



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

“Estudio del grado de inhibición de polimerización, cambio en la estabilidad dimensional y resistencia al desgarre de dos siliconas por adición en consistencia pesada mezclada con tres marcas de guantes de nitrilo”

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Diploma de la

ESPECIALIDAD EN PROSTODONCIA

Presenta:

C.D Rosario Angelica Meza Flores

Dirigido por:

Dr. Jesús Eduardo Castro Ruiz

Querétaro, Qro. a Mayo 2023

CD. ROSARIO ANGELICA MEZA FLORES

“ESTUDIO DEL GRADO DE INHIBICIÓN DE POLIMERIZACIÓN, CAMBIO EN LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL Y RESISTENCIA AL DESGARRE DE DOS SILICONAS POR ADICIÓN EN CONSISTENCIA PESADA MEZCLADA CON 3 MARCAS DE GUANTES DE NITRILLO”

2023



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales
de Información



Estudio del grado de inhibición de polimerización,
cambio en la estabilidad dimensional y resistencia al
desgarre de dos siliconas por adición en consistencia
pesada mezclada con 3 marcas de guantes de nitrilo

por

Rosario Angelica Meza Flores

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0
Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Clave RI: MEESN-293339



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad de Prostodoncia

“Estudio del grado de inhibición de polimerización, cambio en la estabilidad dimensional y resistencia al desgarre de dos siliconas por adición en consistencia pesada mezclada con tres marcas de guantes de nitrilo”

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la

Especialidad en Prostodoncia

Presenta:

C.D Rosario Angelica Meza Flores

Dirigido por:

Dr. Jesús Eduardo Castro Ruiz

Presidente: Dr. Jesús Eduardo Castro Ruiz

Secretario: Dr. Rubén Abraham Domínguez Pérez

Vocal: C.D.E.O Héctor Mancilla Herrera

Suplente: Dra. Claudia Elena Pérez García

Suplente: Dr. David Gustavo García Gutiérrez

Centro Universitario,
Querétaro, Qro. Mayo 2023
México

Resumen

Introducción: Las impresiones dentales son herramientas para el diagnóstico y plan de tratamiento, por lo que es importante que: (1) los materiales de impresión sean de calidad y (2) su manipulación sea adecuada. En odontología se utilizan diversos tipos de guantes como barreras de protección, así como para la manipulación de materiales. Se ha reportado que los guantes de látex poseen residuos de sulfuro derivados del proceso de curado, los cuales interfieren con la polimerización de las siliconas para impresión, lo que ha incrementado la implementación de alternativas como los guantes de nitrilo. No obstante, se ha evidenciado que los guantes de nitrilo se pueden procesar de manera similar al látex natural, existiendo así el riesgo de presentar residuos que puedan interferir con la polimerización de las siliconas. **Objetivo:** Se determinó el grado de polimerización (IP), cambio en la estabilidad dimensional (ED) y la resistencia al desgarre (RD) de dos marcas de masilla (siliconas por adición), (Elite HD y Provil), mezcladas con tres marcas diferentes de guantes de nitrilo. **Material y métodos:** Se evaluaron 90 especímenes para IP, 30 para ED y 45 para RD, con cada marca de guantes de nitrilo. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente por medio de pruebas de ANOVA y t de Student. **Resultados:** La RD del PVS mostró un cambio significativo en “Provil” con mayor resistencia al desgarre para los guantes de nitrilo Blossom y Uniseal, mientras que para “Elite HD” los valores se mantuvieron similares. Para la ED hubo un cambio significativo en “Provil” mezclada con guantes de nitrilo Uniseal, frente los otros dos grupos. Por su parte “Elite HD” mezclada con guantes nitrilo Uniseal mostró mayor cambio en la ED. Por su parte, la IP indica que para “Provil” mezclada con guantes de látex tiene mayor porcentaje de absorbancia respecto a las demás, además Nitrilo Blossom y Uniseal tuvo niveles de absorbancia, para “Elite HD” los niveles de absorbancia fueron similares para las muestras de guantes de Nitrilo Uniseal y guantes de látex.

Conclusiones: El estudio revela que los guantes de nitrilo pueden ser utilizados para realizar impresiones dentales manteniendo y optimizando sus propiedades, tomando en cuenta sus indicaciones.

Palabras clave: Silicona dental, guantes de nitrilo, inhibición de polimerización, estabilidad dimensional y resistencia al desgarre.

Summary

Introduction: Dental impressions are tools for diagnosis and treatment planning, so it is important that: (1) the impression materials are of good quality and (2) their handling is adequate. Various types of gloves are used in dentistry as protective barriers, as well as for material handling. It has been reported that latex gloves have sulfur residues derived from the curing process, which interfere with the polymerization of silicones for printing, which has increased the implementation of alternatives such as nitrile gloves. However, it has been shown that nitrile gloves can be processed in a similar way to natural latex, thus there being a risk of presenting residues that could interfere with the polymerization of silicones.

Objective: The degree of polymerization (IP), change in dimensional stability (ED) and tear resistance (RD) of two brands of putty (addition silicones), (Elite HD and Provil), mixed with three different brands from nitrile gloves, were determined.

Material and methods: 90 specimens were evaluated for IP, 30 for ED and 45 for RD, with each brand of nitrile gloves. The data obtained were statistically analyzed using ANOVA and Student's T tests. **Results:** The RD of the PVS showed a significant change in "Provil" with greater tear resistance for the Blossom and Uniseal nitrile gloves, while for "Elite HD" the values remained similar. For ED there was a significant change in "Provil" mixed with Uniseal nitrile gloves, compared to the other two groups. On the other hand, "Elite HD" mixed with Uniseal nitrile gloves showed a greater change in ED. For its part, the IP indicates that for "Provil" mixed with latex gloves it has a higher percentage of absorbance compared to the others, in addition Nitrile Blossom and Uniseal had absorbance levels, for "Elite HD" the absorbance levels were similar for the samples of Uniseal Nitrile Gloves and latex gloves.

Conclusions: The study reveals that nitrile gloves can be used to make dental impressions while maintaining and optimizing their properties, taking into account their indications.

Keywords: Dental silicone, nitrile gloves, polymerization inhibition, dimensional stability and tear resistance.

Dedicatorias

A mí misma

Me dedico la elaboración de este proyecto, ya que sin mi perseverancia, dedicación y disciplina esto no hubiese sido posible.

A mis padres

Son ellos los que me han formado como ser humano, me debo íntegramente a ellos. Símbolo de lucha, amor y constancia. Mi mayor fuerza y pilar para salir adelante y ejemplo en todos los sentidos, haciéndome saber que todo se puede lograr no importa cuán difícil sea, siempre y cuando lo hagamos con pasión y actitud.

A mi esposo, Jesús Antonio Soto

Mi compañero de vida y de aventuras. Que son su amor, consejos y apoyo los que me impulsan siempre a ser cada día mejor para mí, para él y para nosotros. Gracias siempre por creer en mí.

A mi familia

Especialmente a mis hermanos, por todo su apoyo y amor incondicional. ¡La chiquita de la familia se tituló!

Agradecimientos

A Dios

Mi agradecimiento será primero con Dios, por siempre ponerme en mi vida retos que superar y aventuras que vivir, siendo la especialidad una gran bendición y un enorme reto. Mi respaldo y mi fortaleza en mis momentos más débiles, mi alegría y motivación en los mejores.

Al Dr. Jesús Eduardo Castro Ruiz

Por su apoyo y paciencia a lo largo de la elaboración de este proyecto, por brindarme de sus conocimientos científicos y de investigación, así como por darme las herramientas y orientación necesarias para que el resultado fuese lo mejor posible.

A la Dra. Claudia Elena Pérez García y Dr. Dr. David Gustavo García Gutiérrez

Por su gran ayuda para poder llevar a cabo una gran parte de este proyecto, en la elaboración y recopilación de datos, siendo muy atentos, amables y generosos, siempre disponibles para apoyarme, de manera física y teórica.

Al Dr. Rubén Abraham Domínguez

Por apoyarme en clase y laboratorio, y siempre ayudarme a mejorar la proyección de mi tesis, con ganas y actitud siempre para apoyar a sus alumnos.

A la Universidad Autónoma de Querétaro

El agradecimiento es para todos los que forman parte de esta institución que por más de dos años fue mi alma mater y siempre será así, desde mis compañeros de estudio, mis docentes, amigos y colegas. Siempre será un orgullo ser 100% UAQ.

Índice

Contenido	Página
Resumen	3
Summary	5
Dedicatorias	7
Agradecimientos	8
Índice	9
Índice de cuadros	10
Abreviaturas y siglas	11
I. Introducción	12-15
II. Antecedentes/estado del arte	15
<i>II.1 Investigaciones del grado de inhibición de la polimerización de siliconas por adición en relación con los guantes de uso odontológico</i>	15-16
<i>II.2 Investigaciones de la estabilidad dimensional de siliconas por adición</i>	16-17
<i>II.3 Investigaciones de la resistencia al desgarre de siliconas por adición</i>	17-18
III. Fundamentación teórica	18-28
IV. Justificación	29
V. Hipótesis o supuestos	29
VI. Objetivos	30
<i>V.1 General</i>	30
<i>V.2 Específicos</i>	30
VII. Material y métodos	31
<i>VI.1 Diseño del estudio</i>	31
<i>VI.2 Población o unidad de análisis</i>	32

<i>VI.3 Tamaño de la muestra</i>	32
<i>VI. Técnicas e instrumentos</i>	35
<i>VI. Procedimientos</i>	36-46
VII. Resultados	47-51
VIII. Discusión	52-54
IX. Conclusiones	55
X. Bibliografía	56
XI. Instrumentos	61

Índice de cuadros

Cuadro		Página
V.1	Comparación de los valores de la resistencia al desgarre (N) de las siliconas Provil Kulzer y elite HD Zchermack en consistencia pesada mezcladas con tres diferentes marcas de guantes de nitrilo.	47
V.2	Comparación de los valores de desplazamiento (S) de las siliconas Provil Kulzer y Elite HD Zchermack consistencia pesada mezcladas con tres diferentes marcas de guantes de nitrilo.	48
V.3	Comparación de los valores de cambio en la estabilidad dimensional (%) de las siliconas Provil Kulzer y Elite HD Zchermack en consistencia pesada mezcladas con tres diferentes marcas de guantes de nitrilo.	49
V.4	Análisis de I.R mediante Longitud de onda (nm) y Absorbancia (%), de espectros reflejados en especímenes de PVS marca Elite HD, Zchermack.	50

V.5	Análisis de I.R mediante Longitud de onda (nm) y Absorbancia (% espectros reflejados en especímenes de PVS marca Provil, Kulzer.	51
-----	--	----

Abreviaturas y siglas

PVS: Polivinilsiloxano

IP: Inhibición de la polimerización

ED: Estabilidad Dimensional

RD: Resistencia al desgarre

I. Introducción

Una impresión dental es el negativo de las estructuras orales. Se obtiene colocando materiales blandos y semifluidos en la boca (Mousavi et al., 2019), son consideradas una herramienta para el diagnóstico y plan de tratamiento. Por ello es muy importante que los materiales de impresión cuenten con una excelente calidad y a su vez, que su preparación y manipulación sean acertadas por parte del profesional odontológico.

Una reproducción exacta de la impresión es de importancia crítica en el campo de la odontología restauradora. La evidencia científica sugiere sólidamente que, con una adecuada selección y manipulación de materiales, se pueden obtener impresiones precisas para la fabricación de restauraciones dentales (Donovan y Chee, 2004).

Los materiales de impresión son utilizados para registrar o reproducir la forma y relación del diente con los tejidos blandos de la cavidad oral (Ahmed 2019). Los hidrocoloides fueron los primeros materiales elásticos usados en el área odontológica. Estos se dividen en: reversibles (agar-agar) e irreversibles (alginato): los primeros son coloides orgánicos obtenidos de la pared celular de algas rojas, y los últimos son biopolímeros extraídos de algas pardas cuyo ingrediente principal es la sal de ácido algínico (Cervino et al. 2019; Rolando y Venegas, 2021).

Los elastómeros comprenden un grupo de materiales de impresión a base de polímeros sintéticos que se reticulan cuando reaccionan químicamente (polimerización) y que se pueden estirar y, sin embargo, recuperar rápidamente sus dimensiones originales (Anusavice et al., 2013).

Son catalogados en cuatro grupos de acuerdo al constituyente polimérico: polisulfuro, poliéter, polivinilsiloxano (PVS) y polisiloxano o silicona de condensación (Donovan y Chee, 2004; Gonçalves et al., 2011).

Silicona por adición o Polivinilsiloxano

La silicona por adición, también denominada polivinilsiloxano (PVS) es un material de impresión que es llamado así debido al mecanismo de polimerización que presenta en donde existe una interacción (adición) entre un divinilpolisiloxano y polimetilhidrosiloxano con una sal de platino como catalizador, formando así el polímero (Amaya et al., 2014).

El PVS se hizo popular a finales de la década de 1970, pues representó una alternativa novedosa a los materiales condensación, ya que mostraba numerosas ventajas, tales como: reproducción de detalles finos, buena recuperación elástica y excelente estabilidad dimensional (Amaya et al., 2014).

Estructuralmente, el PVS consta de una cadena de polisiloxano con un grupo vinilo en cada extremo terminal, es decir, poldimetilsiloxanos terminados en vinilo, que pueden reaccionar con un silano (hidruro de silicio SiH_4), para llevar a cabo el efecto de reticulación o cross-linking. El efecto neto consiste en transferir un hidrógeno del SiH_4 (consiste en una cadena de átomos de silicio unidos covalentemente a átomos de hidrógeno), y su silicio para separar los átomos de carbono del grupo vinilo, y el proceso se llama hidrosililación.

Su reacción de polimerización se da por medio de una reacción de adición que a su vez se produce entre los grupos vinilo e hidrógeno sin que se forme ningún subproducto. La reacción de polimerización simplificada es: siloxano con hidrógeno + siloxano con terminal de vinilo + ácido cloroplatínico es igual a un caucho de silicona. El vinilsiloxano es disfuncional y el siloxano que contiene hidrógeno es multifuncional. Debido a que en esta reacción no se forma ningún subproducto volátil (como agua o etanol), se produce un cambio dimensional mínimo durante la polimerización (Widyasrini, 2019).

Esta reacción puede ser alterada por distintos factores como la temperatura, humedad, lubricantes para guantes, dique de hule, cementos temporales de óxido de zinc/eugenol, agentes cementantes, hilos de retracción gingival de alumbre, azufre contenido en hemostáticos, ionómero de vidrio, entre otros (Machado et al., 2011; Walid et al., 2012).

Una parcial o incompleta polimerización de una impresión tiene un efecto perjudicial en sus propiedades más importantes como la estabilidad dimensional, definición de la superficie y resistencia al desgarre (Kimoto et al., 2005).

El que se haya determinado si los guantes de nitrilo producen inhibición de la polimerización, cambio en la estabilidad dimensional y cambio en la resistencia al desgarre de la silicona por adición, brinda al profesional de la salud dental un mejor criterio de elección para la manipulación de este material, lo que proveerá un adecuado manejo de este, mayor calidad y mayor control en los tiempos de trabajo.

La importancia del estudio radica en que no existe evidencia científica que sustente que el uso de los guantes de nitrilo para la manipulación y preparación de la silicona por adición no afecta su polimerización, estabilidad dimensional y resistencia al desgarre, lo que aporta no solo al resultado de la impresión dental sino a cualquier procedimiento posterior a esta desde la obtención del positivo en yeso como la restauración final.

Cabe puntualizar que dicho estudio es de gran ayuda para el manejo de los materiales dentales pues se abrirá la pauta para una manipulación y elección más adecuada y óptima de este material, además como consecuente se obtendrá el conocimiento del proceso de interacción de un material con otro así como la repercusión en sus propiedades, y esto es un punto fundamental, pues tener la certeza de que no habrá una interacción de los elementos utilizados y sus

componentes que afecte negativamente las características del material dental, dará la seguridad necesaria al clínico antes, durante y después del procedimiento, lo que dictará un correcto desempeño del material, proporcionándole al clínico mejores resultados en su práctica dental y brindándole mayor calidad de tratamiento a los pacientes y sociedad odontológica en general.

II. Antecedentes

Investigaciones del grado de inhibición de la polimerización de siliconas por adición en relación con los guantes de uso odontológico

Dentro del área de la odontología se han realizado distintos estudios para evaluar la inhibición sobre el grado de polimerización de las siliconas por adición utilizando diferentes tipos de guantes.

Por una parte, Peregrina et al. (2003) realizaron un estudio con el propósito de examinar la inhibición de la polimerización de tres materiales de impresión de PVS puestos en contacto con superficies sujetas a contacto previo con guantes o surfactantes de uso común. Se utilizaron dos tipos de guantes de látex (con polvo y sin polvo), cuatro tipos de surfactantes y dos temperaturas ambientes de 22°C y 36°C. Entre sus resultados se encontró que la inhibición se tuvo solo con uno de los tres materiales de PVS cuando el alcohol fue usado como surfactante. A 22°C la tasa de inhibición varió de 95% a 100% para ambos tipos de guantes; a 36°C la inhibición varió de 40% (guantes sin polvo) a 75% (guantes con polvo), respectivamente. Concluyendo que la exposición del guante de látex al alcohol resultó en la inhibición de la polimerización de uno de los tres materiales de PVS probados (Peregrina et al., 2003).

Por otro lado, Kimoto et al. (2005) examinaron las superficies de materiales comúnmente utilizados en los procedimientos restaurativos que estaban contaminados por el contacto indirecto con guantes de látex y luego se evaluó la inhibición de la polimerización de PVS. Concluyeron que los compuestos

de azufre y cloruro de azufre se identificaron como la contaminación de partículas que resultó en la inhibición de la polimerización del material de impresión dental PVS probado (Kimoto et al., 2005).

Por su parte Delgado et al. (2018) hicieron un estudio para evaluar el tiempo de polimerización y gelificación de materiales pesados de PVS y para determinar si estos tiempos se ven afectados por el uso de guantes de nitrilo bajo diferentes condiciones (guantes lavados, guantes no lavados y manos contaminadas). En lo que respecta al tiempo de gelificación fue mayor, en minutos, para el material probado con manos contaminadas, mientras que fue significativamente menor para guantes de nitrilo lavados, y aun menor para los guantes de nitrilo sin lavar, mientras que para el tiempo de polimerización no se obtuvieron diferencias significativas para ninguno de ambos materiales probados de PVS en consistencia pesada. Concluyeron que en los especímenes mezclados con las manos contaminadas se vio afectado el tiempo de gelificación retrasando el tiempo de polimerización de los materiales de PVS pesados (Delgado et al., 2018).

Investigaciones de la estabilidad dimensional de siliconas por adición

En este sentido, Martins et al. (2019) realizaron un estudio con el propósito de evaluar los cambios en la estabilidad dimensional de una impresión primaria con polivinilsiloxano. Las muestras fueron elaboradas de acuerdo a las especificaciones de la ISO 4823:2000. En los resultados del estudio no encontraron una reducción o contracción de la silicona por adición en el tiempo, por lo que concluyeron que este material como impresión puede almacenarse durante una semana sin el riesgo de sufrir cambios dimensionales significativos (Martins et al., 2019).

Otro estudio acerca de esta propiedad, es el de Gounder y Vikas (2016) en donde evalúan y comparan el efecto de diferentes desinfectantes aplicados con

técnicas de atomización con spray e inmersión en la estabilidad dimensional lineal de materiales de registro oclusal como: PVS y poliéter, los materiales fueron mezclados de acuerdo a las especificaciones del fabricante y los especímenes fueron preparados de acuerdo a las especificaciones de la ISO 4823. En donde se concluyó que, para conservar las dimensiones y superficies de los materiales de registro y una efectiva eliminación microbiana, las restricciones deberán ser aplicadas en el método de desinfección y tiempo de duración (Gounder y Vikas, 2016).

Investigaciones de la resistencia al desgarre de siliconas por adición

Dentro de las investigaciones realizadas para analizar la resistencia al desgarro se encuentra el estudio de Huettig et al. (2021), en donde los materiales de impresión: poliéteres, polivinilsiloxanateres y polivinilsiloxano, en su consistencia ligera y pesada, fueron evaluados y comparados de acuerdo a sus características de fluidez, resistencia al desgarre e hidrofiliidad. Los resultados indicaron que el material de PVS y el polivinilsiloxanater brindaron significativamente mejores resultados de resistencia al desgarre e hidrofiliidad, más no de fluidez (Huettig et al., 2021).

Por otro lado, Re et al. (2015) compararon las propiedades tensiles de distintos materiales de impresión hidrofílicos con diferentes consistencias: polivinilsiloxano, poliéter y poliéter de vinil híbrido. Los materiales de polivinilsiloxano mostraron consistentemente valores de resistencia a la tracción más altos que los poliéteres. Los materiales de consistencia pesada mostraron mayor resistencia a la tracción que los de consistencia ligera, en donde se concluyó que la elección de un material de impresión debe basarse en el comportamiento físico específico del elastómero.

Por su parte, Lu et al. (2004) estudiaron algunas propiedades mecánicas de dos marcas de siliconas por adición en dos consistencias (pesada y ligera): recuperación elástica y tensión a la compresión de acuerdo a la ISO 4823, energía

al desgarre y resistencia tensil. Resultando una correlación entre la tensión de compresión y las otras propiedades mecánicas, mientras que para la resistencia tensil y resistencia al desgarre no existió correlación. Se concluyó que los materiales en consistencia pesada tienen mejores propiedades de resistencia tensil y al desgarro que los materiales de cuerpo ligero. La tensión a la compresión fue correlacionada con la recuperación elástica, la energía al desgarre y la resistencia tensil (Lu et al., 2004).

III. Fundamentación teórica

Materiales de impresión

Los materiales de impresión son utilizados para registrar o reproducir la forma y relación del diente con los tejidos blandos de la cavidad oral (Ahmed 2019). Los hidrocoloides fueron los primeros materiales elásticos usados en el área odontológica. Estos se dividen en: reversibles (agar-agar) considerados como coloides orgánicos obtenidos de la pared celular de algas rojas, e hidrocoloides irreversibles (alginato), que es un biopolímero extraído de algas pardas cuyo ingrediente principal es la sal de ácido algínico (Cervino et al. 2019; Rolando y Venegas, 2021).

Los elastómeros comprenden un grupo de materiales de impresión a base de polímeros sintéticos que se reticulan químicamente cuando se endurecen y que se pueden estirar y, sin embargo, recuperar rápidamente sus dimensiones originales, como el caucho natural vulcanizado cuando se libera la tensión aplicada (Anusavice et al., 2013).

Son catalogados en cuatro grupos de acuerdo al constituyente polimérico: Polisulfuro, Poliéter, Polivinilsiloxano (PVS) y silicona de condensación o condensable (Donovan y Chee, 2004; Gonçalves et al., 2011).

Son muy populares y utilizados ya que cuentan con una gran precisión, estabilidad dimensional con el tiempo y capacidad para registrar detalles en comparación con los materiales hidrocoloides (Widyasrini, 2019).

Silicona por adición o Polivinilsiloxano

La silicona por adición (PVS) es un material de impresión que lleva su nombre y se basa por medio de la polimerización por adición entre un divinilpolisiloxano y polimetilhidrosiloxano con una sal de platino como catalizador.

Este se hizo popular a finales de la década de 1970 a manera de alternativa a los materiales condensación, mostrando muchas ventajas, tales como: reproducción de detalles finos, buena recuperación elástica y excelente estabilidad dimensional (Amaya et al., 2014).

Adicionalmente, este material ha mostrado poseer la mayor precisión, estabilidad dimensional y reproducción de superficie en comparación con otros materiales de impresión (Rubel 2007).

Composición química

Estructuralmente, el PVS consta de una cadena de polisiloxano con un grupo vinilo en cada extremo terminal, es decir, poldimetilsiloxanos terminados en vinilo, que pueden reaccionar con un silano (hidruro de silicio SiH_4), para llevar a cabo el efecto de reticulación o cross-linking. El efecto neto transferir hidrógeno o SiH_4 (consiste en una cadena de átomos de silicio unidos covalentemente a átomos de hidrógeno), y su silicio para separar los átomos de carbono del grupo vinilo, y el proceso se llama hidrosililación. Al ser una reacción de adición, no existe un subproducto y dichos materiales, siliconas de adición, precisión dimensional y estabilidad (Faglioni et al., 2002; Darvell, 2018).

Este material es suministrado como un sistema de dos componentes. Uno contiene una silicona de bajo peso molecular con grupos vinilo terminales, reforzado con materiales de relleno (sílice coloidal), y un catalizador ácido cloroplatínico, mientras que el otro componente contiene una silicona de bajo peso molecular con hidrógenos silano y relleno de refuerzo. Ambos componentes se mezclan en cantidades iguales y la reacción de adición ocurre entre los grupos vinil e hidrógenos sin la formación de subproductos (Widyasrini 2019).

La consistencia fluida es suministrada en cartuchos que poseen un sistema de automezcla o de dos cartuchos, con la pasta base en un cartucho y catalizador en otro, el cual provee una mixtura homogénea o buena consistencia (Widyasrini, 2019). Por otro lado, la consistencia de masilla a mano hasta uniforme. El objetivo principal de las distintas consistencias es permitir una mayor precisión de la impresión, en donde la fase de alta viscosidad tiene un valor agregado de estabilidad por el material de baja viscosidad o fluido (Widyasrini, 2019).

Propiedades

Según Widyasrini (2019) las siliconas por adición tienen las siguientes características

- Bajo a moderado tiempo de trabajo.
- Bajo a moderado tiempo de ajuste.
- Muy baja contracción.
- Muy alta recuperación elástica.
- Baja a moderada flexibilidad a la remoción.
- Baja a moderada resistencia al desgarre.
- Muy buena humectabilidad.
- Excelente reproducción de detalles.

Una reproducción exacta de la impresión es de importancia crítica en el campo de la prostodoncia, los implantes y la odontología restauradora. La evidencia científica sugiere sólidamente que una adecuada selección y manipulación de materiales, se pueden obtener impresiones precisas para la fabricación de restauraciones dentales (Donovan y Chee, 2004). El tiempo de polimerización es el intervalo durante el cual las viscosidades del material cambian. En el proceso de preparación y manipulación de las siliconas por adición se deben considerar dos tiempos de gran importancia, el tiempo de trabajo y el tiempo de mezclado. Por una parte, el tiempo de trabajo es el período de tiempo que inicia con el comienzo de la mezcla y termina antes de que el material que se está mezclando haya comenzado a exhibir propiedades elásticas que evitarán la manipulación del material según sea necesario para formar una impresión o un molde que tenga los detalles de superficie deseados y las características dimensionales. Mientras que el tiempo de mezclado es el tiempo medido desde el primer contacto entre diferentes componentes de un material que se mezcla, el cual es requerido para lograr una mezcla homogénea cuando los componentes se mezclan de acuerdo con las instrucciones del fabricante (ISO 4823, 2015).

Los materiales en consistencia pesada de PVS se utilizan para hacer impresiones, registros oclusales y para procedimientos de laboratorio dental como duplicado de modelo maestro o de trabajo (Amaya et al., 2014). Investigaciones anteriores han demostrado que la polimerización de los materiales de impresión de PVS se ve afectada por la interacción con el látex: guantes o dique, por lo que se recomienda lavar y secar bien las manos, guantes de nitrilo o manos limpias (Amaya et al., 2014).

Polímeros

Un polímero es un compuesto químico que consiste en grandes moléculas orgánicas construidas por la repetición de unidades monoméricas más pequeñas (Driscoll et al., 2017).

Los polímeros fueron clasificados originalmente por Carothers en 1929, en polímeros de condensación y de adición, dependiendo de la diferencia de composición entre el polímero y monómero a partir de los cuales se sintetizó. Los polímeros de condensación son aquellos que se forman por polímeros poli funcionales debido a una variedad de reacciones de condensación de química orgánica con la eliminación de algunas pequeñas moléculas como el agua. Los polímeros de adición son clasificados como aquellos que se forman sin perder ninguna molécula pequeña (O'dian 2014).

Polimerización

Es la formación de un compuesto mediante la unión de moléculas de pequeño peso molecular en un compuesto de gran peso molecular; la reacción usa activación química, térmica o lumínica (Driscoll et al., 2017).

Polimerización del PVS

La polimerización del PVS se da por medio de una reacción de adición que a su vez se produce entre los grupos vinilo e hidrógeno sin que se forme ningún subproducto. La reacción de polimerización simplificada es: siloxano con hidrógeno + siloxano con terminal de vinilo + ácido cloroplatínico es igual a un caucho de silicona. El vinilsiloxano es difuncional y el siloxano que contiene hidrógeno es multifuncional. Debido a que en esta reacción no se forma ningún subproducto volátil (como agua o etanol), se produce un cambio dimensional mínimo durante la polimerización (Widyasrini 2019).

Alteración de polimerización del PVS

La polimerización del material de impresión PVS puede ser alterada por distintos factores como la temperatura, humedad, lubricantes para guantes, dique de hule, cementos temporales de óxido de zinc y eugenol y agentes cementantes,

hilos de retracción gingival de alumbre, azufre contenido en hemostáticos, ionómero de vidrio, entre otros (Machado et al., 2011; Walid et al., 2012).

Una parcial o incompleta polimerización de una impresión tiene un efecto perjudicial en la precisión dimensional y en la definición de la superficie (Kimoto et al., 2005).

Inhibición de siliconas por adición

La inhibición de la polimerización del material de Polivinilsiloxano, es manifestada como una superficie ondulada en el material de impresión establecido. El material en la superficie de la impresión en las áreas que fueron contaminadas será resbaladizo al tacto. Este tipo de inhibición es superficial y limitada no muy diferente de la capa inhibida por oxígeno encontrada en las resinas compuestas (De Camargo et al., 1993).

Esta ondulación es transmitida al yeso. A menudo, el material de impresión sin polimerizar será adherente a los dientes preparados o al yeso cuando la impresión se separa. En cualquier caso, los detalles de la superficie del yeso se verán comprometidos y no serán adecuados para uso en la fabricación de restauraciones (De Camargo et al., 1993).

Le inhibición de polimerización de este tipo de materiales de impresión puede ocurrir cuando el material de consistencia pesado es mezclado con guantes de látex, cuando el material está en contacto con el dique de hule, o bien por contacto indirecto intraoral del diente o tejidos blandos con guantes de látex antes de la toma de impresión (Cook y Thomasz, 1986; Anusavice et al., 2012).

Mecanismo de contaminación

La contaminación por azufre de los guantes naturales de látex inhibe la polimerización de la silicona por adición (Anusavice et al., 2012). La presencia y

nivel de azufre determina la inhibición completa o parcial o ninguna inhibición en absoluto (Causton et al., 1993).

Inhibición directa: sucede cuando se usan manos enguantadas para mezclar el material de consistencia pesada o cuando se realiza una impresión con el dique de goma puesto en su lugar (Machado y Guedes, 2011; Amaya et al., 2014).

Inhibición indirecta: sucede cuando las manos enguantadas del operador tocan los dientes preparados y/o tejidos gingivales alrededor de la preparación. (Amaya et al., 2014).

El material de impresión ideal debe exhibir propiedades mecánicas adecuadas para resistir tensiones en diversos escenarios clínicos. Los materiales de impresión elastoméricos ofrecen una alta recuperación elástica y una flexibilidad aceptable al retirar la impresión de la boca. Recientemente, se han introducido nuevos materiales de impresión elastoméricos, con la necesidad de una recuperación elástica muy alta, una alta resistencia al desgarro y a la tracción (Re et al. 2015).

La resistencia al desgarro es la capacidad de un material de impresión dental para resistir el desgarro en áreas dentales interproximales delgadas y en la profundidad del surco gingival (Lu et al. 2004). Actualmente las siliconas por adición tienen mayor resistencia al desgarre comparado con otros materiales como el poliéter (Lawson et al. 2008).

Las impresiones dentales deben resistir el desgarro cuando se aplican tensiones de tracción durante la remoción de la impresión y la separación del modelo de yeso. El desgarre de la impresión causa defectos que afectan a la precisión de la restauración final, por lo tanto, es necesario que los materiales de impresión tengan la máxima resistencia al desgarre (Lawson et al. 2008). Normalmente, los elastómeros deben transmitir detalles y dimensiones sin

desviaciones ni pérdidas de información de la cavidad oral al modelo de yeso (Huettig et al. 2021).

Espectroscopia de infrarrojo (IR)

La ciencia de los materiales dentales para la odontología restauradora se clasifica en cuatro categorías: metales, cerámicas, polímeros y composites. Todos estos materiales tienen microestructuras características y propiedades resultantes (Khan et al. 2017).

Hoy en día existe un gran cambio gracias a la síntesis de nuevos sistemas poliméricos y la introducción de los nanos rellenos inorgánicos. Estos materiales están destinados a superar las desventajas de materiales convencionales. Es deseable que los materiales dentales tengan biocompatibilidad, bioactividad, y propiedades de unión en la interfaz entre el material y el tejido para evitar microfiltraciones y entrada de bacterias; por lo tanto, es importante conocer las características estructurales e ingredientes químicos de los materiales (Khan et al., 2012; De souza, 2015; Toledano et al., 2015).

La espectroscopia vibratoria (espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier [FTIR] y Raman) se ha utilizado ampliamente como una técnica no destructiva para estudiar los tejidos duros dentales y la química de los materiales de restauración dental (Oréfice et al., 2003; Young et al., 2004; Khan et al., 2013).

Los análisis cualitativos y cuantitativos de los materiales dentales describen el estado de los materiales durante el fraguado y durante el período posterior. Una propiedad esencial de dicho material es el proceso químico responsable de la transición de fase de un estado viscoso a un estado rígido (Khan et al., 2012).

Estas técnicas espectroscópicas permiten conocer las reacciones químicas que tienen lugar en el material con respecto a la formación y rotura de

enlaces. Además, proporcionar información sobre la composición molecular de los materiales por lo que tienen una amplia gama de aplicaciones para comprender la naturaleza de la variedad de tipos de materiales desde la fase biológica hasta la fase mineral (Smith et al., 2013; Ramakrishnaiah et al., 2015; Buttler et al., 2016).

Raman y FTIR son técnicas complementarias; en el caso de FTIR, un cambio en el dipolo momento de la molécula, mientras que en la espectroscopia Raman un cambio en la polarización de moléculas. Las bandas características generadas son típicas de grupos de enlaces químicos y estos se pueden utilizar como una huella digital para identificar el tipo de material. El uso de la espectroscopia vibracional para estudiar el área de interfaz agregó información excelente a entender muy bien la unión entre la dentina/esmalte y el material, como la penetración del adhesivo en el interior del tejido o la interacción entre ellos, especialmente el entrecruzamiento de colágeno (Ramakrishnaiah et al., 2015).

Según Moraes et al. (2008), es una técnica ampliamente usada para investigar materiales en fase gaseosa, líquida o sólida. Esta herramienta es usada para medir el grado de conversión o polimerización de materiales odontológicos, como los composites dentales.

La espectroscopia IR está basada en la interacción entre la radiación electromagnética y vibraciones naturales de enlaces químicos entre los átomos que componen la materia. No todas las vibraciones posibles dentro de una molécula darán como resultado una banda de absorción en la región IR.

Para que un material absorba radiación en la región IR, se deben cumplir dos condiciones:

Debe haber coincidencia (resonancia) entre las frecuencias de radiación infrarroja y vibración molecular. La vibración natural debe causar un cambio en el momento dipolar durante la vibración.

Las frecuencias de vibración de un enlace químico dependen sobre la rigidez de este vínculo (caracterizado por un constante de proporcionalidad denominada constante de fuerza) y las masas de los átomos en cada extremo del enlace. Hay dos tipos de vibraciones moleculares: una que cambia la longitud del enlace (estiramiento) y otro que cambia el ángulo de enlace (flexión).

La posición de las bandas de absorción en los espectros es presentada como longitud de onda (λ), ya sea como metros o submúltiplos de un metro. En la región infrarroja, comúnmente la unidad utilizada es el número de onda ($\bar{\nu}$), que se expresa en cm^{-1} , porque es directamente proporcional a la energía (E) y frecuencia (ν) de radiación, de acuerdo con la ecuación:

$$E = h\nu = hc/\lambda = hc \bar{\nu}$$

Donde h = constante de Planck

c = velocidad de la luz en el vacío.

La intensidad de la banda se puede expresar en transmitancia o absorbancia. La transmitancia (T) se define como la relación entre intensidades de los haces transmitidos (I) e incidentes (I_0). Por otro lado, la absorbancia (A) es el logaritmo (base 10) del recíproco de la transmitancia

$$A = \log_{10} (1/T) = \log_{10} (I_0/I)$$

La transmitancia de la energía radiante depende en el grosor (x) y el coeficiente de absorción (α) de la muestra, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$I = I_0 e^{-\alpha x}$$

El infrarrojo a menudo se divide en tres regiones espectrales:

Cercano (NIR - de 4,000 a aproximadamente 14,000 cm^{-1}).

Medio (MIR - de 400 a 4,000 cm^{-1})

Lejano (FIR – de aproximadamente 25 a 400 cm^{-1}).

IV. Justificación

Actualmente, los elastómeros basados en silicona por adición, se encuentran entre los materiales para impresiones dentales de mayor uso en el área de Prostodoncia, tanto como herramientas de diagnóstico bucal como para procedimientos definitivos como rehabilitaciones protésicas fijas o removibles.

El que se haya determinado si los guantes de nitrilo producen inhibición de la polimerización, cambio en la estabilidad dimensional y cambio en la resistencia al desgarre de la silicona por adición, brinda al profesional de la salud dental un mejor criterio de elección para la manipulación de este material, lo que provee un adecuado manejo de este, mayor calidad y mayor control en los tiempos de trabajo.

La importancia del estudio radica en que no existe evidencia científica que sustente que el uso de los guantes de nitrilo para la manipulación y preparación de la silicona por adición no afecta su polimerización, estabilidad dimensional y resistencia al desgarre, lo que aporta no solo al resultado de la impresión dental sino a cualquier procedimiento posterior a esta desde la obtención del positivo en yeso como la restauración final.

Cabe puntualizar que dicho estudio es de gran ayuda para el manejo de los materiales dentales pues se abre una pauta para una manipulación y elección más adecuada y óptima de este material, además como consecuente se tiene el conocimiento del proceso de interacción de un material con otro así como la repercusión en sus propiedades, y esto es un punto fundamental, pues tener la certeza de que no hay una interacción de los elementos utilizados y sus componentes que afecte negativamente las características del material dental, da la seguridad necesaria al clínico antes, durante y después del procedimiento, lo que permite un correcto desempeño del material, proporcionando mejores resultados en su práctica dental y brindándole mayor calidad de tratamiento.

V. Hipótesis

IV.1 Hipótesis de trabajo

Las tres marcas de guantes de nitrilo estudiadas, producen inhibición de la polimerización, cambio en la estabilidad dimensional, y cambio en la resistencia al desgarre de la silicona por adición Elite HD de Zhermack y Virtual de Ivoclar.

IV.2 Hipótesis nula

Los guantes de nitrilo, no producen inhibición de la polimerización, cambio en la estabilidad dimensional y cambio en la resistencia al desgarre de la silicona por adición Elite HD de Zhermack y Virtual de Ivoclar.

VI. Objetivos

V.1 Objetivo general

Determinar el grado de polimerización, cambio en la estabilidad dimensional y la resistencia al desgarre de dos marcas de siliconas por adición (Elite HD, Zhermack y Virtual, Ivoclar) en masilla mezcladas con tres marcas diferentes de guantes de nitrilo.

V.2 Objetivos específicos

1. Evaluar el grado de polimerización de dos siliconas por adición en masilla (Elite HD, Zhermack y Virtual, Ivoclar) mezcladas con tres marcas diferentes de guantes de nitrilo (Ambiderm, Uniseal y Microflex), por medio de pruebas de espectroscopía de I.R.

2. Evaluar el cambio de estabilidad dimensional de dos siliconas por adición en masilla (Elite HD, Zhermack y Virtual, Ivoclar) mezcladas con tres marcas diferentes de guantes de nitrilo (Ambiderm, Uniseal y Blossom), a través de análisis en microscopio.

3. Evaluar la resistencia al desgarre de dos siliconas por adición en masilla (Elite HD, Zhermack y Virtual, Ivoclar) mezcladas con tres marcas diferentes de guantes de nitrilo (Ambiderm, Uniseal y Blossom), mediante prueba mecánica en maquina universal.

4. Comparar el grado de polimerización, la estabilidad dimensional y la resistencia al desgarre de dos siliconas por adición en masilla (Elite HD, Zhermack y Virtual, Ivoclar) mezcladas con tres marcas diferentes de guantes de nitrilo (Ambiderm, Uniseal y Blossom), a través de pruebas de espectroscopía de I.R, pruebas de microscopía y pruebas mecánicas.

VII. Material y métodos

VII.1 Diseño del estudio

Estudio experimental *in vitro*

VII.2 Unidad de análisis

Para determinar la inhibición de la polimerización: especímenes de polivinilsiloxano en forma esférica de un tamaño estandarizado, utilizando un molde de tamaño predeterminado.

Para determinar la estabilidad dimensional: especímenes de polivinilsiloxano en forma cilíndrica de 30 mm de diámetro y 3 mm de grosor, según las especificaciones de la ADA (norma 19) para materiales de impresión elastoméricos.

Para determinar la resistencia al desgarre: especímenes de polivinilsiloxano utilizando un molde de acero inoxidable predeterminado de acuerdo a la DIN 53504:2017. Cada espécimen con un grosor de 2mm y una longitud de 75mm.

VII.3 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se decidió después de una búsqueda bibliográfica y de analizar reportes científicos similares con tamaños de muestra como el propuesto dentro de esta metodología, como el estudio de Peregrina et al. (2003) con 20 especímenes para determinar el efecto de inhibición de polimerización, utilizando dos marcas de PVS. Por otro lado, Martins et al. (2019) realizaron 10 especímenes de silicona por adición para realizar su estudio de evaluación de los cambios de estabilidad dimensional de una impresión primaria con polivinilsiloxano. Por su parte Huettig et al. (2021) investigaron dos poliéteres,

dos polivinilsiloxanateres y 10 polivinilsiloxanos, siete de cada uno fueron en consistencia ligera y otros siete en consistencia pesada (Peregrina et al., 2003; Martins et al., 2019; Huettig et al., 2021).

- Grado de inhibición de polimerización del PVS: 90 especímenes (30 para cada marca de guantes de nitrilo).
- Cambio en la estabilidad dimensional del PVS se realizaron 30 especímenes, 10 para cada marca de guantes de nitrilo.
- Resistencia al desgarre del PVS: se realizaron 15 especímenes, con cada marca de guantes de nitrilo.
- Grupo control positivo: 45 especímenes de PVS manipulados con guantes de látex Ambiderm con polvo, 15 para evaluar la inhibición de la polimerización del tamaño del scoop predeterminado, 15 para el cambio en la estabilidad dimensional de 30 mm de diámetro y 3 mm de grosor, y 15 para evaluar la resistencia al desgarre.
- Grupo control negativo: 45 especímenes de PVS manipulados con manos limpias (lavadas con agua y jabón, enjuagadas con agua destilada y secadas con aire), 15 para evaluar la inhibición de la polimerización del tamaño del molde predeterminado, 15 para el cambio en la estabilidad dimensional de 30 mm de diámetro y 3 mm de grosor, y 15 para evaluar la resistencia al desgarre.

VII.3.1 Criterios de selección

VII.3.1.1 Inclusión

- Guantes de nitrilo Ambiderm, Uniseal y Blossom.
- Guantes de látex con polvo Ambiderm.
- Silicona por adición Elite HD de Zhermack y Virtual de Ivoclar.

VII.3.1.2 Exclusión

- Guantes de látex sin polvo Ambiderm.
- Guantes de nitrilo caducados Ambiderm, Uniseal o Blossom.
- Guantes de látex caducados Ambiderm.
- Guantes de Nitrilo rotos Ambiderm, Uniseal o Blossom.
- Guantes de Látex con polvo rotos Ambiderm.
- Manos contaminadas.
- Silicona por adición de marca Elite HD de Zhermack y Virtual de Ivoclar caducadas.

VII.3.1.3 Eliminación

- Guantes de nitrilo Ambiderm, Uniseal y Blossom que se rompan durante la manipulación rotos.
- Guantes de látex con polvo Ambiderm que se rompan durante la manipulación.
- Especímenes de silicona por adición Elite HD de Zhermack y Virtual de Ivoclar mezclados heterogéneamente.
- Especímenes de silicona por adición Elite HD de Zhermack y Virtual de Ivoclar desgarrados durante la manipulación.
- Se eliminaron todos aquellos especímenes que sufrieron algún imprevisto durante el desarrollo de las pruebas que imposibilite evaluar las variables de interés. (Estos ya habían cumplido criterios de inclusión y exclusión pero algo pasó después).

VII.3.2 Variables estudiadas

VI.3.2.1 Dependientes

- Inhibición de la polimerización de silicona por adición.
- Estabilidad dimensional de silicona. por adición
- Resistencia al desgarre

VII.3.2.1 Independientes

- Manipulación de PVS con marca Ambiderm de guantes de nitrilo
- Manipulación de PVS con marca Uniseal de guantes de nitrilo
- Manipulación de PVS con marca Blossom de guantes de nitrilo

VII.4 Técnicas e instrumentos

Los valores obtenidos sobre el grado de inhibición de polimerización de PVS a través del software del espectrómetro de infrarrojo se recolectaron en una base de datos a partir de la cual se realizó el análisis pertinente.

Los valores referentes a la estabilidad dimensional del polivinilsiloxano, obtenidos a través del software del microscopio electrónico se recolectaron en una base de datos a partir de la cual se realizó el análisis pertinente.

De acuerdo a la ISO 4823, se usó la siguiente ecuación para calcular el porcentaje de cambio dimensional para cada espécimen:

$$\Delta L = (L2 - L1) / L1$$

Dónde: ΔL corresponde al porcentaje de cambio en la estabilidad dimensional del espécimen.

L1. Distancia entre las líneas cruzadas del bloque de prueba.

L2. Distancia entre las líneas cruzadas en el material de impresión.

Los valores de la resistencia al desgarre del polivinilsiloxano, obtenidos a través del software de la maquina universal de pruebas se recolectaron en una base de datos a partir de la cual se realizó el análisis pertinente.

VII.5 Procedimientos

1. Fase de preparación de especímenes

Inhibición de la polimerización:

- a) Los especímenes se elaboraron tomando la medida de un scoop o cuchara pequeña de cemento de ionómero en medida estándar, que sirvió para la forma circular de estos.
- b) La manipulación de cada espécimen se realizó de acuerdo a las indicaciones del fabricante del PVS
- c) Se realizaron los primeros 30 especímenes con la primera marca de guantes de nitrilo, cada par de guantes correspondió a cada espécimen en particular. Es decir, no se utilizó el mismo par de guantes para más de un espécimen. Se realizaron 30 especímenes para la segunda marca de guantes de nitrilo y así sucesivamente para cada marca de guantes.
- d) Una vez que se realizó cada espécimen individual con cada marca de guantes de nitrilo, se sometió a análisis microscópico para su respectiva prueba.

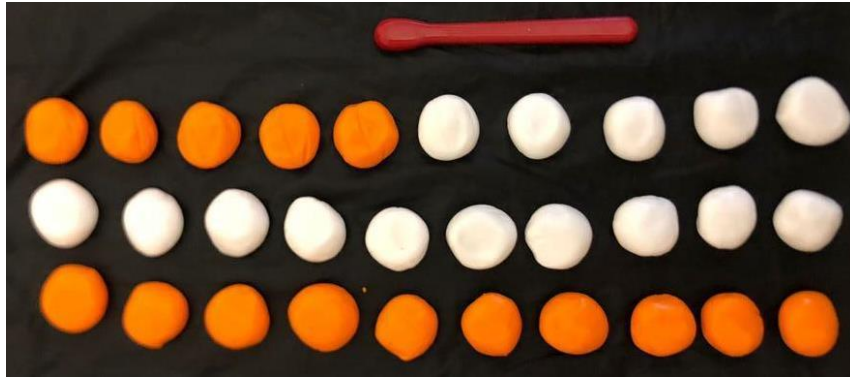


Fig. 1. *Especímenes elaborados para pruebas correspondientes, con PVS de las dos diferentes marcas del estudio.*

Estabilidad dimensional:

La elaboración de los especímenes para evaluar la variable de cambio de la estabilidad dimensional consistió en preparar cada espécimen en un molde metálico fabricado de acuerdo a las especificaciones de la ADA no.19, que consiste de tres partes:

1. Bloque metálico.
2. Molde metálico de prueba.
3. Elevador que estará dentro de todo el molde metálico.

Fig. 2. *Molde de acero inoxidable, elaborado según*

ADA no. 19, dividido en tres partes.



El bloque está constituido por tres líneas horizontales a las cuales se les determinará una letra en específico:

- X: $50 \pm 8,20 \mu\text{m}$
- Y: $20 \pm 4 \mu\text{m}$
- Z: $75 \pm 88\mu\text{m}$



Fig. 3. Molde vista superior, con líneas marcadas CD y C'D', con su respectiva intersección.

Estas líneas son perpendiculares a dos líneas verticales CD y C'D' ($75 \pm 8 \mu\text{m}$), separadas cada una de la otra por 25 mm, la distancia de XZ es de 5 mm.

Por su parte el molde de prueba es un cilindro con un diámetro interno de 30 mm y diámetro externo de 38 mm. La profundidad del molde es de 6 mm para colocar el material de impresión.

Se fabricó un elevador de metal en forma circular que tendrá un diámetro de 29.9 mm y un grosor de 3 mm.

Estos tres elementos de diferentes medidas se ensamblan para forman un dispositivo de conformación para cada espécimen.

- a) Se realizó la manipulación del PVS en consistencia pesada (individual por espécimen) a temperatura ambiente con los distintos guantes de nitrilo, siguiendo las acotaciones del fabricante (tiempo y modo de manipulación),

después de tener la consistencia adecuada y se colocó en el molde metálico.



Fig. 4. Manipulación de PVS para ser colocado en el molde de acero inoxidable, de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

b) Una vez colocada en el molde metálico, se realizó presión sobre el molde con una loseta de vidrio sobre el material de impresión a fin de adosarla perfectamente al molde metálico, controlando cualquier irregularidad y deformidad.

c) Se le colocó una pesa metálica de 1kg de peso, hasta que el espécimen de PVS polimerizó (tomando el tiempo de acuerdo al fabricante).

d) Se realizaron un total de 10 especímenes para cada grupo de guantes, en donde primero se hicieron 10 para la primera marca de guantes de nitrilo, después otras 10 para la segunda marca, y por último 10 para la tercera marca.

e) Las consideraciones en el punto de protocolo para elaboración de cada espécimen de PVS deberán ser las mismas que para la variable de inhibición de la polimerización a excepción de la forma y las medidas.



Fig. 5. *Especímenes azules: Provil, Kulzer, especímenes naranjas: Elite HD, ya elaborados y polimerizados para ser analizados en el microscopio.*

Resistencia al desgarre:

a) Los especímenes se elaboraron tomando la medida del molde de acero inoxidable predeterminado de acuerdo a la DIN 53504:2017



Fig. 6. *Molde de acero inoxidable, para elaboración de espécimen de RD.*

b) La manipulación de cada espécimen se realizó de acuerdo a las indicaciones del fabricante del PVS.

c) Se realizaron los primeros 15 especímenes con la primera marca de guantes de nitrilo, cada par de guantes correspondió a cada espécimen en particular. Es decir, no se utilizó el mismo par de guantes para más de un espécimen. Se realizaron 15

especímenes para la segunda marca de guantes de nitrilo y así sucesivamente para cada marca de guantes.



Fig. 6. *Elaboración de especímenes con manipulación de acuerdo a instrucciones del fabricante y prensados con un molde de acero inoxidable.*

d) Cada espécimen tuvo un grosor de 2mm y una longitud de 75mm, con una barra en el extremo de 25mm, las cabezas fueron de 12.5mm de ancho y la barra 4mm.

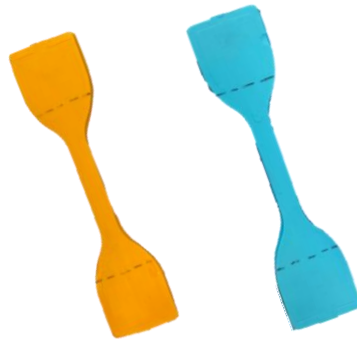


Fig. 7. *Especímenes azules: Provil, Kulzer, especímenes naranjas: Elite HD, ya elaborados y polimerizados para ser analizados en la máquina universal.*

e) Una vez que se realizó cada espécimen individual con cada marca de guantes de nitrilo, y se colocó en el molde se dejó polimerizar de acuerdo a los tiempos del fabricante.

f) Se llevó a la máquina de pruebas universal para realizar el análisis correspondiente.

2. Fase de medición de especímenes

Inhibición de la polimerización:

- a) Una vez realizada cada espécimen individual de la forma y tamaño predeterminado y adecuado, se procedió a colocar cada espécimen en el espectrofotómetro de I.R



Fig. 8. *Espectrofotómetro de I.R*

- b) A fin de obtener mayor control de las variables, todas las medidas y especímenes se realizaron por el mismo operador (responsable de la tesis).
- c) Las medidas se realizaron mediante el software del mismo espectrofotómetro, al arrojar los espectros correspondientes.

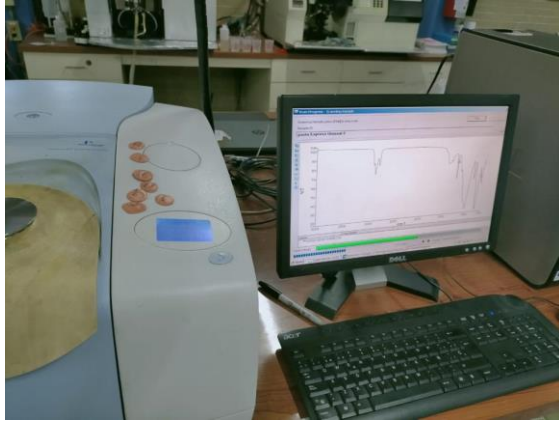


Fig. 8. *Especímenes analizados en espectrofotómetro.*

Estabilidad dimensional:

- a) Las medidas de los especímenes se tomaron después de 24 horas de realizarlas.
- b) Todas las medidas se hicieron por el mismo operador (responsable de tesis)
- c) Se midió las distancias entre las líneas cruzadas CD y C'D' en los especímenes
- d) Se midió la intersección de estas líneas con las líneas XYZ.
- e) Cada medida realizada se realizó bajo microscopio electrónico, lo que nos permitió captar imágenes de cada línea en cada espécimen para el registro.



Fig. 9. *Especímenes analizados en microscopio, la imagen de la derecha muestra las capturas que se realizaron para las mediciones correspondientes.*

Resistencia al desgarre:

a) Una vez realizado cada espécimen se sometió a la maquina universal de pruebas, donde se tomó la medida de resistencia de cada espécimen de acuerdo al resultado arrojado por la máquina.



Fig. 10. *Especímenes Elite HD, polimerizados.*

b) A fin de obtener mayor control de las variables, todas las medidas y especímenes se realizaron por el mismo operador (responsable de la tesis).



Fig.11. *Análisis de especímenes en maquina universal, por medio del desplazamiento de estos y su resistencia al desgarre.*

IV.5.1 Análisis estadístico

Inhibición de la polimerización:

- a) Después de hacer el análisis de cada muestra se adjuntaron los resultados en una base de datos (Excel) y en una base de datos manual.
- b) Se realizaron las formulas correspondientes.
- c) Se administraron los resultados en una base de datos para su control y análisis.
- d) Se realizaron gráficas de barras y tablas para plasmar resultados obtenidos.

Estabilidad dimensional:

- a) Los datos obtenidos se analizaron en un software estadístico especial.
- b) Se realizaron tablas y gráficos para plasmar resultados obtenidos.

c) Se hicieron las formulas correspondientes que nos permitió la obtención de datos matemáticos necesarios.

d) De acuerdo a la ISO 4238 se realizó la siguiente ecuación para calcular el porcentaje de cambio en la estabilidad dimensional de cada uno de los especímenes.

$$\Delta L = (L1 - L2) / L2$$

L1. Distancia entre las líneas cruzadas del bloque de prueba.

L2. Distancia entre las líneas cruzadas en el material de impresión.

Resistencia al desgarre:

a) Los datos obtenidos se analizaron en un software estadístico especial.

b) Se realizaron tablas y gráficos para plasmar resultados obtenidos.

c) Se hicieron las formulas correspondientes que nos permitió la obtención de datos matemáticos necesarios.

VIII. Resultados

En el **cuadro 1** se presentan los valores de la resistencia al desgarre de dos siliconas en consistencia pesada manipulada por medio de tres diferentes marcas de guantes de nitrilo. Se puede observar un cambio significativo en la silicona Provil resultando con mayor resistencia al desgarre para los grupos de guantes de nitrilo Blossom y Uniseal comparado con los grupos control. Mientras que para la silicona Elite HD los valores se mantuvieron similares en todos los guantes de nitrilo y los grupos control.

Cuadro 1. Comparación de los valores de la resistencia al desgarre (N) de las siliconas Provil Kulzer y elite HD Zchermack en consistencia pesada mezcladas con 3 diferentes marcas de guantes de nitrilo.

	NB (n=15)	NU (n=15)	NA (n=15)	Control ML (n=15)	Control GL (n=15)	Valor de p
	X ± DE (Rango)					
Silicona Provil a las 24 h	29.39 ± 0.52 (28.50-29.90)	28.04 ± 0.20 (27.70-28.50)	24.90 ± 0.22 (24.50-25.15)	26.95 ± 1.42 (24.45-29.35)	24.56 ± 0.59 (23.40-25.50)	<0.0001*
Silicona Elite HD Zchermack a las 24h	24.98 ± 0.09 (24.99-25.10)	25.95 ± 0.09 (25.76-26.05)	24.85 ± 0.18 (24.69-24.99)	24.85 ± 0.18 (24.85-25.20)	24.92 ± 0.27 (24.30-25.35)	<0.0001*
Valor de p	<0.0001*	<0.0001*	0.4713	<0.0001*	0.0408	

NB: Guantes Nitrilo Blossom; UN: Guantes Nitrilo Uniseal; NA: Guantes Nitrilo Ambiderm; ML: Manos limpias; GL: Guantes de látex; X: Promedio; DE: Desviación estándar. *: Prueba ANOVA. *: Prueba t de Student. *Post hoc* de Tukey: Provil-ML vs GL (p=<0.0001), ML vs NB (p=<0.0001), ML vs NU (p=0.0005), ML vs NA (P=<0.0001). Elite HD-ML vs GL (p=0.6778), ML vs NB (p=0.1419), ML vs NU (p= p<0.0001), ML vs NA (p=0.9999).

En el **cuadro 2** se presentan los valores del tiempo de desplazamiento de dos siliconas en consistencia pesada manipuladas por medio de tres diferentes marcas de guantes de nitrilo. Se puede observar una velocidad de desplazamiento en la silicona Provil proporcional en todos los grupos de guantes de nitrilo y grupos control, siendo mayor para el grupo de Nitrilo Ambiderm, mientras que para la silicona Elite HD los valores también se mantuvieron proporcionales, siendo mayor para los guantes de nitrilo Uniseal. Además, en general se mostró una significativa diferencia en el valor de desplazamiento siendo mayor para la silicona Provil Kulzer frente a Elite HD Zchermack.

Cuadro 2. Comparación de los valores de desplazamiento (S) de las siliconas Provil Kulzer y Elite HD Zchermack consistencia pesada mezcladas con tres diferentes marcas de guantes de nitrilo.

	NB (n=15)	NU (n=15)	NA (n=15)	Control ML (n=15)	Control GL (n=15)	Valor de p
	X ± DE (Rango)					
Silicona Provil a las 24 h	8.86 ± 0.23 (8.20-9.10)	8.94 ± 0.20 (9.00-9.05)	9.48 ± 0.18 (9.72-9.20)	9.16 ± 0.37 (8.50-9.90)	9.40 ± 0.39 (9.00-10.02)	<0.0001*
Silicona Elite HD Zchermack a las 24h	4.69 ± 0.09 (4.50-4.82)	4.89 ± 0.08 (4.79-5.00)	4.65 ± 0.15 (4.35-4.84)	4.74 ± 0.29 (4.20-5.10)	4.07 ± 0.11 (3.90-4.29)	<0.0001*
Valor de p	<0.0001*	<0.0001*	<0.0001*	<0.0001*	<0.0001*	

NB: Guantes Nitrilo Blossom; UN: Guantes Nitrilo Uniseal; NA: Guantes Nitrilo Ambiderm; ML: Manos limpias; GL: Guantes de látex; X: Promedio; DE: Desviación estándar. *: Prueba ANOVA. *: Prueba t de Student. *Post hoc* de Tukey: Provil-ML vs GL (p=0.0022), ML vs NB (p=0.0218), ML vs NU (p=0.1245), ML vs NA (P=0.0114). Elite HD- ML vs GL (p=<0.0001), ML vs NB (p=0.8089), ML vs NU (p=0.0643), ML vs NA (P=0.3002).

En el **cuadro 3** se presentan los valores de cambio en la estabilidad dimensional (%) de dos siliconas en consistencia pesada manipuladas por medio de 3 diferentes marcas de guantes de nitrilo. Se puede observar un cambio significativo en la estabilidad dimensional en la silicona Provil mezclada con guantes de nitrilo Uniseal frente los otros dos grupos, así como una diferencia significativa entre este y los grupos control. Por su parte la silicona Elite HD mezclada con guantes nitrilo Uniseal mostró mayor cambio en la estabilidad dimensional y a su vez resultó similar su porcentaje de cambio con el grupo control de Látex.

Cuadro 3. Comparación de los valores de cambio en la estabilidad dimensional (%) de las siliconas Provil Kulzer y Elite HD Zchermack en consistencia pesada mezcladas con 3 diferentes marcas de guantes de nitrilo.

	NB (n=10)	UN (n=10)	NA (n=10)	Control ML (n=10)	Control GL (n=10)	Valor de p
	X ± DE (Rango)					
Silicona Provil a las 24 h	9.49 ± 0.31 (9.89-9.19)	10.45 ± 0.20 (10.70-10.17)	9.93 ± 0.04 (9.98-9.84)	6.74 ± 0.31 (7.15-6.20)	12.80 ± 0.19 (13.20-13.00)	<0.0001*
Silicona Elite HD Zchermack a las 24h	4.54 ± 0.16 (4.83-4.38)	6.52 ± 0.21 (6.74-6.21)	4.51 ± 0.11 (4.75-4.38)	4.61 ± 0.27 (4.97-4.23)	6.00 ± 0.74 (7.14-5.00)	<0.0001*
Valor de p	<0.0001*	<0.0001*	<0.0001*	<0.0001*	<0.0001*	

NB: Guantes Nitrilo Blossom; UN: Guantes Nitrilo Uniseal; NA: Guantes Nitrilo Ambiderm; ML: Manos limpias; GL: Guantes de látex; X: Promedio; DE: Desviación estándar. *: Prueba ANOVA. *: Prueba t de Student. *Post hoc* de Tukey: Provil- ML vs GL (p=<0.0001), ML vs NB (p=<0.0001), ML vs NU (p= p<0.0001), ML vs NA (= <0.0001). Elite HD- ML vs GL (p=<0.0001), ML vs NB (p=0.9761), ML vs NU (p= p<0.0001), ML vs NA (P=0.9113).

En el **gráfico 1** se presentan los valores de inhibición de polimerización evaluada mediante Espectroscopia de Infrarrojo (IR) de dos siliconas en consistencia pesada manipuladas por medio de tres diferentes marcas de guantes de nitrilo. Se puede observar en lo que respecta a la marca “Provil, Kulzer” mezclada con guantes de látex que tiene mayor porcentaje de absorbanza respecto a las demás, además Nitrilo Blossom y Uniseal tuvo niveles de absorbanza similares a este grupo. Por su parte en el gráfico 2 para la silicona “Elite HD, Zchermack”, los niveles de absorbanza de las muestras de Guantes de Nitrilo Uniseal y grupos control de manos limpias y guantes de látex fue similar.

Gráfico 1. Análisis de I.R mediante Longitud de onda (nm) y Absorbancia (%), de espectros reflejados en especímenes de PVS marca Elite HD, Zchermack.

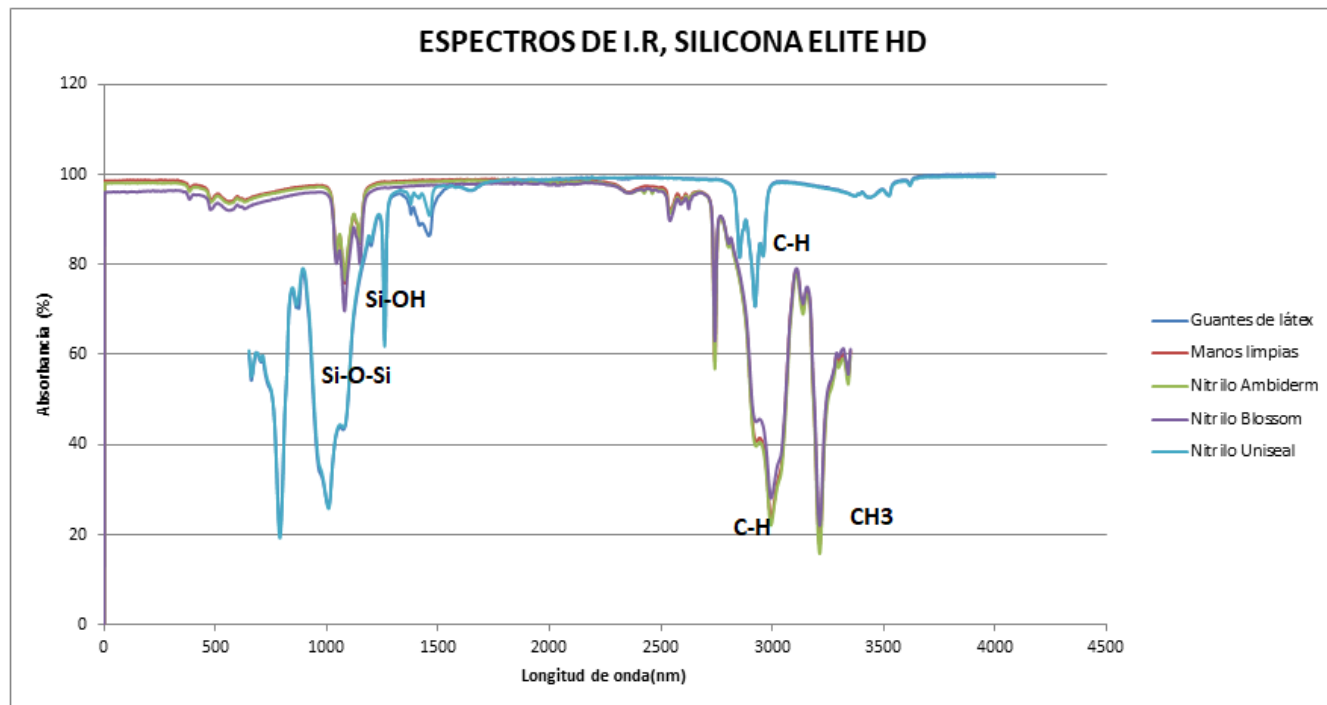
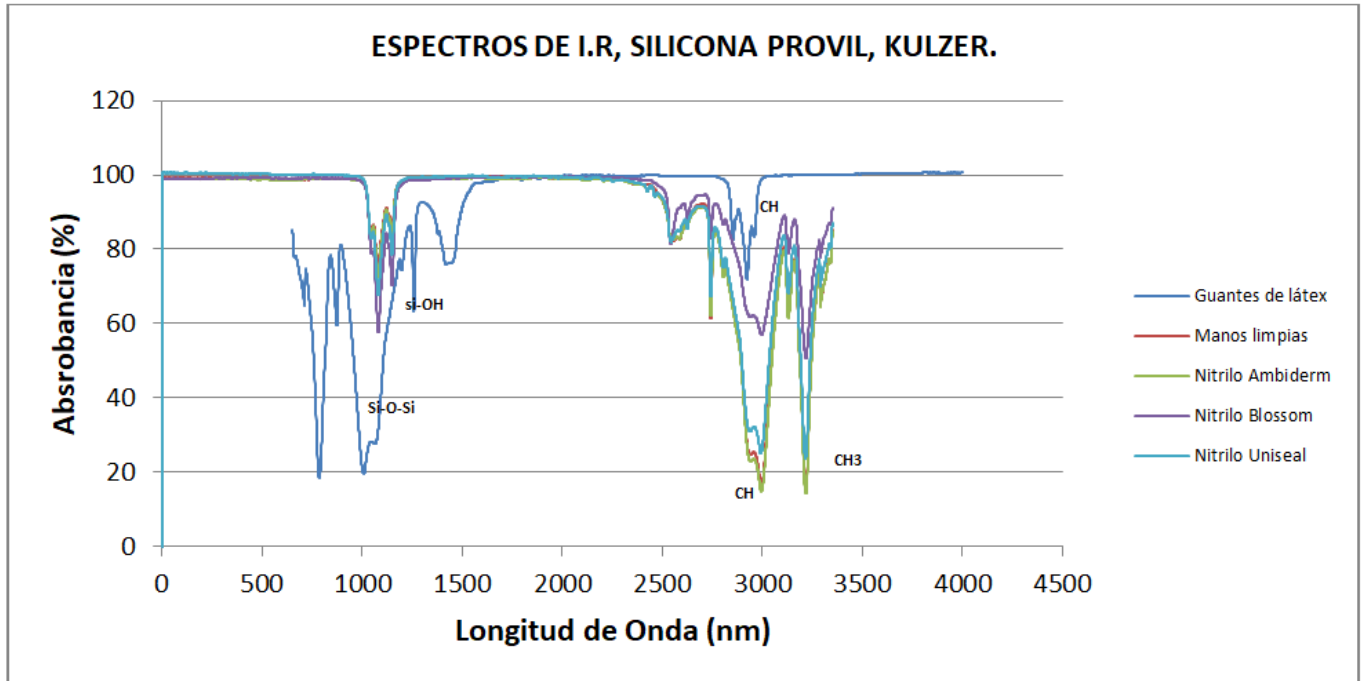


Gráfico 2. Análisis de I.R mediante Longitud de onda (nm) y Absorbancia (%), de espectros reflejados en especímenes de PVS marca Provil, Kulzer.



IV. Discusión

En los resultados del proyecto de tesis se pudo apreciar que la hipótesis de trabajo fue rechazada.

Por una parte, los resultados relacionados a la inhibición de la polimerización tienen congruencia con los plasmados en el estudio de Hiremath et al. (2017), el cual mostró que la polimerización en los elastómeros no tuvo mayor interferencia al usar guantes de nitrilo, mientras que el uso de los guantes de látex mostró una repercusión negativa en esta. Además de tomar en cuenta que dependiendo del procedimiento a realizar será la elección de los guantes a utilizar.

En este sentido dentro de la investigación se recomienda evitar el uso de guantes de látex al mezclar elastómeros como lo es la silicona de adición en consistencia pesada, coincidiendo con lo dictado en el estudio de Mundathaje et al. (2013). Las propiedades mecánicas están interrelacionadas al cambio en la polimerización del elastómero, en este caso se encontró una relación importante en la inhibición de la polimerización, estabilidad dimensional y resistencia al desgarre, en acuerdo con la investigación de Rueggeberg et al., (1992).

El estudio de Lu et al. (2004), mostró una correlación entre la tensión de compresión y las otras propiedades mecánicas, concluyendo que los materiales en consistencia pesada tienen mejores propiedades de resistencia tensil y al desgarro que los materiales de cuerpo ligero. Concordando con los resultados de este estudio ya que la silicona de consistencia pesada analizada en dos marcas diferentes comerciales mostró buen comportamiento a la resistencia al desgarre.

De las variables estudiadas la comparación de los resultados de la resistencia al desgarre del PVS en consistencia pesada de los 75 especímenes analizados, mostró un cambio significativo en la marca Provil resultando con mayor resistencia al desgarre para los grupos de guantes de nitrilo Blossom (29.39

N) y Uniseal (28.04N), mientras que para la silicona Elite HD los valores se mantuvieron similares en todos los guantes de nitrilo y los grupos control. No existe evidencia científica que analice las siliconas Elite HD y Provil Kulzer, manipuladas con guantes de nitrilo a través de la máquina universal de pruebas, es por ello que este estudio tiene gran significancia al demostrar cómo se puede influir y afectar esta propiedad, y a su vez el resultado final.

Dentro de la propiedad de estabilidad dimensional se analizaron 50 especímenes, de los cuales se observó un cambio significativo en la silicona Provil mezclada con guantes de nitrilo Uniseal (10.45%), frente los otros dos grupos. Por su parte la silicona Elite HD mezclada con guantes nitrilo Uniseal mostró mayor cambio en la estabilidad dimensional (6.52%) y a su vez resultó similar su porcentaje de cambio con el grupo control de Látex (6.00%). Existen algunos estudios que analicen este tipo de variable en siliconas dentales como el de Martins et al. (2019), Gounder y Vikas (2016), sin embargo, es la única vez en estudiarse acerca de la interacción que puede tener la manipulación con guantes de nitrilo en dichas marcas de siliconas dentales y sus componentes.

Por otro lado los resultados de inhibición de polimerización analizado mediante 180 especímenes indican que para la marca “Provil, Kulzer” mezclada con guantes de látex (90.28%), que tiene mayor porcentaje de absorbancia respecto a las demás, además Nitrilo Blossom y Uniseal tuvo niveles de absorbancia similares a este grupo, 93.31% y 90.93% respectivamente, por su parte para la silicona “Elite HD, Zchermack”, los niveles de absorbancia fueron similares para las muestras de Guantes de Nitrilo Uniseal 90.20% y guantes de látex 89.99%.

Esta es la primera vez que se analizan tales marcas de guantes de nitrilo y siliconas dentales con tecnología I.R, diversos elastómeros dentales y no dentales han sido analizados con este método como lo menciona los estudios de Téllez et al. (2004), Khan et al. (2017) y Moraes et al. (2018), dicho tipo de análisis es asociado a este tipo de materiales pues presenta la ventaja de que facilita la

interpretación de las propiedades químicas, sus compuestos orgánicos e inorgánicos así como sus interacciones moleculares, lo que nos permite analizar más a detalles dichos materiales e identificar si se presenta interacción negativa en ellos, además destaca de otro tipo de técnicas pues es conservadora y no destruye o afecta el material estudiado comparado con otros como por ejemplo la difracción de rayos X.

La relevancia del estudio radica en el buen comportamiento que se obtuvo de la silicona en consistencia pesada frente a la manipulación con guantes de nitrilo de la marca Blossom y Uniseal, resultando en este sentido las de elección para los procedimientos dentales, es por eso que se puede enfatizar la importancia de elegir materiales y marcas que optimicen a mayor medida los resultados del tratamiento odontológico y calidad de los mismos.

X. Conclusiones

En este proyecto de tesis se determinó el grado de polimerización, cambio en la estabilidad dimensional y la resistencia al desgarre de dos marcas de siliconas por adición (Elite HD, Zhermack y Virtual, Ivoclar) en masilla mezcladas con 3 marcas diferentes de guantes de nitrilo, a través DE análisis de microscopía y pruebas mecánicas.

El estudio *In vitro* indicó que el PVS actúa diferente en reacción al contacto con distintos tipos de guates y materiales de los mismos.

Por su parte los guantes de Nitrilo no afectan de manera significativa las propiedades del PVS, sin embargo, si las modifican y es ahí donde se plasma la importancia del estudio.

En el mismo sentido, la inhibición de la polimerización está relacionada y es proporcional a la estabilidad dimensional y resistencia al desgarre.

Una vez más se constató que la afección de PVS por guantes de látex es un factor sumamente importante al utilizarlo clínicamente.

La significancia clínica de este estudio revela que los guantes de nitrilo pueden ser utilizados para realizar impresiones dentales manteniendo y optimizando sus propiedades, tomando en cuenta sus indicaciones y la mejor manera de utilizarlos.

XI. Bibliografía

1. Ahmed, H. (2019). Craig's restorative dental Materials. Fourteenth Edition. British Dental Journal. Fourteenth. Vol. 226 Elsevier Inc.
2. Amaya-Pajares, S., Oregon H., & Delgado, A. (2014). Inhibition of polymerization of contemporary polyvinyl siloxane impression materials by latex-free products. Forum for Dental Student Research and Innovation.
3. Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2013). Phillips' science of dental materials. Elsevier Health Sciences.
4. Butler, H. J., Ashton, L., Bird, B., Cinque, G., Curtis, K., Dorney, J., Esmonde-White, K., Fullwood, N. J., Gardner, B., & Martin-Hirsch, P. L. (2016). Using raman spectroscopy to characterize biological materials. Nat. Protoc. 11 (4): 664–687.
5. Camargo, L., Winston W.L, & Donovan, T. (1993). Inhibition of polymerization of polyvinyl siloxanes by medicaments used on gingival retraction cords. The Journal of Prosthetic Dentistry. 70 (2): 114–17.
6. Cervino, G., et al. (2019). Alginate materials and dental impression technique: a current state of the art and application to dental practice. Marine Drugs. 17: 1–15.
7. Wayne D., & Thomasz, F. (1986). Rubber gloves and addition silicone materials. Australian Dental Journal. 31 (2): 140–140.
8. Cole, M. A., Jankousky, K. C., & Bowman, C. N. (2014). Thiol-ene functionalized siloxanes for use as elastomeric dental impression materials. Dent. Mater., Off. Publ. Acad. Dent. Mater. 30(4): 449–455.
9. Darvell, B.W. (2018). Materials Science for Dentistry / B.W. Darvell. B.W. Darvell. First Edit. Elsevier Inc.

10. Delgado, A., Amaya-Pajares, S., Su, Y., Behar-Horenstein, L., & Donovan, T. (2018). The influence of nitrile gloves on the setting behavior of polyvinyl siloxane putty impression materials. *The European journal of prosthodontics and restorative dentistry*. 26(1): 40-45.
11. De Souza, G. (2015). Nanoparticles in restorative materials. In *Nanotechnology in endodontics*, 139–171.
12. Donovan, E., & Winston W.L. (2004). A review of contemporary impression materials and techniques. *Dental Clinics of North America*. 48 (2): 445–70.
13. Driscoll, C. et al. 2017. The glossary of prosthodontic terms: Ninth Edition. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 117 (5): e1–105.
14. Faglioni, F., Blanco, M., Goddard, W., & Saunders, D. (2002). Heterogeneous inhibition of homogeneous reactions: karstedt catalyzed hydrosilylation. *Journal of Physical Chemistry B*. 106 (7): 1714–21.
15. Gonçalves, F., Popoff D., Castro, C., Magalhães, C., & Moreira, A. (2011). Dimensional stability of elastomeric impression materials: A critical review of the literature. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*. 19: 1–4.
16. Gounder, R., & Vikas, B. (2016). Comparison of disinfectants by immersion and spray atomization techniques on the linear dimensional stability of different interocclusal recording materials: an in vitro study. *European Journal of Dentistry*. 10 (1): 7–15.
17. Huettig, F., Klink, A., Kohler, A., Mutschler, M., & Frank Rupp. (2021). *Elastomers for Dental Impressions*, 1–16.
18. Khan, A., Awais, M., Khan, A., Tabassum, S., Chaudhry, A., & Ur Rehman, I. (2013). Raman spectroscopy of natural bone and synthetic apatites. *Appl. Spectrosc. Rev.* 48 (4): 329–355.

19. Khan, A., Hassan, K., Bukhari, S., Wong, F., & Rehman, I. U. (2012). Structural and in vitro adhesion analysis of a novel covalently coupled bioactive composite. *J. Biomed. Mater. Res. Part B: Appl. Biomater.* 100 (1): 239–248.
20. Kimoto, K., Tanaka, K., Toyoda, M., & Ochiai, K. (2005). Indirect latex glove contamination and its inhibitory effect on vinyl polysiloxane polymerization. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 93 (5): 433–38.
21. Lawson, N., Burgess, J., & Litaker, M. (2008). Tear strength of five elastomeric impression materials at two setting times and two tearing rates. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 20 (3): 186–93.
22. Lu, H., Nguyen, B., & Powers, J. (2004). Mechanical properties of 3 hydrophilic addition silicone and polyether elastomeric impression materials. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 92 (2): 151–54.
23. Martins, F., Reis, J., Barbero, I., & Maurício, P. (2019). Dimensional stability of a preliminary vinyl polysiloxane impression material. *Dentistry Journal.* 7 (3): 12–16.
24. Mousavi, S., Rahbar, M., Rostamzadeh, F., Jafaria, K., & Hekmatfar, S. (2019). Dimensional stability of casts derived from three types of alginate at different times after impression. *Pesquisa Brasileira Em Odontopediatria e Clinica Integrada.* 19 (1): 1–9.
25. Odian, G. (2014). *Principles of Polymerization.* Fourth editon United states of America: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
26. Orefice, R., Discacciati, J., Neves, A., Mansur, H., & Jansen, W. (2003). In situ evaluation of the polymerization kinetics and corresponding evolution of the mechanical properties of dental composites. *Polymer Testing.* 22(1), 77-81.

27. Peregrina, A., Land, M., Feil, P., & Price, C. (2003). Effect of two types of latex gloves and surfactants on polymerization inhibition of three polyvinylsiloxane impression materials. *Journal of Prosthetic Dentistry* 90. (3): 289–92.
28. Ramakrishnaiah, R., Ur Rehman, G., Basavarajappa, S., Al Khuraif, A. A., Durgesh, B. H., Khan, A. S., & Ur Rehman, I. (2015). Applications of Raman spectroscopy in dentistry: Analysis of tooth structure. *Appl. Spectrosc. Rev.* 50 (4): 332–350.
29. Re, D., et al. (2015). Mechanical properties of elastomeric impression materials: an in vitro comparison. *International Journal of Dentistry* 2015.
30. Rolando, E., & Venegas, T. (2021). Hidrocoloide irreversible o alginato como material de impresión de uso estomatológico irreversible hydrocolloid or alginate as impression material for dental practices. 2 (1).
31. Rubel, B. (2007). Impression materials: a comparative review of impression materials most commonly used in restorative dentistry. *Dental Clinics of North America*. 51 (3): 629–42.
32. Smith, E., & Dent, G. (2019). *Modern raman spectroscopy: a practical approach*. John Wiley & Sons.
33. Standard, International. 2000. "INTERNATIONAL STANDARD ISO" 2000.
34. Téllez, L., Rubio, F., Peña-Alonso, R., & Rubio, J. (2004). Seguimiento por espectroscopia infrarroja (FT-IR) de la copolimerización de TEOS (tetraetilortosilicato) y PDMS (polidimetilsiloxano) en presencia de tbt (tetrabutiltitanio). *Bol. Soc. Esp. Ceram-* 43(5), 883-890.
35. Toledano, M., & Osorio, R. (2015). New advanced materials for high performance at the resindentine interface. In *Biomaterials for oral and craniomaxillofacial applications*, Deb, S., Ed., Karger Publishers, Switzerland. 39–48.

36. Widyasrini, D. (2019). Dental materials foundations and applications. *Journal Teknosains*. Vol. 8.

37. Young, A. M., Rafeeka, S. A., & Howlett, J. A. (2004). FTIR investigation of monomer polymerization and polyacid neutralization kinetics and mechanisms in various aesthetic dental Restorative materials. *Biomaterials*. 25 (5): 823–833.

XII. Instrumentos

1. Aparato de espectroscopía de infrarrojo (.IR), dentro del laboratorio de la Facultad de Química. UAQ.
2. Maquina universal de pruebas, dentro del Laboratorio de Investigación Odontológica Multidisciplinaria, Facultad de Medicina. UAQ.
3. Microscopio óptico, dentro del Laboratorio de Investigación Odontológica Multidisciplinaria, Facultad de Medicina. UAQ.
4. Moldes de aluminio elaborado en UNAM campus Querétaro: Molde para estabilidad dimensional y resistencia al desgarre.
5. Guantes de Nitrilo (Ambiderm, Blossom y Uniseal) y guantes de Látex (Ambiderm).
6. Siliconas de adición (Elite HD y Provil)
7. Cucharilla de ionómero de vidrio.
8. Loseta de vidrio
9. Campos
10. Cubrebocas
11. Computadora
12. Pluma y lápiz.