REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Odontología

Escuela Profesional de Odontología

Influencia de la barrera inhibitoria de oxígeno (gel DeOx) en la dureza superficial de dos resinas nanohíbridas, Arequipa 2024

Tesis presentada por la Bachiller:

Luque Nina, Cynthia Gloribeth

ORCID: 0009-0008-6421-5787

para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor (a):

Dr. Tejada Tejada, Renan Fernando

ORCID: 0009-0002-0779-9815

Arequipa – Perú

2025

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ODONTOLOGIA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 28 de Marzo del 2025

Dictamen: 013891-C-EPO-2025

Visto el borrador del expediente 013891, presentado por:

2002700482 - LUQUE NINA CYNTHIA GLORIBETH

Titulado:

INFLUENCIA DE LA BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO (GEL DEOX) EN LA DUREZA SUPERFICIAL DE DOS RESINAS NANOHÍBRIDAS, AREQUIPA 2024

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

CIRUJANO DENTISTA

29716878 - PORTILLA MIRANDA SEREY DORIS
DICTAMINADOR



29238358 - SALAS ROJAS MONICA HILDA CLEOFE
DICTAMINADOR



44601950 - ALVARADO GOMEZ ALBERTO ARMANDO
DICTAMINADOR



Influencia de la barrera inhibitoria de oxígeno (gel DeOx) en la dureza superficial de dos resinas nanohíbridas, Arequipa 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

32%	28%	3%	18%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	11%
2	dokumen.pub Fuente de Internet	4%
3	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
6	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	2%
7	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Ramos, Ana Sofia Corvelo Moiteiro da Silva. "Influência da distância de fotopolimerização	1%

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fuerza, la sabiduría y la guía a lo largo de este camino. Sin Su amor y bendiciones, este logro no hubiera sido posible.

A mis padres, por su amor incondicional, su sacrificio, enseñanzas y su constante apoyo. Ustedes son mi inspiración y mi mayor fuente de motivación. Gracias por creer en mí siempre.

A mi hija Camila, quien ilumina mi vida con su sonrisa y me recuerda cada día el verdadero propósito de mis esfuerzos. Tu amor y tu presencia me impulsan a ser mejor cada día, y este logro es también para ti. Ya que eres mi razón de seguir adelante.

A ellos les dedico este trabajo por ser parte fundamental de mi historia y por darme el impulso necesario para alcanzar esta meta.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTOS

A mi querida familia, por su constante apoyo y amor incondicional. A mis padres, quienes me han enseñado el valor del sacrificio, la perseverancia y el compromiso. A mis hermanos, por su aliento y apoyo emocional en cada paso de este recorrido. Su confianza en mí me ha dado fuerzas para seguir adelante.

A todas las personas que me han apoyado en el desarrollo de este trabajo, ya sea con su orientación, consejos, o simplemente con palabras de ánimo. A mis profesores y amigos, quienes han sido fundamentales para mi crecimiento académico y personal, y a todos aquellos que, de alguna u otra manera, han sido parte de este camino.

Este logro es el resultado del esfuerzo colectivo y del amor que he recibido de todos ustedes. ¡Gracias por estar siempre a mi lado!

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

EPÍGRAFE

"La salud es la mayor posesión. La alegría es el mayor tesoro.

La confianza es el mayor amigo"

LAO TZU

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RESUMEN

El presente estudio tiene por finalidad la de determinar la dureza superficial de dos resinas nanohíbridas luego de ser sometidas a un gel comercial (DeOx), cuya función es la de regular la capa inhibitoria de oxígeno que se produce en la superficie de las resinas luego de realizar la fotopolimerización.

El experimento de la investigación está compuesto por 40 muestras o unidades de estudio en forma de cilindros de resina conformadas de acuerdo a normas internacionales con 8 mm de diámetro y 4 mm de espesor, divididos en 4 grupos: el grupo A está compuesto por 10 cilindros de resina Palfique® LX5 que serán de control. El grupo B son 10 cilindros de resina Palfique® LX5, en donde se aplicará el gel inhibidor de oxígeno DeOx al momento de la polimerización final. El grupo C está conformado por 10 cilindros de resina Filtek™ Z350 XT, que serán el grupo control; y por último el grupo D son 10 cilindros de resina Filtek™ Z350 XT, a los que se aplicara el gel DeOx al momento de la última polimerización.

Luego de realizar la fabricación de los cilindros de resina, se llevaron todas las muestras al laboratorio de ingeniería metalúrgica de la Universidad Nacional de San Agustín, para realizar la medición de dureza mediante el durómetro Indentec, obteniéndose los siguientes valores: Para el grupo A, el promedio de dureza fue de 106,40 HV; en el grupo B se obtuvo una dureza promedio de 137,40. En el caso de la resina Filtek Z350, es decir el grupo C y D, se obtuvieron promedios de 142,10 HV y 133,10 HV respectivamente.

Al realizar la comparación de los resultados y utilizando la prueba estadística T de Student, podemos observar que en el caso de la resina Palfique® LX5, existe una diferencia significativa al momento de usar el gel inhibidor de oxígeno DeOx, pues la dureza es superior comparado con el grupo control de dicha resina. En el caso de las muestras de resina Filtek™ Z350 XT, no existe diferencia importante presentando durezas similares en el caso del grupo control comparado con el grupo al cual se aplicó gel inhibidor de oxígeno. Por todo esto se puede concluir que el gel DeOx, si es recomendable usar en el caso de la resina Palfique® LX5, pues si aumenta su dureza superficial considerablemente. En el caso de la resina Filtek™ Z350 XT, es indistinto si se usa o no el gel inhibidor de oxígeno, pues la dureza no varía.

Palabras clave: Dureza superficial, resinas nanohíbridas, gel inhibidor de oxígeno DeOx.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the surface hardness of two nanohybrid resins after being subjected to a commercial gel (DeOx), whose function is to regulate the oxygen-inhibiting layer that forms on the surface of the resins after photopolymerization.

The research experiment consists of 40 samples or study units in the form of resin cylinders formed according to international standards, measuring 8 mm in diameter and 4 mm thick, divided into 4 groups: Group A consists of 10 Palfique® LX5 resin cylinders, which will serve as controls. Group B consists of 10 Palfique® LX5 resin cylinders, to which the DeOx oxygen-inhibiting gel will be applied at the time of final polymerization. Group C consists of 10 Filtek™ Z350 XT resin cylinders, which will serve as the control group. And finally, Group D consists of 10 Filtek™ Z350 XT resin cylinders, to which DeOx gel was applied at the time of the final polymerization.

After manufacturing the resin cylinders, all samples were taken to the metallurgical engineering laboratory at the National University of San Agustin for hardness measurement using the Indentec durometer, obtaining the following values: For Group A, the average hardness was 106.40 HV; for Group B, an average hardness of 137.40 was obtained. For Filtek Z350 resin, that is, Groups C and D, averages of 142.10 HV and 133.10 HV were obtained, respectively.

When comparing the results and using the Student's t-test, we can observe that in the case of Palfique® LX5 resin, there is a significant difference when using the DeOx oxygen-inhibiting gel, as the hardness is higher compared to the control group of said resin. In the case of the Filtek™ Z350 XT resin samples, there is no significant difference, with similar hardness levels in the control group compared to the group that received the oxygen-inhibiting gel. Based on all of this, it can be concluded that DeOx gel is recommended for Palfique® LX5 resin, as it significantly increases its surface hardness. In the case of Filtek™ Z350 XT resin, it makes no difference whether or not the oxygen-inhibiting gel is used, as the hardness does not change.

Keywords: Surface hardness, nanohybrid resins, DeOx oxygen-inhibiting gel.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

EPÍGRAFE

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I 2

PLANTEAMIENTO TEÓRICO 2

1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 3

1.1 Determinación del problema 3

1.2 Enunciado del problema 3

1.3 Descripción del problema 4

1.4. Justificación del problema 6

2.- OBJETIVOS 8

2.1 Objetivo General 8

2.2 Objetivos Específicos 8

3. MARCO TEÓRICO 9

3.1 Marco Conceptual 9

3.1.1 Resinas 9

3.1.2 Fotopolimerización 19

3.1.3 Dureza y Microdureza superficial 24

3.1.4 Capa Inhibida por oxígeno 26

3.2 Antecedentes investigativos 29

3.2.1 Internacionales: 29

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.2 Nacionales: 32

3.2.3 Locales: 34

4. HIPÓTESIS 36

CAPÍTULO II 37

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL 37

CAPÍTULO III 46

RESULTADOS 46

DISCUSIÓN 66

CONCLUSIONES 68

RECOMENDACIONES 69

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 70

ANEXOS 74

FICHAS DE REGISTRO DE DATOS 75

REGISTRO VISUAL 78

CONSTANCIAS Y CERTIFICADOS 84

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: Cuadro de normalidad de datos……...…...….. 47

TABLA N° 2: Grado de dureza superficial de la resina Palfique® LX5 sin aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno ……..…..…. 50

TABLA N° 3: Grado de dureza superficial de la resina Palfique® LX5 con aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno ……...…… 52

TABLA N° 4: Grado de dureza superficial de la resina Filtek Z350 XT sin aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno ……...…… 54

TABLA N° 5: Grado de dureza superficial de la resina Filtek Z350 XT con aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno …….…….……..… 56

TABLA N° 6: Comparación del grado de dureza superficial de la resina Palfique® LX5 con y sin aplicación de la barrera inhibitoria de oxígeno ……....…..…. 58

TABLA N° 7: Comparación del grado de dureza superficial de la resina Filtek Z350 XT con y sin aplicación de la barrera inhibitoria de oxígeno ……..…… 60

TABLA N° 8: Comparación del grado de dureza superficial sin aplicación de la barrera inhibitoria de oxígeno en las resinas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT …….……..…… 62

TABLA N° 9: Comparación del grado de dureza superficial con aplicación de la barrera inhibitoria de oxígeno en las resinas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT ……....…….. 64

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO N° 1: Prueba de normalidad Palfique LX5 ……..……..48

Prueba de normalidad Filtek Z350 XT ……..49

GRAFICO N° 2: Grado de dureza superficial de la resina Palfique® LX5 sin aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno …….…..... 51

GRAFICO N° 3: Grado de dureza superficial de la resina Palfique® LX5 con aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno...…….…….…….. 53

GRAFICO N° 4: Grado de dureza superficial de la resina Filtek Z350 XT sin aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno ……...……..… 55

GRAFICO N° 5: Grado de dureza superficial de la resina Filtek Z350 XT con aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno ……...……..… 57

GRAFICO N° 6: Comparación del grado de dureza superficial de la resina Palfique® LX5 con y sin aplicación de la barrera inhibitoria de oxígeno ……. 59

GRAFICO N° 7: Comparación del grado de dureza superficial de la resina Filtek Z350 XT con y sin aplicación de la barrera inhibitoria de oxígeno ……..……....…..… 61

GRAFICO N° 8: Comparación del grado de dureza superficial sin aplicación de la barrera inhibitoria de oxígeno en las resinas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT ……..……..… 63

GRAFICO N° 9: Comparación del grado de dureza superficial con aplicación de la barrera inhibitoria de oxígeno en las resinas Palfique LX5 y Filtek Z350 XT.……...……...…. 65

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE FICHAS DE REGISTRO

FICHA N° 1: Tabla de recolección de datos. Dureza en HV. Palfique LX5……..……. 76

FICHA N° 2: Tabla de recolección de datos. Dureza en HV. Filtek Z350 XT ……..…. 77

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INTRODUCCIÓN

La salud dental es un importante indicador de la salud general de las personas. La conservación de la salud bucal puede ayudar a mejorar la calidad de vida de la gente. Una boca sana permite una fisiología sana al momento de realizar funciones como masticar y deglutir; incluso hablar y pronunciar bien también dependen de una boca en condiciones saludables.

La caries dental es el principal problema de salud que afecta a la población. Según el cirujano dentista Pedro Villavicencio Gallardo, jefe del Departamento de Odontoestomatología del Hospital María Auxiliadora, en el 2019, el 90,4 % de la población peruana presentaba algún tipo de caries (1).

En la actualidad, las resinas compuestas son el material de preferencia para restaurar las piezas dentales afectadas por caries, ya que son muy versátiles a la hora de rehabilitar tanto en sector anterior como posterior. hoy en día se cuenta con una amplia variedad en el comercio de materiales restauradores a base de monómeros que requieren polimerización activada por una luz visible (LED).

Este proceso de polimerización da como resultado un polímero con superficie reticulada, el cual presenta una característica especial, que es la de liberar radicales al exterior. Estos radicales libres tienen más facilidad de reaccionar con el oxígeno presente en el ambiente que con el monómero, esto trae como consecuencia que el oxígeno se convierta en un inhibidor del proceso de polimerización, lo que produciría una zona en la superficie parcialmente polimerizada o con polimerización incompleta.

Como sería lógico, este problema de la polimerización en la superficie podría afectar la integridad de la restauración, como por ejemplo el ingreso de pigmentos, o también permitir la filtración de bacterias en la unión de la restauración con el tejido dental, así como también afectar en las propiedades físicas, químicas y mecánicas de la resina pudiendo influir en su dureza, resistencia a la compresión o la tracción, etc.

Lo ideal sería contrarrestar esta zona de polimerización parcial, con sustancias especialmente indicadas para dicha acción, como el gel de glicerina, que es recomendado ampliamente para tratar de evitar la formación de la capa superficial de resina inhibida por oxígeno.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO TEÓRICO

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Determinación del problema

Las resinas compuestas se han convertido probablemente en el material restaurador más utilizado en los consultorios dentales, debido a su gran versatilidad, eficacia, así como también la técnica de uso sencilla y rápida. Estos beneficios se suman a las propiedades del material restaurador a base de resina, entre los que encontramos el de la dureza superficial, que es una característica importante al momento de decidir que resina usar y en qué casos específicos.

Uno de las desventajas que todavía presentan las resinas compuestas, es al momento de realizar la polimerización, se presenta en la parte superficial una capa con polimerización deficiente debido a la capa inhibitoria de oxígeno, ya que los radicales libres que se encuentran en esta superficie, prefieren interactuar y reaccionar con el oxígeno de medio externo, que con el monómero, lo que provocaría una capa solo parcialmente polimerizada en la superficie, con las consecuencias que esto podría traer como el fracaso de la restauración.

No existe un estándar en los estudios sobre como eliminar o reducir esta capa inhibida por el oxígeno, pero la gran mayoría de la práctica odontológica utiliza la glicerina en distintas formas o combinaciones para contrarrestar esta capa inhibida. El uso de la glicerina en el final del proceso de polimerización, podría asegurarnos el éxito de la restauración influyendo en las propiedades mecánicas de la resina como es su dureza superficial.

1.2 Enunciado del problema

“Influencia de la barrera inhibitoria de oxígeno (gel DeOx) en la dureza superficial de dos resinas nanohíbridas, Arequipa 2024”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.3 Descripción del problema

Áreas del conocimiento

- Área general : Ciencias de la Salud
- Área específica : Odontología
- Especialidad : Odontología Restauradora
- Tópico : Biomateriales

Análisis de variables

VARIABLE	INDICADORES	SUBINDICADORES	ITEMS
INDEPENDIENTE: Resinas nanohíbridas	Palfique® LX5		
	Filtek™ Z350 XT		
DEPENDIENTE: Microdureza superficial	Grados de Dureza	Grado1	< 50 HV[2]
		Grado 2	> 50 y ≤ 70 HV
		Grado 3	> 70 y ≤ 90 HV
		Grado 4	> 90 y ≤ 100 HV
		Grado 5	> 100 y ≤ 120 HV

[2] HV = Dureza Vickers

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Interrogantes Básicas

- ¿Cuál será el grado de dureza superficial de la resina Palfique® LX5 sin aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno?
- ¿Cuál será el grado de dureza superficial de la resina Palfique® LX5 con aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno (gel DeOx)?
- ¿Cuál será el grado de dureza superficial de la resina Filtek™ Z350 XT sin aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno?
- ¿Cuál será el grado de dureza superficial de la resina Filtek™ Z350 XT con aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno (gel DeOx)?
- ¿Existirán diferencias entre la dureza superficial de las resinas Palfique® LX5 y Filtek™ Z350 XT, con y sin aplicación del gel DeOx sobre la superficie polimerizada?

Taxonomía de la investigación

- **Según el enfoque metodológico:**

  Cuantitativa → Se basa en la medición numérica de la dureza superficial de las resinas bajo la influencia de la barrera inhibitoria de oxígeno.

- **Según la finalidad del estudio:**

  Explicativa → Busca determinar la relación de causa y efecto entre el uso de la barrera inhibitoria de oxígeno y la dureza superficial de las resinas nanohíbridas.

- **Según la manipulación de variables:**

  Experimental → Se manipula la variable independiente (uso de gel DeOx) para evaluar su efecto sobre la variable dependiente (dureza superficial de las resinas).

- **Según el lugar donde se desarrolla:**

  In vitro → Se realiza en un entorno controlado de laboratorio, utilizando muestras de resina en forma de cilindros.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **Según la temporalidad:**

  Transversal → Continua a lo largo del tiempo.

- **Según la profundidad del estudio:**

  Comparativa y analítica → Se comparan dos tipos de resinas nanohíbridas y se analiza el impacto de la barrera inhibitoria de oxígeno en sus propiedades mecánicas como la dureza.

1.4. Justificación del problema

1.4.1. Originalidad

El presente estudio investiga una nueva área de la odontología restauradora mediante la evaluación de la influencia de la capa inhibidora de oxígeno (gel DeOx) en la dureza superficial de las resinas nanohíbridas. Se han realizado estudios sobre la capa inhibida por oxígeno formada en resinas compuestas; sin embargo, el uso de un gel que pueda reducir dicha capa aún no se ha estudiado a fondo. Este estudio proporcionará nuevas pruebas científicas de la eficacia del gel DeOx para mejorar las propiedades mecánicas de las restauraciones de resina compuesta, lo que influiría en la mejora de los protocolos.

1.4.2. Relevancia científica

La resistencia y estabilidad de los materiales restauradores son aspectos fundamentales en odontología restauradora. La dureza superficial es un indicador clave de la calidad y longevidad de una restauración, ya que influye en su resistencia al desgaste y a la degradación. Este estudio permitirá conocer si la aplicación de una barrera inhibitoria de oxígeno mejora las propiedades mecánicas de las resinas nanohíbridas, lo que podría llevar a una mejor durabilidad clínica de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

las restauraciones. Además, los hallazgos podrán ser utilizados como base para futuras investigaciones en el desarrollo y perfeccionamiento de materiales dentales.

1.4.3. Relevancia Social

El éxito o fracaso de una restauración dental depende en gran medida de la habilidad, la técnica del profesional, así como la capacidad de este al momento de elegir el material. Pero también depende de la calidad y las propiedades físicas, mecánicas y químicas del material. Todo esto sumado, directamente va en beneficio de los pacientes, por lo que realizar el presente estudio repercute positivamente en la comunidad en general y en la profesional específicamente.

1.4.4. Interés personal

La investigación me permitirá obtener mi título profesional de cirujano dentista, por lo que es importante para mí en el plano personal.

1.4.5. Viabilidad

La investigación es viable desde el punto de vista metodológico, financiero y técnico. La evaluación de la dureza superficial de las resinas nanohíbridas puede realizarse mediante técnicas accesibles en laboratorios, como la microdureza Vickers, las cuales son ampliamente utilizadas en la caracterización de materiales dentales. Además, las resinas y gel DeOx son productos comerciales disponibles en el mercado, lo que facilita su adquisición sin necesidad de desarrollar materiales experimentales. Finalmente, la ejecución del estudio in vitro reduce costos y permite el control de variables, asegurando resultados confiables y reproducibles.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.- OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Determinar la relación que existe entre la aplicación de gel DeOx al momento de realizar la polimerización final y la dureza superficial de 2 marcas comerciales de resinas nanohíbridas.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el grado de dureza superficial de la resina Palfique® LX5 sin aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno.
- Determinar el grado de dureza superficial de la resina Palfique® LX5 con aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno (gel DeOx).
- Determinar el grado de dureza superficial de la resina Filtek™ Z350 XT sin aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno.
- Determinar el grado de dureza superficial de la resina Filtek™ Z350 XT con aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno (gel DeOx)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco Conceptual

3.1.1 Resinas

a) Definición

Desde principios del siglo pasado se han utilizado diversos materiales en odontología para restaurar la funcionalidad y la estética de los dientes dañados (2).

Los avances en la investigación de materiales dentales, impulsados por ensayos clínicos, han llevado a la eliminación o mejora sustancial de varios materiales. Actualmente, existe una amplia gama de productos de restauración directa en el mercado. Esto presenta dificultades para los dentistas en situaciones habituales. Las estrategias de marketing de los fabricantes son excesivamente agresivas, lo que plantea una pregunta esencial: ¿qué producto químico es el más adecuado para su aplicación como restaurador directo? (2).

El dentista debe determinar con precisión el tipo de paciente y las circunstancias clínicas particulares de su práctica. Un método pragmático consiste en clasificar los materiales disponibles comercialmente en una de tres clases de materiales de restauración directa: resina compuesta, amalgama de plata y materiales ionoméricos. Esto resultaría ventajoso si el profesional determina que el procedimiento de restauración más eficaz es el enfoque directo. Esto permite comprender las características y cualidades fundamentales de la composición de cada sustancia de restauración directa (2).

Por lo tanto, es esencial que el profesional tenga un conocimiento fundamental de los materiales dentales para obtener la información necesaria para la selección y el uso correctos de un material de restauración directa para un escenario clínico específico (2).

Se deben tener en cuenta elementos clave para permitir restauraciones óptimas utilizando resinas compuestas: Replicación de la morfología y la cosmética dental, junto con las características ópticas de las restauraciones fabricadas a partir de resinas compuestas (3).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Los materiales a base de resina son los preferidos en la mayoría de las situaciones clínicas relacionadas con la pérdida de tejido duro, ya que preservan eficazmente las estructuras dentales sanas y protegen la vitalidad del tejido pulpar mediante restauraciones de adhesión directa. Su capacidad para imitar el color del diente es una característica importante, y su aplicación adecuada permite restauraciones fiables que garantizan una larga durabilidad (3).

Desde su introducción en el mercado dental, los adhesivos y las resinas compuestas han experimentado una evolución sustancial desde materiales rudimentarios, primero ofrecidos en un solo tono denominado "universal", a una gama diversa de materiales que se distinguen por varios matices, consistencias y opacidades (3).

Las resinas sintéticas se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones dentales. Los usos más comunes son:

- Prótesis (bases, liners y dientes artificiales)
- Materiales de relleno de caries (composites)
- Selladores
- Materiales de impresión
- Equipos (recipientes de mezcla)
- Cementos de resina (4).

Los composites dentales se utilizan principalmente para reconstruir y sustituir dientes y estructuras dentales faltantes. Estos composites pueden adherirse directamente a la estructura dental mediante composites adicionales u otros materiales restauradores. En casos de edentulismo completo, se puede fabricar una prótesis donde los dientes artificiales se fijan a la base de la prótesis, que descansa sobre el tejido blando que cubre el maxilar y la mandíbula, para restaurar la función masticatoria (4).

Si se desea reparar tejido perdido (debido a caries, fracturas, abrasión o decoloración) con el mismo material, surgiría el problema de propiedades marcadamente diferentes, especialmente mecánicas, del bloque restaurador en comparación con el tejido dental (5).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las diferencias esperadas serán principalmente entre una estructura cerámica (esmalte compuesto principalmente de hidroxiapatita) o una mezcla de materiales cerámicos y orgánicos (dentina que incluye hidroxiapatita y colágeno) y una estructura orgánica similar a la del sellador (5).

Además, aunque menos significativo, el componente orgánico de un sellador conduce a un coeficiente de variación dimensional térmica mayor que el de la estructura del diente, que tiene un contenido cerámico total o parcial (5).

En 1960, el Dr. Bowen fusionó eficazmente una fase orgánica (BIS - GMA) con una fase inorgánica (cuarzo) (6).

Esta sustancia se denominó resina compuesta. Su estructura es nucleada, con una fase orgánica reactiva continua y una fase inorgánica inerte discontinua; el vinilsilano promueve la unión entre ambas fases. Se ha conservado este diseño Bowen (6).

A lo largo de los años, las alteraciones del componente orgánico han sido insignificantes, incluyendo la incorporación de moléculas de baja viscosidad (UDMA) que mitigan la contracción de polimerización. Las alteraciones más notables se observaron en el componente inorgánico, que pasó de una dimensión original de 20 a 50 micrómetros a los actuales rellenos de escala nanométrica (1 nm = 0,001 µm) (6).

b) Composición de resinas:

Las resinas acrílicas fueron las primeras sustancias restauradoras poliméricas utilizadas en odontología. Desde la década de 1940 hasta principios de la de 1950, tuvieron un éxito moderado; sin embargo, problemas como la insuficiente resistencia al desgaste, un alto coeficiente de expansión térmica y una considerable contracción de polimerización obligaron a los fabricantes a incorporar partículas inorgánicas al material para corregir estas deficiencias. La adhesión inadecuada entre la matriz polimérica y las partículas de relleno provocó fallos en el material, decoloración por fluidos orales y una menor resistencia al desgaste debido al desprendimiento total de las partículas de relleno de la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

superficie. A mediados de la década de 1960, R. L. Bowen introdujo en el mercado odontológico una novedosa resina: el Bis-GMA, una molécula sintetizada a partir de la reacción del bisfenol A y el metacrilato de glicidilo, junto con partículas de relleno silanizadas capaces de unirse químicamente a la matriz orgánica. El Bis-GMA ofrece ventajas como un mayor peso molecular y una menor contracción de polimerización en comparación con el metacrilato de metilo (2).

Las resinas restauradoras modernas se derivan de la fórmula original de Bowen, pero con algunas modificaciones introducidas a lo largo del tiempo. A continuación, explicaremos cada uno de sus componentes (2).

- **Matriz de resina:**

  La matriz de resina a menudo comprende Bis-GMA (metacrilato de glicidilo de bisfenol-A) o UDMA (dimetacrilato de uretano) (2).
  Desde un punto de vista químico, el componente activo de las resinas compuestas está compuesto por monómeros que establecen enlaces cruzados durante la polimerización, lo que confiere resistencia a la sustancia. El Bis-GMA y el UDMA presentan una viscosidad considerable a temperatura ambiente debido a su elevado peso molecular, lo que dificulta la incorporación del relleno a la matriz de resina. Los fabricantes utilizan diluyentes a base de dimetacrilato para mejorar la fluidez del material durante su aplicación clínica. Los diluyentes principales son TEGDMA (dimetacrilato de trietilenglicol) y EDMA (dimetacrilato de etileno). La incorporación de estos diluyentes intensifica la contracción de polimerización de las resinas compuestas. El fabricante incorpora un inhibidor de polimerización a la matriz orgánica junto con los diluyentes para prolongar la vida útil del material. El inhibidor principal es la hidroquinona, utilizada en concentraciones inferiores al 0,1 % en peso. Algunas marcas comerciales de resinas compuestas utilizan Bis-EMA (dimetacrilato de polietilenglicol de bisfenol A) como matriz de resina, que, según los fabricantes, reduce la contracción de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

polimerización. Es plausible que, en un futuro próximo, algunas resinas compuestas incluyan una matriz de resina caracterizada por una pequeña contracción de polimerización (2).

- **Partículas de carga:**

El desarrollo del Bis-GMA facilitó la incorporación de partículas inorgánicas a la matriz orgánica, mejorando así las propiedades físicas del material. El cuarzo fue el primer relleno empleado en materiales resinosos y se sigue utilizando en la actualidad (2).

Los avances en las resinas compuestas dentales han dado lugar al uso de rellenos alternativos, como la sílice coloidal y el vidrio de fluorosilicato de aluminio. Se han incluido bario y estroncio para mejorar la radiopacidad del material. Recientemente, se han introducido en el mercado resinas compuestas con nanopartículas, que proporcionan mayor suavidad y resistencia a la abrasión en comparación con las resinas compuestas híbridas y microhíbridas. La incorporación de rellenos ha facilitado la reducción de la cantidad de matriz orgánica, elemento fundamental de las resinas compuestas. Como resultado, se ha reducido la contracción de polimerización y la absorción de agua, pero se ha mejorado la resistencia al desgaste gracias a la adición de rellenos. El comportamiento reológico del material se ha visto modificado por el aumento de la viscosidad. Por lo tanto, la incorporación de rellenos está limitada por el tipo y las dimensiones del relleno utilizado. Las partículas de relleno más pequeñas tienen una mayor superficie en el mismo volumen de material, lo que dificulta su inclusión en cantidades significativas debido a la posibilidad de un aumento de la viscosidad, lo que podría dificultar su aplicación clínica (2).

Además, el uso excesivo de relleno afecta negativamente las cualidades estéticas del material, especialmente cuando se utiliza en dientes anteriores (2).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **Silano**

  Para que las resinas compuestas presenten un rendimiento mecánico satisfactorio, es crucial que las partículas de relleno estén firmemente adheridas a la matriz orgánica. Esta unión se forma mediante silano. Los silanos son moléculas que pueden unirse químicamente tanto a la superficie del relleno como a la matriz orgánica, estableciendo así una unión adhesiva robusta y fiable. El uso de estos compuestos permite que la resina compuesta funcione cohesivamente bajo tensión, la cual se transmite a través de la unión adhesiva formada por el silano. La inclusión de estos compuestos solucionó el problema de la adhesión inadecuada entre la matriz y el relleno, que provocaba fracturas y reducía la longevidad clínica del material (2).

- **Iniciadores:**

  Estos productos químicos inician la reacción de polimerización de las resinas compuestas tras su activación durante el procedimiento. La amina terciaria presente en las resinas químicamente activadas disocia el peróxido de benzoilo e inicia la autopolimerización al mezclar la pasta base y el catalizador. En las resinas compuestas fotoactivadas, la luz visible con una longitud de onda de aproximadamente 470 nanómetros activa la canforquinona, el iniciador, lo que facilita la interacción reactiva con una amina terciaria (2).

Los polímeros se caracterizan por su composición de moléculas muy masivas y una estructura molecular que puede adoptar una gama casi ilimitada de configuraciones y conformaciones. A continuación, se presentan las cualidades esenciales de los polímeros. Los atributos esenciales de los polímeros que determinan las propiedades de los materiales poliméricos incluyen la longitud de la cadena y la reticulación, el grado de ramificación y la configuración de las cadenas. Estos atributos definen las cualidades de los materiales poliméricos. La polimerización es un proceso intermolecular repetitivo que puede persistir indefinidamente en función de sus propiedades funcionales. La mayoría de las

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

moléculas de polímero se clasifican como macromoléculas. Una macromolécula se caracteriza por cualquier compuesto químico con un peso molecular superior a 5000. El peso molecular de una molécula de polímero puede alcanzar los 50 millones en determinadas condiciones (4).

Los polímeros inorgánicos, como la red de dióxido de silicona incluida en varios compuestos cerámicos y de resina utilizados en odontología, pueden contribuir al desarrollo de macromoléculas junto con los polímeros convencionales (4).

c) Clasificación de las resinas:

Seguiremos la norma de la clasificación de Pablo Abate (2003) que nos muestra:

- **Micropartículadas:**

  El tamaño del relleno de las resinas de macropartículas presentaba dos problemas importantes: dificultades de pulido y acumulación de placa en sus superficies. La estrategia sugerida incluía reducir el tamaño de las partículas de relleno inorgánico. Las resinas de micropartículas se lanzaron por primera vez a finales de la década de 1970. El tamaño del relleno era submicrónico (0,04 μm), con un porcentaje en peso que oscilaba entre el 35 % y el 67 % (6).

  La industria integra una mayor fracción de peso de partículas submicrónicas al incorporarlas a una matriz orgánica polimerizada, que posteriormente se muele o tritura para crear un relleno cerámico orgánico. Este compuesto se integra posteriormente en un componente orgánico no polimerizado adicional que también contiene relleno inorgánico. Este tamaño de partícula mejora la eficiencia del proceso de pulido a lo largo del tiempo; sin embargo, características como la contracción de polimerización, el coeficiente de expansión térmica y la absorción de agua superan las de los materiales anteriores, aunque con una resistencia mecánica y rigidez reducidas. En consecuencia, estas partículas no son

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

adecuadas para regiones de alta tensión (superficies oclusales de molares, bordes incisales de dientes anteriores) debido al potencial de fracturas; por lo tanto, su uso se limita a restauraciones de Clase 3 y 5, ya que estas últimas requieren flexibilidad (bajo módulo de elasticidad) y mejores propiedades de pulido (6).

- **Híbridas:**

Estos materiales combinan las ventajas de las partículas grandes con las micropartículas, con tamaños de relleno que van desde centésimas de micrómetro (0,04 µm) hasta un micrómetro (1 a 4 µm), representando más del 60 % de su peso. Como resultado, se pulen fácilmente, poseen una resistencia mecánica considerable, un alto módulo de elasticidad y presentan una radiopacidad ventajosa (6).

Esta clasificación abarca variantes. El tamaño medio de partícula de las resinas híbridas es de 0,7 µm, mientras que las resinas microhíbridas tienen un promedio de 0,6 µm. Un grupo específico, las resinas compactables, presenta un tamaño de partícula promedio comparable al de las resinas híbridas, pero presenta un contenido en peso superior al 80 %, lo que aumenta su densidad (6).

Las resinas híbridas están diseñadas para restauraciones tanto anteriores como posteriores. Las resinas condensables diseñadas para la zona posterior no son adecuadas para restauraciones anteriores debido a su alto contenido de relleno, que produce opacidad (6).

- **Nanopartículadas:**

Se trata de resinas compuestas de nueva fabricación y tecnológicamente sofisticadas, que incluyen un tamaño de partícula entre 5 y 75 nm y un contenido en peso superior al 60% (6).

Para ser clasificadas como nanotecnología, las estructuras deben cumplir el siguiente criterio: al menos una dimensión debe estar dentro del rango de 0,1 a 100 nm (6).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Debido a su magnitud, deben establecer marcos y sistemas que funcionen y presenten características innovadoras. Deben poseer la capacidad de manipular y alterar materiales a escala molecular y atómica (6).

Los compuestos de nanopartículas enfrentan numerosos desafíos, como una capacidad de pulido mejorada en relación con las resinas microrrellenas; una resistencia igual o superior a la de las resinas híbridas; tasas de desgaste iguales o menores que las de las resinas híbridas; características reológicas óptimas; y un color y una opacidad adecuados para soportar su uso en configuraciones de una o varias capas.

Están diseñados para las porciones posterior y anterior. Su mayor translucidez los convierte en una opción viable cuando este criterio es necesario. Como era de esperar, son fáciles de pulir y mantienen el brillo superficial (6).

- **Resinas Nano Híbridas:**

Se trata de materiales compuestos utilizados en odontología que incluyen partículas de relleno de dimensiones nanométricas y micrométricas. Esta formulación busca mejorar las características visuales y estructurales de las restauraciones dentales. El uso de nanopartículas mejora la capacidad de pulido y la retención del brillo, mientras que las partículas de mayor tamaño contribuyen a la resistencia y la durabilidad. Esta combinación las hace adecuadas para restauraciones en zonas expuestas a un estrés masticatorio significativo (7).

d) **Requisitos de las resinas:**

- **Compatibilidad biológica**

La resina debe ser inodora, insípida y tóxica, y no irritar ni dañar los tejidos bucales. Para cumplir con estos estándares, debe ser totalmente insoluble en la saliva y otros fluidos bucales. Además, debe ser resistente a los fluidos bucales para evitar cualquier mal sabor u olor y mantener la higiene bucal. Cuando se utiliza resina como agente de obturación o cementación, es fundamental que se

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

aplique con prontitud y se adhiera eficazmente a la estructura dental para evitar el desarrollo de bacterias en la interfaz entre el diente y la restauración (4).

- **Propiedades físicas**

Para soportar las presiones masticatorias, las fuerzas de impacto y el desgaste significativo en la cavidad oral, la resina debe tener suficiente resistencia, resiliencia y dureza. El material debe presentar estabilidad dimensional en todas las condiciones, incluyendo variaciones de carga y fluctuaciones de temperatura. Toda resina diseñada para su uso como base para prótesis maxilares debe tener una densidad baja (4).

- **Manipulación**

La resina no debe liberar polvo ni vapores peligrosos durante su manipulación. Debido a su tiempo de fraguado relativamente corto y a su insensibilidad a las variaciones en los procedimientos de manipulación, debe ser fácil de mezclar, insertar, moldear y fotopolimerizar. Además, debe tener un tiempo de fraguado relativamente corto. La contaminación por saliva y sangre, junto con la inhibición de oxígeno, son ejemplos de problemas clínicos que deberían afectar poco o nada los resultados de cualquier procedimiento de manipulación. Además, el producto final debe ser fácil de pulir y, en caso de una rotura inevitable, debe ser fácil y rápida de reparar (4).

- **Propiedades estéticas**

El material debe poseer características translúcidas o transparentes para armonizar con la apariencia de los tejidos orales que reemplaza. La resina debe ser coloreable o teñida, aunque su color o apariencia debe permanecer inalterada después de la fabricación (4).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **Aspectos económicos**

  Es esencial que tanto la resina como sus métodos de procesamiento sean rentables y no requieran el uso de equipos complejos o prohibitivamente costosos (4).

- **Estabilidad química**

  Aún no se ha identificado una resina que reúna todas estas características óptimas; sin embargo, los polímeros de metacrilato pueden satisfacer eficazmente todos los criterios mencionados. Las condiciones presentes en la cavidad oral son bastante exigentes, y solo los materiales químicamente estables e inertes pueden resistir estos entornos sin deteriorarse (4).

3.1.2 Fotopolimerización

a) Conceptos, Definición e Historia:

Actualmente, muchos tratamientos terapéuticos en diversas especialidades odontológicas utilizan materiales fotoactivados. Los productos fotoactivados que se ofrecen en el mercado odontológico incluyen resinas compuestas, adhesivos dentinarios, cementos de resina, bases cavitarias, materiales de restauración provisional, protectores gingivales, geles blanqueadores, cementos quirúrgicos y selladores de fosas y fisuras. Cada uno de estos fármacos, o sus regímenes clínicos, tiene tiempos de activación, potencias y características diferentes (2).

Debido a la amplia gama de operaciones que dependen de una fuente de luz, los fabricantes de equipos dentales han lanzado dispositivos avanzados diseñados para diversos escenarios clínicos. Sin embargo, no son universalmente apropiados para una aplicación eficaz y segura con todos los materiales ni para todas las operaciones activadas por luz (2).

La comprensión de las propiedades fisicoquímicas y las características de manejo de los materiales dentales, junto con la familiaridad con las unidades de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

fotoactivación (incluido su funcionamiento básico, indicaciones de uso, características ergonómicas y propiedades físicas de la luz emitida) garantiza una mayor seguridad de la aplicación y menores tasas de fallas en los protocolos clínicos dependientes de la luz para el profesional (2).

El uso de la activación física para facilitar la polimerización de materiales restauradores comenzó en la década de 1970. Buonocore fue pionero en el uso de radiación UV durante 20-30 segundos dirigida a la superficie dental, utilizando un reflector intraoral conectado a una fuente de luz. Demostró que esta forma específica de luz tenía una intensidad adecuada para la polimerización de una resina adhesiva (relleno de fosas y fisuras) (2).

Las primeras resinas compuestas fotoactivadas introducidas en el mercado odontológico contaban con fotoiniciadores activados por luz ultravioleta. El primer fotoactivador lanzado al mercado global, Nuva-Lite® de la empresa estadounidense Caulk, empleaba una lámpara de luz ultravioleta (2).

El uso de estos métodos transformó radicalmente la práctica terapéutica restauradora. Estos sistemas eliminaron la necesidad de mezclar pastas para iniciar el proceso de polimerización química, eliminando así los radicales amino de las formulaciones de resina compuesta. Esto mitigó significativamente los problemas de inestabilidad del color y porosidad asociados con las restauraciones estéticas directas, que anteriormente se limitaban al segmento anterior. El control total del tiempo de trabajo es el avance más significativo en el proceso de fotopolimerización (2).

A pesar de estos avances, diversas investigaciones científicas han demostrado que la limitada capacidad de penetración de la radiación UV provoca una polimerización insuficiente, lo que resulta en restauraciones mecánicamente débiles, propensas a fallos de retención, mala adaptación y una apariencia estéticamente opaca y amarillenta. Esta forma de radiación es muy irritante para la pulpa y los tejidos gingivales. La interacción de estos factores, junto con el daño potencial que la radiación ultravioleta causa a profesionales, pacientes y personal de apoyo, condujo a la breve duración de este sistema de activación en la práctica dental y a su rápida sustitución por unidades de fotoactivación que utilizan emisiones de lámparas halógenas. Esta forma de luz, con mayor poder de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

concentración, elevó la tasa de conversión de las resinas compuestas, produciendo restauraciones mecánicamente superiores con menores tasas de tinción y absorción de agua. En consecuencia, se consideró durante mucho tiempo como la técnica de fotopolimerización más segura y eficiente (2).

Las mejoras progresivas en materiales restauradores, adhesivos dentales y el uso de diversos procedimientos restauradores directos e indirectos mediante fotoactivación han hecho que los dispositivos emisores de luz sean esenciales en la práctica clínica restauradora. A pesar de los avances en la calidad de los materiales y dispositivos fotoactivadores, persisten varios problemas relacionados con los materiales fotoactivados y los procedimientos terapéuticos asociados, que a menudo se documentan. Numerosos estudios indican que la energía emitida por las unidades de luz asociadas con diferentes resinas compuestas y otros materiales fotosensibles disponibles en el mercado produce una tasa de polimerización o conversión de monómeros de hasta el 60 %. Esta baja tasa de conversión resulta en restauraciones mecánicamente más débiles, menos duraderas y con una gran proporción de monómeros residuales, lo que podría comprometer su biocompatibilidad (2).

Inicialmente, el uso de una energía de polimerización elevada parecía ser la solución para lograr una tasa de conversión de monómeros superior y garantizar reparaciones mejoradas y más duraderas. Dispositivos avanzados, equipados con fuentes de luz más potentes (arco de plasma), surgieron como alternativas para lograr una energía de polimerización elevada, a la vez que reducían la duración de los ciclos de luz necesarios para polimerizar capas consecutivas de restauraciones directas. Lo que inicialmente parecía ser terapéuticamente ventajoso solo tuvo un éxito parcial, ya que el aumento de la energía de polimerización resultó en una mayor contracción de polimerización, comprometiendo así tanto la interfaz adhesiva de la reparación como la integridad del propio material polimerizado. Otra desventaja fue su elevado coste, incluyendo tanto su adquisición como su mantenimiento (2).

La alternativa más reciente a las lámparas de fotoactivación son los dispositivos de fotoactivación LED (diodos emisores de luz), que utilizan diodos emisores de luz en bandas de longitud de onda limitadas. Son más ligeros y resistentes, y pueden

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

funcionar con baterías recargables. Han surgido en el mercado multitud de marcas y versiones de estos dispositivos. Su precio reducido y diseño ergonómico son un atractivo importante para los profesionales (2).

Numerosos materiales experimentan polimerización para provocar una reacción de endurecimiento (8).

La reacción puede completarse rápidamente, ya que la fase de iniciación requiere energía para su activación durante la polimerización por adición. Esto facilita su finalización eficiente (8).

La fotoquímica es la disciplina que estudia la producción de obras con luz radiante para desencadenar reacciones químicas. Para que el proceso de fotocurado se lleve a cabo, es esencial que el material absorba eficazmente los rayos de luz. La longitud de onda de la radiación incidente y las propiedades de la estructura con la que entra en contacto son determinantes para la absorción (8).

A lo largo del tiempo se han desarrollado numerosos métodos relacionados con el proceso de fotoactivación de resinas compuestas. Estas tecnologías incluyen:

- Lámparas halógenas,
- Lámparas de arco de plasma,
- Lámparas láser y
- Lámparas LED, que producen luz a partir de diodos (8).

En respuesta a la necesidad de nuevos materiales, se desarrollaron las lámparas de fotocurado. Se introdujeron las luces halógenas, que han estado disponibles durante un largo periodo. Finalmente, la iluminación de plasma y láser se ha utilizado en la odontología moderna durante casi una década. Finalmente, se introdujeron las luces LED, que ofrecieron a la odontología global una técnica eficiente para los tratamientos de reparación con resina compuesta. Esta técnica se ha mantenido hasta la actualidad (8).

La polimerización vinílica se produce entre moléculas insaturadas, es decir, aquellas que contienen dobles enlaces entre átomos de carbono, procedentes de la química de los alquenos. El nombre "polimerización vinílica" deriva de la designación de los grupos químicos con dobles enlaces como "vinilo". La síntesis de moléculas poliméricas mediante esta técnica requiere el uso de monómeros con

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

dobles enlaces, concretamente monómeros vinílicos. El ejemplo fundamental es la molécula de etileno o eteno. Las moléculas más complejas pueden incluir varios grupos químicos complementarios o dobles enlaces en lugar de uno solo, y todas poseen la capacidad de crear polímeros mediante el mismo mecanismo. Los dobles enlaces indican una condición algo inestable y, en condiciones fácilmente alcanzables, se disuelven, activando las moléculas con valencias libres. Como estas valencias libres no pueden existir de forma independiente, se saturan entre sí, uniendo así las moléculas y dando lugar a la formación del polímero deseado. El monómero se suele identificar con el prefijo "poli", por ejemplo, poli(etileno) (9).

En odontología, la fotopolimerización es esencial para garantizar que las restauraciones dentales posean las características funcionales y estéticas requeridas. La eficacia de esta cirugía depende de diversos parámetros, entre ellos:

- **Tipo de lámpara de fotopolimerización**: Existen diversos tipos de fuentes de luz, incluyendo luces halógenas y bombillas LED. Las luces LED han experimentado avances sustanciales, ofreciendo ventajas como un menor consumo de energía, la eliminación de ventiladores y una mayor vida útil sin disminuir la intensidad de la luz (10).
- **Duración e intensidad de la exposición**: Una exposición adecuada es crucial para una polimerización óptima. 30 segundos pueden ser suficientes, considerando las ventajas de las luces LED. Además, la fotopolimerización continúa hasta 24 horas después de retirar la fuente de luz, fenómeno conocido como fase oscura del proceso. (10).
- **Profundidad de curado**: La capacidad de la luz para penetrar la resina y garantizar una polimerización uniforme es crucial. La zona más cercana a la fuente de luz experimentará una polimerización más completa debido a la mayor concentración de fotoiniciadores activos (10).

Una fotopolimerización inadecuada puede dar como resultado restauraciones deficientes, lo que podría causar decoloración, irritación pulpar, sensibilidad postoperatoria o el fracaso de la restauración. Para garantizar el éxito clínico de las restauraciones dentales, es fundamental seleccionar la fuente de luz óptima, determinar la duración óptima de la exposición y considerar las propiedades distintivas del material utilizado (10).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.3 Dureza y Microdureza superficial

a) Definición:

La dureza de un material se refiere a su capacidad para resistir la deformación permanente al ser sometido a una fuerza, especialmente la ejercida por la penetración de un objeto más duro. Este término abarca la resistencia del material a la abrasión, el rayado, la indentación y la deformación, entre otros factores (11).

La medida de la facilidad con la que se penetra la superficie de un material se denomina dureza superficial. El primer examen de dureza superficial incluyó dos materiales, uno de menor dureza, para evaluar la capacidad de la sustancia más dura de crear un rasguño en la superficie del material más blando. Esto se realizó para determinar la dureza superficial del material. Un penetrador evalúa la dureza del material aplicando presión sobre su superficie. Este método se utiliza supuestamente para determinar la dureza de los materiales. En cuanto a la indentación del material, se observa que cuando el material es flexible, la indentación es profunda y amplia, lo que resulta en una evaluación deficiente de la dureza del material (12).

Por el contrario, la medición de la microdureza superficial implica evaluar el nivel de dureza en áreas diminutas de la superficie de un material mediante cargas de prueba mínimas. Esta prueba es especialmente ventajosa para analizar materiales delgados, recubrimientos superficiales o microestructuras especializadas, especialmente en aplicaciones pequeñas como la odontología (13).

A continuación se describen los principales atributos que diferencian la dureza superficial de la microdureza:

- Existen dos tipos de escalas de medición: Dureza general y microdureza superficial. La dureza general evalúa la resistencia general de un material a la deformación, mientras que la microdureza superficial se centra en microestructuras específicas o características superficiales localizadas (14).
- Las evaluaciones de dureza suelen utilizar pesas e indentadores más grandes, como los métodos Rockwell o Brinell. Estas pruebas se emplean

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

para determinar el nivel de dureza. Las pruebas de microdureza utilizan pesas e indentadores diminutos, como los métodos Vickers o Knoop. Esto garantiza que incluso áreas minúsculas puedan evaluarse sin dañar considerablemente la muestra (14).

- La dureza volumétrica es adecuada para evaluar materiales homogéneos y de mayor tamaño, ya que proporciona una evaluación exhaustiva de su resistencia. En casos donde se requiere la evaluación de la dureza en ciertas áreas de una muestra, la microdureza superficial es la opción óptima. También es adecuada para materiales heterogéneos, películas delgadas y recubrimientos (13).

El durómetro, con penetradores de diversas geometrías, incluyendo esferas y pirámides de acero y diamante, es el material más buscado para medir la dureza. La fuerza aplicada en estos penetradores puede variar de gramos a kilos, y la duración de la prueba la determinan los responsables o el investigador que la realiza (12).

Cuando se trata de materiales, hay varias formas de dureza que se pueden probar, y cada uno de estos tipos se evalúa utilizando un conjunto diferente de técnicas:

- La resistencia de un material al rayado por otra sustancia se denomina dureza de rayado. El concepto es que una sustancia más resistente puede desgastar un material más blando. Este método de medición suele utilizar la escala de Mohs, un sistema de clasificación que clasifica los materiales del uno (talco) al diez (diamante) (11).
- Dureza de indentación: Evalúa la resistencia de un material a la distorsión bajo la fuerza sostenida de un penetrador. Los métodos más utilizados incluyen:
  - Brinell: Utiliza una bola de acero o carburo de tungsteno para crear una hendidura en el material y luego mide el diámetro de la marca resultante. Es adecuado para materiales con diversas superficies (15).
  - Rockwell: Utiliza un cono de diamante o una bola de acero para evaluar la profundidad de penetración bajo una tensión determinada. Su uso es amplio debido a su rapidez y facilidad de uso (16).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Vickers: Se utiliza una pirámide de diamante para crear una pequeña hendidura, midiendo las diagonales de la huella para determinar la dureza. Es adecuado para diversos materiales y espesores (17).
- El método Knoop es análogo a la técnica Vickers; sin embargo, emplea un penetrador alargado, lo que lo hace apropiado para evaluar capas delgadas o materiales frágiles (17).

- Dureza de rebote: Conocida como dureza dinámica, mide la capacidad de un material para absorber la energía del impacto y luego recuperar su estado original. La evaluación consiste en golpear el material con un martillo con punta de diamante y cuantificar la altura de rebote; un rebote mayor indica mayor dureza (11).

La microdureza puede cuantificarse en materiales dentales. Esta característica es crucial para evaluar la resistencia de estos materiales a la abrasión, el desgaste y el deterioro en el entorno bucal. La microdureza se evalúa mediante pruebas de indentación, concretamente los procedimientos Vickers o Knoop, que permiten evaluar la dureza en regiones superficiales minúsculas del material (18).

Numerosas investigaciones han utilizado estas evaluaciones en productos dentales. La microdureza del esmalte dental se ha evaluado para examinar el impacto de diversos tratamientos o factores externos en su estructura. Además, se ha examinado la microdureza de resinas compuestas, cementos de resina y materiales endodónticos a base de silicato de calcio para evaluar su grado de polimerización, resistencia y durabilidad en circunstancias que replican el entorno bucal (19).

3.1.4 Capa Inhibida por oxígeno

a) Definición:

La capa inhibida por oxígeno (OIM) es una capa superficial de las resinas compuestas dentales que no logra una polimerización completa debido a la interferencia del oxígeno ambiental y los radicales libres producidos durante el proceso de polimerización. Este efecto se produce porque el oxígeno obstruye la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

producción de enlaces cruzados entre monómeros, lo que resulta en una superficie pegajosa con características mecánicas reducidas (20).

En la fotopolimerización de resinas compuestas, los fotoiniciadores producen radicales libres que inician la polimerización de los monómeros. Sin embargo, en la superficie expuesta al aire, el oxígeno interactúa con estos radicales, produciendo radicales peróxido menos reactivos, lo que pospone o inhibe la polimerización en esa región (21).

La eliminación inadecuada de la capa inhibidora podría poner en peligro los atributos mecánicos y cosméticos de la restauración, volviéndola más vulnerable al desgaste y a la acumulación de placa (21).

La polimerización implica una reacción en cadena iniciada por radicales libres. Cuando la superficie de la resina compuesta se expone al aire durante la polimerización, la reactividad entre el oxígeno y los radicales supera a la existente entre el monómero y los radicales. Esto da lugar a la formación de una capa inhibida por oxígeno (OIL). Esta capa puede interrumpir el proceso de polimerización y reducir la calidad de la resina compuesta (22).

La formación de una capa inhibida por el oxígeno puede reducirse añadiendo glicerina a la superficie de la resina compuesta. Además de su fácil aplicación, la glicerina puede obstruir el contacto entre la resina compuesta y el aire, lo que facilita una polimerización óptima. Una polimerización eficaz puede mejorar la dureza, la resistencia al desgaste y la resistencia a la compresión de las resinas compuestas (22).

b) DeOx™:

DeOx es un gel espeso compuesto de glicerina que se utiliza para recubrir componentes de resina fotopolimerizables antes de la polimerización. Esto inhibe la exposición al oxígeno y la formación de una capa inhibidora de oxígeno en la superficie de la resina durante la polimerización. DeOx se elimina fácilmente después de la aplicación con un rociador de agua. El tratamiento DeOx reduce la duración y la mano de obra necesarias para el pulido posterior de superficies compuestas (23).

La capa de inhibición de oxígeno que se desarrolla de forma constante en las superficies de composite durante la fotopolimerización es ventajosa al principio,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ya que mejora la adhesión entre las capas de composite al utilizar una estrategia de estratificación. Sin embargo, no es deseable una vez esculpida la superficie final de la restauración, ya que borra las características intrincadas de la misma. Además, suele requerir un pulido meticuloso. Una capa de DeOx antes de la polimerización final actúa como barrera de oxígeno, garantizando así una polimerización completa y reduciendo significativamente el proceso de pulido posterior (23).

El DeOx es muy eficaz para disimular las crestas cavomarginales. La formación de una capa inhibidora de oxígeno en la resina de cementación puede provocar erosión de la resina cerca del borde. Utilice DeOx para prevenir esto eficazmente (23).

Características de DeOx:

- Evita la formación de la capa de inhibición por oxígeno.
- Preserva los detalles superficiales de las restauraciones.
- Disminuye la necesidad de pulido.
- Es de aplicación sencilla y se controlada con jeringa y una punta (23).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2 Antecedentes investigativos

3.2.1 Internacionales:

- **"Influencia de la distancia de curado y la glicerina en la estabilidad del color de las resinas compuestas". Ana Sofia Corvelo Moiteiro da Silva Ramos. Instituto Superior De Ciências Da Saúde Egas Moniz. 2014.**

Objetivos: Evaluar el impacto de la distancia de fotopolimerización y la aplicación de glicerina en la estabilidad del color de dos resinas compuestas microhíbridas.

Materiales y métodos: Se fabricaron sesenta discos a partir de dos resinas compuestas, Polofil® Supra y Filtek™ Z250, cada uno de 10 mm de diámetro y 2 mm de espesor, distribuidos de la siguiente manera: diez discos con una distancia de fotopolimerización de 2 mm (grupos P2 y F2), diez discos con una distancia de fotopolimerización de 6 mm (grupos P6 y F6) y diez discos con aplicación de glicerina a una distancia de fotopolimerización de 2 mm (grupos P2G y F2G). Tras la fotopolimerización, los discos se analizaron inicialmente con un espectrofotómetro y se registraron los valores resultantes. Las muestras se sometieron a un termociclador, realizando 2500 ciclos en agua destilada a 5 °C y 55 °C durante 30 segundos, simulando una duración de tres meses en la cavidad oral. Se obtuvo una medición concluyente mediante un espectrofotómetro. Los datos adquiridos se analizaron estadísticamente mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la prueba t de Student.

Resultados: La resina Polofil® Supra alcanzó valores de ΔE*ab de 2,06 en el grupo P2, 2,41 en el grupo P6 y 1,43 en el grupo P2G. La resina Filtek™ Z250 alcanzó valores de ΔE*ab de 1,13 en el grupo F2, 3,03 en el grupo F6 y 1,51 en el grupo F2G. Se obtuvo un valor p de 0,003 mediante la prueba t de Student al comparar los grupos de resina Filtek™ Z250 fotopolimerizados a 6 mm y 2 mm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Conclusiones: La distancia de fotopolimerización no afectó la estabilidad del color de la resina compuesta Polofil® Supra. El uso de glicerina no afectó la estabilidad del color de las resinas compuestas Polofil® Supra y Filtek™ Z250.

Palabras clave: distancia de fotocurado; glicerina; resinas compuestas; color (24).

- **"Técnicas diferentes para eliminar la capa de resina inhibida por oxígeno, en un composite nanohíbrido sometido a desgaste abrasivo". Javier E. Sánchez-Sánchez. Revista Dominio de las Ciencias. 2018.**

Esta investigación buscó evaluar la eficacia de tres enfoques distintos para la eliminación de la capa de resina bloqueada. Las muestras se sometieron a un pesaje inicial seguido de un lavado abrasivo in vitro durante 6 horas. Posteriormente, se determinó el peso final y los datos adquiridos se compararon y se sometieron a un análisis estadístico. Se produjeron cuarenta y ocho muestras de resina nanohíbrida Brilliant de color esmalte A2 (Coltene) y se categorizaron en cuatro grupos de doce muestras cada uno. El grupo inicial no implementó ningún procedimiento para eliminar la capa de resina inhibida (grupo control); el segundo grupo ejerció una ligera presión con una matriz de celulosa sobre la superficie de la resina seguido de un curado con luz; el tercer grupo se sometió a un protocolo de pulido posterior a la fotopolimerización de la resina; y el cuarto grupo aplicó un agente a base de glicerina a la superficie de la resina y luego lo curó con luz. La prueba t de Student y la prueba de Kruskal-Wallis arrojaron p = 0,002, lo que indica una diferencia significativa entre los grupos. El uso de una matriz de celulosa durante el procedimiento de eliminación de la capa bloqueada produjo la mayor estabilidad en las mediciones de peso.

Palabras clave: capa de resina inhibida; desgaste; resina compuesta (25).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **“Pigmentación superficial de resinas nanohíbridas sometidas a diferentes formas de aplicación de glicerina para controlar la capa inhibida de oxígeno. Análisis in vitro”. Aguirre Valle Patricia Alexandra. Universidad Central del Ecuador. 2017.**

Las resinas se ven influenciadas por varias circunstancias, incluyendo la existencia de una capa inhibida por oxígeno, que conduce a la polimerización incompleta de la capa de resina final, resultando en problemas como la coloración de la superficie. Objetivo: Evaluar la pigmentación de la superficie de resinas nanohíbridas expuestas a varios métodos de aplicación de glicerina para la regulación de la capa inhibida por oxígeno. Enfoques: Cuarenta muestras en forma de disco, cada una con un diámetro de 10 mm y un espesor de 2 mm, se fabricaron y organizaron en cuatro grupos de diez muestras cada uno. Grupo 1: discos de resina sin glicerina; Grupo 2: discos de resina que contienen glicerina sin polimerización previa; Grupo 3: discos de resina que contienen glicerina con una polimerización previa de 20 segundos; Grupo 4: discos de resina que contienen glicerina con una polimerización previa de 5 segundos. Las muestras se sometieron a una exposición diaria de 3 horas durante un período de 15 días a un agente pigmentante. Las mediciones de color de las muestras se registraron antes y después de la inmersión con el Vita Easyshade V. Para el análisis estadístico, se emplearon las pruebas de Shapiro-Wilk, Wilcoxon y Kruskal-Wallis. Resultados: Las muestras sin glicerina mostraron una mayor pigmentación, mientras que las tratadas con glicerina la mostraron reducida. Conclusión: El uso de glicerina mitiga en cierta medida la coloración de las resinas.

Palabras Clave: Pigmentación, Resinas, Nanopartículas, Glicerina, EasyShade (26).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.2 Nacionales:

- **“Pigmentación superficial de resina nanohíbrida con y sin eliminación de capa inhibida de oxígeno frente a la exposición de café”. Tovar Collahua, Rosa Cristina. Universidad Federico Villareal. 2023.**

El objetivo de la investigación fue evaluar el grado de pigmentación superficial de una resina nanohíbrida con y sin la eliminación de la capa inhibida por oxígeno al exponerse al café. Este estudio experimental, in vitro, prospectivo, longitudinal y comparativo comprendió 92 discos de resina compuesta nanohíbrida fabricados en moldes de polimetilmetacrilato, categorizados en cuatro grupos (n = 23): Grupo 1 (control), Grupo 2 (aplicación de glicerina), Grupo 3 (aplicación de discos Soflex) y Grupo 4 (glicerina más discos Soflex). Todos los discos se sumergieron en solución salina fisiológica a 37 °C durante 24 horas, después de lo cual se almacenaron en frascos con café a 37 °C, con cambios diarios durante 7 días. El registro de color se creó 24 horas después de la fabricación y después de 7 días de inmersión en café, utilizando el espectrofotómetro VITA Easyshade® V configurado con el sistema CIE L * a * b *. Los datos se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y la prueba de comparaciones múltiples de Dunn, con un nivel de confianza del 95 % ($p < 0,05$). Los resultados indicaron una diferencia estadísticamente significativa entre algunos grupos de investigación ($p = 0,0001$). El grupo que utilizó la técnica de glicerina y pulido mostró una menor pigmentación superficial ($\Delta E = 8,6 \pm 2,12$), mientras que el grupo control presentó el mayor cambio de color ($\Delta E = 27,61 \pm 1,69$) tras la inmersión en café. El uso de técnicas para eliminar la capa de oxígeno impedido altera significativamente el color de las resinas tras la inmersión en café.

Palabras clave: Pigmentación, resina compuesta, pulido dental, glicerina (27)**.**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **"Efecto del gel de glicerina en la estabilidad del color en resinas de fotocurado in vitro". Nayda Delia Candelario Vilcapoma. Universidad Continental. 2023.**

  Objetivo: Evaluar el impacto del gel de glicerina en la estabilidad del color en resinas de fotocurado in vitro. Métodos y materiales: La población incluyó 60 discos de resina, categorizados en dos grupos: 30 discos conteniendo glicerina y 30 discos sin glicerina. Se utilizó el método científico aplicado a nivel explicativo, ya que los datos de cambio de color fueron recolectados durante un periodo de 15 días, con observaciones realizadas cada 2 días. El instrumento de recolección de datos fue una ficha de recolección verificada y evaluada por jueces profesionales. Resultados: En los 60 discos de resina sumergidos en bebidas carbonatadas, el tono original de los discos se registró como 120. En el primer grupo control (solución salina fisiológica) con glicerina, el color final después de 15 días de inmersión fue de 130; De manera similar, sin glicerina, el color final después de 15 días también fue 130. En el segundo grupo de Coca-Cola con glicerina, el color final después de 15 días de inmersión fue 140, mientras que el color final sin glicerina fue 130. En el tercer grupo de Inca Kola con glicerina, después de 15 días de inmersión, el color final midió 130; de manera similar, sin glicerina, el color final también midió 130. Conclusión: Se demostró que la glicerina no tiene impacto en la estabilidad del color de las resinas de fotocurado in vitro después de una duración de 15 días.

  Palabras claves: gel de glicerina, resina compuesta, estabilidad y color (28).

- **"Efecto de la glicerina en la estabilidad del color en una resina de nano relleno expuesta a bebidas carbonatadas". Alberca Estela, Cintya Margarita. Universidad Norbert Wiener. 2023.**

  La presente investigación tuvo como objetivo determinar la estabilidad del color de una resina nanorrellena con y sin glicerina al ser expuesta a bebidas carbonatadas. Enfoque: Se emplearon tres bebidas carbonatadas (Coca Cola®, Inka Cola® y Red Bull®) como pigmentos líquidos sobre resina nanorrellena (Filtek Z350 XT), la cual había sido previamente moldeada en discos de 10 x 2 mm. Estos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

discos se dividieron en dos grupos: a un grupo se le aplicó gel de glicerina en la superficie antes del fotocurado final, mientras que al otro grupo no. El color original de estos CD se determinó visualmente utilizando la Guía de Color Clásica Vita. Después de identificar los colores de cada disco, se categorizaron en grupos y cada grupo se sumergió en una bebida carbonatada distinta. Los discos de resina permanecieron en los contenedores durante 14 días, con evaluaciones de color realizadas a los 7 y 14 días. Los datos se organizaron y analizaron utilizando métodos estadísticos ANOVA. Resultados: La resina Z350 XT, con y sin glicerina, presentó una alteración de color no significativa ($p > 0,05$) en comparación con las bebidas carbonatadas Coca-Cola®, Inka-Cola® y Red Bull® durante 14 días. Conclusión: La estabilidad de color de una resina nanorrellena, con y sin glicerina, al exponerse a bebidas carbonatadas, es equivalente.

Palabras Clave: Color, glicerina, resina compuesta (29).

3.2.3 Locales:

- **"Microdureza superficial de tres resinas dentales, resina bulk fill, resina microhíbrida y resina nanohíbrida". Sotomayor Zela Ximena Virginia. Universidad Católica de Santa María. 2018.**

Este estudio tiene como objetivo evaluar la microdureza superficial de bloques de resina adecuados para restauraciones posteriores. Se trata de una investigación de laboratorio prospectiva, transversal y comparativa de carácter experimental.

Se fabricaron bloques cilíndricos de 6 mm de diámetro y 3 mm de altura a partir de resina de relleno en bloque (Filtek™ Bulk Fill), resina microhíbrida (Filtek P60) y resina nanohíbrida (Filtek Z350). Se generaron 45 muestras de estos bloques, categorizadas en tres grupos de 15 muestras cada uno. Los bloques se mantuvieron a una humedad relativa del 100 % durante 48 horas. Posteriormente, los cilindros se enviaron a las instalaciones de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de San Agustín, donde se sometieron a una carga de 15 T para la prueba de microdureza superficial Rockwell con un durómetro Indentec. Los datos se

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

transformaron posteriormente en mediciones de microdureza superficial Vickers. Se realizaron tres punciones con una carga de 15 T en las superficies exteriores superior e inferior de cada cilindro. Se utilizó la prueba de comparación estadística ANOVA.

La microdureza superficial de las resinas de relleno a granel (Filtek™ Bulk Fill) fue de 104,69 HV en promedio, la de la resina microhíbrida (Filtek P60) de 137,38 HV y la de la resina nanohíbrida (Filtek Z350) de 149,11 HV. Los resultados indican que la resina nanohíbrida (Filtek Z350) presenta una microdureza superficial superior a la de la resina (Filtek™ Bulk Fill) y la de la resina microhíbrida (Filtek P60).

Los datos se analizaron estadísticamente mediante la prueba de Tukey, revelando una diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos.

Palabras Clave: Microdureza superficial, resinas microhíbridas, resinas bulk fill resinas nanohíbridas (30)**.**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4. HIPÓTESIS

Dado que la presencia de radicales libres en la capa superficial de la resina inhibida por el oxígeno puede influenciar en las propiedades físico-químicas de las resinas nanohíbridas y en su dureza

Es probable que la aplicación del gel DeOx, asociada a la polimerización final sobre dicha capa superficial, pueda conseguir un mejor resultado en la conversión de monómeros en polímeros y por ende una mejor dureza superficial de las resinas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

1.1 Técnica de investigación

La observación y experimentación fue el método utilizado en la presente investigación.

1.2 Técnica de ejecución de investigación

1.2.1 Selección de muestras

Se realizaron 40 unidades de estudio en forma de cilindros de resina nanohíbridas de las marcas escogidas, basados en trabajos anteriores, así como en normas internacionales de estandarización ISO 4049 (31), con las siguientes características:

- 8 mm de diámetro
- 4 mm de grosor

Se realizó la fotopolimerización con lámpara LED de gama alta.

No será necesario hacer pulido de la superficie.

Se utilizó un molde de aluminio especialmente confeccionado para poder realizar las muestras cilíndricas de resina (31).

1.2.2 Preparación de muestras y aplicación de material

Teniendo las 40 muestras, se procedió a separarlas en 4 grupos que quedaron conformados de la siguiente manera:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Grupo A: Se confeccionaron un total de 10 cilindros utilizando resina compuesta Palfique® LX5. La resina fue aplicada directamente dentro del molde especialmente diseñado para la ocasión y este molde se coloca sobre una platina de vidrio, garantizando que la superficie en contacto con la platina, sea la más homogénea para poder registrar en esta cara la dureza superficial. Posteriormente, cada cilindro fue sometido a un proceso de fotopolimerización dirigido exclusivamente a la parte superior de la muestra, sin la aplicación de ningún agente ni matrices de protección, con el fin de permitir la acción inhibitoria del oxígeno en la capa superficial de la resina. Tras la polimerización, los cilindros fueron cuidadosamente retirados de los moldes y almacenados en suero fisiológico para evitar alteraciones en sus propiedades mecánicas. Finalmente, cada muestra fue transportada al laboratorio de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Agustín, donde se sometió a una evaluación de dureza superficial utilizando un durómetro Indentec, siguiendo los protocolos estandarizados para garantizar mediciones precisas y reproducibles (32), (33).

- Grupo B: Se confeccionaron un total de 10 cilindros utilizando resina compuesta Palfique® LX5. La resina fue aplicada directamente dentro del molde especialmente diseñado para la ocasión y este molde se coloca sobre una platina de vidrio, garantizando que la superficie en contacto con la platina, sea la más homogénea para poder registrar en esta cara la dureza superficial. Posteriormente, cada cilindro fue sometido a un proceso de fotopolimerización dirigido exclusivamente a la parte superior de la muestra. En el momento de realizar la polimerización final, se procedió a colocar una capa de gel DeOx sobre la cara de la resina que daba a la platina de vidrio, pues será la cara donde se medirá la dureza. Tras este procedimiento, los cilindros fueron cuidadosamente retirados de los moldes y almacenados en suero fisiológico para evitar alteraciones en sus propiedades mecánicas. Finalmente, cada muestra fue transportada al laboratorio de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Agustín, donde se sometió a una evaluación de dureza superficial utilizando un durómetro Indentec, siguiendo los protocolos estandarizados para garantizar mediciones precisas y reproducibles (32), (33).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Grupo C: Se confeccionaron un total de 10 cilindros utilizando resina compuesta Filtek™ Z350 XT. La resina fue aplicada directamente dentro del molde especialmente diseñado para la ocasión y este molde se coloca sobre una platina de vidrio, garantizando que la superficie en contacto con la platina, sea la más homogénea para poder registrar en esta cara la dureza superficial. Posteriormente, cada cilindro fue sometido a un proceso de fotopolimerización dirigido exclusivamente a la parte superior de la muestra, sin la aplicación de ningún agente ni matrices de protección, con el fin de permitir la acción inhibitoria del oxígeno en la capa superficial de la resina. Tras la polimerización, los cilindros fueron cuidadosamente retirados de los moldes y almacenados en suero fisiológico para evitar alteraciones en sus propiedades mecánicas. Finalmente, cada muestra fue transportada al laboratorio de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Agustín, donde se sometió a una evaluación de dureza superficial utilizando un durómetro Indentec, siguiendo los protocolos estandarizados para garantizar mediciones precisas y reproducibles (32), (33).

- Grupo D: Se confeccionaron un total de 10 cilindros utilizando resina compuesta Filtek™ Z350 XT. La resina fue aplicada directamente dentro del molde especialmente diseñado para la ocasión y este molde se coloca sobre una platina de vidrio, garantizando que la superficie en contacto con la platina, sea la más homogénea para poder registrar en esta cara la dureza superficial. Posteriormente, cada cilindro fue sometido a un proceso de fotopolimerización dirigido exclusivamente a la parte superior de la muestra. En el momento de realizar la polimerización final, se procedió a colocar una capa de gel DeOx sobre la cara de la resina que daba a la platina de vidrio, pues será la cara donde se medirá la dureza. Tras este procedimiento, los cilindros fueron cuidadosamente retirados de los moldes y almacenados en suero fisiológico para evitar alteraciones en sus propiedades mecánicas. Finalmente, cada muestra fue transportada al laboratorio de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Agustín, donde se sometió a una evaluación de dureza

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

superficial utilizando un durómetro Indentec, siguiendo los protocolos estandarizados para garantizar mediciones precisas y reproducibles (32), (33).

1.3. Instrumentos

a) Instrumento documental. Ficha de observación y recolección de datos

b) Instrumental

- Frascos de vidrio
- Jeringa triple
- Jeringa 5cc de plástico
- Lámpara de luz halógena de alta gama
- Pieza de mano de alta velocidad
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Impresora
- Calibrador
- Espátulas de resina
- Durómetro Indentec
- Molde de aluminio

1.4 Materiales

- Resinas de fotocurado Palfique® LX5 y Filtek™ Z350 XT
- DeOx™ Barrera contra el oxígeno.
- Agua destilada
- Suero fisiológico

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.- CAMPO DE VERIFICACIÓN

2.1 Ubicación Espacial

Ámbito general: Arequipa

Ámbito específico: Laboratorios especializados para medir dureza superficial de materiales.

2.2 Ubicación Temporal

Cronograma

Fechas	**Avances**
Octubre 2024	Presentación del proyecto Dictaminadores
Noviembre Diciembre 2024	Parte experimental Sustento bibliográfico y teórico
Enero 2025 Febrero 2025 Marzo 2025	Pruebas estadísticas Análisis de resultados Presentación del borrador

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3 Unidades de Estudio y ficha instrumental:

Se optó por la conformación de 4 grupos principales y un total de 40 muestras, distribuidos de la siguiente manera:

Grupo	Marca de resina	N° de muestras	Barrera inhibitoria de oxígeno	Instrumento de recolección de datos
Grupo A	Palfique® LX5	10	Sin gel DeOx	Ficha observacional de recolección de datos
Grupo B	Palfique® LX5	10	Con Gel DeOx	Ficha observacional de recolección de datos
Grupo C	Filtek™ Z350 XT	10	Sin gel DeOx	Ficha observacional de recolección de datos
Grupo D	Filtek™ Z350 XT	10	Sin gel DeOx	Ficha observacional de recolección de datos

3. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

3.1 ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN

3.1.1 Organización

Todos los datos recolectados serán manejados como datos alfanuméricos

3.1.2 Recursos

A) Recursos Humanos

- Investigador: Cynthia Gloribeth Luque Nina
- Asesor: Dr. Renan Tejada Tejada

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

B) Recursos Físicos

- Laboratorios institucionales
- Biblioteca
- Recursos en línea

C) Recursos económicos

Recursos propios de la investigadora

D) Recursos institucionales

- Universidad Nacional de San Agustín. Laboratorio de Ingeniería de Materiales
- Universidad Católica de Santa María

4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS

4.1 A nivel de procesamiento o sistematización

a) Tipo de procesamiento

Todo procesamiento de datos se hizo de forma manual.

b) Plan de operaciones

b.1 Clasificación de datos

Toda la información recopilada se organiza en una matriz de sistematización, así como en una hoja de cálculo diseñada para su procesamiento automatizado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b.2 Recuento

El proceso se realizó de forma automática, teniendo en cuenta la cantidad total de unidades de estudio.

b.3 Análisis

Variable	**Tipo**	**Escala de Medición**	**Medidas Estadísticas**	**Pruebas estadísticas**
Dureza superficial	Comparativa y experimental	Nominal	Frecuencias absolutas y porcentuales	Shapiro Wilk T de Student

b.4 Tabulación

Los datos obtenidos luego del análisis estadístico se presentan en forma de cuadros y tablas.

b.5 Graficación

Los gráficos son tipo barras y tendencias.

4.2 A nivel de conclusiones

Los resultados se obtuvieron tomando en consideración las interrogantes y los objetivos, así como utilizando la hipótesis como punto de referencia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO III

RESULTADOS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA N° 1

PRUEBAS DE NORMALIDAD

GRUPO DE ESTUDIO	SHAPIRO – WILK		Muestras
	Valor	P	
	RESINA PALFIQUE LX5		
Sin gel DeOx	0,892	0,178	10
Con gel DeOx	0,960	0,787	10
	RESINA Z350 XT		
Sin gel DeOx	0,868	0,095	10
Con gel DeOx	0,858	0,072	10

Estructura de datos

Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, encontramos que en los cuatro grupos los datos se distribuyen de manera normal, al presentar todos valores de P superiores a 0,05, por lo tanto, podemos realizar las pruebas paramétricas de primera intención, que en el caso de nuestro estudio fue la T de Student.

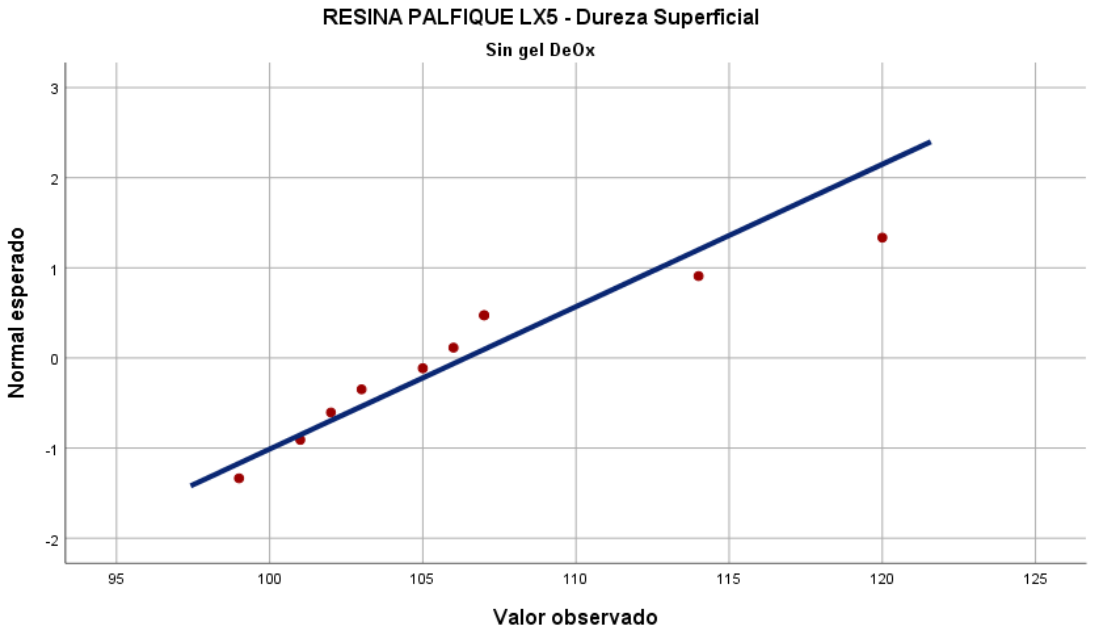
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

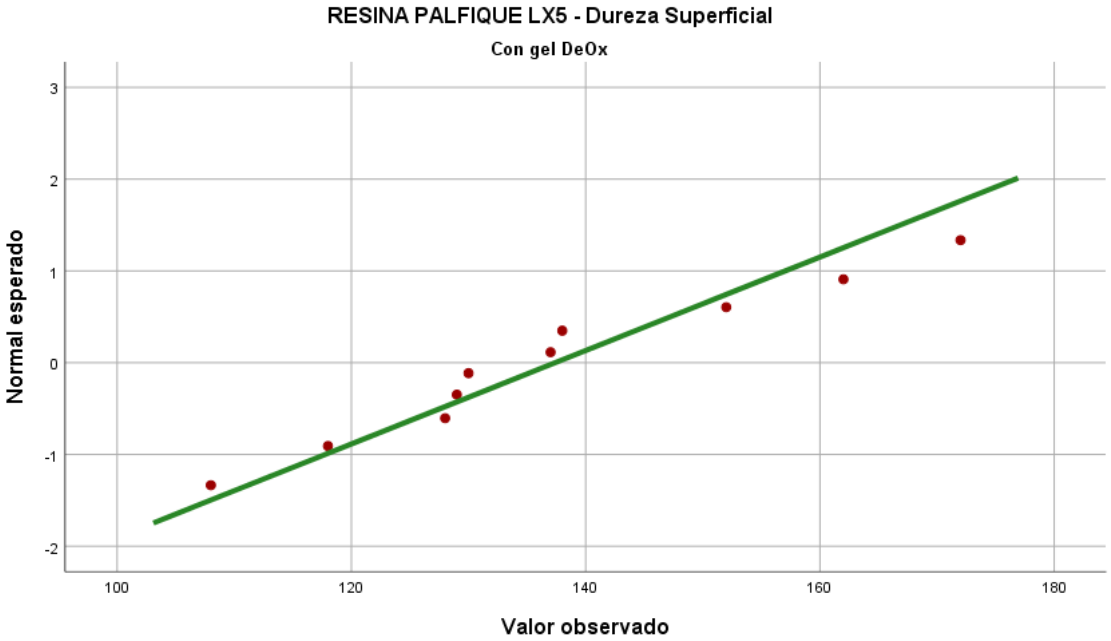
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 1

RESINA PALFIQUE LX5



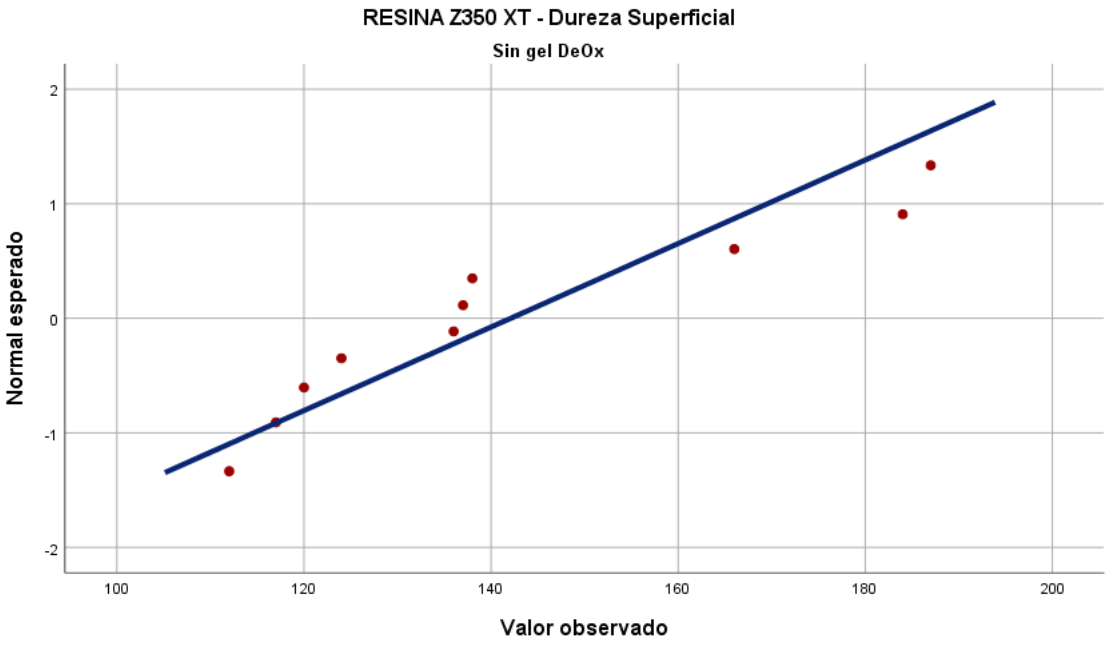


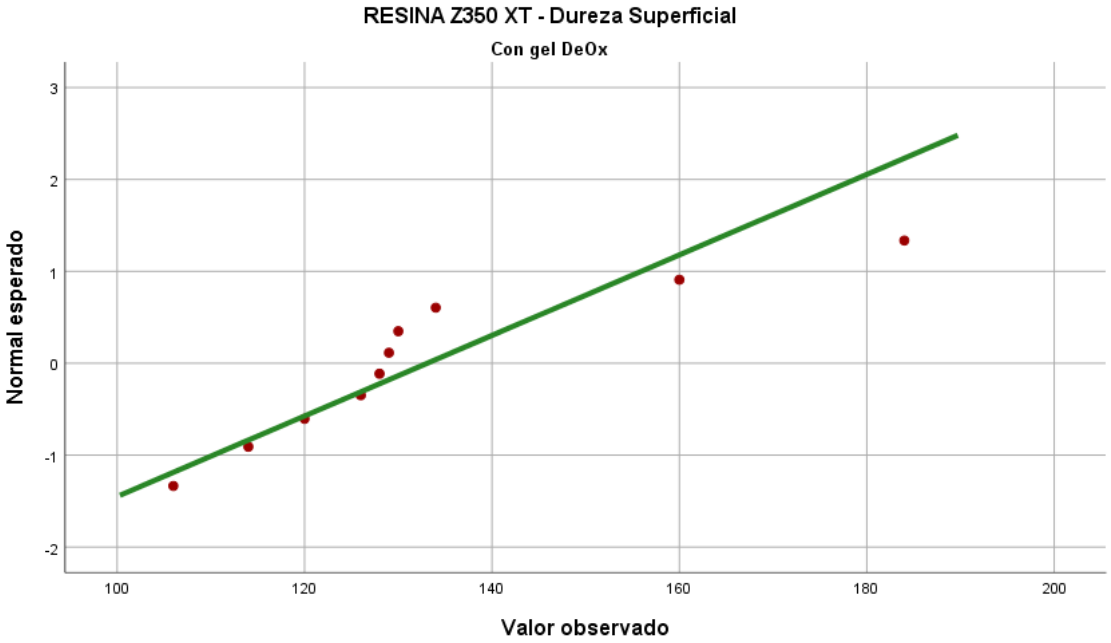
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RESINA FILTEK Z350 XT





Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA N° 2

GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL DE LA RESINA PALFIQUE® LX5 SIN APLICACIÓN DE BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO

RESINA PALFIQUE LX5 Sin Gel DeOx	**Dureza Superficial**
Media Aritmética (Promedio)	106,40
Desviación Estándar	6,32
Valor Mínimo	99
Valor Máximo	120
Total	10

Estructura de datos

En esta primera tabla podemos apreciar la descripción de los datos en el grupo de control de la resina Palfique LX5, en donde se muestra que la dureza superficial de dicha resina en promedio es de 106,40 HV.

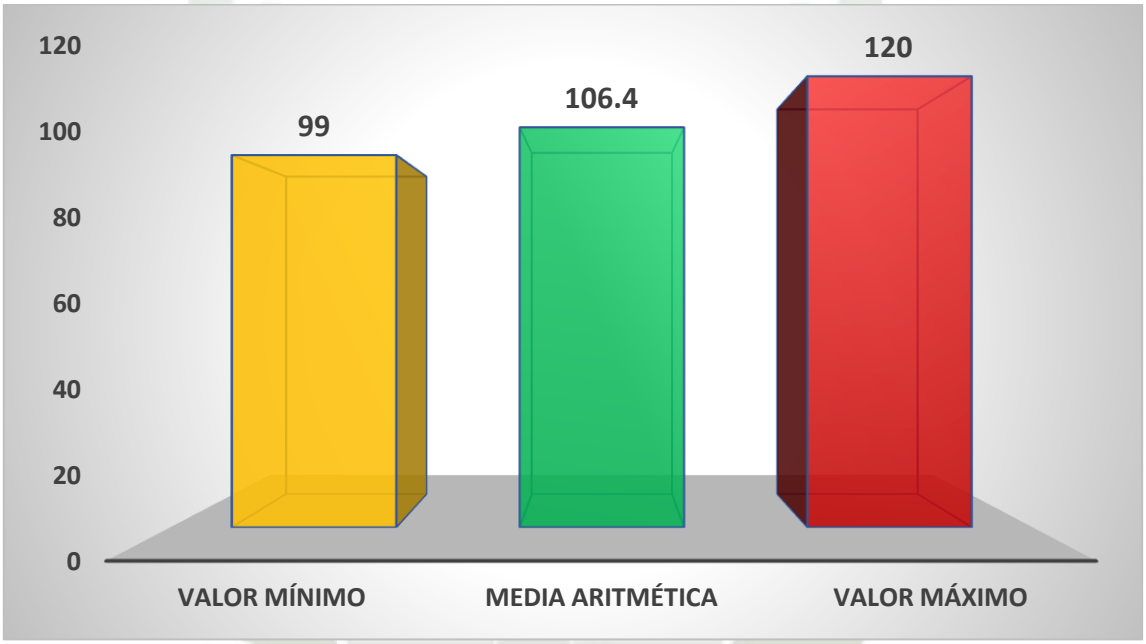
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 2

GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL DE LA RESINA PALFIQUE® LX5 SIN APLICACIÓN DE BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA N° 3

GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL DE LA RESINA PALFIQUE® LX5 CON APLICACIÓN DE BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO

RESINA PALFIQUE LX5 Con Gel DeOx	**Dureza Superficial**
Media Aritmética (Promedio)	137,40
Desviación Estándar	19,63
Valor Mínimo	108
Valor Máximo	172
Total	10

Estructura de datos

En la tabla N° 2 se observa que las muestras de la resina Palfique LX5 luego de aplicar la barrera inhibitoria de oxígeno conocida como gel DeOx, presentan en promedio una dureza superficial de 137,40 HV.

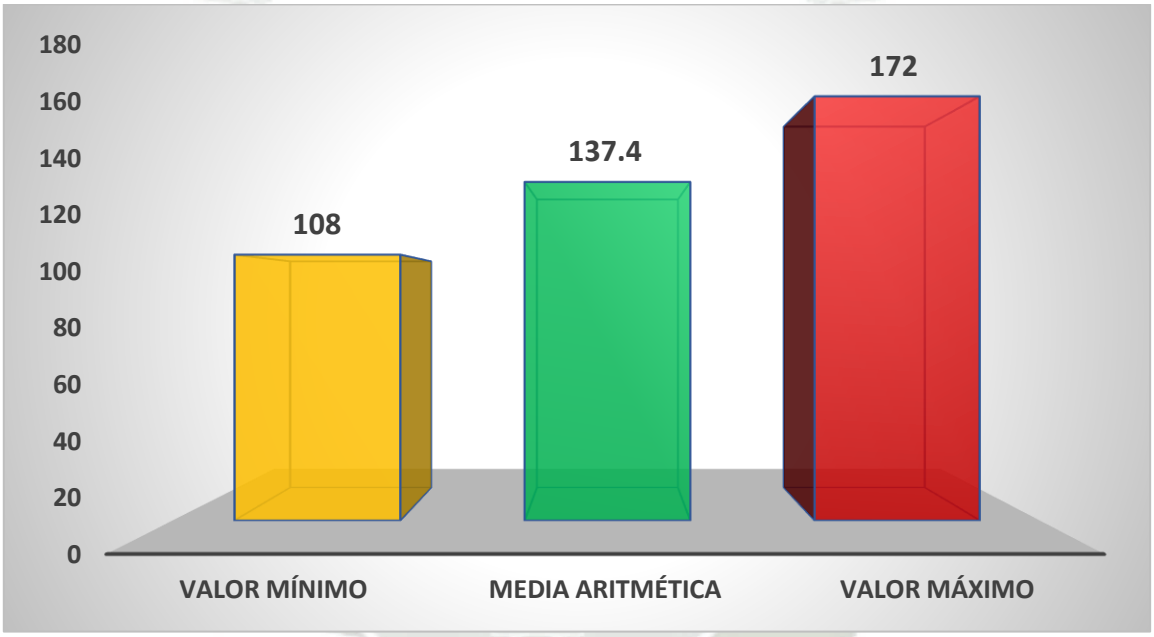
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 3

GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL DE LA RESINA PALFIQUE® LX5 CON APLICACIÓN DE BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA N° 4

GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL DE LA RESINA FILTEK™ Z350 XT SIN APLICACIÓN DE BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO

RESINA Z350 XT Sin Gel DeOx	**Dureza Superficial**
Media Aritmética (Promedio)	142,10
Desviación Estándar	27,43
Valor Mínimo	112
Valor Máximo	187
Total	10

Estructura de datos

En esta tabla también descriptiva, se observa que la dureza superficial de la resina Filtek Z350 XT en el grupo control, es decir, sin aplicar barrera inhibitoria de oxígeno, es en promedio de 142,10 HV.

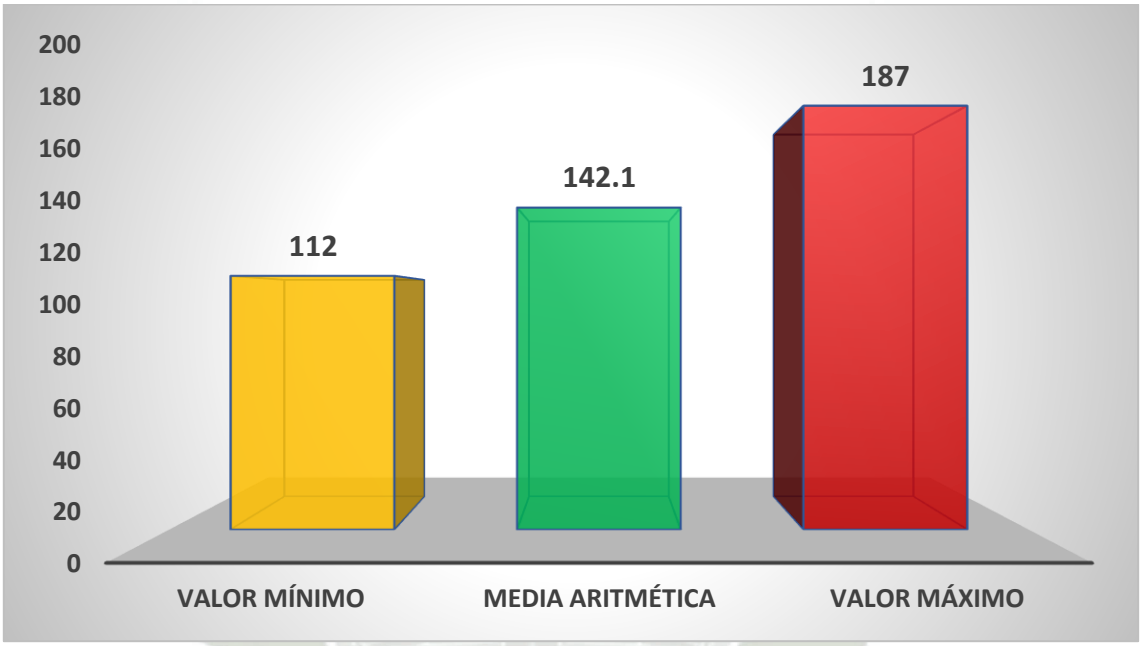
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 4

GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL DE LA RESINA FILTEK™ Z350 XT SIN APLICACIÓN DE BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA N° 5

GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL DE LA RESINA FILTEK™ Z350 XT CON APLICACIÓN DE BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO

RESINA Z350 XT Con Gel DeOx	**Dureza Superficial**
Media Aritmética (Promedio)	133,10
Desviación Estándar	22,82
Valor Mínimo	106
Valor Máximo	184
Total	10

Estructura de datos

La última tabla descriptiva de los grupos, es decir la tabla N° 4, nos muestra una dureza superficial en promedio de 133,10 HV en la resina Filtek Z350 XT luego de aplicar la barrera inhibitoria de oxígeno marca DeOx.

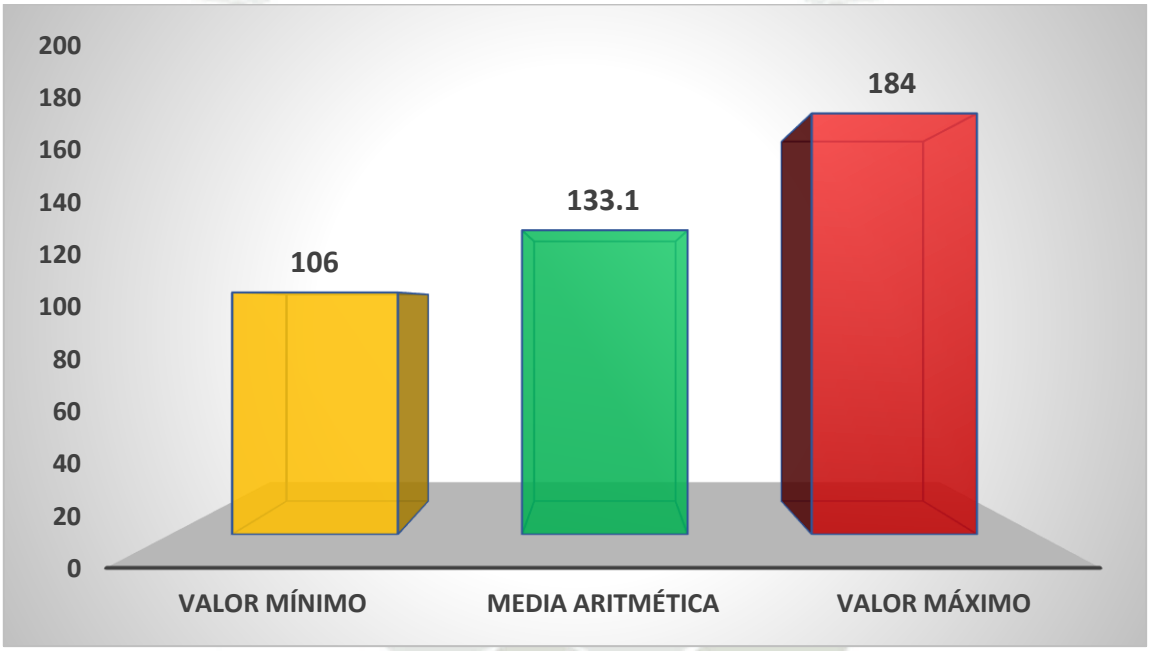
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 5

GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL DE LA RESINA FILTEK™ Z350 XT CON APLICACIÓN DE BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA N° 6

COMPARACIÓN DEL GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL DE LA RESINA PALFIQUE® LX5 CON Y SIN APLICACIÓN DE LA BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO

RESINA PALFIQUE LX5	Barrera Inhibitoria	
	Sin Gel DeOx	Con Gel DeOx
Media Aritmética (Promedio)	106,40	137,40
Desviación Estándar	6,32	19,63
Valor Mínimo	99	108
Valor Máximo	120	172
Total	10	10
Estructura de datos	P = 0,000 (P < 0,05) S.S.	

La tabla N° 5 nos muestra la comparación entre los grupos A y B, es decir, en el caso de la resina Palfique LX5 con y sin aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno, y podemos observar que de acuerdo a la prueba estadística T de Student, encontramos una diferencia significativa en la dureza superficial de dicha resina, ya que sin barrera inhibitoria la dureza es de 106,40 HV, mientras que luego de la aplicación del gel DeOx, la dureza aumenta significativamente hasta un valor promedio de 137,40 HV.

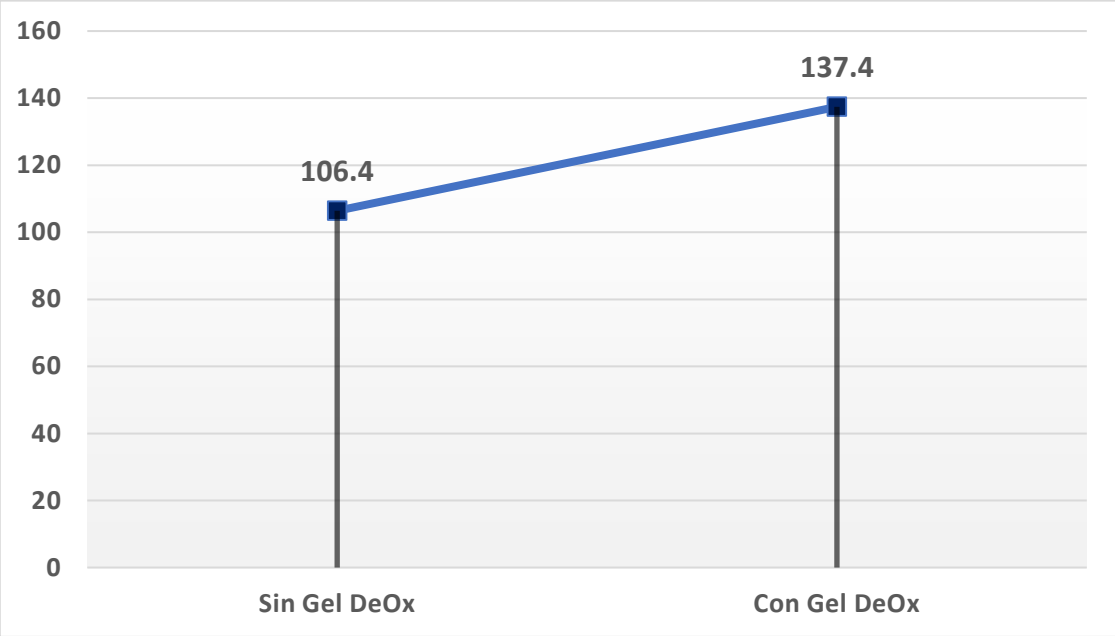
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 6

COMPARACIÓN DEL GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL DE LA RESINA PALFIQUE® LX5 CON Y SIN APLICACIÓN DE LA BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA N° 7

COMPARACIÓN DEL GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL DE LA RESINA FILTEK™ Z350 XT CON Y SIN APLICACIÓN DE LA BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO

RESINA Z350 XT	Barrera Inhibitoria	
	Sin Gel DeOx	Con Gel DeOx
Media Aritmética (Promedio)	142,10	133,10
Desviación Estándar	27,43	22,82
Valor Mínimo	112	106
Valor Máximo	187	184
Total	10	10
Estructura de datos	P = 0,436 (P ≥ 0,05) N.S.	

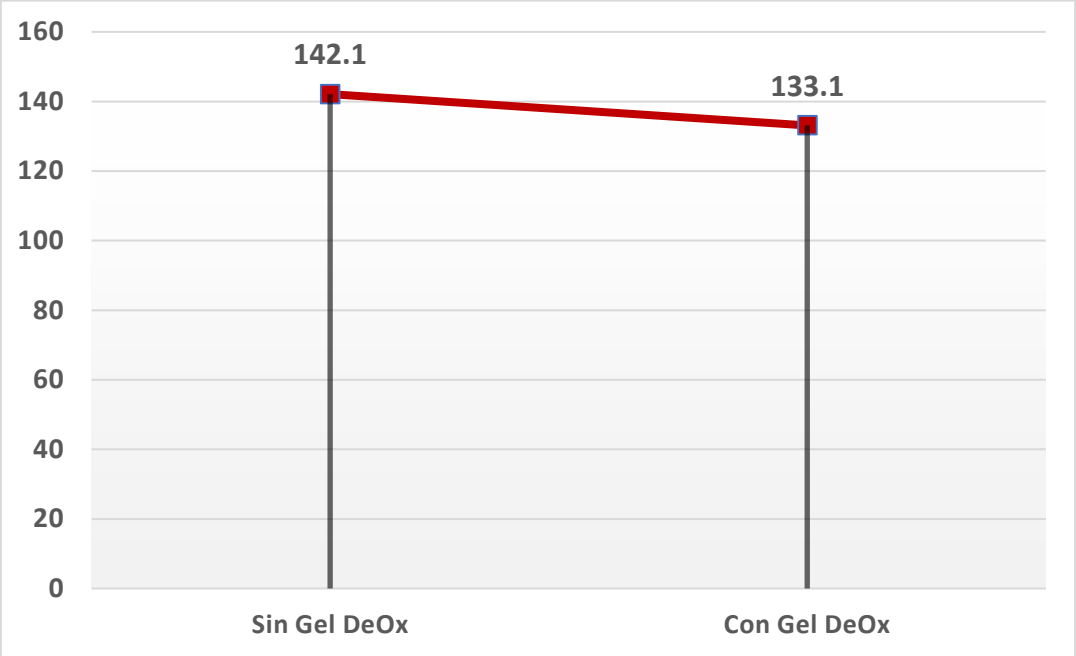
En la presente tabla se realiza la comparativa de la resina Filtek Z350 XT con y sin aplicación del gel inhibidor de oxígeno DeOx, en donde observamos que la dureza sin el gel es en promedio de 142,10 HV y con la aplicación de gel DeOx es de 133,10 HV. Según la prueba T de Student, no existe diferencia significativa en la dureza superficial de ambos grupos con un valor de P igual a 0,436.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 7

COMPARACIÓN DEL GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL DE LA RESINA FILTEK™ Z350 XT CON Y SIN APLICACIÓN DE LA BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA N° 8

COMPARACIÓN DEL GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL SIN APLICACIÓN DE LA BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO EN LAS RESINAS PALFIQUE LX5 Y FILTEK™ Z350 XT

SIN GEL DeOx	Resinas	
	Palfique LX5	Z350 XT
Media Aritmética (Promedio)	106,40	142,10
Desviación Estándar	6,32	27,43
Valor Mínimo	99	112
Valor Máximo	120	187
Total	10	10
Estructura de datos	P = 0,001 (P < 0,05) S.S.	

La tabla N° 7 nos indica la comparación entre las dos resinas del estudio, es decir, la medición de la dureza superficial de las resinas Palfique LX5 y Filtek Z359 XT sin aplicación de la barrera inhibitoria de oxígeno en ningún caso, y podemos observar que según T de Student si existe una diferencia significativa entre la dureza de la resina Filtek Z350 XT (142,10 HV) que es mayor que la dureza de la resina Palfique LX5 (106,40 HV).

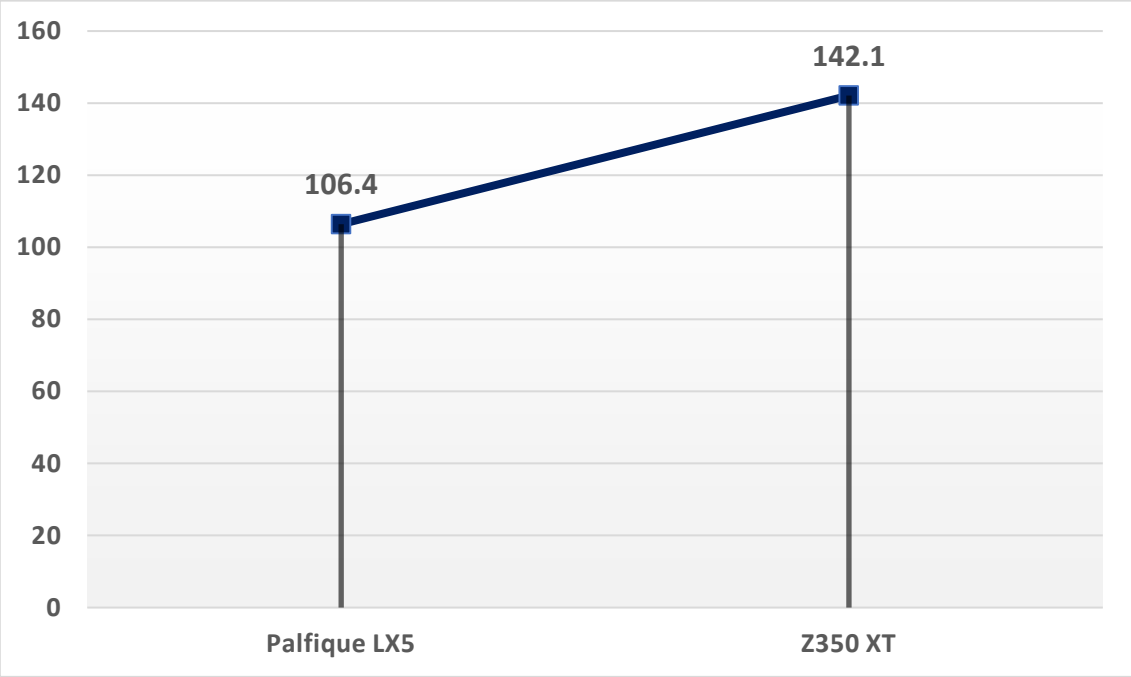
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 8

COMPARACIÓN DEL GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL SIN APLICACIÓN DE LA BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO EN LAS RESINAS PALFIQUE LX5 Y FILTEK™ Z350 XT



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA N° 9

COMPARACIÓN DEL GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL CON APLICACIÓN DE LA BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO EN LAS RESINAS PALFIQUE LX5 Y FILTEK™ Z350 XT

CON GEL DeOx	Resinas	
	Palfique LX5	Z350 XT
Media Aritmética (Promedio)	137,40	133,10
Desviación Estándar	19,63	22,82
Valor Mínimo	108	106
Valor Máximo	172	184
Total	10	10
Estructura de datos	P = 0,657 (P ≥ 0,05) N.S.	

Luego de aplicar el gel inhibidor de oxígeno DeOx en ambas resinas, y utilizando la prueba T de Student, observamos que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las dos marcas de resinas del estudio, con valores promedio de dureza de 137,40 HV para la resina Palfique LX5 y de 133,10 HV para la resina Filtek Z350 XT.

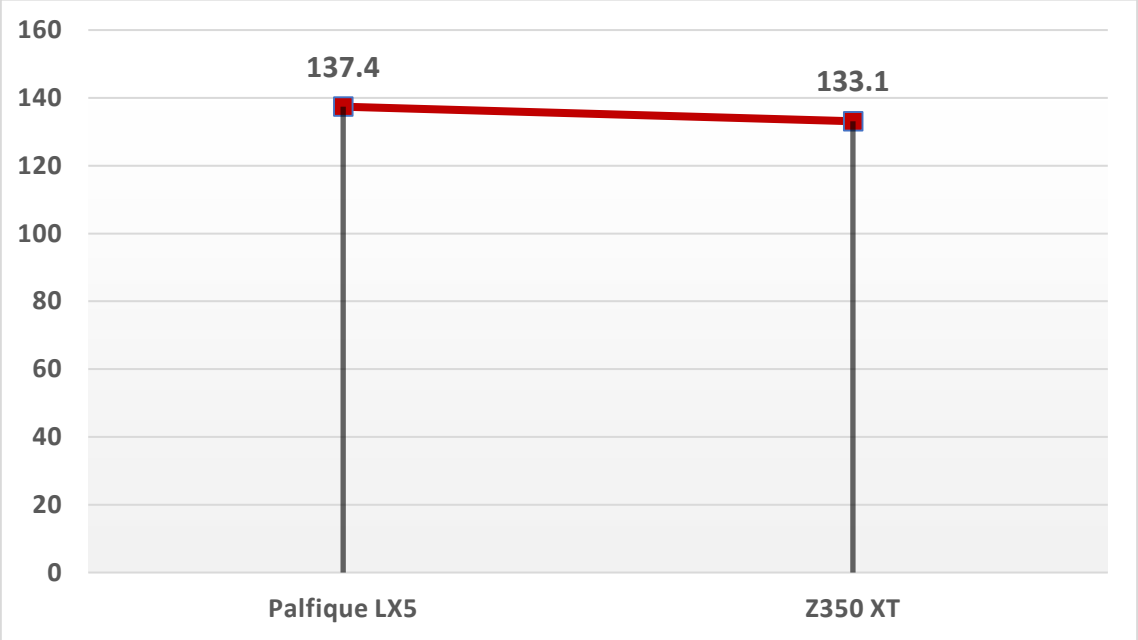
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO N° 9

COMPARACIÓN DEL GRADO DE DUREZA SUPERFICIAL CON APLICACIÓN DE LA BARRERA INHIBITORIA DE OXÍGENO EN LAS RESINAS PALFIQUE LX5 Y FILTEK™ Z350 XT



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación y luego de realizar las pruebas estadísticas correspondientes, se puede determinar que la hipótesis planteada en el trabajo se cumple parcialmente. Y es que de acuerdo a dicha hipótesis en donde se plantea que, si el gel inhibidor de oxígeno puede mejorar las propiedades de las resinas, como es el caso de este estudio, la dureza superficial, podemos ver que en cuanto a la resina Palfique LX5, si se produce una mejora sustancial de la dureza superficial luego de añadir el gel DeOx. Pero no ocurre lo mismo con la resina Filtek Z350 XT, en donde se puede observar que dicha resina no sufre ninguna variación en el valor de la resina, tanto si aplicamos el gel inhibidor de oxígeno como si no lo aplicamos. Los valores de dureza en dicha resina son similares.

Si revisamos el antecedente titulado: "Influencia de la distancia de curado y la glicerina en la estabilidad del color de las resinas compuestas" realizado el 2014 en el Instituto Superior de Ciencias de Salud de Brasil (24), se puede observar que realizan aplicación de gel de glicerina en dos tipos de resinas para medir el cambio de color, y una de las variables es la de la distancia de fotopolimerización. En los resultados del estudio brasileño no encontraron ninguna influencia de la glicerina en las propiedades de las resinas, lo que lo diferencia de nuestro estudio, en el que si encontramos una mejora de la dureza en una de las resinas del estudio.

Al revisar el antecedente realizado en Ecuador el 2018 titulado: "Técnicas diferentes para eliminar la capa de resina inhibida por oxígeno, en un composite nanohíbrido sometido a desgaste abrasivo" (25), se obtiene mejora en las características físicas de las resina del estudio al utilizar una lámina de celuloide sobre las muestras al momento de fotocurar, pero a diferencia de nuestro estudio, al utilizar una capa de gel de glicerina para inhibir la capa de oxígeno, no presentó una diferencia sustancial.

En el siguiente antecedente titulado: "Pigmentación superficial de resinas nanohíbridas sometidas a diferentes formas de aplicación de glicerina para controlar la capa inhibida de oxígeno. Análisis in vitro", que se realizó en el 2017 en la Universidad Central del Ecuador (26), se logra obtener mejoras en la estabilidad de color en los grupos que fueron polimerizados con una capa de glicerina, presentando una menor pigmentación luego de ser sometidas agresivamente a un agente pigmentante. Estos resultados presentan similitudes con nuestro trabajo, en donde la capa del gel DeOx ayuda a mejorar la dureza superficial en el caso de una de las resinas del estudio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En el caso de los antecedentes nacionales, podemos ver el primer lugar el título: “Pigmentación superficial de resina nanohíbrida con y sin eliminación de capa inhibida de oxígeno frente a la exposición de café” trabajado en la Universidad Federico Villareal en 2023 (27), en donde también se analiza la pigmentación de resinas en este caso, sumergidas en café, pero se puede apreciar que, en concordancia con nuestra investigación, las resinas sometidas a una capa de glicerina, presentaron mejor estabilidad de color, lo que es parecido a nuestro caso pues también hubo una mejora sustancial en el caso de una de las resinas del estudio.

En el trabajo titulado: “Efecto del gel de glicerina en la estabilidad del color en resinas de fotocurado in vitro” de la Universidad Continental del 2023 (28), se observa que las propiedades físicas de las resinas del estudio que fueron sometidas a pigmentación artificial con bebidas gaseosas no presentaron diferencias en ningún caso, es decir, cuando se utilizó una capa inhibida de oxígeno, así como cuando no se usó. Eso hace una diferencia con nuestro trabajo.

Finalmente, en el trabajo realizado en la Universidad Católica de Santa María titulado: “Microdureza superficial de tres resinas dentales, resina bulk fill, resina microhíbrida y resina nanohíbrida” del año 2018 (30), se llega a la conclusión que la resina nanohíbrida presenta mejor dureza superficial que las resinas Bulk fill y la resina microhíbrida, lo que corroboraría nuestra investigación, ya que trabajamos con dos resinas nanohíbridas.

Se han probado diversos tipos de capas inhibidoras de oxígeno para mejorar las diferentes propiedades físicas y químicas de las resinas, siendo la glicerina y algunas sustancias especificas el medio más accesible y recomendable, aunque no necesariamente el más eficaz. En el presente estudio, se observa que cuando la superficie no está protegida por una capa inhibitoria de oxígeno, la dureza superficial es menor en el caso específico de la resina Palfique LX5, lo cual concuerda con estudios que reiteran que el uso de una capa inhibitoria de oxígeno durante la polimerización puede mejorar la dureza superficial de los polímeros; pero también obtuvimos resultados sin ninguna diferencia estadística significativa en el caso de la resina Filtek Z350 XT, lo que coincidiría con algunos autores que indican que la dureza superficial depende del tipo de material utilizado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES

PRIMERA

El grado de dureza superficial de la resina Palfique LX5 sin aplicación del gel inhibidor DeOx fue de 106,40 HV, mientras que cuando se aplicó el gel DeOx a la polimerización, la dureza superficial fue de 137,40 HV.

SEGUNDA

En el caso de la resina Filtek Z350 XT la dureza superficial fue de 142,10 HV cuando no se aplicó ninguna barrera inhibitoria de oxígeno, y de 133,10 HV en el caso de las muestras polimerizadas con el gel DeOx.

TERCERA

Al comparar estadísticamente las muestras realizadas con la resina Palfique LX5 se pudo obtener una diferencia significativa según T de Student, demostrando que la dureza superficial de dicha resina mejora considerablemente al utilizar el gel inhibidor de oxígeno marca DeOx al momento de la polimerización final, con un valor de P = 0,000.

CUARTA

Y finalmente, de acuerdo a la prueba estadística T de Student, los resultados obtenidos en el caso de la resina Filtek Z350 XT, indicaron que la dureza superficial en dicha resina no presentó significancia determinante en las muestras con y sin aplicación de barrera inhibitoria de oxígeno, con un valor de P = 0,436.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RECOMENDACIONES

1. Según los resultados obtenidos en nuestro estudio, la principal recomendación sería que en el caso de la resina Palfique LX5, es muy sugerible el uso del gel DeOx, u otra alternativa de barrera inhibitoria de oxígeno, pues se comprobó que la dureza superficial en esta resina presenta una mejora sustancial con el uso de estas sustancias.

2. A otros tesistas y nuevos investigadores se recomienda realizar otros estudios que comprometan distintas marcas de resinas, así como también nuevas sustancias inhibitorias de la capa de oxígeno que se produce al momento de la polimerización final para poder determinar efectos y ventajas de usar estas sustancias en los procesos y técnicas de los materiales dentales.

3. A los profesionales de la odontología, se recomienda estudiar e investigar sobre nuevos protocolos que incluyan el uso de barreras inhibitorias de oxígeno al momento de realizar trabajos de restauración dental, para así poder ofrecer mejores técnicas que repercutirán directamente en beneficio de sus pacientes y de la comunidad en general.

4. A los fabricantes y proveedores de los distintos materiales y biomateriales odontológicos, se recomienda investigar sobre este tipo de capas inhibitorias de oxígeno para así ofrecer una mayor variedad de estos productos especialmente dedicados a estos objetivos, pues según la literatura y nuestro propio trabajo, se pudo determinar que mejoran las distintas propiedades de las resinas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Minsa. El 90.4% de los peruanos tiene caries dental. Ministerio de salud. 2019 Julio.
2. Nocchi Conceição E. Odontología restauradora. Salud y estética. 2nd ed. Frydman ADCMyJ, editor. Buenos Aires: EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA, S.A.C.F.; 2007.
3. Henostroza G. Adhesión en Odontología Restauradora. Primera ed. Curitiba - Paraná - Brasil: Editora Maio; 2003.
4. Anusavice KJ. Phillips. Ciencia de los materiales dentales. Undécima Edición ed. Madrid: Elsevier España S.A.; 2004.
5. Macchi RL. Materiales Dentales. Cuarta ed.: Editorial Médica Panamericana; 2004.
6. Lanata EJ. Atlas de Operatoria Dental. Primera ed. Buenos Aires: Alfaomega Grupo Editor Argentino S.A.; 2008.
7. GmbH 3D. "¿Qué hay en tu resina?" Ciencia aplicada a la vida. 2020.
8. Alain Manuel Chaple Gil YMOyJÁR. "Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización". Revista Habanera de Ciencias Médicas. 2016; 15(1).
9. VANESSA RGY. "ESTUDIO DEL ESTADO DE LA POTENCIA LUMÍNICA DE LAS LÁMPARAS DE TIPO HALÓGENA DE FOTO POLIMERIZACIÓN, ASIGNADAS EN LA CLÍNICA ESTOMATOLÓGICA DE LA USS-2015". Tesis para título profesional. Pimentel: Universidad Señor de Sipán, Escuela Académico Profesional de Estomatología; 2015.
10. Alexandra Jacqueline Aquino Valverde GdPAVJMDFPALRDAQLKJASKJASMVP. "EFECTIVIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN USANDO LÁMPARAS LED: UNA REVISIÓN". Revista Científica Odontológica. 2022 Setiembre; 10(3).
11. Leo G. "Dureza de los materiales: definición, tipos y método de prueba". ARIA MANUFACTURING LIMITED. 2024 Junio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

12. Alvarez JT. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una resina compuesta microhíbrida, una resina compuesta fluida y un cemento ionómero vítreo de restauración frente a la acción de una bebida carbonatada. Tesis para título profesional. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela Académico Profesional de Odontología; 2002.

13. Physics I. Explicación de las pruebas de microdureza: pruebas de Vickers y Knoop. Base del conocimiento. 2024.

14. S.A.S S. "Ensayos de dureza". 2024.

15. Instruments N. "Control de la Dureza de Metales: Generalidades". 2024.

16. Wikipedia Cd. Dureza. "Wikipedia la enciclopedia libre". 2024 Octubre.

17. Buehler SGd. "Conceptos de prueba de dureza". 2024.

18. Inc. FT. Microdureza del esmalte dental en odontología. 2024.

19. Osvaldo Zmener PEMPRDP. "Microdureza de dos materiales endodónticos a base de silicato de calcio. Un ensayo ex vivo". Revista Asociación Odontológica Argentina. 2020 Julio; 35(81).

20. Isabel Ferreto-Gutiérrez AHM. Mathematical-Physical Description of the Oxygen-Inhibited Layer (OIL) in Nanofilled Dental. Odovtos-International Journal of Dental Sciences. 2023 January; 26(1).

21. I EH. Fracasos en la adhesión. Av. Odontoestomatológica. 2005; 21(2).

22. Sukaton EPPAHADBSWS. Compressive strength of nanohybrid composite resin after the application of glycerin immersed in fermented milk. Conservative Dentistry Journal. 2023 January-June; 13(1).

23. Ultradent. DeOx™ Barrera contra el oxígeno en solución viscosa. Ultradent. 2025.

24. Ramos ASCMdS. Influência da distância de fotopolimerização e da glicerina na estabilidade da cor das resinas compostas. Grau de Mestre em Medicina Dentária.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ, MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA; 2014.

25. Sánchez-Sánchez JE. Técnicas diferentes para eliminar la capa de resina inhibida por oxígeno, en un composite nanohíbrido sometido a desgaste abrasivo. Revista científica Dominio de las Ciencias. 2018 Abril; 4(2).

26. Alexandra AVP. Pigmentación superficial de resinas nanohíbridas sometidas a diferentes formas de aplicación de glicerina para controlar la capa inhibida de oxígeno. Análisis in vitro. Título de Odontólogo. Quito: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, FACULTAD DE ODONTOLOGÍA; 2017.

27. Tovar Collahua RC. Pigmentación superficial de resina nanohíbrida con y sin eliminación de capa inhibida de oxígeno frente a la exposición de café. Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista. Lima: Universidad Federico Villareal, FACULTAD DE ODONTOLOGÍA; 2023.

28. Nayda Delia Candelario Vilcapoma DSMASJRQ. Efecto del gel de glicerina en la estabilidad del color en resinas de fotocurado in vitro. Tesis para Título Profesional. Huancayo: Universidad Continental, Escuela Académico Profesional de Odontología; 2023.

29. Alberca Estela CM. Efecto de la glicerina en la estabilidad del color en una resina de nano relleno expuesta a bebidas carbonatadas. Tesis para Título Profesional. Lima: Universidad Norbert Wiener, ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA; 2023.

30. Virginia SZX. Microdureza superficial de tres resinas dentales, resina bulk fill, resina microhíbrida y resina nanohíbrida. Tesis para Título Profesional. Arequipa: Universidad Católica de Santa María, Escuela Profesional de Odontología; 2018.

31. Standardization IOf. ISO 4049: Dentistry — Polymer-based restorative materials. Segunda ed.: Geneva: ISO; 2019.

32. Limited IHTM. User Manual – Hardness Testing Equipment. West Midlands. 2020.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

33. Lima GMS APBCCLSL. Influence of oxygen inhibition layer on shear bond strength of composites. Braz Dent J. 2012; 23(4).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXOS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

FICHAS DE REGISTRO DE DATOS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FICHA N° 1

TABLAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

RESINA PALFIQUE LX5

Escala / N° Muestra	A Sin DeOx		B Con DeOx	
	HR15T	HV	HR15T	HV
1	82.4	120	83.6	128
2	79.1	103	84.2	130
3	78.8	102	87.4	162
4	78.6	101	85.0	137
5	79.5	105	88.3	172
6	79.9	107	83.8	129
7	77.3	99	82.1	118
8	79.9	107	85.1	138
9	79.8	106	80.5	108
10	81.1	114	86.4	152

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FICHA N° 2

RESINA FILTEK Z350 XT

Escala / N° Muestra	C Sin DeOx		D Con DeOx	
	HR15T	HV	HR15T	HV
1	90.0	187	89.0	184
2	89.0	184	87.2	160
3	83.0	124	83.8	129
4	81.9	117	84.0	130
5	85.1	138	79.8	106
6	82.4	120	83.6	128
7	81.0	112	82.4	120
8	87.7	166	81.1	114
9	85.0	137	84.6	134
10	84.8	136	83.3	126

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

REGISTRO VISUAL



Preparación de muestras (elaboración propia)



Preparación de muestras (elaboración propia)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Preparación de muestras (elaboración propia)

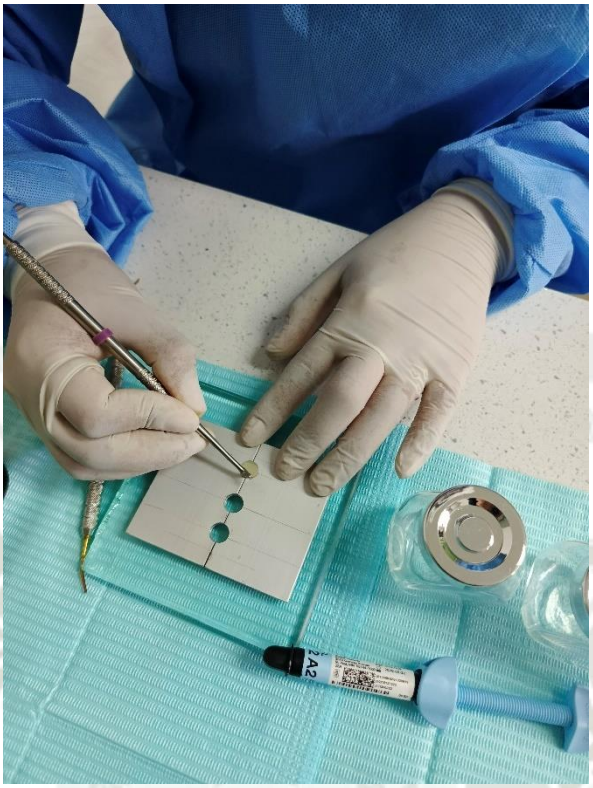


Preparación de muestras (elaboración propia)

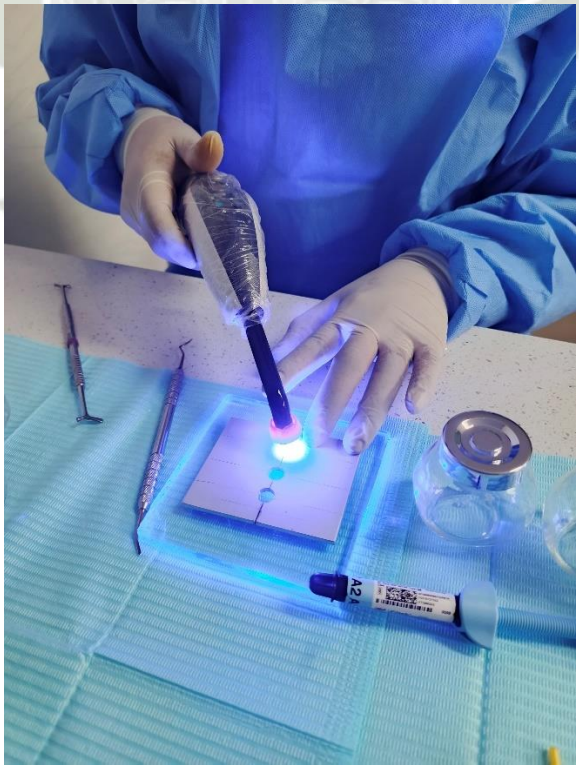
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Preparación de muestras (elaboración propia)



Preparación de muestras (elaboración propia)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Prueba de dureza (elaboración propia)



Prueba de dureza (elaboración propia)

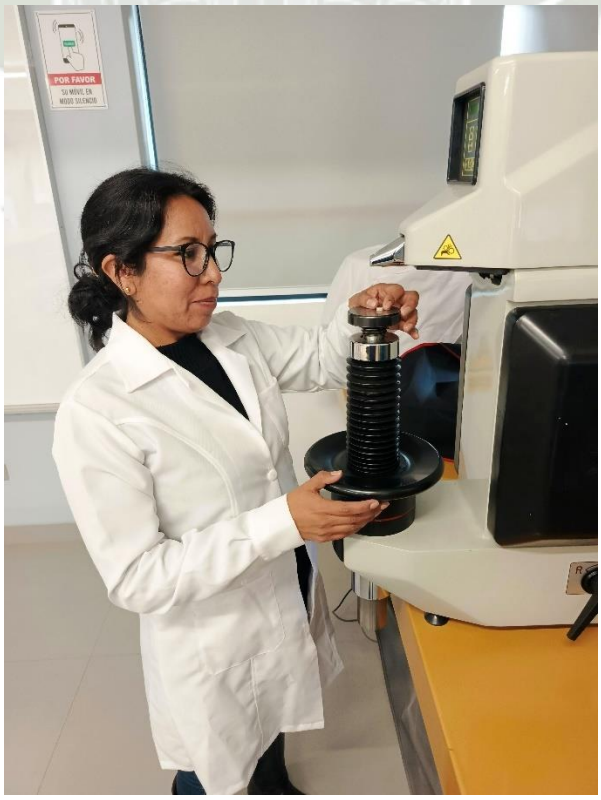
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Prueba de dureza (elaboración propia)

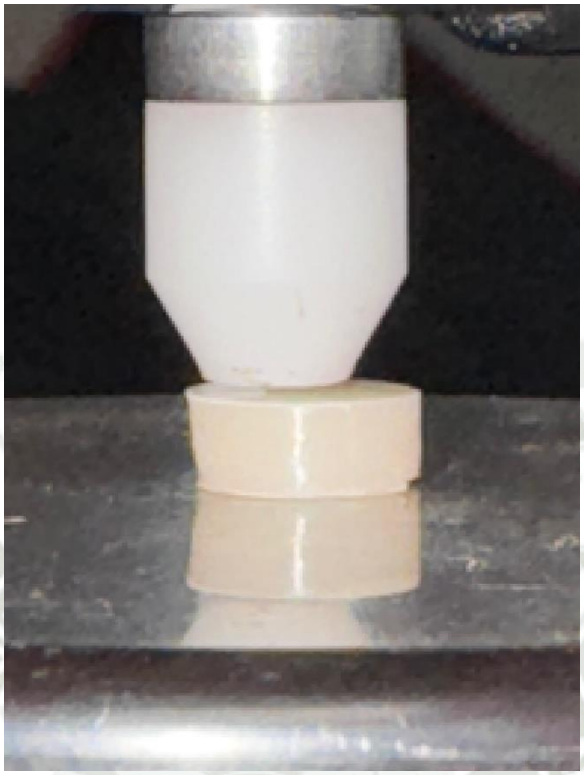


Prueba de dureza (elaboración propia)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Prueba de dureza (elaboración propia)



Durómetro Indentec (elaboración propia)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CONSTANCIAS Y CERTIFICADOS

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALÚRGICA DE LA UNSA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

CERTIFICADO

El que suscribe, Ing. Guido Quispe Ampuero, CERTIFICA que se han realizado los siguientes ensayos:

ENSAYO REALIZADO : ENSAYO DE DUREZA ROCKWELL
ESCALA : HR1 ST. conversión a HV
NUMERO DE MUESTRAS : Total 20
SOLICITANTE : Cynthia Luque Nina

RESULTADOS DEL ENSAYO DE DUREZA

RESINA PALFIQUE LX5

Escala / N° Muestra	A Sin DeOx		B Con DeOx	
	HR15T	**HV**	HR15T	**HV**
1	82.4	**120**	83.6	**128**
2	79.1	**103**	84.2	**130**
3	78.8	**102**	87.4	**162**
4	78.6	**101**	85.0	**137**
5	79.5	**105**	88.3	**172**
6	79.9	**107**	83.8	**129**
7	77.3	**99**	82.1	**118**
8	79.9	**107**	85.1	**138**
9	79.8	**106**	80.5	**108**
10	81.1	**114**	86.4	**152**

Observaciones:
Las nuestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante

Arequipa,13 de enero del 2025

GUIDO F. QUISPE AMPUERO
INGENIERO METALURGISTA
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 103532

Ing. Guido Quispe Ampuero
CIP 103532

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALÚRGICA DE LA UNSA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

CERTIFICADO

El que suscribe, Ing. Guido Quispe Ampuero, CERTIFICA que se han realizado los siguientes ensayos:

ENSAYO REALIZADO : ENSAYO DE DUREZA ROCKWELL
ESCALA : HR1 ST. conversión a HV
NUMERO DE MUESTRAS : Total 20
SOLICITANTE : Cynthia Luque Nina

RESULTADOS DEL ENSAYO DE DUREZA

RESINA Z350 XT

Escala / Nº Muestra	C Sin DeOx		D Con DeOx	
	HR15T	**HV**	HR15T	**HV**
1	90.0	**187**	89.0	**184**
2	89.0	**184**	87.2	**160**
3	83.0	**124**	83.8	**129**
4	81.9	**117**	84.0	**130**
5	85.1	**138**	79.8	**106**
6	82.4	**120**	83.6	**128**
7	81.0	**112**	82.4	**120**
8	87.7	**166**	81.1	**114**
9	85.0	**137**	84.6	**134**
10	84.8	**136**	83.3	**126**

Observaciones:
Las nuestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante

Arequipa,13 de enero del 2025

GUIDO F. QUISPE AMPUERO
INGENIERO METALURGISTA
Reg. del Colegio de Ingenieros Nº 103532

Ing. Guido Quispe Ampuero
CIP 103532

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis