tipo experimental, serie cronológicas múltiples en un contexto de laboratorio. Se evaluaron 20 modelos obtenidos de impresiones tomadas a un modelo maestro impreso en 3D. Las impresiones se realizaron con siliconas por adición marca President®- Coltene, con diferentes fechas de caducidad. Se efectuaron mediciones en los modelos obtenidos y posteriormente se compararon con las medidas del modelo maestro. **RESULTADOS:** No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los diferentes tiempos de vaciados realizados, no obstante, si se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las fechas de caducidad de las siliconas estudiadas. **CONCLUSIONES:** se demostró que la estabilidad dimensional sí se ve afectada mientras más vencido se encuentre el material, sin embargo, al analizar todas las siliconas evaluadas el coeficiente de variación fue inferior al 0.5%, valor permitido por la Asociación Dental Americana.

Palabras Clave: silicona por adición, estabilidad dimensional, fecha de vencimiento.

INTRODUCCIÓN

El éxito de la Odontología Restauradora depende en gran parte de la precisión dimensional y de la reproducción de detalles de las impresiones hechas con los materiales de impresión, así como también de los modelos utilizados. El conocimiento de los diferentes materiales de impresión utilizados en odontología, sus propiedades, composición, ventajas y desventajas, son necesarios para que se puedan evitar los errores clínicos.

Las siliconas de adición son los elastómeros más usados por los profesionales así como por los estudiantes de odontología, debido a que poseen buena exactitud en el registro de las estructuras dentales en comparación con otros materiales ya que dentro de las propiedades ideales presenta una adecuada estabilidad dimensional.

Las técnicas de impresión utilizadas, el tiempo de almacenamiento, la presencia de humedad y la fecha de vencimiento son variables que pudiesen influir de manera muy marcada en la precisión de una impresión ya que se puede ver alterada la estabilidad dimensional de los materiales utilizados.

Pocos estudios han evaluado el efecto de la fecha de caducidad sobre la eficacia de algunos materiales dentales como, adhesivos, vidrios ionoméricos y resinas compuestas. De igual forma, se ha demostrado que la vida útil de diversos materiales dentales percederos tenía una mayor longevidad de lo que indicaba su fecha de expiración. Por otro lado numerosos estudios evalúan la estabilidad dimensional de las siliconas por adición de cuerpo pesado, pero ninguna investigación ha tomado en cuenta su fecha de expiración como un factor que podría repercutir sobre las características básicas propias de estos materiales de impresión.

Para que una rehabilitación sea exitosa es importante tomar en cuenta las instrucciones que presentan los materiales de impresión hechas por sus casas fabricantes así como su fecha de vencimiento para obtener una reproducción exacta y fidedigna del modelo de estudio. Es por ello que el objetivo de esta investigación es determinar la estabilidad dimensional de las siliconas por adición marca President®-Coltene de cuerpo pesado una vez pasada su fecha de caducidad.

Siguiendo los criterios de Hernández et al. éste estudio tuvo un alcance explicativo y el diseño de esta investigación de tipo experimental, tipo series cronológicas múltiples en un contexto de laboratorio. Para este estudio fueron utilizados un total 20 modelos obtenidos de impresiones tomadas a un modelo maestro impreso en 3D con acrílico diseñado para semejar las condiciones de un paciente edéntulo total. Las impresiones se realizaron con siliconas por adición marca President®- Coltene, con diferentes fechas de caducidad.

Este informe consta de cinco capítulos constituidos de la siguiente manera:

Capítulo I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: está conformado por la definición y la contextualización del problema, el objetivo general, los objetivos específicos y la justificación.

Capítulo II. MARCO TEÓRICO: constituido por los antecedentes de trabajos relacionados a nuestro objeto de investigación.

Capítulo III. MARCO METODOLÓGICO: comprende el tipo, diseño y sistema de variables, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, procedimientos, materiales, equipos e instrumentos, principios bioéticos, plan de análisis de resultados y el plan de trabajo.

Capítulo IV. RESULTADOS: conformado por los resultados de esta investigación

Capítulo V. DISCUSIÓN: se presenta la interpretación y alcances de los resultados, así como la confrontación de éstos con la literatura, principalmente los estudios previamente citados en los antecedentes.

Capítulo VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES: constituido por los resultados más relevantes encontrados, sus implicaciones, y las recomendaciones sugeridas de esta investigación, especialmente relacionadas con las aplicaciones clínicas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los materiales para impresión son productos que se utilizan para copiar o reproducir en negativo los tejidos blandos y duros de la cavidad oral. Dicha reproducción después servirá para el vaciado del material y con esto elaborar el modelo respectivo^{1,2}.

Entre las características ideales que deben presentar estos materiales se encuentran: olor, sabor y color agradable, ausencia de componentes tóxicos, deben fraguar o gelificar con rapidez, fluir sobre todos los tejidos orales, consistencia y textura satisfactoria, buena relación precio calidad, caducidad adecuada para el almacenamiento, distribución y estabilidad dimensional ante variaciones de temperatura y/o humedad en la clínica o laboratorio³⁻⁵.

Dentro de los materiales de impresión podemos hallar los materiales rígidos, como yesos para impresiones y pastas zinquenólicas; materiales termoplásticos como los compuestos para modelar y ceras para impresiones y por último los elásticos como los hidrocoloides reversibles e irreversibles, polisulfuros, poliésteres y siliconas^{1,6,7}.

El conocimiento sobre dichos materiales de impresión, sus propiedades, composición, ventajas y desventajas, son necesarias para que se puedan evitar ciertos errores clínicos⁸ que van a depender del cumplimiento exacto y estricto de las instrucciones por parte la casa fabricante, dosificación correcta, manipulación y espera del tiempo necesario para lograr la polimerización o fraguado total del material según sea el caso⁶.

Actualmente, los elastómeros son los materiales de impresión más utilizados⁵, se destacan ya que ellos son capaces de reproducir las estructuras de la cavidad oral con exactitud clínica aceptable⁸. En la clasificación de los elastómeros se encuentran las siliconas por condensación y de adición; estas últimas son las más usadas por

los odontólogos, así como por los estudiantes de odontología, debido a su exactitud en el registro de las estructuras dentales⁹ ya que dentro de las propiedades ideales presenta una adecuada estabilidad dimensional¹⁰.

La estabilidad dimensional es aquella propiedad de los materiales, que al ser sometidos a cambios de temperatura y humedad, tienden a conservar su forma y sus dimensiones originales, sin ser alteradas¹¹. Si esta propiedad se ve alterada, en cierta medida, tanto los modelos como la confección de la futura prótesis no obtendrán los resultados esperados⁶. Estas propiedades se pueden ver alteradas por diversas causas, una de ellas podría ser la fecha de caducidad de las siliconas.

En este ámbito se han reportado pocos estudios que evalúen el efecto de la fecha de caducidad sobre la eficacia de algunos materiales dentales como, adhesivos, vidrios ionoméricos y resinas compuestas¹²⁻¹⁴, de igual forma, se ha demostrado que la vida útil de diversos materiales dentales percederos tenían mayor longevidad de lo que indicaba su fecha de expiración según la casa fabricante¹³. Por esta razón nace la inquietud de estudiar si surgen cambios en la estabilidad dimensional de las siliconas por adición marca President®- Coltene de cuerpo pesado, una vez pasada su fecha de caducidad debido a que existen estudios que evalúan la estabilidad dimensional de estos materiales^{5-9,15-19}, pero no han tomado en cuenta su fecha de expiración como un factor que podría repercutir sobre las características básicas propias de estos materiales de impresión. En Venezuela gran parte de la población tanto estudiantil como profesional en el área de la odontología han tenido que recurrir al uso de estos materiales aún en su condición de materiales vencidos, debido a las limitaciones existentes en el mercado para la adquisición de los mismos sumado a los altos costos de estos productos a precios internacionales, por lo tanto surge la siguiente interrogante ¿La fecha de caducidad de las siliconas por adición marca President®- Coltene de cuerpo pesado puede alterar la estabilidad dimensional de estos materiales?

1.1 Objetivos de la investigación

1.1.1 Objetivo general

Determinar la estabilidad dimensional de las siliconas por adición marca President®- Coltene de cuerpo pesado en diversos periodos una vez pasada su fecha de caducidad.

1.1.2 Objetivos específicos

- Describir los cambios dimensionales que se presentan en las siliconas por adición marca President®- Coltene de cuerpo pesado vencidas.
- Comparar la estabilidad dimensional de las siliconas por adición marca President®- Coltene de cuerpo pesado vencidas con los grupos control.

www.bdigital.ula.ve

1.2 Justificación

El uso de los materiales de impresión, en especial, las siliconas son esenciales para el éxito de la rehabilitación protésica, la fecha de caducidad es una de las características más relevantes a tomar en cuenta para el uso de estos materiales ya que podrían o no alterar sus propiedades. Sin embargo, pocos estudios han evaluado el efecto de la fecha de caducidad sobre la efectividad de algunos materiales dentales, e incluso no se han encontrado investigaciones que se hayan dedicado a estudiar la estabilidad dimensional de las siliconas por adición una vez pasada su fecha de caducidad, por lo tanto, se hace pertinente el presente estudio para conocer o no las alteraciones que podrían sufrir las siliconas por adición marca President®- Coltene de cuerpo pesado una vez pasada su fecha de caducidad.

Partiendo de lo anteriormente mencionado, conocer la relación existente entre la estabilidad dimensional de estos materiales y su fecha de caducidad permitirá a los odontólogos y estudiantes de odontología en Venezuela considerar extender o no el uso de las mismas debido a que la situación actual del país ha llevado a este personal a recurrir al uso de estos, incluso los materiales de impresión cuya fecha de vencimiento ya ha pasado, debido a los altos costos en la adquisición de estos productos a precios internacionales, que generarían incrementos en el costo de tratamientos odontológicos donde es usado este material.

Considerar extender el uso de las siliconas de adición, beneficiaría tanto a los servicios privados como públicos, además de las distintas facultades de odontología a nivel nacional, que debido a la pandemia han suspendido sus actividades y en consecuencia este material continúa almacenado de manera indefinida.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En este capítulo se recopilan diferentes estudios citados en orden temático, organizados a su vez en subtítulos y dentro de cada apartado los antecedentes serán descritos cronológicamente, el orden establecido es el siguiente: estabilidad dimensional de las siliconas por adición según las marcas comerciales y tiempo de vaciado, estabilidad dimensional de las siliconas por adición según su almacenaje, estabilidad dimensional de las siliconas por adición según el vaciado, estabilidad dimensional de las siliconas por adición según la desinfección y uso de opacificantes, estabilidad dimensional de las siliconas por adición junto con el uso de adhesivos, estabilidad dimensional de las siliconas por adición según la técnica de impresión.

2.1.1 Estabilidad dimensional de las siliconas

2.1.1.1. Estabilidad dimensional de las siliconas por adición según las marcas comerciales y tiempo de vaciado.

En 2010 Rodríguez y Bartlett¹⁹ realizaron un estudio in vitro con el objetivo de evaluar la estabilidad dimensional de ocho materiales de impresión de uso común durante un período de 12 semanas. Para este estudio utilizaron siete siliconas por adición y un polieter, se tomaron 10 impresiones a un bloque de metal (bloque ADA) conforme a la especificación de la Asociación Dental Americana para materiales de impresión y de otro bloque de metal (bloque personalizado) que permitió mediciones en un área de superficie más grande. Las impresiones y los bloques se escanearon en un perfilómetro láser, las mediciones se realizaron a las 24 h, 2, 4, 8 y 12 semanas. Los datos mostraron que hubo variaciones para todos los materiales de impresión en comparación con las mediciones directas de los bloques y que hubo diferencias en las

medidas en función del tiempo. Finalmente concluyeron que todos los materiales de impresión probados en este estudio cumplieron con la afirmación de los fabricantes de ser dimensionalmente estable hasta dos semanas y todos los materiales mostraron cambios lineales dentro de los límites permitidos recomendados por la Asociación Dental Americana.

En 2011 Al-Zarea y Sughaireen¹⁷ realizaron un análisis comparativo con el fin de investigar la exactitud dimensional de cuatro marcas comerciales de siliconas por adición. Para la evaluación de la estabilidad dimensional midieron las dimensiones de los modelos obtenidos a partir de impresiones tomadas de un modelo maestro de acero inoxidable y se realizó un análisis estadístico para comparar las mediciones de los moldes analizados; las mediciones se realizaron a 1 hora, 2 días, 1 y 2 semanas después de la toma de impresión. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la precisión de los materiales probados ya que no hubo variaciones a lo largo del tiempo. Por lo que concluyeron que las siliconas por adición probadas mostraron precisión a lo largo del tiempo, pudiendo retrasarse hasta 4 semanas su vaciado sin cambios significativos en su estabilidad dimensional y que la diferencia de precisión de las siliconas adicionales probadas puede atribuirse a las propiedades inherentes de cada material y debido a la técnica de impresión.

Este mismo año Garrofé et al.¹⁸ realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la estabilidad dimensional lineal de diferentes elastómeros para impresión. Para ello se confeccionó una matriz metálica con sus correspondientes cubetas individuales. Se tomaron tres impresiones con cada material a esta matriz. Se utilizaron tres siliconas por adición: Examix-GC®(AdEx), Aquasil-Dentsply®-(AdAq), y Panasil – Kettenbach®-(AdPa); y tres siliconas por condensación: Densell-Dental® Medrano (CoDe), Speedex-Coltene®-(CoSp), y Lastic-Kettenbach®-(CoLa). Se realizaron todas las impresiones utilizando dos consistencias: pesada y liviana, con la técnica de un solo tiempo. Luego se tomaron fotografías estandarizadas a diferentes intervalos de tiempo (0, 15, 30, 60, 120 minutos; 24 horas; 7 días y 14 días), con una cámara fotográfica digital, utilizando un dispositivo ad-hoc. Las imágenes se analizaron con un software de procesamiento de imágenes (Image Tool) realizando la medición de la

distancia entre las intersecciones de surcos previamente realizados en la porción superior de la matriz y se encontraron diferencias significativas para el tipo de polimerización, marca y tiempo de almacenamiento. Finalmente concluyeron que el tiempo de almacenamiento de la impresión, el tipo de material y la marca utilizada afectaría significativamente la estabilidad dimensional lineal de elastómeros para impresiones.

En el 2018 Martínez y Ospina²⁰ realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la exactitud en el copiado y estabilidad dimensional de tres diferentes marcas de siliconas de adición utilizadas en el mercado colombiano, 3M Express XT Penta heavy light body (Minnesota Mining and Manufacturing Company), Zhermack® elite HD putty soft and light body y Panasil putty fast set and light body (Kettenbach®). Para ello se evaluaron 60 modelos en yeso que resultaron de la impresión de un modelo maestro. Con un calibrador manual realizaron medidas del alto y ancho de los pilares y del espacio entre ellos. Para determinar la exactitud, las medidas del modelo en yeso se compararon con las del modelo maestro, y la estabilidad dimensional se evaluó comparando las medidas de los modelos de acuerdo con el momento de vaciado, inmediato, a la hora, 24 horas y una semana, y observaron que no se encontraron diferencias significativas entre las medidas de los modelos de cada marca de silicona y el modelo maestro, ni entre las medidas de los modelos en cada momento de vaciado por lo que concluyeron que las tres marcas comerciales de siliconas de adición evaluadas presentan adecuada exactitud y estabilidad dimensional.

En el 2019 Hinostroza Medina²¹ realizó un estudio comparativo con el objetivo de determinar la estabilidad dimensional de las siliconas de adición mediante el análisis CAD/CAM. Para lo cual se realizaron 30 impresiones, dividiéndolas en 3 grupos, grupo 1 (Zhermack® - Elite HD), grupo 2 (Express® - 3M), grupo 3 (President® - Coltene), las cuales fueron tomadas a un modelo base impreso en 3D, escaneadas mediante Shinning extraoral y medidas por medio del software Exocad 2018 en diferentes tiempos después de haber sido tomada la impresión a 1, 8, 12, y 24 horas; después de 1 hora por cada grupo se seleccionaron 5 impresiones para el

almacenamiento en sellado hermético y al aire libre. Donde observaron que el grupo 2 es el material que mejor comportamiento de estabilidad presentó respecto a los medios de almacenamiento, se mostró como resultado que la silicona del grupo 2 reveló mejor comportamiento al ambiente, grupo 1 tiene buena respuesta al conservarse en funda sellada, mientras que el grupo 3 se aproxima a los valores del modelo base en los dos medios de almacenamiento sin presentar medidas significativas relevantes. Finalmente concluyeron que la estabilidad dimensional de las siliconas de adición evaluadas está en dependencia de dos elementos importantes, medio de almacenamiento y el tiempo.

2.1.1.2 Estabilidad dimensional de las siliconas por adición según su almacenaje.

En el año 2017 Minaya Llerena²² realizó un estudio donde se evaluó la estabilidad dimensional de materiales de impresión utilizados en prótesis total: polisulfuros, siliconas de adición y pasta zinquenólica según su almacenamiento. Se tomaron 120 impresiones a un modelo maestro de acrílico, las cuales fueron divididas en tres grupos, de las cuales cada uno constó de 40 impresiones de Polisulfuros (Coe Flex®- Lead Free) Siliconas de adición (Zhermack® Elite HD) y Pasta zinquenólica (Cavex® Outline), respectivamente. De las 40 impresiones con cada material, se almacenaron 20 impresiones a temperatura ambiente en bolsas con cierre hermético y 20 a la intemperie en una misma sala y a temperatura ambiente. Cada impresión fue vaciada en los tiempos indicados según las indicaciones del fabricante con Yeso tipo IV (Whip Mix Silky®-Rock). Finalmente se evidenciaron cambios dimensionales leves en los polisulfuros, siliconas de adición y pasta zinquenólica utilizados en prótesis totales, se pudo observar que los Polisulfuros presentan más diferencias de estabilidad que las Siliconas de adición, entre los polisulfuros y pasta zinquenólica hay mayor cambio dimensional de los polisulfuros, y entre la silicona de adición y pasta zinquenólica, la silicona de adición es menos estable que la pasta zinquenólica.

2.1.1.3 Estabilidad dimensional de las siliconas por adición según el vaciado.

En el 2015 Marín Guerra¹¹ realizó un estudio con el fin de determinar el tiempo límite en que se puede dejar una impresión sin realizar su vaciado conservando las dimensiones originales. Debido a que existen muchos factores que alteran las mencionadas dimensiones, se decidió usar únicamente el tiempo como factor principal para analizar en ambas siliconas y así determinar hasta tiempo se pueden conservar las dimensiones. A diferencia de otros estudios, se usó una cubeta rígida metálica perforada para dentados colocando una cantidad de material similar a la que se usaría en un paciente. Los resultados demostraron que las siliconas de adición conservan mucho mejor las dimensiones que las de condensación solamente en función del tiempo, obviando otros factores como cambios de temperatura y soluciones desinfectantes.

En el 2016 García Becerra⁹ determinó el efecto del tiempo en la estabilidad dimensional de siliconas de adición y siliconas de condensación en tres vaciados sucesivos y compararon los resultados de las 8 medidas establecidas en los 2 tipos de siliconas de adición y condensación según varios tiempos, 60 minutos, 24 horas, y 7 días, donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los tiempos antes mencionados en ambas siliconas, específicamente en la altura del premolar, en la distancia entre pilares a nivel gingival y finalmente el promedio de la mejor estabilidad dimensional en ambas siliconas en los 3 tiempos, se dio en el molar a nivel gingival.

2.1.1.4 Estabilidad dimensional de las siliconas por adición según el vaciado y condiciones de almacenaje.

En el 2016 Cárdenas Haro²³ realizó un estudio con el propósito de evaluar la eficacia y estabilidad dimensional entre tres materiales de impresión para prótesis total: siliconas de adición, hidrocoloides irreversibles y poliéter. Para este estudio se obtuvo un total de 180 muestras, las cuales fueron divididas en 3 grupos, de los cuales cada uno constó de 60 impresiones de silicona de adición, poliéter y alginato,

respectivamente. De las 60 impresiones con cada material, 20 fueron vaciadas a las 24 horas posteriores a la toma de impresión, 20 a las 48 y 20 a las 72 horas después de su obtención. Con los diferentes materiales se almacenaron 30 impresiones según las indicaciones de almacenamiento indicadas por el fabricante y 30 a la intemperie en una misma sala y a temperatura ambiente. Cada impresión fue vaciada en los tiempos indicados anteriormente con Yeso Tipo IV. Al analizar los resultados en lo que se refiere a silicona de adición, a las 24 horas difiere al valor estadístico obtenido a las 48 horas y a las 72 horas siguiendo las indicaciones del fabricante para su almacenamiento. Finalmente se concluyó que el material que presenta mayor estabilidad dimensional a lo largo del tiempo es el poliéter, siguiéndolo la silicona de adición y luego el alginato.

2.1.1.5 Estabilidad dimensional de las siliconas por adición según la desinfección y uso de opacificantes.

En el 2010 Goiato et. al.²⁴ realizaron un estudio sobre el efecto de los opacificantes en la estabilidad dimensional y la reproducción de detalles de las siliconas de uso maxilofacial, para se utilizaron un total de 90 muestras de siliconas Silastic MDX ® y se dividieron en grupos de acuerdo con el contenido de opacificantes y solución desinfectante que fueron utilizadas. Las muestras se desinfectaron 3 veces por semana durante 60 días y luego se sometieron a un envejecimiento acelerado durante 1008 horas. Los resultados se analizaron y se evidenciaron cambios dimensionales en las muestras a lo largo del tiempo, por lo que concluyeron que la incorporación de opacificantes altera la estabilidad dimensional de las siliconas utilizadas en prótesis faciales, sin embargo, no parece tener influencia en la reproducción de detalles.

En el 2011 Filie´ Haddad et al.²⁵ evaluaron la influencia de la desinfección química y envejecimiento acelerado en la estabilidad dimensional y la reproducción de detalles de siliconas que contienen opacificantes y/o pigmentos. Para ello se utilizaron un total de 120 muestras de silicona Silastic® y se dividieron en grupos según el pigmento y/o opacificante y la solución desinfectante utilizada. Las muestras

se desinfectaron 3 veces por semana durante 60 días y luego se sometieron a un envejecimiento acelerado durante 1008 horas. Los resultados se analizaron mediante el análisis de varianza de medidas repetidas de 3 vías y la prueba de Tukey. Todos los grupos mostraron cambios dimensionales a lo largo del tiempo, por lo que concluyeron que el desinfectante, el pigmento y el envejecimiento acelerado afectaron la estabilidad dimensional de las siliconas utilizadas en prótesis faciales, pero no parece influir en la reproducción de detalles.

En el 2017 Nascimento Martins²⁶ realiza un estudio con el propósito de evaluar las alteraciones dimensionales de 5 siliconas de adición y un poliéter cuando son sometidos a desinfección con una solución de hipoclorito de sodio y esterilización en autoclave. Para cada material de impresión se obtuvo un total de 90 muestras, todos los materiales fueron mezclados con una mezcladora automática y las mediciones fueron realizadas con el láser interferométrico Agilent HP y la solución desinfectante utilizada fue de hipoclorito de sodio con una concentración de 5,25%. Al analizar las muestras se evidenció que las siliconas de adición sufren alteraciones dimensionales cuando son sometidas a desinfección o esterilización, independientemente del tiempo que fue estipulado en este trabajo por lo que se concluye que las alteraciones dimensionales de las siliconas de adición y del poliéter que han sido evaluados en este trabajo, no son clínicamente significativas cuando se someten a los procedimientos de desinfección y esterilización, independientemente del tiempo estipulado.

2.1.1.6 Estabilidad dimensional de las siliconas por adición junto con el uso de adhesivos para cubetas.

En el año 2016 Sosa Carrero²⁷ realiza su investigación con el objetivo de comparar la exactitud dimensional de impresiones con silicona de adición con y sin adhesivo mediante la realización de un estudio experimental in-vitro que se realizó con 10 impresiones de siliconas de adición con el uso de adhesivo, y 10 impresiones sin el uso de adhesivo. El resultado del estudio es que la estabilidad dimensional en las impresiones con silicona de adición con el uso de adhesivo es superior a las

impresiones donde no se utilizó adhesivo. Concluyendo que el uso de adhesivo en la toma de impresión con silicona de adición es el responsable de la formación de un sistema de fuerzas adhesivas que evitan el desgarre y desprendimiento de las siliconas de la cubeta, lo que permite que el copiado sea más fiel y exacto.

Andrade Yépez²⁸, realizó una investigación que tuvo el objetivo de comparar la resistencia a la tracción cuando se usa adhesivos para cubeta, al emplear polivinil siloxano y polidimetil siloxanos sobre una cubeta individual, utilizando un total de 24 muestras divididas en 4 grupos: 2 de silicona de adición y 2 de condensación, cada uno con y sin adhesivo respectivamente. Cada uno de estos especímenes fueron sometidos a una carga de tracción en la máquina universal de ensayos, que midió la carga máxima (newtons) necesaria para separar al material de la cubeta; y los resultados se compararon y evaluaron utilizando un análisis de varianza y prueba de t student. Obteniendo como resultados que la silicona de adición, presentan valores que indican una diferencia estadísticamente considerable entre ambos con y sin adhesivo, encontrando valores que nos indican que las muestras que fueron tratadas con adhesivo universal para cubetas, presentaron mayor resistencia a las pruebas de tracción que sus equivalentes sin adhesivo. Finalmente concluyó que el adhesivo universal para cubetas Zhermack® utilizado en conjunto con la silicona de adición Zhermack®: Pasta Pesada Elite HD+ Putty, aumentó exponencialmente la resistencia de la misma a las distintas fuerzas traccionales y de separación que se producen al momento de la toma y retiro de las impresiones dentales.

2.1.1.7 Estabilidad dimensional de las siliconas por adición según la técnica de impresión utilizada.

En el año 2018 Aguirre Becerra²⁹ realizó un estudio con el objetivo de comparar la estabilidad dimensional de los modelos definitivos obtenidos mediante dos técnicas de impresión con siliconas de adición. Se confeccionó una matriz metálica de acero inoxidable y se tomaron 40 impresiones con siliconas de adición, 20 de ellas según la técnica de un paso, cuerpo pesado y liviano de manera inmediata, y 20 de ellas según la técnica de 2 pasos, primero cuerpo pesado y posteriormente cuerpo

liviano. El vaciado se realizó con yeso tipo IV. Los datos fueron procesados para determinar la diferencia de medias entre los grupos experimentales y se concluyó que los modelos obtenidos a partir de la técnica de impresión de un paso presentan mayor estabilidad dimensional a comparación de los modelos obtenidos con la técnica de impresión de dos pasos.

Vergara Vélez³⁰ mediante la recopilación bibliográfica realizada en su investigación orienta y da a conocer a los aspectos a considerar en un material de impresión definitiva y facilitar la elección del más idóneo para optimizar y facilitar la atención y tratamiento en pacientes edéntulos totales, determinando las características de los materiales de impresión definitivos utilizados en pacientes edéntulos totales, para este estudio se recopiló información pertinente de diversos artículos y revistas científicas sobre pasta zinquenólica y las siliconas, los cuales, a pesar de ser muy diferentes, demostraron ofrecer resultados similares en cuanto a la reproducción de detalles anatómicos. Sin embargo, considerando otros factores como la manipulación, el tiempo de fraguado, estabilidad dimensional, entre otros, concluyó que la silicona de adición de consistencia regular es el material de impresión definitiva que se asemeja más a la expectativa de material de impresión ideal.

2.2 Bases conceptuales

2.2.1 Impresión dental

Reproducción, copia o registro en negativo de los tejidos blandos y duros de la cavidad oral, realizada con materiales biocompatibles fabricados para replicar las piezas dentales y rebordes maxilares y mandibulares. Para posteriormente al ser vaciada en yeso obtener en positivo el modelo de las estructuras bucales^{1,31}.

Para una correcta toma de impresión, resulta necesario el uso de materiales en estado plástico que cuando sufren el ciclo de polimerización, se conviertan en materiales estables y que no sufran distorsiones dimensionales. La impresión ha de ser fiel a la realidad, registrando con exactitud las estructuras de la cavidad oral del paciente³².

2.2.1.1 *Impresiones analógicas*

Para la realización de una impresión por técnicas convencionales es necesaria la utilización de una cubeta que permita transportar y soportar el material, además del material de impresión encargado del registro de las estructuras de la boca del paciente³².

A pesar de la evolución tecnológica y el desarrollo del sistema CAD/CAM y de escáneres intraorales, las impresiones convencionales son de extrema importancia para efectuar la transferencia de información de la clínica al laboratorio, siendo aún de las más utilizadas²⁶.

2.2.1.2 *Impresiones digitales*

Quando hablamos de impresión digital, hacemos referencia al proceso de impresión directa de un archivo digital a cualquier tipo de material, es una impresión asistida por un ordenador, recogidas mediante el uso de sistemas CAD/CAM, es un método sencillo ya que facilitan a los odontólogos, y a los laboratorios dentales la reproducción de las estructuras anatómicas, para el desarrollo y elaboración de las prótesis dentales²¹.

Un dispositivo óptico capta la información de la impresión recopilando los datos y los muestra en la pantalla de la computadora, el profesional analiza la imagen y si es necesario efectuar modificaciones se las realiza hasta alcanzar una imagen satisfactoria. La utilización de los escáneres intraorales permite eliminar los errores asociados a la técnica de toma de impresiones y confección de modelos al ser eliminados estos dos pasos^{21,32}.

2.2.2 **Materiales de impresión**

Son productos que se utilizan para copiar o reproducir en negativo los tejidos duros y blandos de la cavidad oral. Los materiales de impresión, en el momento de su utilización, son llevados a la boca en estado plástico o semifluido, endureciendo tras un proceso de fraguado, obteniendo de esta forma, una imagen en negativo de las estructuras orales^{1,32}

2.2.2.1.1 Clasificación de los materiales de impresión

Los materiales dentales se pueden clasificar de acuerdo con sus propiedades físicas en:

Rígidos: su característica es que al endurecer se presentan rígidos o de consistencia dura.

- Yesos
- Compuestos zinquenólicos. (Óxidos metálicos)

Termoplásticos: son materiales o compuestos para modelar rígidos a temperatura ambiente, y al presentarse a elevadas temperaturas se tornan de consistencia plástica, dentro de la cavidad oral recobra su rigidez al bajar la temperatura.

- Ceras
- Compuestos de modelar.

Elásticos: son materiales que se caracterizan por permanecer en estado elástico y flexible después de haber tenido contacto con la cavidad oral.

- Hidrocoloides reversibles; AGAR – AGAR
- Hidrocoloides irreversibles; Alginato
- Polisulfuros o mercaptano
- Siliconas de adición y condensación
- Poliéteres¹.

2.2.2.2 Requisitos de los materiales de impresión

El conocimiento de las propiedades físicas y biológicas de los diferentes materiales existentes en el mercado, así como sus ventajas y desventajas, se considera un prerrequisito fundamental para el éxito de la restauración protésica. Según Cova los materiales de impresión deben cumplir los siguientes requerimientos:

- Olor, sabor y color agradables
- Ausencia de componentes tóxicos o irritantes
- Caducidad adecuada para almacenamiento y distribución
- Buena relación calidad/precio
- Fácil utilización con poco equipamiento

- Polimerización según los requisitos clínicos
- Consistencia y textura satisfactorias
- Buena exactitud en el copiado de tejidos orales
- Propiedades elásticas que permitan la remoción del material de la boca y una buena recuperación elástica
- Fuerza adecuada de modo a evitar fracturas durante la remoción
- Estabilidad dimensional ante variaciones de temperatura y humedad en la clínica y en el laboratorio.
- Precisión clínica
- Permitir su desinfección sin pérdida de precisión
- Que no libere gases u otros subproductos durante la polimerización o vaciado¹

2.2.2.2.1 *Estabilidad dimensional*

Característica y capacidad de los materiales de impresión para mantener su forma, estructura o dimensiones con el tiempo al estar expuestos a cambios de temperatura, o a un tiempo prolongado de trabajo²¹.

Los materiales de impresión deben presentar, entre otras característica, una adecuada estabilidad dimensional durante largos períodos de tiempo, de modo de permitir que el operador pueda vaciar la impresión cuando mejor le convenga y confeccionar los modelos de yeso sin ningún tipo de distorsión. Esta propiedad está inversamente relacionada con la liberación de productos de reacción durante la polimerización, es decir, cuantos menos productos liberados, mejor será su estabilidad dimensional. Por esta razón, las siliconas por adición son los materiales que presentan una mayor estabilidad dimensional a lo largo del tiempo²⁶.

2.2.3 **Elastómeros**

Los elastómeros son los materiales de impresión más utilizados para la toma de impresiones en prostodoncia. Se caracterizan por estar compuestos por polímeros sintéticos y características plásticas, es decir son materiales elásticos, no son

compatibles con el agua por lo tanto son hidrófobos y su mecanismo de endurecimientos se denomina polimerización.^{21,26}

2.2.3.1 Siliconas

Las siliconas son materiales de impresión con característica elástica a base de polidimetil siloxano o polivinil siloxano. El nombre está basado en su composición por la presencia de sílice y oxígeno¹.

Las siliconas son usadas en procedimientos de rehabilitación oral como es el caso de tomas de impresiones para prótesis fija, prótesis parcial removible, prótesis total, registros de mordidas y en procedimientos de laboratorio dental¹.

De acuerdo a su composición pueden clasificarse en siliconas de adición y siliconas de condensación¹. Las siliconas pueden tener cuatro tipos de viscosidades: Extra lighth-body, light-body, medium-body o regular-body, heavy-body y putty.¹

2.2.3.1.1 Siliconas por adición

Estas se denominan comúnmente como polivinilsiloxanos (PVS) o vinil polisiloxanos, son también materiales de impresión elásticos basados en siliconas terminadas en vinilo, siliconas terminadas en hidrógeno y un ácido cloroplatínico¹.

Al contrario de las siliconas de condensación, la reacción de polimerización de la silicona de adición es una polimerización de adición entre el divinilsiloxano y el polimetilhidrosiloxano, utilizando una sal de platina como catalizador. Esta reacción consiste en la unión del vinilsiloxano del material base con un hidrógeno siloxano a través de un catalizador de platina. No obstante, el polimetilhidrosiloxano residual del material puede desencadenar una reacción secundaria que, aunque no se dé la formación de un subproducto, lleva a la producción de gas de hidrógeno. El hidrógeno que resulta de esta reacción no afecta la estabilidad dimensional de la silicona de adición, pero puede facilitar la aparición de poros en los modelos de yeso vaciados inmediatamente tras las impresiones, por esta razón es recomendable esperar una hora para el posterior vaciado^{1,20,21,26,29}.

2.2.3.1.2 *Propiedades de las siliconas por adición*

Tiempo de trabajo y de polimerización: las siliconas por adición se caracterizan por tener un tiempo de trabajo y polimerización más largo en comparación con las siliconas por condensación, en el caso de la silicona de adición marca President®-Coltene el tiempo de trabajo es de 1'10''.

Fluidez: hace referencia a la consistencia del producto y hace que los materiales tengan distintas viscosidades, viscosidad fluida ideal para la reproducción de detalles finos y viscosidad densa proporciona rigidez en la impresión. Su fluidez es similar a la de los poliéteres y va variar de acuerdo con la marca comercial.

Tixotropía: las siliconas por adición son materiales tixotrópicos, no fluyen en la cubeta pero fluyen a la menor presión en el margen gingival y espacios interdentarios.

Recuperación elástica: presentan casi un 100% de recuperación elástica.

Flexibilidad: tienen menor flexibilidad que las siliconas por condensación, lo que hace que el material sea algo rígido y algunas veces se dificulte la remoción de la impresión.

Rasgado: las siliconas en general ofrecen buena resistencia al rasgado.

Reproducción de detalles: ofrece al ámbito de la rehabilitación una buena reproducción de los detalles anatómicos de estructuras orales, además no sufre exageradas distorsiones hasta máximo 7 días de haber tomado la impresión, esto podría variar de acuerdo a la casa comercial.

Toxicidad: A pesar de que el catalizador es ácido cloroplátinico no es considerado tóxico para el paciente ya que es un elemento fisiológicamente neutro.

Estabilidad dimensional: de todos los materiales elásticos las siliconas de adición son las que presentan mejor estabilidad dimensional¹.

2.2.4. Escáner para procesos CAD/CAM

Un escáner es un dispositivo tecnológico que permite obtener y digitalizar diversas imágenes, elementos, objetos o información de todo tipo, para leerla, procesarla y hacer uso apropiado y conveniente de ella; también expone que son equipos similares a una cámara fotográfica, pero se diferencian en el campo de visión,

ya que el escáner presenta uno a manera de cono, que, además, no recoge información de zonas que se encuentren ocultas a su lente. Generalmente, para lograr un registro completo de la superficie del objeto, se realizan varios escaneos, ya que solo uno solo no lograría cumplir con este objetivo. El paso de un objeto real a uno virtual tridimensional, se logra gracias a que el escáner almacena los datos recogidos y los convierte en una nube de puntos, a partir de la cual se forma una malla poligonal del modelo digital^{21,33}.

2.2.5 Escáner intraoral

El escáner intraoral se ha descrito como un dispositivo clínico odontológico que se compone de varias partes, tales como una pequeña cámara de mano que constituye el hardware, un computador y un software; el objetivo de este sistema es registrar de manera digital la geometría tridimensional de un objeto, pero manteniendo los detalles y precisión del mismo²¹.

2.2.6 Escáner extraoral

Son dispositivos que tienen la capacidad de crear modelos digitalmente, en base a un registro de la morfología superficial de modelos de escayola o de impresiones convencionales²¹. Es un método indirecto de obtención de modelos digitales que se obtiene al escanear indirectamente impresiones y modelos, se ha convertido en una herramienta versátil y de mucha confianza para trabajos de digitalización dentro del laboratorio dental. Existen en el mercado escáneres ópticos y mecánicos, los ópticos pueden ser de tipo de luz láser o de luz blanca^{21,33}.

Escáneres de luz blanca, tiene la opción de tener mayor exactitud al disponer de multitud de bandas que se van orientando a distintas angulaciones. Escáneres de luz láser produce menos reflejos en la superficie del modelo siendo perjudicial para el escaneado²¹.

2.2.6 Escaneado 3D

El escaneado 3D es el análisis de un objeto para recabar información de su superficie obteniendo un modelo digital tridimensional del mismo. Se realiza mediante escáneres 3D³⁴.

El propósito de cualquier escáner 3D es crear una “nube de puntos” que represente la superficie del objeto que se quiere escanear. Estos puntos se utilizan para extrapolar la forma del objeto, en un proceso llamado reconstrucción³⁴.

2.2.7 Exocad

Exocad es una opción de software para los fabricantes líderes de sistemas CAD/CAM. Es un sistema que garantiza los diseños de coronas o estructuras para restauraciones rehabilitadoras, usando como complemento el sistema de escáner, el exocad ofrece libertad de ajustes e individualización según las necesidades e indicaciones de rehabilitación siendo una herramienta moderna para la producción de trabajos digitales de alta calidad^{21,34,35}.

2.2.8 Impresoras 3D

Es un dispositivo capaz de reproducir un objeto sólido tridimensional a partir de un diseño hecho en un ordenador. Existen diferentes tipos de impresoras de acuerdo al tipo de impresión a realizar:

Modelado por deposición fundida (filamentos) (FDM) Las impresoras que usan esta tecnología crean capas de abajo hacia arriba, en donde un filamento termoplástico se calienta hasta alcanzar un estado semilíquido y se va extruyendo a través de un cabezal en forma de gotas ultrafinas³⁶.

Sinterizado selectivo por láser (SLS) Esta técnica utiliza un láser de gran poder para fusionar partículas de un material de impresión en polvo. Se logra obtener una muy buena reproducción de detalles y geometrías complejas³⁶.

Impresión directa en metal DMP (direct metal printing) o DMLS (direct metal laser sintering). Es una tecnología que consiste en la impresión de metal o aleaciones metálicas provenientes de un archivo CAD en donde se sinteriza metal en polvo, un láser de alta precisión es dirigido a partículas de metal en polvo para construir delgadas capas de metal una a una³⁶.

Estereolitografía (Resina) (SLA - stereolithography apparatus) En este proceso se transforma un fotopolímero líquido en un patrón sólido mediante la activación con luz ultravioleta, una capa a la vez. El polímero foto reactivo es selectivamente expuesto a la luz para formar capas delgadas siendo “dibujadas” con un láser³⁶.

2.2.9 Materiales utilizados para impresiones 3D

Si bien existen muchos materiales de impresión, en la práctica clínica odontológica se utilizan básicamente dos: metal y resina. Pocas compañías ofrecen impresoras de metal mediante el proceso de SLS o DMP que corresponde a una sinterización laser de 20 aleaciones de metal en polvo que pueden ser utilizadas para la confección de estructuras metálicas para prótesis fija y removible. Su uso está limitado a la producción a gran escala en laboratorios o compañías ya que se requieren impresoras de gran tamaño y valor. El producto terminado requiere muy poco tratamiento posterior. En el mercado existen aleaciones de cromo cobalto libre de níquel, titanio, acero inoxidable y aleaciones de aluminio entre otros. Aunque el material más usado en odontología es la resina fotopolimerizable en estado líquido, que solidifica al contacto con la luz, para poder ser usada con técnicas SLA, DLP o impresión con cartuchos por luz. Debido a su gran versatilidad de usos tanto a nivel personal como industrial, biocompatibilidad, buenas propiedades mecánicas y estéticas, gran reproducción de detalles, impresión de geometrías complejas, excelente acabado, superficie lisa y pulida y un tiempo de obtención de los modelos relativamente corto³⁶.

2.2.10 Flujo de trabajo en impresión 3D.

Para proceder a imprimir un modelo siempre es necesario llevar a cabo 3 fases específicas a continuación:

1. **Obtención y preparación del archivo:** aquel archivo que se quiera imprimir, ya sea un modelo proveniente de un escáner o un diseño realizado en un software CAD.
2. **Importación en el slicer:** es un software que convierte cualquier archivo de los anteriormente mencionados en instrucciones específicas para que la impresora fabrique dicho objeto en 3D.
3. **Impresión 3D y posproceso:** es necesario el posproceso para obtener el modelo final con la calidad, estabilidad dimensional y precisión requeridas esta fase se divide en:

Remoción: es necesario retirar el objeto impreso de la plataforma de impresión 3D, ya que el modelo se encuentra adherido a dicha plataforma. Para ello, es necesaria la utilización de una espátula metálica.

Lavado: sin quitar los soportes de impresión es necesario introducir el modelo en un baño de alcohol isopropílico al 96% durante no más de 5 min. El objetivo de esta fase es eliminar los excesos de resina que se encuentra en la superficie del modelo.

Secado: tras haber eliminado los excesos de resina de la superficie del modelo, es necesario secarlo. Para ello, lo recomendable es utilizar el aire comprimido del sillón dental o del laboratorio y dejar el modelo “reposar” en una habitación a oscuras durante un periodo de 15 min.

Polimerización: necesaria para que el objeto impreso en 3D obtenga las propiedades finales que el material seleccionado requiere. Para ello, es importante saber a qué longitud de onda polimeriza la resina utilizada, y utilizar la polimerizadora indicada para cada material durante el tiempo indicado³⁷.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En el siguiente capítulo, se procedió a diseñar la metodología que permitió alcanzar los objetivos propuestos en este trabajo; así como también se describen los tópicos tales como, tipo y diseño de investigación. De igual forma se mencionan las muestras, técnica e instrumentos de recolección de datos, materiales, procedimiento y análisis estadístico

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tomando en consideración los criterios de Hernández et al³⁸ la investigación tuvo un alcance explicativo, ya que en este trabajo se buscó precisar si podrían presentarse variaciones en la estabilidad dimensional de siliconas de adición con diferentes fechas de vencimiento, en qué condiciones se manifestaron estas variaciones, y además observar las semejanzas y diferencias entre las siliconas a evaluar (vigentes y vencidas) de una marca comercial.

Siguiendo los criterios de los mismos autores este estudio presentó un diseño experimental de tipo de series cronológicas múltiples en un contexto de laboratorio, que comprende aquellos estudios que observan un evento en un momento particular del presente, pero en un ambiente creado. Debido a que fue determinada la estabilidad dimensional de las siliconas por adición en diferentes periodos posterior a la toma de impresión sobre un modelo maestro tomando como punto determinante su fecha de caducidad.

3.2 Especímenes de estudio

En el presente estudio fueron utilizados un total 20 modelos obtenidos de impresiones tomadas a un modelo maestro impreso en 3D. Las impresiones se

realizaron con siliconas por adición marca President®- Coltene de cuerpo pesado, con diferentes fechas de caducidad.

3.2.1 Criterios de inclusión

En esta investigación se consideraron los siguientes criterios de inclusión:

- Siliconas por adición marca President®- Coltene de cuerpo pesado vigentes.
- Siliconas por adición marca President®- Coltene de cuerpo pesado posterior a su fecha de vencimiento.

3.2.2 Criterios de exclusión

- Siliconas por adición marca President®- Coltene de cuerpo pesado que no hayan sido almacenadas siguiendo las indicaciones de la casa fabricante.

3.3 Sistemas de variables

Variable independiente: fecha de caducidad de las siliconas por adición.

Variable dependiente: estabilidad dimensional de las siliconas por adición.

Indicador: alteración dimensional (medida en cm o mm).

Variable interviniente: condiciones de almacenaje.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el presente estudio se utilizó como técnica de recolección de datos la observación asistida técnicamente a través del escáner 3D. Los datos obtenidos se registraron en una ficha de recolección de datos tomada de Sánchez Rengifo³⁹ donde se utilizará solo el cuadro N° 1 de la misma, el cual fue modificado para adaptarlo al desarrollo del estudio (Anexo 1). Esta ficha presenta los ítems: “Registro con”,

“Muestra N°” y fecha donde se colocaron el tipo de silicona utilizada y el número de registro tomado respectivamente, además, de una tabla de cuatro secciones en las cuales se especifica cada grupo que será evaluado de acuerdo a distancia de las medidas de las líneas (X, X' Y, Z y Z') que se encuentran en el área de trabajo del modelo maestro y en los intervalos de tiempo establecidos (inmediatamente, 1 hora, 3 días y 7 días).

3.5 Procedimientos, materiales, equipos e instrumentos

Para evaluar la estabilidad dimensional de las siliconas por adición marca President® - Coltene de cuerpo pesado en diferentes periodos de caducidad, se procedió a realizar mediciones en modelos obtenidos de impresiones tomadas a un modelo impreso en 3D de acrílico diseñado para semejar las condiciones de un paciente edéntulo total.

El modelo maestro fue adaptado en base a un estudio realizado por Nassar et al.¹⁵, Cárdenas Haro²³ e Hinojosa Medina³⁶, simulando una arcada edéntula, el cual fue escaneado mediante el uso de un escáner extraoral Shining 3D, posteriormente fue fabricado en una impresora tipo SLA marca Formlabs, con resina líquida fotosensible marca ApplyLabWork, las mediciones se efectuaron en sentido antero posterior, transversal y longitudinal.

1. Para la elaboración de este estudio se tomaron las impresiones según las indicaciones del fabricante y se retiró la misma del modelo maestro después del tiempo indicado por el fabricante.
2. Las impresiones se realizaron utilizando cubetas para edéntulos talla S.
3. El vaciado de las impresiones se realizó inmediatamente, a la primera hora, a los 3 días y a los 7 días posteriores a la toma de impresión, con yeso tipo IV marca Nic Stone.

4. Las impresiones se almacenaron a temperatura ambiente a la intemperie según las indicaciones del fabricante.
5. Las mediciones se realizaron en los modelos obtenidos, en forma transversal y antero posterior mediante escáner 3D, midiendo las distancias entre las líneas trazadas duplicadas en los modelos de yeso obtenidos del modelo maestro.
6. Se compararon las medidas obtenidas con las medidas del modelo maestro.
7. Finalmente los datos obtenidos mediante el escáner 3D se registraron en una ficha de recolección de datos.



Fotografía 1.
Impresión de modelo
maestro en impresora
3D



Fotografía 2.
Modelo
maestro



Fotografía 3.
Silicona por adición
President® - Coltene
con fecha de
vencimiento 2022



Fotografía 4.
Silicona por
adición President®
- Coltene



Fotografía 5.
Cubetas
numeradas para la
toma de
impresiones



Fotografía 6.
Yeso tipo IV marca
Nic Stone



Fotografía 7.
Toma de impresión



Fotografía 8.
Impresión y modelo
maestro



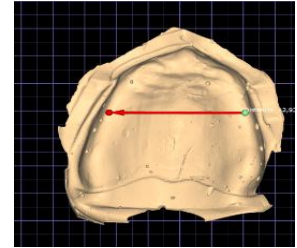
Fotografía 9.
Impresiones de las 5
siliconas en estudio
marca President® -
Coltene



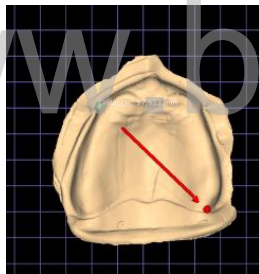
Fotografía 10.
vaciados realizados
inmediatamente y
una hora después de
la toma de impresión



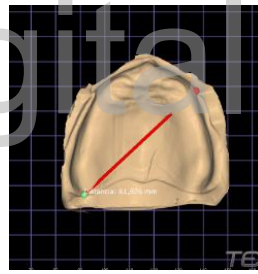
Fotografía 11.
Modelos de las 5
siliconas en estudio
marca President® -
Coltene vaciados en
4 tiempos



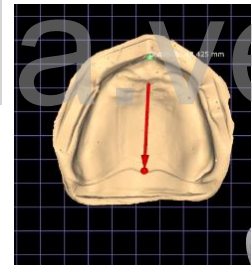
Fotografía 12.
Medición de **X** con
el Software Exocad
versión 3.0 Galway



Fotografía 13.
Medición de **Z** con
el Software Exocad
versión 3.0 Galway



Fotografía 14.
Medición de **Z'** con
el Software Exocad
versión 3.0 Galway



Fotografía 15.
Medición de **Y** con
el Software Exocad
versión 3.0 Galway

3.6 Principios éticos

Los aspectos éticos serán inherentes a respetar los resultados para que puedan ser confiables y replicables de manera tal que no sean alterados a conveniencia del investigador sin que se presenten conflictos de interés.

3.7 Plan Análisis de resultados

Para el análisis de los resultados se tomaron en consideración los parámetros: tiempo y distancia mediante el uso de una tabla para evaluar las mediciones obtenidas en diferentes periodos de un mismo material.

Los resultados se analizaron mediante la utilización del Paquete Estadístico SPSS V:23,0 (Statistical Package for Social Sciences) para Windows, a través de Estadística descriptiva como distribuciones de frecuencia, gráficos y alguna medidas, entre ellas, la Media Aritmética y la Desviación Estándar y, con estadística Inferencial la pruebas estadísticas paramétrica: Análisis de varianza (Anova), seguidamente con estadística No-paramétrica la prueba de Kruskal-Wallis ambas con un nivel de significancia de $p < 0.05$.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

Se realizó un estudio para evaluar la estabilidad dimensional de siliconas por adición marca President® - Coltene de cuerpo pesado con diferentes fechas de caducidad, con una muestra conformada por 5 siliconas en 3 tiempos y un grupo control con un total de 20 muestras. Una vez recabada la información se dio respuesta a los objetivos planteados, mostrando los siguientes resultados:

Silicona	Fecha de vencimiento
1	2022
2	2019
3	Junio 2018
4	Mayo 2018
5	2012

Fechas de vencimiento de las siliconas de estudio

Tabla 1. Cambios dimensionales en las siliconas por adición vigente y vencidas con respecto a las medidas X, X', Y, Z y Z.'

Tipo de medida	Tipo de Silicona	n	Mean	± Desviación Estándar	Sig ^a .	Sig ^b .
X (mm)	1	4	44.50250 ± 0.408888		0.017*	0.056
	2	4	44.28200 ± 0.115536			
	3	4	44.25675 ± 0.368438			
	4	4	44.28200 ± 0.220587			
	5	4	43.69725 ± 0.249460			
	Total	20	44.20410 ± 0.378704			
X'(mm)	1	4	39.40450 ± 0.342727		0.000*	0.001*
	2	4	38.12075 ± 0.068490			
	3	4	37.72000 ± 0.199346			
	4	4	36.96450 ± 0.119907			
	5	4	37.27975 ± 0.072057			

	Total	20	37.89790 ± 0.887408		
Y(mm)	1	4	49.12500 ± 0.031358		
	2	4	48.76900 ± 0.079653		
	3	4	48.84075 ± 0.106784	0.000*	0.003*
	4	4	48.57375 ± 0.198103		
	5	4	48.32825 ± 0.070159		
	Total	20	48.72735 ± 0.291193		
Z(mm)	1	4	57.86750 ± 0.265326		
	2	4	57.19300 ± 0.090591		
	3	4	56.94850 ± 0.176304	0.000*	0.001*
	4	4	56.54275 ± 0.215008		
	5	4	55.98275 ± 0.114171		
	Total	20	56.90690 ± 0.668023		
Z'(mm)	1	4	61.63975 ± 0.188450		
	2	4	59.71950 ± 0.574919		
	3	4	60.00075 ± 0.170980	0.000*	0.029*
	4	4	59.46725 ± 0.465831		
	5	4	59.80175 ± 0.450764		
	Total	20	60.12580 ± 0.873355		

Fuente:

*^a Análisis de Varianza (Anova) con $p < 0.05$

*^b Prueba de Kruskal-Wallis con $p < 0.05$

En la Tabla 1 se observa las distintas mediciones realizadas a cada una de las siliconas probadas, en donde se evidencia que en la medida X de la silicona 1 tomada como modelo control es de $44,50 \pm 0.40$ mm, a diferencia de la silicona 5 en la misma medida presentó un promedio de 43.69 ± 0.24 mm siendo éste el menor para la medida X, en donde se muestra una ligera contracción en la silicona de estudio cuya fecha de vencimiento es la más antigua. Se realizaron pruebas estadísticas inferenciales para diferenciar entre las siliconas, una de ellas es el Análisis de Varianza o Anova (Sig^a) en la que se detectó que las siliconas para todas las medidas existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.050$), esto indica que las 5 siliconas probadas en estas medidas su estabilidad dimensional varia. Debido a que el tamaño de muestra

(n=20) es pequeño se realiza la prueba de Kruskal-Wallis (Sig^b) donde la medida X en las distintas siliconas se comportó similar (p=0.056), antagónicamente de X', Y, Z y Z' donde se observan diferencias estadísticamente significativa (p<0.050).

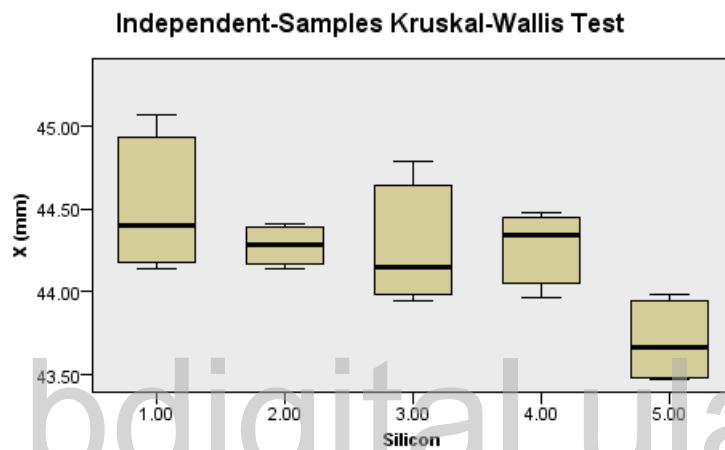


Gráfico 1. Cambios dimensionales de X (mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento.

Fuente:

* Prueba de Kruskal-Wallis con p=0.056

En el gráfico 1 se observa la medición de X con respecto a cada una de las siliconas utilizadas, donde el comportamiento dimensional de las 4 primeras siliconas es similar, mientras que la silicona 5 muestra una mayor contracción. Sin embargo, según la prueba de Kruskal-Wallis indicó que las 5 siliconas se comportan dimensionalmente estables, ya que X es la medida que más se conserva cercana a la medida del modelo original en todas las siliconas de estudio.

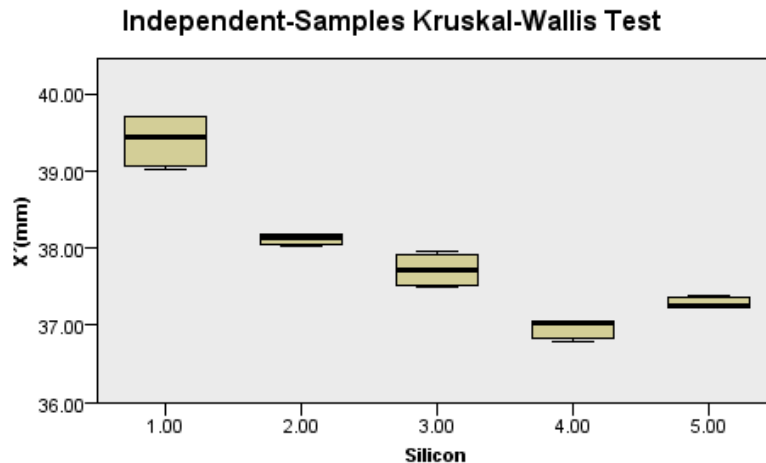


Gráfico 2. Cambios dimensionales de X' (mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento.

Fuente:

* Prueba de Kruskal-Wallis con $p=0.001$

En el gráfico 2 se observó la medición X' con respecto a cada una de las siliconas, mostrando la diferencia que existe entre ellas oscilando entre 37.0mm y menor de 40.0mm lo que nos indica que las siliconas vencidas se comportan dimensionalmente similar y su variabilidad es reducida, con respecto a la silicona 1 vigente. Es por ello, que la prueba estadística de Kruskal-Wallis resulta estadísticamente significativa, es decir, las 5 siliconas tienen variaciones en sus medidas con respecto al modelo maestro.

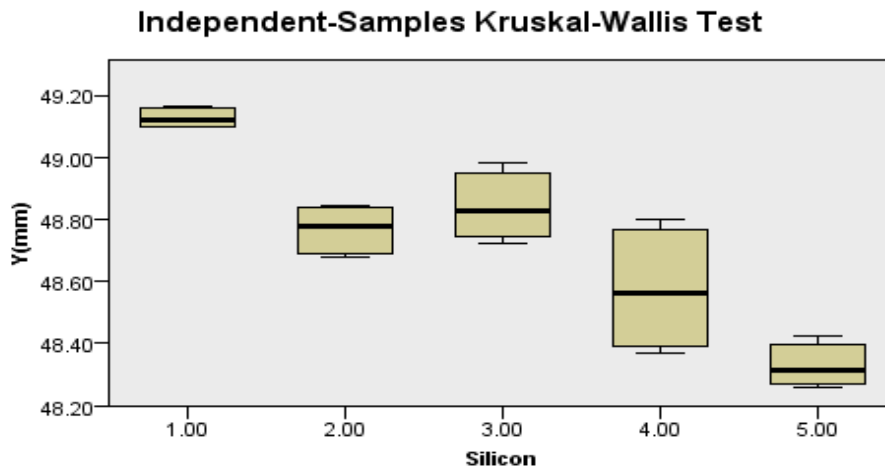


Gráfico 3. Cambios dimensionales de Y (mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento.

Fuente:

* Prueba de Kruskal-Wallis con $p=0.003$

En el gráfico 3 se observó la medición Y que oscilan entre 49.2mm y la menor de 48.2mm. En la que la variabilidad mayor se presentó en la silicona 4 y la menor en la silicona 1. Sin embargo, en las siliconas 2, 3 y 4 las medianas se comportaron más o menos semejantes, lo que nos indica que se mantienen dimensionalmente estables en esta medida, a diferencia de la silicona 5 que mostró mayor contracción con respecto al modelo maestro. En la prueba estadística no-paramétrica de Kruskal-Wallis arroja resultados estadísticamente significativos ($p=0.003$), lo que nos indica que las 5 siliconas se comportan dimensionalmente diferentes para esta medida.

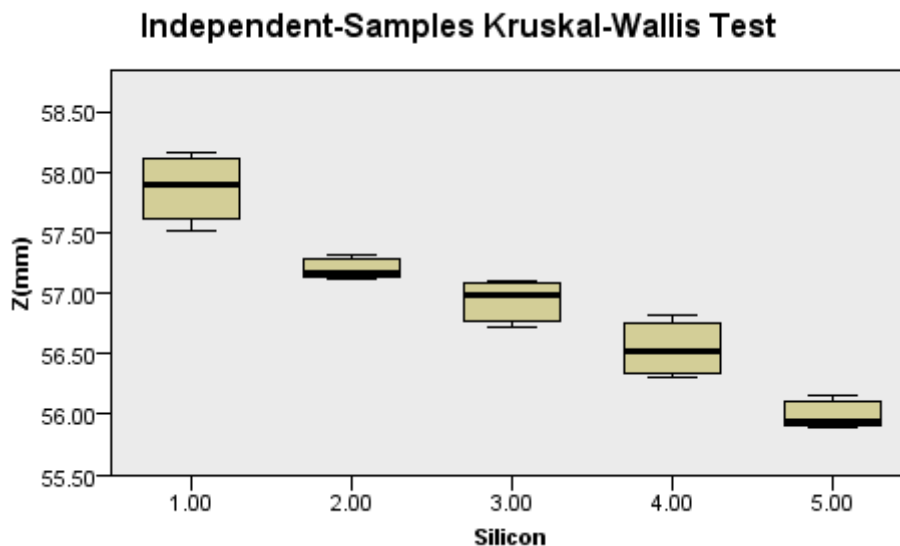


Gráfico 4. Cambios dimensionales de Z(mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento.

Fuente:

* Prueba de Kruskal-Wallis con $p=0.001$

En el gráfico 4 se observa la medición Z que oscilan entre un poco menos de 56.0mm y menos de 58.5mm. En la que la variabilidad mayor se presentó en la silicona 1 y la menor en las siliconas 2 y 5. Por lo que, en la prueba Kruskal-Wallis resulta estadísticamente significativa ($p=0.001$), de modo que, las 5 siliconas tienen variaciones dimensionales para esta medida.

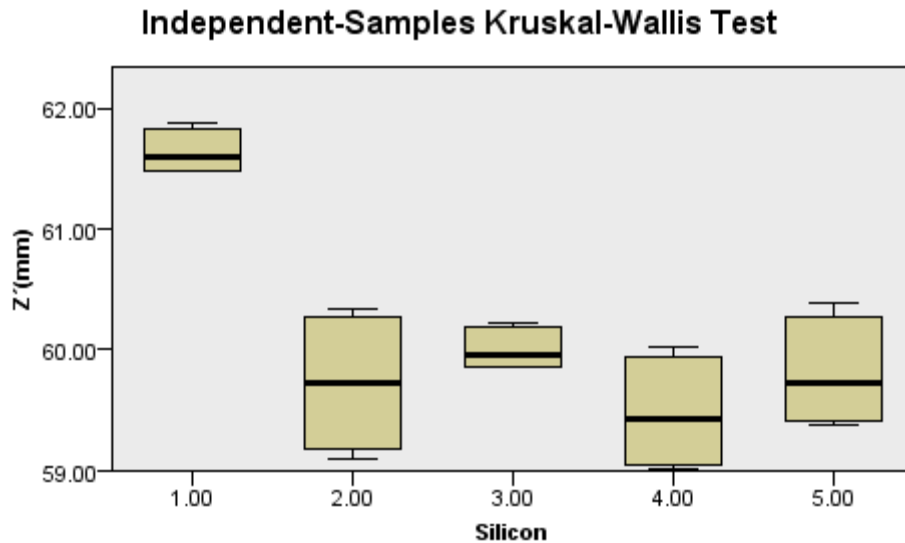


Gráfico 5. Cambios dimensionales de Z' (mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento.

Fuente:

* Prueba de Kruskal-Wallis con $p=0.029$

En el gráfico 5 se observa la medición Z' en donde las siliconas de 2,3,4 y 5 oscilan entre 59.9 y menos de 60.0mm, mientras que la silicona 1 está por debajo de 62.0mm. Donde la mayor variabilidad se presentó en las siliconas 2, 4 y 5. Seguidamente se realiza la prueba Kruskal-Wallis resultando estadísticamente significativa ($p=0.029$), por consiguiente, se siguen viendo diferencias dimensionales entre las siliconas vencidas y la silicona vigente, sin embargo, el comportamiento de las siliconas 2,3 y 4 la mediana se comporta de manera semejante.

Tabla2. Estabilidad dimensional de las siliconas de adición en diferentes fechas de vencimiento de acuerdo a su tiempo de vaciado.

Tipo de medida	Tipo de Silicona	n	Mean	± Desviación Estándar	Sig^a.	Sig^b.
X (mm)	Control	5	44.34220	± 0.459865	0.437	0.519
	1 hora	5	44.35120	± 0.316177		
	3 días	5	44.03460	± 0.319428		
	7 días	5	44.08840	± 0.405237		
	Total	20	44.20410	± 0.378704		
X'(mm)	Control	5	38.01840	± 1.045882	0.973	0.959
	1 hora	5	37.97860	± 1.040399		
	3 días	5	37.78860	± 0.818795		
	7 días	5	37.80600	± 0.917655		
	Total	20	37.89790	± 0.887408		
Y(mm)	Control	5	48.82980	± 0.255383	0.785	0.700
	1 hora	5	48.75260	± 0.287378		
	3 días	5	48.68480	± 0.331391		
	7 días	5	48.64220	± 0.346262		
	Total	20	48.72735	± 0.291193		
Z(mm)	Control	5	57.08380	± 0.729881	0.888	0.870
	1 hora	5	56.95920	± 0.723701		
	3 días	5	56.83700	± 0.772330		
	7 días	5	56.74760	± 0.621595		
	Total	20	56.90690	± 0.668023		
Z'(mm)	Control	5	60.53240	± 0.771916	0.511	0.101
	1 hora	5	60.31400	± 0.800347		
	3 días	5	59.85440	± 0.950197		
	7 días	5	59.80240	± 1.005006		
	Total	20	60.12580	± 0.873355		

Fuente:

*^a Análisis de Varianza (ANOVA) con p<0.05

*^b Prueba de Kruskal-Wallis con p<0.05

En la Tabla 2 se observa la estabilidad dimensional de las siliconas estudiadas con su correspondiente grupo control (vaciado realizado inmediatamente posterior a la toma de impresión), donde el promedio de la medición X' en el grupo control es de $38.01 \pm 1.045 \text{mm}$, mientras que, a los 3 días el promedio fue de $37.78 \pm 0.81 \text{mm}$. En términos generales se observó que para cada medida hay un comportamiento similar, es por ello que se realizó estadística inferencial con un Análisis de Varianza ó Anova (Sig^a), en la que se detectó que independientemente del tiempo de vaciado de las impresiones con las siliconas bien sea vigente o vencidas en todas las medidas tomadas no se observaron cambios estadísticamente significativos, es decir, que la estabilidad dimensional de todas las siliconas evaluadas se mantienen en función al tiempo de vaciado.

www.bdigital.ula.ve

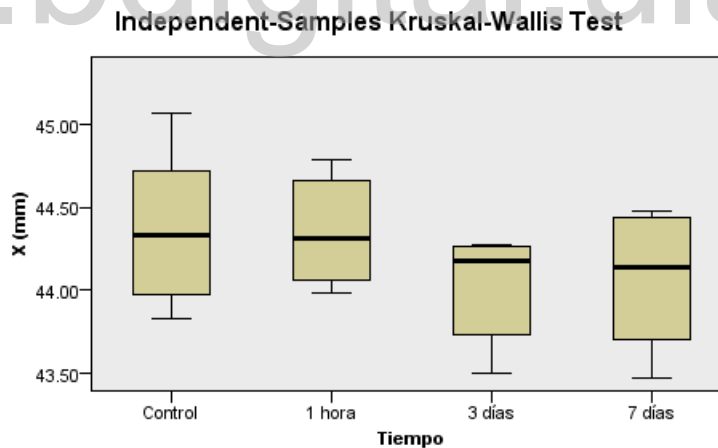


Gráfico 6. Estabilidad dimensional de $X(\text{mm})$ en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento tomando en cuenta los tiempos de vaciado.

Fuente:

* Prueba de Kruskal-Wallis con $p=0.519$

En el gráfico 6 se observa la medición X en los distintos tiempos de estudio con su grupo control. La mediana se mantiene entre 44.0 y 44.5mm al igual que la

variabilidad. Al realizar la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis se evidencia que no hay diferencias estadísticamente significativas dado que $p=0.519$, lo que nos indica que la estabilidad dimensional se mantiene en los distintos tiempos de vaciado para esta medida.

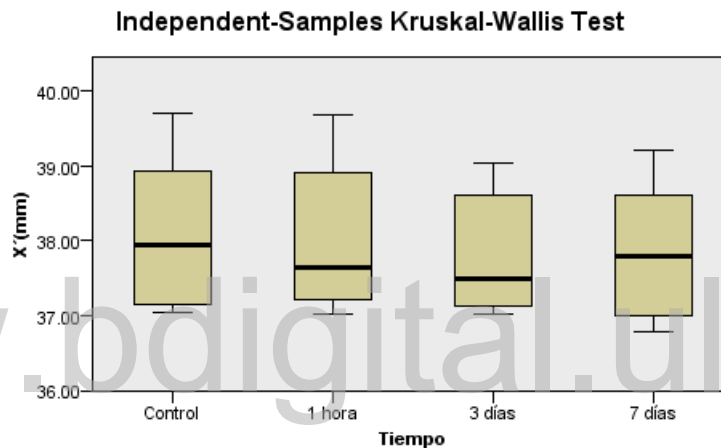


Gráfico 7. Estabilidad dimensional de X' (mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento tomando en cuenta los tiempos de vaciado.

Fuente:

* Prueba de Kruskal-Wallis con $p=0.959$

En el gráfico 7 se observa la medición X' en los distintos tiempos de estudio con su grupo control. La mediana se mantiene semejante justo por debajo de 38.mm al igual que la variabilidad. Se realiza la prueba Kruskal-Wallis evidenciando que no hay diferencias estadísticamente significativas, lo que infiere que la estabilidad dimensional en los distintos tiempos de estudio se mantiene estable.

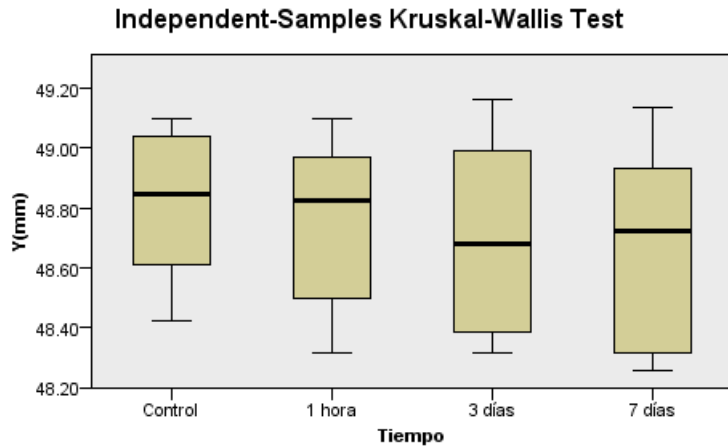


Gráfico 8. Estabilidad dimensional de Y(mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento tomando en cuenta los tiempos de vaciado.

Fuente:

* Prueba de Kruskal-Wallis con $p=0.700$

En el gráfico 8 se observa la medición Y en los distintos tiempos de estudio. La mediana se mantiene entre 48.6 y 48.9mm. Se realiza la prueba Kruskal-Wallis evidenciando que no hay diferencias estadísticamente significativas, lo que indica que la estabilidad dimensional en los distintos tiempos de estudio es similar en todos los modelos.

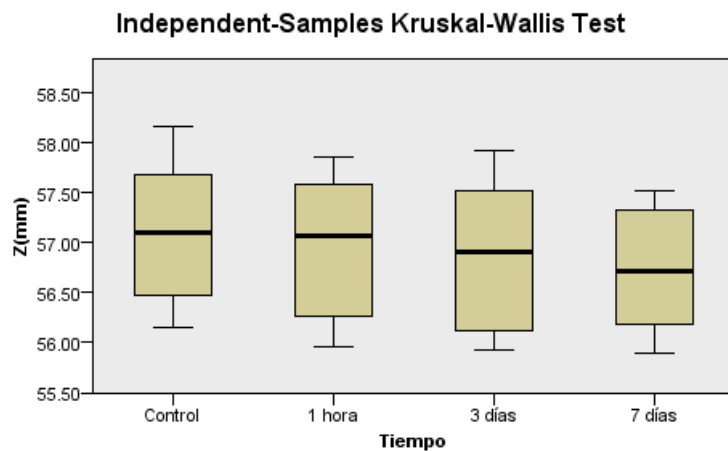


Gráfico 9. Estabilidad dimensional de Z(mm) en siliconas por adición en diferentes fechas de vencimiento tomando en cuenta los tiempos de vaciado.

Fuente:

* Prueba de Kruskal-Wallis con $p=0.870$

En el gráfico 9 se observa la medición Z en los distintos tiempos de estudio con su grupo control. La mediana se mantiene semejante entre 56.5 y menos de 57.5mm al igual que la variabilidad. Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis se demuestra que no hay diferencias estadísticamente significativas, concluyendo que la estabilidad dimensional de todas las siliconas se mantiene constante de acuerdo al tiempo de vaciado realizado en cada una de ellas.

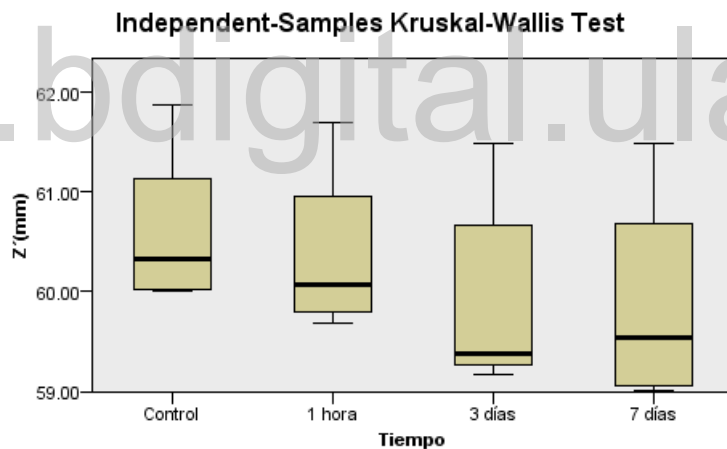


Gráfico 10. Estabilidad dimensional de Z'(mm) en siliconas por en diferentes fechas de vencimiento tomando en cuenta los tiempos de vaciado.

Fuente:

* Prueba de Kruskal-Wallis con $p=0.101$

En el gráfico 10 se observa la medición Z' en los distintos tiempos con el control. La mediana se mantiene alrededor de los 60mm, en cuanto a la variabilidad en los dos últimos tiempos es mayor que el control y la primera hora. Sin embargo, al realizar la prueba de Kruskal-Wallis indicando que no hay diferencias estadísticamente

significativas, dado que la estabilidad dimensional a través del tiempo en los modelos de estudios se mantiene estable.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

La estabilidad dimensional representa la capacidad que tienen los materiales de impresión para mantener su forma o estructura con el tiempo y al estar expuestos a cambios de temperatura, o a un tiempo prolongado de trabajo⁴⁰. El requisito para que una restauración sea exitosa es que los materiales de impresión presenten una adecuada estabilidad dimensional, buena reproducción y compatibilidad con los materiales de restauración. El mejor material que logra una excelente definición de detalles son las siliconas de adición⁴¹.

Varios autores han analizado las capacidades de las siliconas como materiales de impresión, midiendo la precisión de copiado del material y la estabilidad dimensional que corresponde a la permanencia de esa exactitud a través del tiempo^{9,11,21,42}. Resulta complejo realizar comparaciones con estudios similares debido a que los procedimientos realizados, tal como las diferentes técnicas de impresión, los tipos de material, los tiempos de vaciados (llegando incluso hasta 12 semanas posterior a la toma de impresión) y la forma en que fueron tomadas las impresiones sobre los modelos maestros, difieren con esta investigación; pero, especialmente, esta investigación se enfoca en el estudio de la fecha de vencimiento como un factor que podría influir en la estabilidad dimensional de estos materiales, lo cual no se logró encontrar como elemento a estudiar en otras investigaciones del tema.

Cova y Shillinburg^{1,31} mencionan que las siliconas por adición presentan una buena estabilidad dimensional ya que no tienen residuos producto de su reacción de polimerización; además, poseen tiempos estimados para sus vaciados correspondientes, pudiendo de este modo, realizarse el vaciado inmediatamente después de la remoción de la cavidad oral, en horas, o hasta 7 días después de la toma de impresión según las indicaciones de la casa fabricante, de acuerdo a esto se llevó a

cabo en esta investigación la toma de impresiones con siliconas de adición marca President® - Coltene de cuerpo pesado con diferentes fechas de caducidad, y el vaciado de las mismas de manera inmediata, a la primera hora, a los 3 días y hasta 7 días posteriores, de la toma de impresión como plazo límite permitido por dicha marca comercial. Se obtuvieron los modelos en los que se realizaron ciertas mediciones, para determinar la estabilidad dimensional.

En otras investigaciones se emplean diversos métodos como vernier manual y digital, calibrador digital, perfilómetro láser, fotografía digital, microscopio óptico, láser interferométrico, con la utilización de varios materiales para analizar la estabilidad dimensional^{17-20,23,26}. En esta investigación se seleccionó la utilización de un método de reproducción 3D como es el caso del uso del escáner extraoral Shining 3D y el Software Exocad versión 3.0 Galway, para la obtención de mediciones precisas de los modelos en diferentes tiempos, tomando como referencia diversos puntos anatómicos, como la papila incisiva, zona postdamming, tuberosidades del maxilar, rebordes alveolares y frenillos laterales.

Hinostroza Medina²¹ en su estudio comparó 3 siliconas de adición de diferentes marcas comerciales y evaluó el material capaz de mantener su estabilidad incluso después de haber transcurrido un periodo de tiempo prolongado, se realizaron impresiones que posteriormente fueron medidas en diferentes tiempos después de haber sido tomada la impresión a 1, 8, 12, y 24 horas, donde se observó que la silicona President® – Coltene de cuerpo pesado después de 1 hora mostró un proceso de contracción, sin embargo, este nivel de contracción no fue estadísticamente significativo, de igual modo, en esta investigación donde al analizar las medidas X, X', Y, Z y Z' (Tabla 1) de las siliconas evaluadas vigentes y vencidas, estas mostraron una ligera contracción en las mediciones realizadas a 1 hora luego de la toma de impresión, no obstante los cambios no fueron estadísticamente significativos.

Así mismo Rodríguez y Barlett¹⁹ mostraron en su estudio que todas las siliconas evaluadas cumplieron la afirmación de la casa fabricante de ser dimensionalmente estables en periodos de tiempo prolongados posteriores a la toma de impresión, en este estudio la silicona President® - Coltene mostró que todos los modelos se contrajeron en tamaño con respecto a su modelo maestro en tiempos posteriores a 7 días, llegando incluso a realizar sus vaciados hasta 12 semanas posteriores a la toma de impresión¹⁹, a diferencia de este estudio en el que se siguieron las instrucciones de la casa fabricante, realizando el vaciado hasta 7 días posterior a la toma de impresión, observando que se mantuvo estabilidad dimensional de acuerdo al tiempo de vaciado en cada una de las siliconas estudiadas, sin embargo, hubo cambios dimensionales significativos entre cada una de ellas conforme a su año de vencimiento, en donde se evidenció que mientras más años de vencimiento tenía la silicona mayor contracción presentaba el material.

Martínez y González²⁰ al comparar las 3 marcas comerciales Zhermack®, Panasil® y 3M®, evidenció que la mayoría de las medidas tuvieron una ligera contracción en comparación a las medidas tomadas del modelo original, aunque no se reportaron diferencias estadísticamente significativas al comparar las medidas en cada uno de los momentos de vaciado, incluso hasta 7 días después, de igual modo que en nuestra investigación con las silicona de marca President® - Coltene de cuerpo pesado, no se evidenciaron variaciones dimensionales estadísticamente significativas en cuanto a la realización de los vaciados hasta 7 días después de la toma de impresión en ninguna de las siliconas de estudio tanto vigentes como vencidas.

De acuerdo con los datos obtenidos de este estudio se encontraron similitudes con Al-Zarea¹⁷ quien demostró la estabilidad dimensional de 4 siliconas por adición de diferentes marcas comerciales, cuando se vaciaron a 1 hora, 2 días, 1 semana y 2 semanas a partir de impresiones tomadas de un modelo maestro de acero inoxidable. Los cambios detectables de las dimensiones verticales y horizontales de los modelos

fueron evidentes, pero sin ninguna diferencia clínicamente significativa a la primera hora y a la primera semana desde la toma de impresión. Se observó que las dimensiones de los moldes de yeso se expandieron ligeramente a la hora y disminuyeron gradualmente hasta llegar a la primera semana. Además señala que la diferencia de precisión de las siliconas probadas podría atribuirse a las propiedades inherentes de cada material y a la técnica de impresión utilizada¹⁷; similar a la presente investigación en donde se trabajó con un modelo maestro impreso en resina líquida fotosensible marca ApplyLabWork, en donde fueron tomadas las impresiones con silicona President®- Coltene de cuerpo pesado, la cual no presentó variaciones dimensionales estadísticamente significativas a la primera hora y a los 7 días, sin embargo, se pudiese atribuir algunas pequeñas variaciones a las propiedades innatas de los materiales utilizados para llevar a cabo una impresión, del mismo modo en esta investigación no se reportaron cambios estadísticamente significativos relacionados al tiempo de vaciado de la impresión, no se consideró el modo de almacenamiento de las impresiones. No obstante, si existieron cambios relacionados directamente a la fecha de caducidad de las mismas tomando en cuenta que mientras más años de vencimiento de la silicona (2012) más variación dimensional había en relación a siliconas vigentes (2022), sin embargo, en otras investigaciones esta variable no es tomada en cuenta y solo han utilizado siliconas vigentes.

En contraste Cárdenas Haro²³ en su estudio comparativo de la estabilidad dimensional entre materiales de impresión para prótesis total demostró que la silicona de adición se mantiene estable a las 24, 48 y 72 horas, pero se mantiene aún más estable almacenándose a la intemperie. Los cambios dimensionales fueron estadísticamente significativos a las 72 horas de haber tomado la impresión. A diferencia de esta investigación donde se evidencia que no hay diferencias estadísticamente significativas en la estabilidad dimensional en las mediciones

realizadas a los 3 días posterior a la toma de impresión, además que las condiciones in vitro de esta investigación fueron diferentes.

De igual manera García Becerra⁹ al evaluar el efecto del tiempo en la estabilidad dimensional de la silicona de adición y silicona de condensación se observó que en las impresiones de ambas siliconas se encontraron diferencias estadísticamente significativas, entre las medidas del modelo metálico y la media, en ambas siliconas en los tres tiempos (60 min, a las 24 horas y a los 7 días), se observó que las medidas de cada localización evaluada van variando conforme el tiempo y que existe contracción en cinco localizaciones y dilatación en tres de las 8 localizaciones, en contraste con esta investigación donde se evidenció que los diferentes tiempos de vaciados hasta 7 días posterior a la toma de impresión mostraron un nivel de contracción en todas sus medidas, sin embargo, estas no fueron estadísticamente significativas.

Aunque algunos trabajos de investigación^{7,17,20,21,23} tienen objetivos muy similares, siempre existirán discrepancias en los resultados, ya que existen múltiples factores que pudiese influir de una u otra manera sobre la estabilidad dimensional de los materiales de impresión, tomando en cuenta que la fecha de caducidad no ha sido expuesta como un parámetro a considerar en ningún estudio de estos materiales, es por ello que para este estudio fueron tomadas 5 siliconas con distintas fechas de caducidad (2022, 2019, mayo de 2018, junio de 2018 y 2012) y se observó que al considerar la variante fecha de vencimiento se obtuvo que una medida, (X) de las cinco medidas analizadas (X, X', Y, Z y Z') se mantuvo estable para las 5 siliconas por adición, antagónicamente con X', Y, Z y Z' donde sí existe diferencia estadísticamente significativa, sin embargo, todas siliconas tienen un rango de variabilidad bastante reducido entre cada una de ellas con respecto a su tiempo de vaciado, así mismo que los grupos de silicona que presentaban de 2 a 3 años de vencimiento tenían un comportamiento bastante estable y similar. La mayor

contracción dimensional se evidenció en la silicona de estudio que presentaba 9 años de vencimiento, así como también se observó que al mezclar la base y el catalizador en esta silicona ofreció mayor resistencia, por lo que fue necesario aplicar mayor fuerza a la hora de mezclarla para obtener así una masa homogénea, sin embargo, esto pudiese verse afectado por múltiples factores como el modo de almacenamiento del material. No obstante, al analizar todas las siliconas evaluadas el coeficiente de variación de las mismas fue inferior al 0.5%, valor permitido por la Asociación Dental Americana.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Luego de analizar la literatura se puede resaltar que la estabilidad dimensional de las siliconas por adición se puede ver afectada por múltiples factores; sin embargo, se demostró en esta investigación que en los vaciados llevados a cabo hasta una semana posterior a la toma de impresión, no se evidenciaron cambios dimensionales significativos para ninguna de las siliconas utilizadas en este estudio, independientemente de su fecha de caducidad.

La fecha de vencimiento no ha sido tomada en cuenta como variable que pueda influir en la estabilidad dimensional de estos materiales, por lo que se ha demostrado en esta investigación, en la cual se tomó en consideración este aspecto, que sí se ve afectada la estabilidad dimensional de las siliconas por adición marca President®-Coltene de cuerpo pesado, mientras más vencido se encuentre el material, sin embargo, al analizar todas las siliconas evaluadas el coeficiente de variación fue inferior al 0.5%, valor permitido por la Asociación Dental Americana.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- En vista de que los valores obtenidos en los resultados no representan una variación mayor al 0.5% (valor permitido por la ADA) pudiese considerarse el uso de las siliconas por adición marca President®- Coltene de cuerpo pesado aún en condición de material vencido en un periodo no mayor a 3 años posterior a su fecha de caducidad.
- Se recomienda continuar con esta línea de investigación para determinar con exactitud hasta qué fecha de caducidad los valores de las medidas son dimensionalmente aceptables para realizar un tratamiento odontológico con éxito.
- Así mismo se sugiere incluir otras marcas comerciales y otros tipos de siliconas también en condición de material vencido para determinar el comportamiento de estas y si se puede prolongar su uso.

www.bdigital.ula.ve

REFERENCIAS

1. Jose Luis Cova Natera. Biomateriales dentales. *Actual Médico Odontol Colomb Actual Médico Odontol*. 2004;Primera ed:356.
2. López L, Rodríguez Castillo D, Mercedes Espinosa N. Dental impression materials. 2018;57(267):64-72.
3. Sideridou. Polymeric materials in dentistry. In: ; 2010:181.
4. Sakagushi RL PJ. Craig's restorative dental materials. In: ; 2012:277-317.
5. Bandoli Monteiro J, Contreras C, Lisseth P, et al. Precisión dimensional de una silicona de condensación: comparación del tiempo de almacenamiento y el método de medición. *Odontol Sanmarquina*. 2018;21(4):288. doi:10.15381/os.v21i4.15556
6. Vargas Bui J. Cambios en la estabilidad dimensional del mercaptano según el tiempo de vaciado; un estudio in vitro. 2014.
7. Pandey PA, Mehtra DA. Comparative study of Dimensional stability and accuracy of various elastomeric materials. *IOSR J Dent Med Sci*. 2014;13(3):40-45. doi:10.9790/0853-13354045
8. Monteiro J.B, Garcia C.R, Salgado I.O C-N. Evaluación de la dimensión lineal de siliconas por condensación a través de la medición de coordenadas en tres dimensiones. *Acta Odont Venez*. 2015;53.
9. García Becerra C. Efecto del tiempo en la estabilidad dimensional de la silicona de adición y silicona de condensación, en vaciados sucesivos para la obtención de modelos de trabajo de prótesis fija en los laboratorios de prosthodontia de la UCSM, Arequipa 2016. *Univ Católica St María*. 2016.
10. Cesero L, Nogarett LM, Fracasso LM, Araujo C. Influence of Elastic Recovery Time on Dimensional Stability of Polydimethylsiloxane. *Polímeros Ciência e Tecnol*. 2013;23(4):473-476. doi:10.4322/polimeros.2013.012
11. Marín J. Exactitud y cambio de la estabilidad dimensional en impresiones

realizadas con siliconas de condensación y adición, y tiempo límite en la realización del vaciado, estudio in vitro. 2015.

12. Rangel J, Pellegrini A, Orellana N. Efecto de la fecha de caducidad en la fuerza de adhesión de dos sistemas adhesivos autograbantes aplicados a dentina. *IADR*. 2013;1(2):74-85.
13. Lisboa Herrera D. Análisis comparativo “in vitro” de la filtración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un adhesivo vigente y con un adhesivo vencido. 2006.
14. Aguilar O, Ramos R, Tovar M, Deschamps L. Efecto en la fuerza de adhesión de resina expirada y no expirada aplicada a dentina (estudio in vitro). 2019;4(1):26-28.
15. Nassar U, Oko A, Adeeb S, El-Rich M, Flores-Mir C. An in vitro study on the dimensional stability of a vinyl polyether silicone impression material over a prolonged storage period. *J Prosthet Dent*. 2013;109(3):172-178. doi:10.1016/S0022-3913(13)60038-4
16. Cerna Basto J. Comparación in vitro de la estabilidad dimensional en impresiones con siliconas de condensación de diferente viscosidad. 2017.
17. Al-Zarea BK, Sughaireen MG. Comparative analysis of dimensional precision of different silicone impression materials. *J Contemp Dent Pract*. 2011;12(3):208-215. doi:10.5005/jp-journals-10024-1036
18. Garrofé AB, Ferrari BA, Picca M, Kaplan AE. Linear Dimensional Stability of Irreversible Hydrocolloid Materials Over Time. *Acta Odontol Latinoam*. 2015;28(3):258-262.
19. Rodriguez JM, Bartlett DW. The dimensional stability of impression materials and its effect on in vitro tooth wear studies. *Dent Mater*. 2011;27(3):253-258. doi:10.1016/j.dental.2010.10.010
20. Martinez Gonzalez C, Ospina Contreras I. Comparación de exactitud y estabilidad dimensional de tres marcas de siliconas de adición presentes en el mercado Colombiano. 2018.
21. Hinostroza Medina A. Determinación de estabilidad dimensional de la silicona

- de adición en modelos impresos 3-d por medio del análisis CAD/CAM. 2019.
22. Minaya Llerena V. Estabilidad dimensional de materiales de impresión utilizados en prótesis total: Polisulfuros, Siliconas de Adición y Pasta Zinquenólica, según su almacenamiento. 2017.
 23. Cárdenas Haro D. Comparación de la estabilidad dimensional entre materiales de impresión para prótesis total. 2016.
 24. Goiato MC, Filié M, Dos Santos DM, Pesqueira AA, Moreno A, Pellizzer EP. Influence of opacifiers on dimensional stability and detail reproduction of maxillofacial silicone elastomer. *J Craniofac Surg.* 2011;22(5):1612-1616. doi:10.1097/SCS.0b013e31822e5ef2
 25. Haddad MF, Goiato MC, Dos Santos DM, Pesqueira AA, Moreno A, Pellizzer EP. Influence of pigment and opacifier on dimensional stability and detail reproduction of maxillofacial silicone elastomer. *J Craniofac Surg.* 2011;22(5):1612-1616. doi:10.1097/SCS.0b013e31822e5ef2
 26. Martins Nascimento F. Alteraciones dimensionales de los materiales de impresión después de la desinfección y esterilización. *Univ sevilla.* 2017.
 27. Sosa Carrero MÁ, Garc R. Estudio comparativo in-vitro de la exactitud elastomérico utilizado con y sin aplicación de adhesivos en prótesis fija. 2016.
 28. Basantes Portilla D. Resistencia traccional: estudio comparativo entre siliconas de adición y condensación, al aplicar adhesivo universal de cubetas. In vitro. *Univ Cent Del Ecuador.* 2017;91.
 29. Becerra Aguirre C. Comparación de la estabilidad dimensional de los modelos definitivos obtenidos mediante dos técnicas de impresión con siliconas de adición. 2018.
 30. Vergara Vélez C. Características de los materiales de impresión definitiva utilizados en pacientes edéntulos totales. 2018.
 31. Shillingburg H. *Fundamentos Esenciales En Prótesis Fija.* Tercera ed.; 2000.
 32. Soares Ribeiro A. Accuracy of Implant Casts Generated with Conventional and Digital Impressions—An in Vitro Study. *Univeridad de sevilla.* 2019.
 33. Badillo W. Estudio comparativo de la precisión de impresiones digitales vs

- impresiones convencionales. 2012.
34. Ochoa A, Amat DO. *Estudio Experimental In-Vitro De Tres Escáneres CAD/CAM Extraorales.*; 2012.
 35. Solaberrieta E, Minguez R, Barrenetxea L, et al. Engineering integration in dentistry. *Dyna*. 2015;90(1):26-29. doi:10.6036/6938
 36. Pablo Ulloa Matus. Analisis de impresoras 3D. Guía para realizar una correcta elección para una correcta elección para el uso clínico odontológico. 2018.
 37. Lucas C, Taha Y, Roig J, Gagliani M. *Introducción a La Odontología Digital.*; 2021.
 38. Hernandez F y B. *Metodología de La Investigación.*
 39. Sánchez Rengifo F. Comparación de la estabilidad dimensional de los materiales para registro intermaxilar: cera de componentes metálicos , modelina y siliconas. 2015.
 40. Vadapalli SB, Atluri K, Putcha MS, Kondreddi S, Kumar NS, Tadi DP. Evaluation of surface detail reproduction, dimensional stability and gypsum compatibility of monophasic polyvinyl-siloxane and polyether elastomeric impression materials under dry and moist conditions. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2016;6(4):302-308. doi:10.4103/2231-0762.186795
 41. Bautista D-R, Soto L, Pérez O. Materiales y técnicas de impresión en prótesis fija dentosoportada. *Cient dent*. 2007;4.
 42. Polo G. Estudio in vitro de la estabilidad dimensional de silicona de adición y poliéter en función de la técnica de impresión y el tiempo de vaciado empleados. 2010.

ANEXO A
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

Registro con:.....

Muestra N°:.....

Fecha:

Distancia Tiempo	Distancia X	Distancia Y	Distancia Z	Distancia Z'	Distancia X'
Inmediatamente					
1 hora					
3 días					
7 días					

www.bdigital.ula.ve

