

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Odontología**  
**Escuela Profesional de Odontología**



**Estudio de las resinas dentales Z350, Neofil y Llis en la viabilidad  
y producción de biofilm de *Candida albicans*, Arequipa, 2025**

Tesis presentada por la Bachiller:

**Teves Herrera, Brigitte de los Angeles**

**ORCID: 0009-0004-3866-1936**

para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor (a):

**Dr. Obando Pereda, Gustavo Alberto**

**ORCID: 0000-0001-6044-1551**

Arequipa – Perú

2025

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**ODONTOLOGIA**

**TITULACIÓN CON TESIS**

**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 22 de Mayo del 2025

**Dictamen: 015182-C-EPO-2025**

Visto el borrador del expediente 015182, presentado por:

**2020842162 - TEVES HERRERA BRIGITHE DE LOS ANGELES**

Titulado:

**ESTUDIO DE LAS RESINAS DENTALES Z350, NEOFIL Y LLIS EN LA VIABILIDAD Y PRODUCCIÓN DE BIOFILM DE CANDIDA ALBICANS, AREQUIPA, 2025**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

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

**CIRUJANO DENTISTA**

**29716878 - PORTILLA MIRANDA SEREY DORIS  
DICTAMINADOR**



**04641311 - TEJADA TEJADA RENAN FERNANDO  
DICTAMINADOR**



**30862017 - FIGUEROA BANDA RUFO ALBERTO  
DICTAMINADOR**



# Estudio de las resinas dentales Z350, Neofil y Llis en la viabilidad y producción de biofilm de Candida albicans, Arequipa, 2025

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	11%
2	docplayer.es Fuente de Internet	1%
3	riul.unanleon.edu.ni:8080 Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uax.es Fuente de Internet	1%
7	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
9	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1%
10	www.scielo.org.co Fuente de Internet	<1%
11	pubmed.ncbi.nlm.nih.gov	

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo de investigación:*

*A **Dios**, por ser mi guía constante, mi refugio en la adversidad y la fuente de toda sabiduría. A Él encomiendo cada paso que he dado en este camino académico, agradeciendo profundamente por las bendiciones recibidas, por la fortaleza en los momentos de debilidad, por brindarme la perseverancia necesaria para culminar esta etapa universitaria y por haber iluminado mi mente y mi corazón en el proceso de esta investigación.*

*A la **Virgen María**, por su protección materna, por acoger mis oraciones con ternura y por acompañarme con su presencia silenciosa pero poderosa.*

*A mi abuela **Anita**, cuyo amor incondicional, generosidad, fortaleza, perseverancia y ejemplo de vida han sido una luz de inspiración constante en mi camino. Su voz, sus enseñanzas y su fe han estado presentes en cada jornada, guiándome desde el recuerdo con una fuerza que trasciende la distancia física.*

*A mis padres **Roberto** y **Maribell**, por su apoyo y soporte inquebrantable, por sus incontables sacrificios, su fe en mí, su paciencia, su entrega y por enseñarme con el ejemplo que la constancia, la humildad y la dedicación son los caminos hacia el verdadero éxito. Gracias por creer en mí incluso en los momentos en que dudé de mí misma, por su amor sin condiciones y por brindarme las herramientas emocionales y espirituales para alcanzar esta meta.*

*A mis docentes, por compartir con generosidad su conocimiento y cultivar en mí el amor por el aprendizaje.*

*A mis amigos y seres queridos, por su compañía, comprensión y ánimo a lo largo de este proceso.*

*Y a todas las personas que, directa o indirectamente, han contribuido a la realización de este trabajo.*

*Con profundo respeto y gratitud, a todos ustedes.*

## AGRADECIMIENTOS

*La culminación de esta tesis representa no solo el cierre de una etapa académica, sino también la suma de múltiples esfuerzos, aprendizajes y acompañamientos que deseo reconocer con profundo agradecimiento.*

*En primer lugar, agradezco a Dios y a la Virgen María, por haberme concedido la sabiduría y la fortaleza necesarias para transitar este camino. Su guía espiritual ha sido fundamental en cada paso, y su presencia ha sido mi mayor consuelo en los momentos de dificultad.*

*A mi familia, especialmente a mis padres, por ser el pilar más firme sobre el cual construyó mis logros. Su amor incondicional, sus sacrificios silenciosos y su constante apoyo han sido esenciales para mi desarrollo personal y académico.*

*A mi abuela Anita, con especial amor y respeto, por ser ejemplo de entrega, fe y bondad. Aunque ausente terrenalmente, su influencia ha estado siempre viva en mí, acompañando mi crecimiento y dándome fuerza en los momentos más desafiantes.*

*A mis docentes y asesores, por su orientación académica, por compartir su conocimiento y por su disposición para guiarme con paciencia y rigor. Su acompañamiento ha sido clave para la elaboración de esta investigación.*

*A mis compañeros y amigos, quienes, con su compañía, colaboración y palabras de aliento, han hecho de este proceso una experiencia más llevadera. Gracias por las conversaciones, el apoyo emocional y los momentos de distracción necesarios para seguir adelante.*

## RESUMEN

El biofilm dental, es el sustrato sobre el cual se va a llevar a cabo la formación de colonias de microorganismos; donde unos corresponden a una microbiota nativa, es decir, una microbiota en estado de eubiosis, que no perjudican al huésped, la cual puede verse alterada por estímulos endógenos y exógenos, como los materiales de restauración dental.

En la presente tesis se realizó un estudio comparativo por medio del peso seco con el objetivo de evaluar la cantidad de biofilm por *Cándida albicans* en discos de resina Neofil, Z350 y Llis, encontrando una mayor biomasa en la resina Neofil seguida de Z350 y finalmente Llis.

Dichas diferencias se fundamentarán en el componente de relleno inorgánico de las resinas anteriormente mencionadas, las cuales aparte de las propiedades ópticas y mecánicas que disponen, también encontrarán una mayor relevancia en sus propiedades químicas y eléctricas.

### **Palabras claves:**

Biofilm, resinas, *Cándida albicans*, UFC, peso seco.

## ABSTRACT

Dental biofilm is the substrate on which microbial colonies form. Some correspond to native microbiota, that is, microbiota in a state of eubiosis, which does not harm the host. This microbiota can be altered by endogenous and exogenous stimuli, such as dental restoration materials.

In this thesis, a comparative study was conducted using dry weight to evaluate the amount of *Candida albicans* biofilm on Neofil, Z350, and Llis resin discs. A higher biomass was found in Neofil resin, followed by Z350 and finally Llis.

These differences will be based on the inorganic filler component of the aforementioned resins, which, in addition to their optical and mechanical properties, will also have greater relevance in their chemical and electrical properties.

### **Keywords:**

Biofilm, resins, *Candida albicans*, CFU, dry weight.

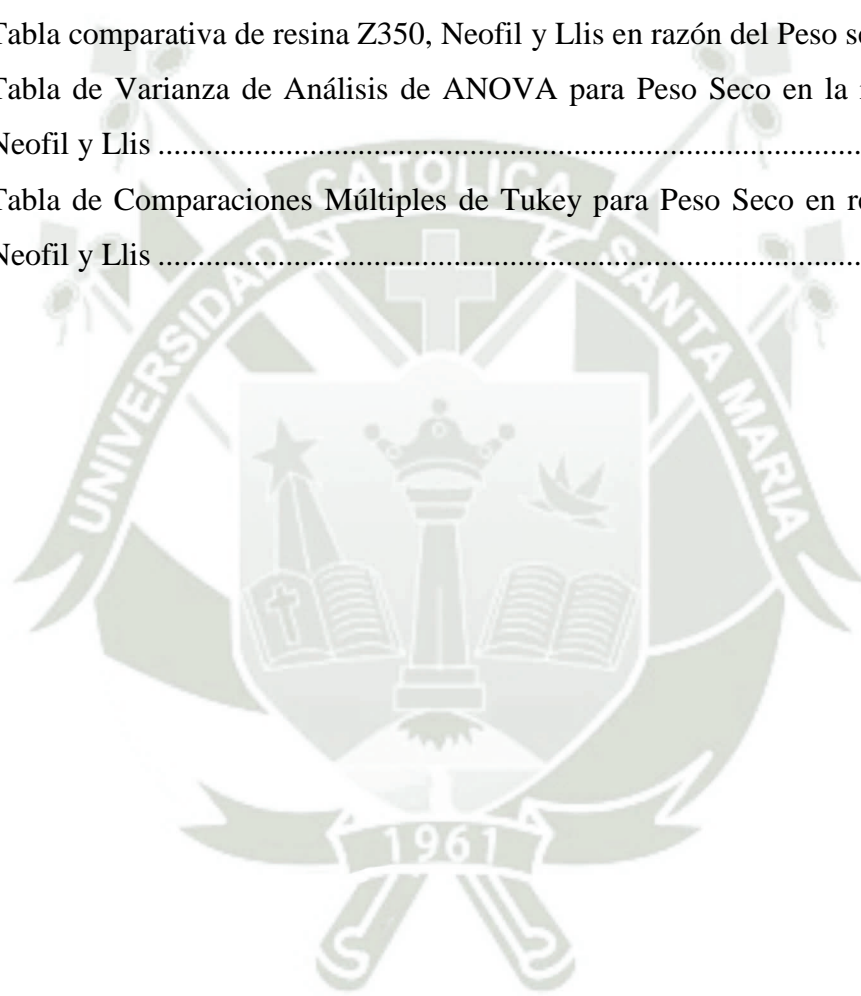
## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
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.....	4
1.3. Descripción del problema.....	4
1.3.1 Área de Conocimiento.....	4
1.3.2 Operacionalización de Variables .....	4
1.3.3 Interrogantes Básicas .....	4
1.3.4 Taxonomía de la Investigación.....	5
1.4. Justificación.....	5
2. OBJETIVOS .....	6
2.1. Objetivo general .....	6
2.2. Objetivo específico.....	6
3. MARCO CONCEPTUAL.....	7
3.1. Conceptos Básicos.....	7
3.1.1 Resina Dental.....	7
3.1.2 Resina Dental 3m™ Filtek™ Z350 XT Restaurador Universal.....	7
3.1.3 Resina Dental Neofil .....	9
3.1.4 Resina Dental Llis .....	9
3.1.5 Biofilm.....	11
3.1.6 Microbiota oral .....	12
3.1.7 <i>Candida albicans</i> .....	13
3.1.8 Etiología de <i>Candida albicans</i> en boca .....	16
3.1.9 Contribución de <i>Candida albicans</i> en el desarrollo de caries .....	17
3.1.10 Candidiasis Oral .....	17
3.2. Análisis de antecedentes investigativos .....	20
3.2.1. Antecedentes Internacionales .....	20

3.2.2. Antecedentes Nacionales .....	23
3.2.3. Antecedentes Locales .....	23
4. HIPÓTESIS .....	24
CAPÍTULO II .....	25
PLANTEAMIENTO OPERACIONAL .....	25
1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN.....	26
1.1 Técnicas .....	26
1.1.1. Descripción de la técnica .....	26
1.2 Instrumentos .....	26
1.2.1. Instrumentos documentales .....	26
1.2.2. Instrumentos mecánicos .....	27
1.3 Materiales: .....	27
2. CAMPO DE VERIFICACIÓN .....	27
2.1 Ubicación espacial.....	27
2.2 Ubicación temporal .....	27
2.3 Unidades de Estudio Alternativa de Manejo .....	27
3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	28
3.1 Organización .....	28
3.2 Recursos .....	28
4. ESTRATEGIAS PARA MANEJAR LOS RESULTADOS:.....	29
4.1 Plan de procesamiento .....	29
4.1.1 Tipo de procedimiento.....	29
4.1.2 Operaciones del procesamiento .....	29
4.2 Plan de análisis de los datos .....	29
4.2.1 Tipo de análisis .....	29
CAPÍTULO III RESULTADOS .....	30
DISCUSIÓN.....	41
CONCLUSIONES .....	53
RECOMENDACIONES .....	54
REFERENCIAS .....	55
ANEXOS.....	58
Anexo 1. Tabulación de datos obtenidos .....	59
Anexo 2. Tabulación de datos obtenidos en percentiles .....	60
Anexo 3. Evidencia Fotográfica.....	61

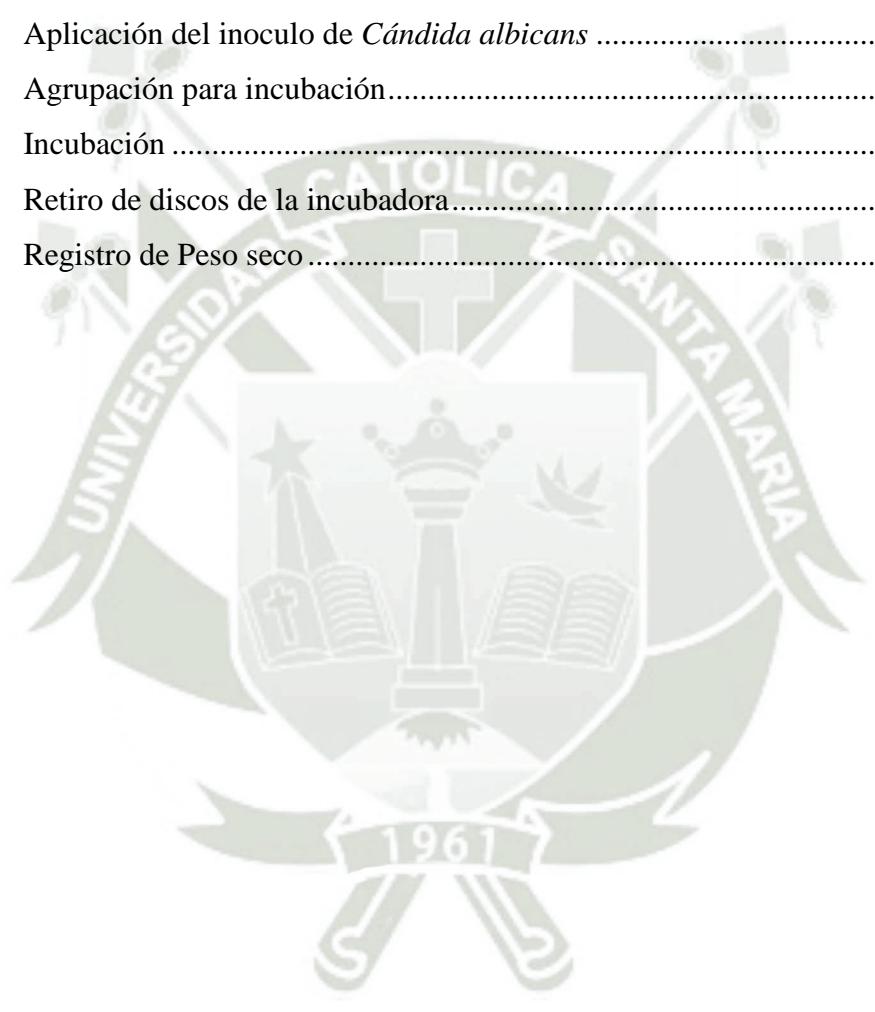
## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de <i>Candida albicans</i> en las marcas de resina Z350, Neofil y Llis .....	31
Tabla 2 Análisis de Varianza de ANOVA .....	33
Tabla 3 Tabla de Comparaciones Múltiples de Tukey aplicado a las resinas Z350, Neofil y Llis enfocada en UFC .....	34
Tabla 4 Tabla comparativa de resina Z350, Neofil y Llis en razón del Peso seco .....	36
Tabla 5 Tabla de Varianza de Análisis de ANOVA para Peso Seco en la resina Z350, Neofil y Llis .....	38
Tabla 6 Tabla de Comparaciones Múltiples de Tukey para Peso Seco en resinas Z350, Neofil y Llis .....	39



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Cuantiles para UFC .....	32
Figura 2	Diagrama BoxPlot para UFC en resina Z350, Neofil y Llis .....	35
Figura 3	Cuantiles para peso seco.....	37
Figura 4	Diagrama BoxPlot para Peso Seco de resina Z350, Neofil y Llis.....	40
Figura 5	Registro de peso inicial de los discos.....	61
Figura 6	Aplicación del inoculo de <i>Cándida albicans</i> .....	62
Figura 7	Agrupación para incubación.....	63
Figura 8	Incubación .....	64
Figura 9	Retiro de discos de la incubadora.....	65
Figura 10	Registro de Peso seco .....	66



## INTRODUCCIÓN

Las principales enfermedades orales van a tener como causa una deformación en la estructura que va a formarse como consecuencia de la interacción entre la saliva y el tejido dentario en el esmalte dentario (22).

El biofilm dental va a ser una estructura constituida por la matriz sobre la cual se va a instalar la comunidad de microorganismos y que en suspensión de la misma encontraremos los desechos metabólicos que van a generar la característica ácido básica de la estructura, es esto lo que va a determinar el potencial patogénico de la estructura objeto de estudio (23).

Dado que la cavidad oral es todo un ecosistema complejo en el que los microorganismos van a tener complejas y variadas interacciones entre sí, sean éstas de carácter positivo o negativo, vamos a encontrar la fuerte trascendencia que tiene el *Cándida albicans*, un hongo que forma parte del microbiota oral. lo que puede sufrir una metamorfosis hacia un estado patogénico cuándo pasa del estado de levadura al estado filamentoso (23).

Este hongo tiene la capacidad de formar biofilm, para que sobre este se puedan agregar muchos otros microorganismos en el esmalte del diente, de manera análoga esto ocurre también en materiales de restauración cómo lo son en este caso, las resinas; siendo el nivel de formación de colonias lo que va a variar entre una y otra en base a los principios químicos constituyentes de dicho material (23).



**CAPÍTULO I**  
**PLANTEAMIENTO TEÓRICO**

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Determinación del problema

La *Candida albicans* es un hongo dimórfico, lo que implica tener la habilidad de alternar entre dos formas morfológicas: el levaduriforme (unicelular) y la filamentosos (hifa), aspecto esencial para su virulencia. El paso de la levadura a la hifa es esencial en la penetración de tejidos y la aparición de biofilm, lo que la convierte más resistente a procedimientos antifúngicos (1).

Adicionalmente, la *C. albicans* tiene una variedad de elementos virulentos, tales como adhesinas, proteasas, fosfolipasas y la habilidad de generar biofilm (2), pudiendo causar caries. Estas propiedades son fundamentales para la adhesión a las superficies epiteliales y la penetración de tejidos profundos. En superficies orales, ésta al ser oportunista tiene la capacidad de colonizar con facilidad, particularmente en individuos con condiciones predisponentes como un sistema inmunológico implicado, diabetes, uso de prótesis dentales, entre otros (3).

La resina dental es un material biocompatible que se emplea principalmente para la restauración anatómica y morfológica de los dientes que (4), al estar en la cavidad oral, están expuestas a microorganismos como *C. albicans*, que puede transformarse en patógeno bajo determinadas circunstancias (como inmunosupresión o cambios en la flora bacteriana normal) (3). Este microorganismo puede interactuar con las resinas dentales y provocar problemas clínicos, ya sea debido a su composición química, su textura, microporosidad o a su interacción con los fluidos orales (4).

El enfoque experimental que impulsa este trabajo de tesis se centra en el desarrollo de biopelículas de la *C. albicans* en discos de resina Z350, Neofil y Llis, siendo la cándida un hongo simbiótico que frecuentemente coloniza las superficies de la mucosa bucal, impactando de esta manera a personas inmunocomprometidas. Por esta razón, resulta crucial verificar y entender la creación y viabilidad de estas biopelículas en materiales biocompatibles con la cavidad oral como son estas tres marcas de resina diferentes usadas comúnmente en el ejercicio clínico.

## 1.2. Enunciado del problema

Estudio de las resinas dentales Z350, Neofil y Llis en la viabilidad y producción de biofilm de *Cándida albicans*, Arequipa, 2025

## 1.3. Descripción del problema

### 1.3.1 Área de Conocimiento

- **Área General** : Ciencias de la Salud
- **Área Específica** : Odontología
- **Especialidad** : Cariología
- **Línea o Tópico** : Microbiología

### 1.3.2 Operacionalización de Variables

Variables	Indicadores	Sub-Indicadores
<b>Variable dependiente:</b> Resina dental	- Z350 - Neofil - Llis	- $\mu\text{m}$
<b>Variable Independiente:</b> Presencia del <i>Cándida albicans</i>	- Viabilidad y producción de biofilm - Inviabilidad y no producción de biofilm	- Unidades formadoras de colonias/ml (UFC)

### 1.3.3 Interrogantes Básicas

- ¿Es posible la producción y viabilidad de biofilm de *Candida albicans* sobre la resina dental Z350?
- ¿Es factible la producción y viabilidad de biofilm de *Candida albicans* sobre la resina dental Neofil?
- ¿Es posible la producción y viabilidad de biofilm de *Candida albicans* sobre la resina dental Llis
- ¿Existirá alguna diferencia entre la producción y viabilidad del biofilm del *Candida albicans* en la resina dental Z350, Neofil y Llis?

### 1.3.4 Taxonomía de la Investigación

ABORDAJE	TIPO DE ESTUDIO				
	Por la técnica de recolección	Por el tipo de dato	Por el número de mediciones de la variable	Por el número de muestras o población	Por el ámbito de recolección
Cualitativo	Experimental	Prospectivo	Transversal	Comparativo	De laboratorio
<b>DISEÑO:</b> Cuantitativo			<b>NIVEL:</b> Experimental		

## 1.4. Justificación

### 1.4.1. Originalidad

El presente trabajo de investigación presenta una perspectiva innovadora, dado que si existen investigaciones acerca de la formación de biofilm de *C. albicans* en la resina como material biocompatible; no obstante, aún no existen evidencias de cual tipo específico de resina del mercado en la cavidad bucal sea reservorio en mayor cantidad de dicho microorganismo, proporcionando así un aporte distinto al conocimiento ya existente.

### 1.4.2. Interés personal

Mi motivación en este trabajo de investigación es poder comparar el crecimiento y reservorio de biopelícula de *C. albicans* en tres marcas distintas de resinas usadas habitualmente en el ámbito odontológico. Complementariamente, este proyecto me brindará la oportunidad de obtener mi título profesional de Cirujano Dentista.

### 1.4.3. Relevancia científica

Este trabajo de investigación presenta relevancia científica, ya que se quiere demostrar la formación de biofilm de *C. albicans* en materiales dentales como lo son la resina Z350, Neofil y Llis. De igual manera el poder evidenciar en cuál

de las tres marcas se acumula más la *C. albicans* y ser considerado como un reservorio de dicho microorganismo en la cavidad bucal.

#### 1.4.4. Utilidad

Este trabajo de investigación es de vital utilidad, dado que su objetivo es evidenciar tanto la formación como el acumulo de *C. albicans* en tres diferentes marcas de resinas dentales; la Z350, Neofil y Llis, que son utilizadas como materiales odontológicos de la práctica cotidiana. Así de esta manera, poder brindar métodos de tratamiento preventivo al utilizar dichas marcas de resinas, así como también tener una resina de primera elección al requerir el material restaurador.

#### 1.4.5. Viabilidad

El presente trabajo es factible ya que existen condiciones propicias para llevar a cabo este estudio, contando con la disponibilidad de un laboratorio especializado, equipos y materiales seleccionados para el adecuado desarrollo del proyecto.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

- Comprobar el desarrollo y viabilidad de biofilm *C. albicans* sobre tres marcas de resinas diferentes.

### 2.2. Objetivo específico

- Observar y estudiar el desarrollo de biofilm de *C. albicans* en discos de resina Z350.
- Observar y estudiar el desarrollo de biofilm de *C. albicans* en discos de resina Neofil.
- Observar y estudiar el desarrollo de biofilm de *C. albicans* en discos de resina Llis.
- Analizar si existe alguna diferencia entre las tres marcas de resinas Dentales.

### **3. MARCO CONCEPTUAL**

#### **3.1. Conceptos Básicos**

##### **3.1.1 Resina Dental**

Las resinas dentales, además denominadas resinas compuestas, son materiales restauradores muy empleados en el campo de la odontología para la reparación de estructuras dentales deterioradas, dañadas o pérdidas. Se componen de una matriz orgánica de monómeros, tal como el bis-GMA, y una fase dispersa de partículas de revestimiento inorgánicos, como vidrio o cerámica, que proporcionan resistencia mecánica y características estéticas al material. Generalmente, la polimerización de la resina se inicia a través de la luz, lo que facilita el endurecimiento del material y su adhesión al diente (5).

##### **3.1.2 Resina Dental 3m™ Filtek™ Z350 XT Restaurador Universal**

###### **a) Conceptos generales**

Se trata de una resina nanohíbrida o de nanopartículas activada por luz visible, creada para su uso en restauraciones anteriores y posteriores. La resina se presenta en forma de jeringas, ofreciendo un extenso espectro de colores para Dentina, Esmalte, Cuerpo y Translúcidos siendo todo el rango de tonos radiopaco (6).

###### **b) Composición**

Incorpora bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA de matriz orgánica, en cuanto a los rellenos, se emplean una mezcla de relleno de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nanómetros; de 4 a 11 nm; y un relleno cluster de zirconia/sílice (partículas de sílice de 20 nm y de zirconia de 4 a 11 nm). Los colores para Dentina, Esmalte y Cuerpo poseen un tamaño promedio de las partículas del cluster de 0.6 a 10 micrones y los tonos translúcidos tienen un tamaño promedio de las partículas del cluster de 0.6 a 20 micrones. La carga de relleno inorgánico es aproximadamente de 72.5% por peso (55.6% por volumen) para los tonos translúcidos y 78.5% por peso (63.3% por volumen) para el resto de tonos (6).

### c) Propiedades

Esta se distingue por sus características mecánicas y estéticas, lo que la convierte en ideal para una extensa variedad de aplicaciones. Algunas de sus características más relevantes son:

- Composición: Ésta tiene alta carga de relleno inorgánico que involucra partículas de sílice y zirconia de tamaño nanométrico y que, a su vez, contribuye a su resistencia mecánica y durabilidad.
- Resistencia mecánica: Al presentar una resistencia a la flexión superior es adecuada para restauraciones en zonas de alta carga masticatoria.
- Retención del pulido: Esta resina, gracias a su nanotecnología, conserva su brillo y pulido a largo plazo, optimizando la estética de las restauraciones a largo plazo.
- Baja contracción de polimerización: Su composición ha sido ideada para controlar la contracción durante el proceso de polimerización, disminuyendo el estrés en la interfase diente-restauración y reduciendo la posibilidad de microfiltración.
- Radiopacidad: Todos los colores de esta resina son radiopacos, lo que permite distinguir entre la restauración y la estructura dental en radiografías, aspecto crucial para el monitoreo clínico.
- Fluorescencia mejorada: presenta una fluorescencia parecida a la del diente natural, lo que favorece un aspecto más natural bajo diferentes espacios de iluminación (6).

### d) Características

- Presenta una variedad de 36 tonos y 4 opacidades (dentina, cuerpo, esmalte y translúcido), lo que posibilita la realización de restauraciones de apariencia natural y simplifica la correspondencia con el color del diente del paciente.
- Combina una alta resistencia a la fractura y al desgaste, utilizada para restauraciones tanto en dientes anteriores como posteriores.
- Fácil manejo y adaptación a las cavidades dentales, facilitando el trabajo clínico del odontólogo (6).

### 3.1.3 Resina Dental Neofil

#### a) Conceptos generales

Es una resina nanohíbrida o de nanopartículas que combina fuerza, estética con una superficie más suave para lograr un pulido fácil, la superficie lisa y brillante (7).

#### b) Propiedades

Presenta vidrio de bario-borosilicato, nanopartícula única de sílica-zirkoni a partir de solución/gelificación (SOL-GEL), su relleno es de 0.01 micrones, con una matriz orgánica de policarbonato y Bis-GMA (7).

#### c) Características

- Superficie más suave
- Superior resistencia al desgaste
- Larga duración
- Alta resistencia mecánica
- Alta pulidez
- Rentable para dientes anteriores y posteriores
- Propiedades físicas y efectos estéticos (8).

### 3.1.4 Resina Dental Llis

#### a) Conceptos generales

Esta resina nanohíbrida en su matriz inorgánica combina monómeros metacrílicos, silanos y cargas con partículas en faja de 40nm a 3,0 micras, con un tamaño medio de 0,8 micras, y un resultante total alto de 77.5% a 78,5% y 56% a 59% en peso y volumen respectivamente (9).

#### b) Composición

- Ingredientes Activos: Monómeros de Bis-GMA (Bis-Fenol A di-Glicidil Metacrilato), Bis EMA (Bis-Fenol A di-Glicidil Metacrilato etoxilado), TEGDMA (Trietileno glicol dimetacrilato), canforoquinona, co-iniciador y silano.
- Ingredientes Inactivos: Vidrio de Bario-aluminio silicato micronizado, pigmentos y sílica nanométrica (9).

### c) Propiedades

- **Módulo de elasticidad**

Se presenta como un material con un módulo de elasticidad con un valor aproximado de 13000 MPa siendo éste próximo a la del esmalte y dentina dental; esta función permite que estas tensiones producidas por las fuerzas masticatorias al ser similares entre ellas no causen deformaciones irreversibles en el material restaurador (9).

- **Resistencia a la compresión**

Esta resistencia a la compresión resulta indispensable para el material restaurador, sobretodo en dientes posteriores que soportan una elevada carga vertical, compresión o estrés durante el proceso masticatorio, teniendo en cuenta esto, la resina Llis tiene un valor aproximado de 400 MPa que resulta siendo satisfactoria para el éxito de la restauración (9).

- **Grado de Conversión**

Éste muestra la cantidad de monómeros que se transforman en polímero después del procedimiento de cura. Así pues, un alto nivel de conversión favorece la mejora de las características mecánicas de un composite, la disminución de la absorción de agua y una estabilidad de color superior en la restauración final. El 42% de conversión de la resina LLis aporta estabilidad cromática del producto y a una disminución del desgaste (9).

- **Tensión de Contracción**

La transformación de las moléculas monómeras en una cadena de polímeros se caracteriza por una aproximación de dichas moléculas, lo que provoca una reducción en su volumen. Esta reducción en el volumen produce fuerzas que se oponen a la fuerza de unión entre el material restaurador y el elemento dentario, que, en función de su intensidad, puede provocar la fractura en la interfaz adhesiva y el fracaso de la restauración. La fractura de la interfaz adhesiva y la posterior microfiltración marginal causarían problemas como: caries secundaria, decoloración marginal, dolor postoperatorio y cambios en la pulpa. Para disminuir este efecto, actualmente se utiliza el método de inserción incremental del material restaurador. Este método, además de disminuir la micro-filtración,

contribuye a una polimerización apropiada de las resinas fotocuradas gracias al reducido espesor del material. La tensión generada por la contracción de polimerización de la resina Llis fue de 2.00 Mpa (9).

- **Carga inorgánica optimizada**

La carga inorgánica elevada en un material restaurador permite un pulido y estabilidad dimensional superior que conlleva a superficies más lisas y menor cumulo de biofilm. Esta resina contiene un 77,5% - 78,5% en peso y 56% - 59% en volumen lo que resume en una optimizada carga inorgánica (9).

**d) Características**

- Disponibilidad de colores. Los colores de esmalte y dentina siguen con fidelidad la escala Vita Classical
- Sencillo de reconocer los colores mediante las letras E (esmalte), D (dentina) e Incisal.
- Sus características mecánicas satisfacen las necesidades de restauración en dientes tanto anteriores como posteriores.
- Excelente radiopacidad
- Opalescencia muy próxima a la de los dientes naturales
- Fluorescencia balanceada con la estructura dental
- Elevado grado de conversión (9).

### 3.1.5 Biofilm

Se originan de los cambios que presentan los microorganismos durante la transición de organismos planctónicos que nadan de manera libre a comunidades complejas adheridas a una superficie (10).

**a) Etapas de formación de biofilm**

- **Fijación inicial (Adhesión):** En esta etapa, los distintos microorganismos autónomos, conocidos como células planctónicas, se ubican en una superficie y empiezan a congregarse entre sí (11). Entre estos gérmenes tenemos especies de *Actinomyces*, especies de *Streptococcus*, especies de *Lactobacillus* y especies de *Cándida* (15). Esta fase es reversible si implementamos una limpieza y desinfección eficaz (11).

- **Fijación irreversible (Colonización):** En esta etapa las células libres resultan totalmente unidas entre sí. Esta unión crea una película de polisacáridos que les brindan protección, alimento y seguridad a la misma. Se sabe también es conocido que la primera capa de células de esta fase suele llegar a sacrificarse para permitir la futura acumulación de nuevas células planctónicas (11).
- **Maduración I (Formación):** En esta etapa ocurre la multiplicación bacteriana, es decir, la comunidad de células protegidas bajo la película formada durante la etapa de fijación irreversible crece y da lugar a la matriz extracelular, que no es más que la maduración de este biofilm inicial (11).
- **Maduración II (Crecimiento):** En esta fase surgen áreas específicas denominadas canales de H<sub>2</sub>O, ubicadas para la supervivencia de las comunidades de microorganismos y, simultáneamente, promover aún más su crecimiento. Esto provoca la creación de espacios intersticiales en la matriz interna del biofilm, que se utilizarán para el transporte del agua y los nutrientes (11).
- **Dispersión:** En esta última fase, el biofilm o película obtenida empieza a desprenderse de la zona adherida, ya sea de manera natural; debido a la escasez de alimento o a la necesidad de colonizar nuevos territorios (Se repite todo el proceso previamente detallado), o también, de manera intencionada; mediante la aplicación de productos químicos específicos para ello o a través de una alguna fricción durante la realización de limpieza (11).

### 3.1.6 Microbiota oral

La microbiota oral se refiere al grupo de microorganismos que residen naturalmente en la cavidad oral. Incorpora bacterias, hongos, virus, arqueas y protozoos, que conviven en armonía con el huésped (12). Esta comunidad de microorganismos juega un rol vital en la salud bucal y sistémica, ya que proporciona una defensa contra la invasión y colonización subsiguiente de bacterias extrínsecas. Por otro lado, es crucial prevenir la disbiosis (desequilibrio) de éstas ya que pueden llevar a enfermedades como la caries dental, gingivitis y periodontitis (13).

Más de 700 especies de microorganismos han sido detectados en la cavidad oral, a pesar de que cada individuo alberga una gran cantidad de microorganismos que residen de manera natural en la cavidad bucal. Estos microorganismos tienen la capacidad de

habitar en diferentes áreas bucales como las mejillas, las encías, la lengua, los dientes y la saliva, creando microambientes singulares (14).

Una vez formado este microambiente, comunidad o biofilm compuesto por cepas de especies microbianas; estas pasan a incrustarse en una matriz de expolisacáridos y a adherirse principalmente a superficies sólidas como el esmalte dental, las raíces dentales o los implantes dentales. Hoy en día, existen más de 700 especies de bacterias que forman parte de las biopelículas (15).

### 3.1.7 *Candida albicans*

Es un hongo patógeno comensal oportunista que coloniza la cavidad oral, el tracto digestivo, el tracto respiratorio, la vagina y la piel humana (16).

Este microorganismo pertenece a la familia de los sacaromicetos y parte de la unión de diferentes levaduras oportunistas. La *C. albicans* está presente naturalmente en el ser humano y localmente en boca, pero este, al ser oportunista, no vacilará en experimentar un crecimiento excesivo y luego provocar una patología (16).

Generalmente tienen una medida de entre 3 y 6  $\mu\text{m}$  y una forma microscópica ovalada. Se percibe como el causante de todas las formas de candidiasis Y en el ámbito laboratorial, su medio de desarrollo es "Agar Saboraud", cuyo uso le facilita el crecimiento y la formación de sus colonias para ser observadas con el microscopio (16).

*Candida albicans* puede ingresar al cuerpo humano sin causar problemas, y su comportamiento depende en gran medida del estado del sistema inmunológico del individuo. Cuando este sistema funciona adecuadamente, mantiene a raya el crecimiento del hongo. Sin embargo, si se debilita, *C. albicans* puede multiplicarse y provocar infecciones en diferentes partes del cuerpo, manifestándose de diversas formas. La cavidad bucal, en particular, ofrece un ambiente propicio para que esta especie se establezca y colonice (16).

#### a) **Factores de virulencia de *C. albicans*:**

Los factores de virulencia son atributos que poseen ciertos microorganismos y que les facilitan desarrollar una enfermedad, en otras palabras, cuán grande puede ser el daño hace un microorganismo. Entre estos se encuentran la producción de toxinas,

la capacidad de adherirse al huésped, la habilidad para invadir tejidos y la evasión del sistema inmunológico (17).

Entre los factores de virulencia de este patógeno oportunista se destacan su capacidad para permanecer como un organismo comensal, su facilidad para adherirse a las células del huésped(primario), la producción de enzimas que degradan los tejidos y su habilidad para modificar su morfología (tardios). Estos elementos son clave en el proceso infeccioso causado por *C. albicans* (18).

- **Adhesión**

*C. albicans* presenta propiedades hidrofóbicas que le permiten, a través de interacciones fisicoquímicas, adhesinas y receptores específicos, acercarse y fijarse a las superficies del huésped, facilitando su acción como patógeno. Esta característica se debe a la presencia de una capa fibrilar externa (pared celular) en su tubo germinativo, compuesta por cuatro proteínas que actúan como receptores para componentes del huésped, tales como el complemento, la laminina y el fibrinógeno. Además, la proteína Csh1p contribuye significativamente a esta hidrofobicidad, ya que favorece la formación de biopelículas y facilita la adhesión del hongo tanto a proteínas de la matriz extracelular como a superficies plásticas (18).

- **Enzimas degradativas secretadas:**

*C. albicans* posee dos grupos principales de enzimas degradativas: las aspartil proteinasas (SAP) y las fosfolipasas PLB1 y PLB2. Estas enzimas pueden estar integradas en su pared celular o liberarse al entorno, lo que le permite interactuar con diversas proteínas del huésped como el colágeno, la laminina, la fibronectina, la mucina, la lactoferrina y las inmunoglobulinas. Gracias a estas funciones, el hongo es capaz de penetrar células epiteliales, obtener nutrientes y evitar la acción del sistema inmune. Además, las proteínas Agglutinin-Like Sequence (AIS) 1, 2 y 3, secretadas por la forma levaduriforme, contribuyen al daño en los tejidos y a la invasión de zonas como la cavidad oral y la piel (18).

- **Cambio de morfología**

*C. albicans* presenta una notable capacidad morfológica, pudiendo adoptar formas que van desde células ovaladas o rojizas (blastoconidias) hasta

estructuras alargadas como hifas y pseudohifas. Esta variabilidad morfológica está estrechamente relacionada con su virulencia, su capacidad para evadir el sistema inmunológico y su potencial para inducir respuestas proinflamatorias. La formación de hifas es promovida por factores como una temperatura de 37 °C, un pH neutro (alrededor de 7) y niveles de CO<sub>2</sub> cercanos al 5,5%, además de la activación de genes específicos de hifa (HSG) y sistemas de detección de quórum (18).

En contraste, el crecimiento unicelular en forma de levadura se ve favorecido por temperaturas más bajas, pH elevado, deficiencia de azufre y altas concentraciones de glucosa. Mientras que las hifas facilitan la invasión tisular activa, la forma de levadura está más relacionada con la diseminación sistémica, ya que se adhiere eficientemente a las células endoteliales y se introduce en el torrente sanguíneo (18).

Otros factores determinantes incluyen la expresión de proteínas que imitan las de la superficie celular del huésped, la acción invasiva de las hifas entre células epiteliales y altos niveles de la enzima SOD5, una superóxido dismutasa extracelular que neutraliza especies reactivas de oxígeno, lo cual protege al hongo frente a la actividad de monocitos, macrófagos y neutrófilos (18).

Además, la señalización ambiental regula esta transición morfológica. El contacto con células del huésped o superficies inertes desencadena simultáneamente la formación de hifas y la expresión de adhesinas. Existen rutas genéticas, como las asociadas a Nrg1, Rog1, Tup1 y Rbf1, que actúan como inhibidores del cambio de levadura a filamento. Cabe destacar que la densidad celular también influye en esta transición: las hifas tienden a formarse en condiciones de baja densidad. A pesar del avance en la comprensión de este proceso, los mecanismos iniciales y reguladores clave de esta transformación morfológica siguen siendo objeto de investigación (18).

- **Biopelículas**

La *C. albicans* es capaz de desarrollar biopelículas complejas, integradas por células en forma de levadura y estructuras filamentosas (hifas), todas rodeadas por una matriz extracelular autogenerada. Esta organización tridimensional no

solo favorece su supervivencia, sino que también representa un obstáculo significativo para el tratamiento de infecciones sistémicas, debido a su elevada resistencia frente a la acción del sistema inmunológico y los agentes antifúngicos convencionales. Además, dispositivos médicos implantables como catéteres y válvulas cardíacas se convierten en superficies propicias para su adhesión y colonización, lo cual incrementa el riesgo de complicaciones clínicas y falla del dispositivo (18).

- **Modulación de la respuesta inmune**

*Cándida albicans* posee mecanismos que le permiten modular y evadir la respuesta inmune del huésped. Una de sus estrategias consiste en imitar la estructura de ciertos receptores del sistema del complemento, como CR3 y CR4, mediante proteínas con propiedades antigénicas y funcionales similares. Esta similitud permite que *C. albicans* interactúe con la fracción C3b del complemento y, al contar con receptores para estos componentes, dificulte su reconocimiento por las células fagocíticas, logrando así evitar la fagocitosis (18).

Además, la presencia del hongo puede alterar la expresión de defensinas, particularmente en tejidos como las uñas, reduciendo la eficacia de la barrera antimicrobiana local. Por otro lado, *C. albicans* contribuye a la inmunosupresión sistémica mediante la liberación de interleucina-10 (IL-10), una citocina antiinflamatoria que inhibe la activación de diversas células del sistema inmune (18).

### 3.1.8 Etiología de *Candida albicans* en boca

*Candida albicans* suele localizarse en diversas zonas de la cavidad bucal, siendo más frecuente en superficies húmedas y de difícil acceso para la higiene. Una de las áreas más propensas a su colonización es la lengua, especialmente en la parte posterior del dorso, donde la presencia de papilas filiformes crea un ambiente favorable para su adherencia y crecimiento. También se detecta con frecuencia en la mucosa yugal, es decir, en el interior de las mejillas, así como en el paladar duro y blando, en particular cuando existen prótesis dentales o una higiene bucal deficiente. Las encías y el surco gingival representan otro nicho habitual, sobre todo en personas con enfermedad periodontal o que utilizan prótesis removibles. La mucosa sublingual también puede

albergar al hongo, al igual que las superficies acrílicas de las dentaduras postizas, donde *C. albicans* forma fácilmente biopelículas. Aunque con menor frecuencia, puede encontrarse en las comisuras labiales y los labios, sobre todo en casos de queilitis angular, donde se ha evidenciado su presencia como agente infeccioso (19).

### 3.1.9 Contribución de *Candida albicans* en el desarrollo de caries

Ésta presenta diversas propiedades que contribuyen a su potencial cariogénico. Uno de sus mecanismos más destacados es la actividad de su membrana plasmática, que genera una ATPasa encargada de bombear protones hacia el exterior de la célula. Esta acción favorece una marcada tolerancia a medios ácidos y permite una rápida acidificación del entorno extracelular. Además, libera ácidos orgánicos como el ácido pirúvico ( $pK_a = 2,39$ ) y el ácido acético ( $pK_a = 4,75$ ), los cuales son incluso más agresivos en la reducción del pH que el ácido láctico ( $pK_a = 3,86$ ), intensificando la desmineralización del esmalte dental (11).

Diversos estudios han demostrado que tanto *C. albicans* pueden producir ácidos orgánicos a partir de la glucosa, a velocidades similares bajo condiciones de pH controlado, lo que evidencia una acidogenicidad comparable entre ambos microorganismos. A nivel estructural, *C. albicans* también muestra una alta afinidad por la hidroxiapatita recubierta de saliva y presenta una fuerte adhesión tanto al colágeno nativo como al desnaturalizado. En ambientes ácidos, las aspartil proteasas secretadas por este hongo tienen la capacidad de degradar el colágeno presente en la dentina, lo cual refuerza su papel destructivo en los tejidos dentales (11).

A pesar de estas características, el papel de *C. albicans* en el desarrollo de caries ha sido históricamente subestimado, en gran parte porque sus unidades formadoras de colonias representan un porcentaje bajo del total de la microbiota oral. Sin embargo, su biomasa supera con creces la de bacterias bien conocidas por su implicación en la caries, como *Streptococcus mutans*, lo que subraya su relevancia como patógeno cariogénico emergente (11).

### 3.1.10 Candidiasis Oral

La candidiasis oral es una infección oportunista que afecta la mucosa bucal y es provocada por hongos del género *Cándida*. Aunque varias especies de *Cándida*,

principalmente *C. albicans*, suelen ser saprófitos en la cavidad oral, pueden volverse patógenas bajo ciertas condiciones. Cuando hay un desequilibrio en la microbiota oral, junto con factores predisponentes locales y condiciones sistémicas que comprometen el sistema inmunológico, estas especies pueden volverse virulentas e inducir infecciones en la mucosa bucal, presentándose con una variedad de lesiones clínicas (20).

#### a) Factores predisponentes para el desarrollo de candidiasis oral

##### - Factores locales

La hipofunción salival es un factor importante, ya que la saliva contiene numerosas proteínas antimicrobianas que limitan la adhesión de *C. albicans* al epitelio oral. Estas proteínas juegan un papel fundamental en el mantenimiento del hongo en su estado comensal. Por esta razón, la disminución tanto cuantitativa como cualitativa de la saliva puede ser crucial en el desarrollo de la candidiasis oral.

El uso prolongado de prótesis dentales, especialmente cuando se acompaña de una higiene deficiente y traumatismo en la mucosa, es otro factor local clave para la aparición de candidiasis oral.

Por otro lado, el tratamiento con corticosteroides tópicos, aunque esencial para el manejo de enfermedades inflamatorias crónicas en la mucosa bucal, puede requerir una profilaxis antifúngica debido al uso prolongado de estos medicamentos, tanto tópicos como sistémicos.

El consumo de tabaco también está relacionado con un aumento en la cantidad de Cándida en la cavidad bucal, lo que incrementa el riesgo de desarrollar candidiasis oral en los fumadores (21).

##### - Factores sistémicos

La candidiasis puede verse influenciada por varios factores sistémicos que afectan la respuesta inmune o el equilibrio del organismo. Uno de estos factores es la inmunosenescencia, lo que aumenta la susceptibilidad a infecciones y está asociado al envejecimiento, donde el sistema inmunológico pierde eficacia, lo que aumenta la susceptibilidad a infecciones como la candidiasis.

Otro factor importante son los antibióticos de amplio espectro, que, aunque son cruciales en el tratamiento de infecciones bacterianas, pueden alterar la microbiota normal del cuerpo, favoreciendo el crecimiento excesivo de *Cándida* debido a la eliminación de bacterias que normalmente controlan su proliferación.

Las personas que viven con VIH/SIDA están especialmente expuestas a la candidiasis, ya que están especialmente expuestos a la candidiasis, ya que el virus compromete gravemente el sistema inmunológico, dejando al cuerpo vulnerable a infecciones oportunistas, incluidas las causadas por *C. albicans*.

El inmunocompromiso sistémico en general, derivado de condiciones como enfermedades autoinmunes, tratamientos inmunosupresores o trasplantes de órganos, también juega un papel crucial en general, derivado de condiciones como enfermedades autoinmunes, tratamientos inmunosupresores o trasplantes de órganos, también juega un papel crucial en el desarrollo de la candidiasis, ya que interfiere con la capacidad del cuerpo para defenderse de infecciones.

Finalmente, las deficiencias nutricionales minerales, particularmente la falta de nutrientes clave como vitaminas (especialmente A y C) y minerales, pueden debilitar el sistema inmune, haciendo que el organismo sea más susceptible a infecciones fúngicas como la candidiasis (11).

#### - **Características**

El crecimiento y la proliferación de *Cándida* están influenciados por varias condiciones ambientales y factores biológicos. Una de las características más relevantes es la temperatura elevada, ya que los hongos, incluida *C. albicans*, prosperan en ambientes cálidos, lo que aumenta la probabilidad de infección, especialmente en áreas del cuerpo que tienden a acumular calor.

La humedad excesiva y el entorno cerrado también son factores clave. Los ambientes con alta humedad proporcionan el entorno ideal para que la *cándida* se desarrolle, ya que estos hongos requieren condiciones de humedad para adherirse a las superficies y multiplicarse. Esto es particularmente común en áreas como la boca, los pliegues cutáneos y las zonas genitales.

Por último, las personas con sistemas inmunológicos debilitados tienen un mayor riesgo de desarrollar candidiasis. Aquellos que padecen enfermedades que afectan la inmunidad, como el VIH/SIDA, diabetes o aquellos que están bajo tratamientos inmunosupresores (como quimioterapia o medicamentos para enfermedades autoinmunes), son más susceptibles a infecciones por *Cándida*, ya que su cuerpo no tiene la capacidad de controlar el crecimiento de estos hongos (11).

### 3.2. Análisis de antecedentes investigativos

#### 3.2.1. Antecedentes Internacionales

##### a) Crecimiento de las hifas de *Candida albicans*

- **Autor:** Peter E Sudbery
- **PMID:** 21844880
- **DOI:** 10.1038/nrmicro2636
- **Resumen**

El hongo *Candida albicans* suele ser un miembro benigno de la flora mucosa. Sin embargo, comúnmente causa enfermedades mucosas con una morbilidad considerable y, en pacientes vulnerables, infecciones del torrente sanguíneo potencialmente mortales. Una característica destacada de su biología es su capacidad para crecer en formas levaduriformes, pseudohifales e hifales. La forma hifal desempeña un papel importante en la aparición de enfermedades al invadir las células epiteliales y causar daño tisular. Esta revisión describe nuestro conocimiento actual sobre la red de vías de transducción de señales que monitoriza las señales ambientales para activar un programa de transcripción génica específico de las hifas, y los procesos moleculares que impulsan el crecimiento altamente polarizado de las hifas (24).

##### b) El impacto de *Candida albicans* en el desarrollo, la cinética, la estructura y la viabilidad celular de las biopelículas en las superficies de los implantes: un estudio in vitro con un modelo de biopelícula multiespecie validado

- **Autores:** Enrique Bravo, Marion Arce, Honorato Ribeiro-Vidal, David Herrera, Mariano Sanz
- **PMID:** 38542256
- **DOI:** 10.3390/ijms25063277

- **Resumen**

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de *Candida albicans* en la formación de biopelículas subgingivales en las superficies de implantes dentales. Se utilizaron microscopía electrónica de barrido (MEB) y microscopía láser confocal de barrido (CLSM) para comparar la estructura de la biopelícula y la biomasa microbiana en presencia y ausencia del hongo tras periodos de 24, 48 y 72 h. Se empleó la reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa (qPCR) para cuantificar el número de microorganismos viables y totales de cada una de las cepas formadoras de biopelículas. Se aplicó un modelo lineal general para comparar los resultados de CLSM y qPCR entre las condiciones de control y de prueba. La biopelícula desarrollada con *C. albicans* a las 72 h presentó una mayor biomasa bacteriana y una viabilidad celular significativamente mayor ( $p < 0,05$ ). Tras 48 y 72 h de incubación, en presencia de *C. albicans*, se observó un aumento significativo en los recuentos de *Fusobacterium nucleatum* y *Porphyromonas gingivalis*, así como en la viabilidad celular de *Streptococcus oralis*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *F. nucleatum* y *P. gingivalis*. Mediante un modelo dinámico in vitro de biopelícula multiespecie, *C. albicans* exacerbó el desarrollo de la biopelícula que crece en las superficies de los implantes dentales, aumentando significativamente el número y la viabilidad celular de las bacterias periodontales (25).

c) **Efectos de las propiedades superficiales de los materiales restauradores a base de polímeros sobre la adhesión temprana de *Streptococcus mutans* in vitro.**

- **Autor:** Chongyang Yuan, Xiaoyan Wang, Xuejun Gao, Feng Chen, Xinjie Liangc, Dehui Li
- **PMID:** 27452343
- **DOI:** 10.1016/j.jdent.2016.07.010

- **Resumen**

**Objetivos:** Investigamos los efectos de las propiedades superficiales de los materiales restauradores basados en polímeros en la adhesión temprana de *Streptococcus mutans* (UA159) in vitro (33).

**Métodos:** Cuatro materiales restauradores directos basados en polímeros,

incluido un restaurador de nanopartículas (Filtek™ Z350, 3 M ESPE, EE. UU.), un restaurador universal nanohíbrido (Filtek™ Z250 XT, 3 M ESPE, EE. UU.), un restaurador posterior de baja contracción (Filtek™ P90, 3 M ESPE, EE. UU.) y un ionómero de vidrio prerreaccionado basado en polímeros (Beautiful II, Shofu, Japón). Después del pulido en diferentes condiciones, se examinó la morfología de la superficie mediante microscopía electrónica de barrido. La rugosidad superficial (SR), el ángulo de contacto con el agua (CAW) y la energía libre superficial (SFE) se determinaron mediante perfilometría y el método de la gota sésil. La adhesión temprana de *S. mutans* se investigó mediante microscopía confocal de barrido láser. El área ocupada por bacterias adherentes (A%) se calculó con el software COMSTAT2. Las correlaciones entre A% y SR, CAW y SFE se analizaron mediante regresión lineal utilizando el software SPSS 20.0 a un nivel de significancia de 0,05 (33).

Resultados: El valor de A% mostró una fuerte correlación con SR ( $r = 0,893$ ,  $P < 0,01$ ) para una rugosidad superficial ( $R_a$ ) de  $0,02-0,80 \mu\text{m}$ , mientras que se obtuvo una correlación más débil entre A% y SR cuando  $R_a \leq 0,20 \mu\text{m}$  ( $r = 0,643$ ,  $P < 0,01$ ). En superficies superlisas ( $0,02 \mu\text{m} \leq R_a \leq 0,06 \mu\text{m}$ ), SR no influyó en la adhesión bacteriana temprana ( $r = 0,001$ ,  $P > 0,05$ ), se obtuvo una correlación positiva media entre A% y SFE ( $r = 0,426$ ,  $P < 0,01$ ), y no se encontró correlación entre A% y CAW ( $r = -0,028$ ,  $P > 0,05$ ) (33).

Conclusiones: La adhesión temprana de *S. mutans* sobre materiales restauradores directos a base de polímeros se vio afectada principalmente por SR. SFE influyó en la adhesión temprana de *S. mutans* sobre superficies súper lisas, mientras que la hidrofobicidad no lo hizo (33).

**d) Compuesto de resina: lo último en tecnología**

- **Autor:** Jack L. Ferracane
- **Objetivos:**

El objetivo es revisar el estado actual del arte de los materiales compuestos dentales (26).

Métodos: Se creó un esquema de los aspectos más importantes de los composites dentales y posteriormente se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos relacionados con su formulación, propiedades y consideraciones

clínicas utilizando PubMed, seguido de una búsqueda manual de citas de artículos relevantes (26).

**Resultados:** El estado actual de la técnica de composites dentales incluye una amplia variedad de materiales con una amplia gama de propiedades mecánicas, características de manejo y posibilidades estéticas. Este mercado altamente competitivo continúa evolucionando, con énfasis anterior en la producción de materiales con resistencia adecuada, alta resistencia al desgaste y retención de pulido. Las investigaciones y el desarrollo más recientes han abordado el problema de la contracción de polimerización y la tensión que la acompaña, que puede tener un efecto perjudicial en la unión interfacial entre el composite y el diente. Los esfuerzos actuales se centran en el desarrollo de materiales con beneficios potencialmente terapéuticos y propiedades autoadhesivas, lo que simplifica enormemente su colocación en la boca (26).

**Importancia:** No existe un material ideal disponible para el médico, pero los materiales comerciales que componen el arsenal actual son de alta calidad y, cuando se utilizan adecuadamente, han demostrado ofrecer excelentes resultados clínicos con una longevidad adecuada (26).

### **3.2.2. Antecedentes Nacionales**

No se reportaron antecedentes nacionales.

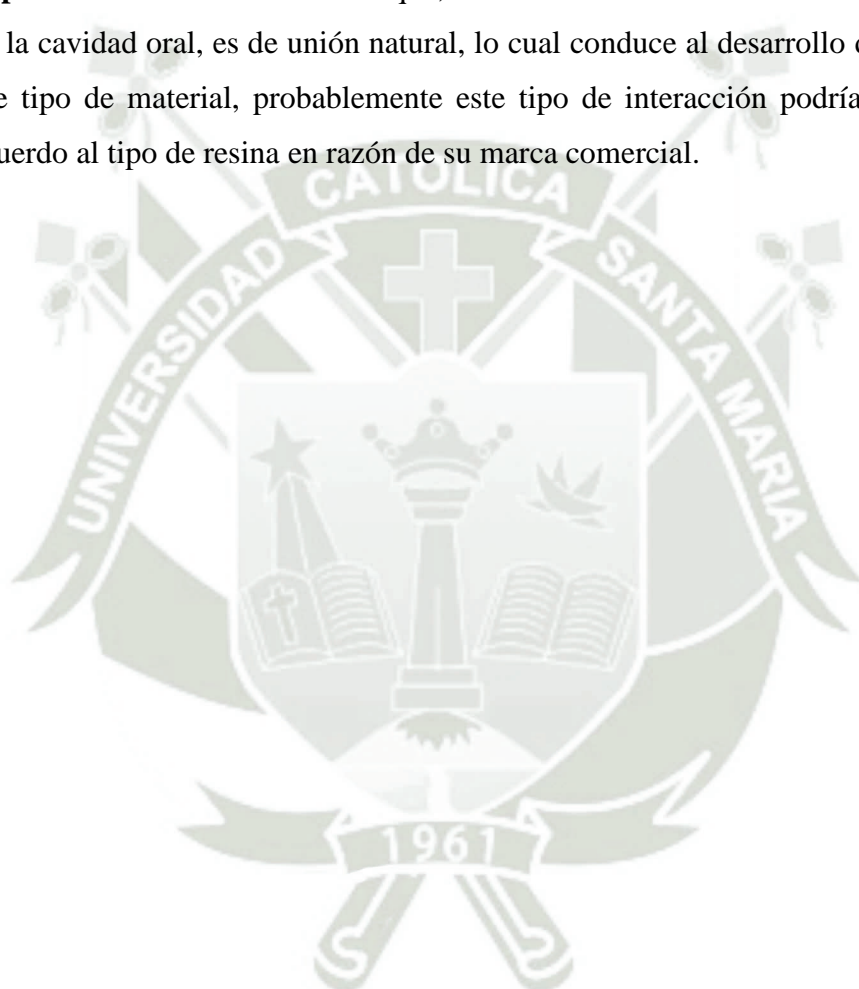
### **3.2.3. Antecedentes Locales**

No se reportaron antecedentes locales.

#### 4. HIPÓTESIS

**Hipótesis nula o Ho:** Siendo que, la interacción entre *C. albicans* y la resina dental en la cavidad oral, es de unión natural, lo cual conduce al desarrollo del biofilm, sobre ese tipo de material, probablemente en este tipo de interacción no sería diferente entre los tipos de resina en razón de la marca comercial.

**Hipótesis alterna o H1:** Siendo que, la interacción entre *C. albicans* y la resina dental en la cavidad oral, es de unión natural, lo cual conduce al desarrollo del biofilm, sobre ese tipo de material, probablemente este tipo de interacción podría ser diferente de acuerdo al tipo de resina en razón de su marca comercial.





**CAPÍTULO II**  
**PLANTEAMIENTO OPERACIONAL**

## 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

### 1.1 Técnicas

El siguiente trabajo de investigación se empleó la técnica de observación laboratorial.

#### 1.1.1. Descripción de la técnica

- Se colocó las resinas dentales de las marcas Z350, Neofil y Llis en 36 discos de 1 cm de diámetro y 1 mm de alto (12 discos por resina) y serán polimerizadas según instrucciones del fabricante (27).
- Cepas de *C. albicans* ATCC 21234 fueron revitalizadas utilizando caldo BHI por 24 horas a 37°C en condiciones aeróbicas.
- Luego se preparó un inóculo microbiano a 0.5 escala de Mac Farland y 80 ul serán inoculados en cada disco de resina que serán dejados en preincubación por 2 horas (28).
- Acto seguido, estos discos serán enjuagados con agua destilada esterilizada 3 veces con el objetivo de remover levaduras no adheridas.
- Después se colocó dichos discos en placas de cultivo de 12 pozos y serán cultivados utilizando caldo Sabouraud por 5 días a 37°C en condiciones aeróbicas.
- Pasado ese tiempo, los discos fueron removidos y procesados para obtener la viabilidad por unidades formadoras de colonias y por el peso seco de biofilm (29).
- Finalmente, mediante “El peso seco de biofilm” se verificó la viabilidad y producción de biofilm de la Cándida en 3 marcas de resina específicas; Z350, Neofil y Llis (30).

#### 1.1.2. Diseño investigativo

- **Tipo:** Laboratorial
- **Esquema básico de diseño:** Experimental

### 1.2 Instrumentos

#### 1.2.1. Instrumentos documentales

- Ficha de recolección de datos.

### 1.2.2. Instrumentos mecánicos

- Autoclave
- Incubadora
- Mechero bunsen
- Balanza digital analítica
- Cámara de flujo (30).

### 1.3 Materiales:

- 12 discos de resina Z350 de 1 cm de diámetro y 1 mm de alto.
- 12 discos de resina Neofil de 1 cm de diámetro y 1 mm de alto.
- 12 discos de resina Llis de 1 cm de diámetro y 1 mm de alto.
- Cepa de Cándida Albicans.
- Guantes.
- Gorro.
- Barbijo.
- Campos de trabajo.
- Pinzas.
- Placas Petri (31).

## 2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

### 2.1 Ubicación espacial

- **General:** La investigación se realizó en Ciudad y departamento de Arequipa.
- **Específica:** La investigación se realizó en el laboratorio de Química y proteínas de la UCSM F-401.

### 2.2 Ubicación temporal

Esta investigación se llevó en abril del año 2025.

### 2.3 Unidades de Estudio Alternativa de Manejo

#### a. Población y muestra:

Por el carácter experimental del estudio, se elaboró y tomó 12 discos de resina de las marcas Neofil, Llis y Z350, respetando los criterios.

## **b. Población cualitativa**

### **b.1 Criterio de Inclusión:**

- Discos de resina con inóculo de *Candida albicans* purificado.

### **b.2 Criterio de Exclusión:**

- Discos de resina con inóculos de *Candida albicans* contaminado o no purificado.

## **3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.1 Organización**

- Preparación de las unidades de estudio, en el caso del proyecto ya mencionado será preparar siete discos por cada marca de resina
- Preparación de la cepa de *Cándida albicans* (32).

### **3.2 Recursos**

- **Recursos económicos:** Propios de investigador.
- **Recursos humanos:**
  - **Investigador:** Brigitte de los Angeles Teves Herrera.
  - **Asesor:** Dr. Gustavo Obando Pereda.
- **Recursos físicos:**
  - Computadora con acceso a internet.
  - Programa estadístico SPSS.
  - Programas como Microsoft Office Word, Excel y Power Point.
- **Recursos Institucionales:**
  - Laboratorio de química de proteínas de la UCSM F-401.
  - Vicerrectorado de investigación
- **Recursos financieros:** El trabajo de investigación será financiado por el investigador.

#### 4. ESTRATEGIAS PARA MANEJAR LOS RESULTADOS:

##### 4.1 Plan de procesamiento

###### 4.1.1 Tipo de procedimiento

- Comparativo/descriptivo

###### 4.1.2 Operaciones del procesamiento

- **Clasificación:** UFC y Peso Seco
- **Codificación:** Se realizó
- **Conteo:** Se realizó
- **Tabulación:** Datos procesados utilizando spss
- **Graficación:** Datos procesados utilizando spss

Los datos de Tabla de tabulación (32).

##### 4.2 Plan de análisis de los datos

###### 4.2.1 Tipo de análisis

- Análisis estadístico Anova una vía (32).



## 1. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 1.1 Unidades Formadoras de Colonias

#### 1.1.1 Tabla comparativa entre las marcas de resina Z350, Neofil y Llis para UFC

**Tabla 1**

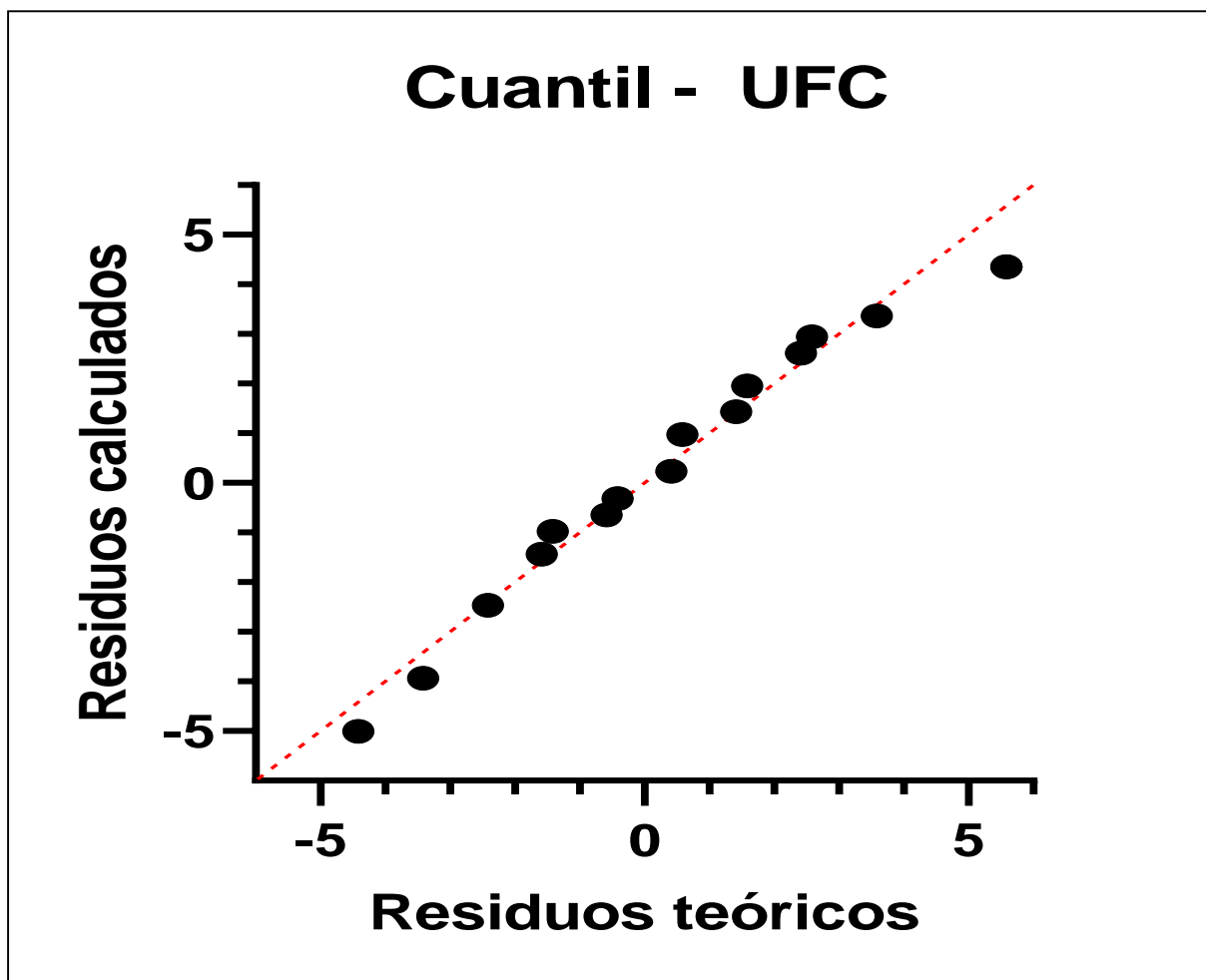
**Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de *Candida albicans* en las marcas de resina Z350, Neofil y Llis**

	Z350	Neofil	Llis
Número de unidades	12	12	12
Mínimo	98	102	99
Percentil del 25%	98.25	104	99.25
Median	100	106	102
75% Percentiles	100	108.8	103
Máximo	102	112	105
Significancia	99.58	106.4	101.4
Desviación estándar	1.24	3.315	1.975
Media de margen de error	0.358	0.9571	0.5702

En la Tabla 1 se muestran los valores máximos, medios y mínimos sobre UFC en las tres marcas comerciales de resina Z350, Neofil y Llis, siendo que Neofil ofrece mayores condiciones para la formación y viabilidad de biofilm por *Candida albicans*, seguida de Llis y finalmente Z350.

1.1.2 Gráfico de cuantiles para Unidades Formadoras de Colonias de *Candida albicans* en resina Z350, Neofil y LLis

Figura 1  
Cuantiles para UFC



En la figura 1 se expresa la formación de cuantiles a partir de los datos, siguiendo un valor normal en sentido ascendente por lo que resulta en una aplicación de estadística paramétrica.

### 1.1.3 Tabla de análisis de varianza de ANOVA para Unidades Formadoras de Colonias de *Candida albicans*

Tabla 2

#### Análisis de Varianza de ANOVA

Resumen de ANOVA	
F	27.41
Valor P	<0.0001
Resumen de valor P	****
Diferencia significativa ( $P < 0.05$ )?	si
R cuadrado	0.6242

La Tabla 2 muestra el análisis de varianza de ANOVA con el que se concluye la existencia de una varianza o diferencia significativa entre la formación de unidades formadoras de colonias (UFC) en la resina Z350, Neofil y Llis, por lo que tras este ajuste de sistema estadístico nos permite la confirmación de la hipótesis alternativa.

**1.1.4 Tabla de Comparación de Tukey aplicado a tres marcas de resina: Z350, Neofil y Llis enfocada en UFC**

**Tabla 3**

**Tabla de Comparaciones Múltiples de Tukey aplicado a las resinas Z350, Neofil y Llis enfocada en UFC**

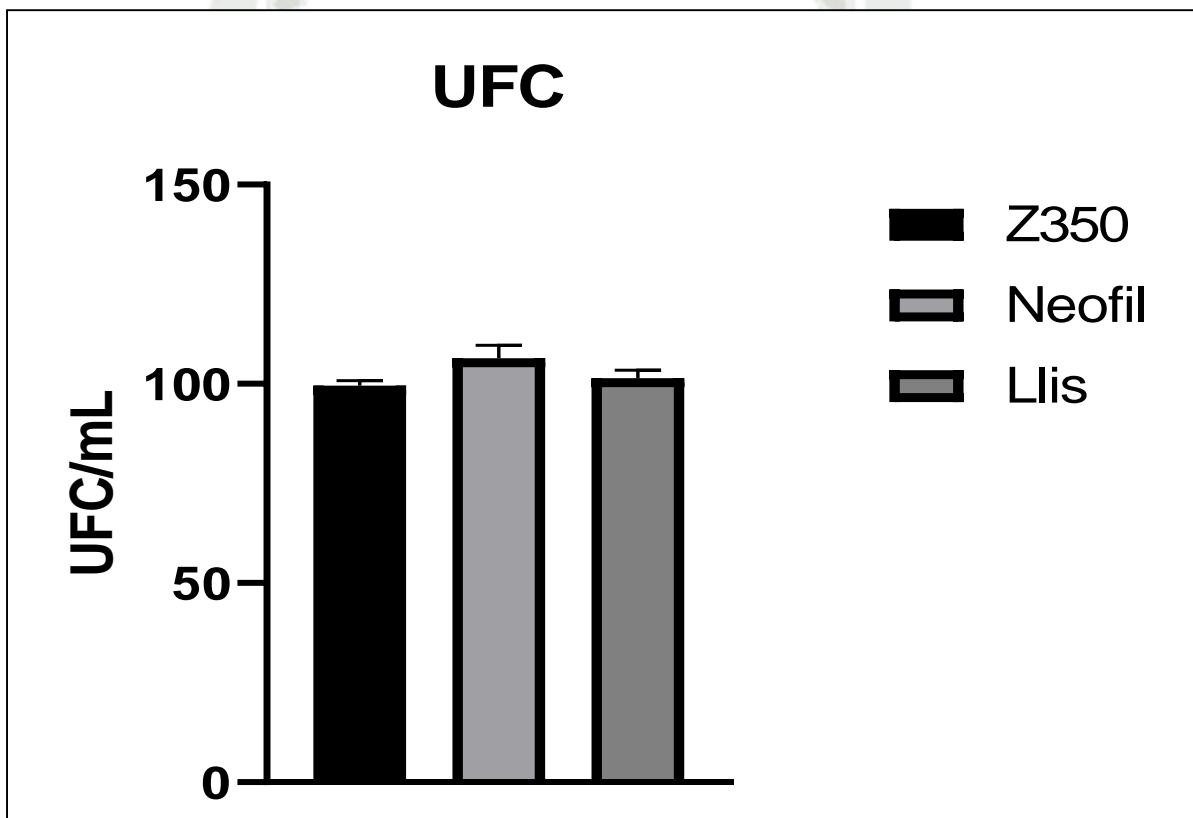
	Diferencia media.	95.00% CI de diff.	Es significativo?	Resumen	Ajuste del Valor P
Z350 vs. Neofil	-6.833	-9.178 to -4.489	SI	****	<0.0001
Z350 vs. Llis	-1.833	-4.178 to 0.5111	No	ns	0.1493
Neofil vs. Llis	5	2.656 to 7.344	Si	****	<0.0001

En la tabla 3 se muestra la comparación múltiple de los valores de diferencia media de las tres resinas, siendo valores significativamente diferentes en el caso de Z350 vs. Neofil y Neofil vs. Llis.

1.1.5 Diagrama BoxPlot para Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de *Candida albicans* aplicado a tres marcas de resina: Z350, Neofil y Llis

Figura 2

Diagrama BoxPlot para UFC en resina Z350, Neofil y Llis



En la figura 2 de BoxPlot se muestra de manera visual la diferencia de valores en el establecimiento de UFC en las tres marcas de resina, siendo mayor en Neofil y menor en Z350.

## 1.2 Peso Seco:

### 1.2.1 Tabla Comparativa entre la resina Z350, Neofil y Llis en razón del peso seco de *Candida albicans*

**Tabla 4**

**Tabla comparativa de resina Z350, Neofil y Llis en razón del Peso seco**

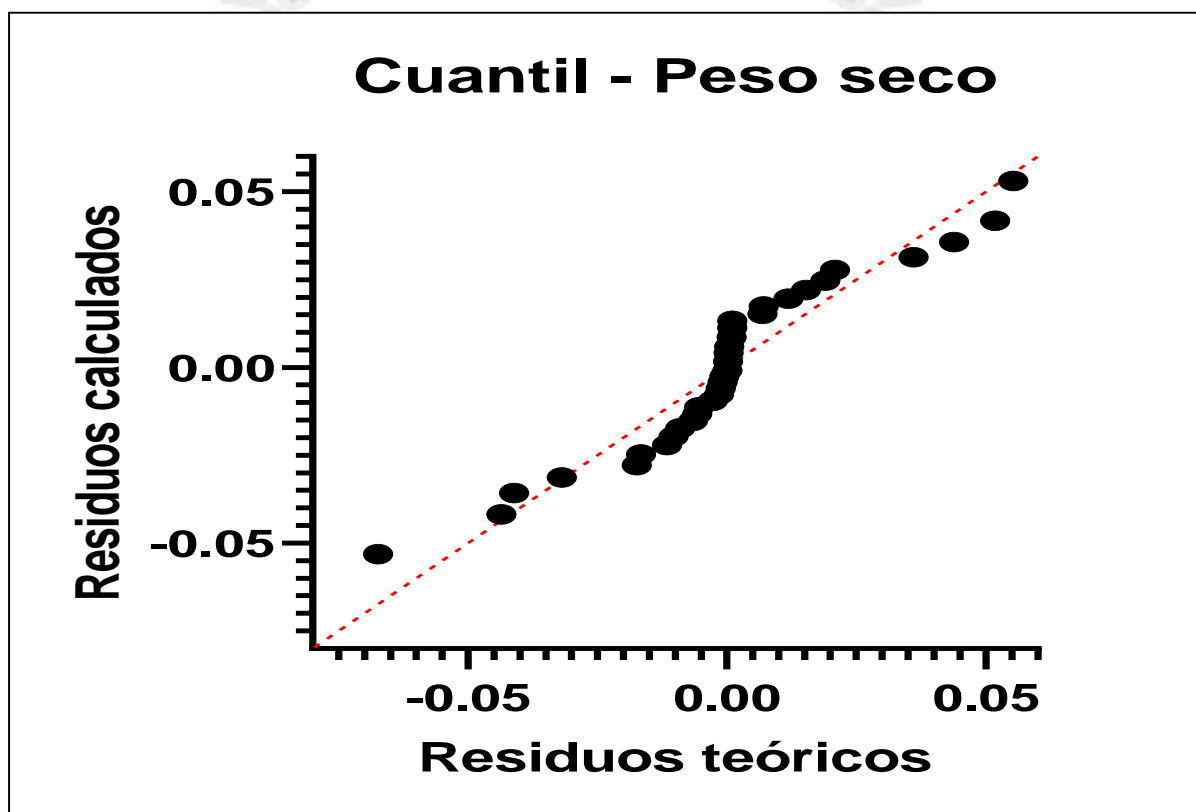
	<b>Z350</b>	<b>Neofil</b>	<b>Llis</b>
Número de Unidades	12	12	12
Mínimo	0.0413	0.0644	0.0095
Percentil al 25 %	0.04793	0.0929	0.01028
Media	0.0524	0.1387	0.0113
Percentil al 75%	0.0671	0.1698	0.0118
Máximo	0.094	0.187	0.0121
Media	0.05795	0.1317	0.01104
Desviación estándar	0.01512	0.04029	0.0008522
Media de error en desviación estándar	0.004366	0.01163	0.000246

La Tabla 4 muestra los valores máximos, medios y mínimos en relación a peso seco en las tres marcas comerciales de resina, siendo Z350, Neofil y Llis respectivamente, dando como resultado que Neofil ofrece mayor cantidad de biomasa, seguida de Z350 y finalmente Llis.

1.2.2 Gráfico de cuantiles para Peso Seco de *Candida albicans* en las resinas z350, Neofil y Lis

Figura 3

Cuantiles para peso seco



En la figura 3 se expresa la formación de cuantiles a partir de los datos, siguiendo un valor normal en sentido ascendente por lo que resulta en una aplicación de estadística paramétrica.

**1.2.3 Tabla de análisis de varianza de ANOVA para Peso Seco de *Candida albicans*****Tabla 5****Tabla de Varianza de Análisis de ANOVA para Peso Seco en la resina Z350, Neofil y Llis**

<b>Resumen de ANOVA</b>	
F	71.86
Valor P	<0.0001
Resumen de valor P	****
Diferencia significativa ( $P < 0.05$ )?	Si
R square	0.8133

La Tabla 5 muestra el análisis de varianza de ANOVA con el que se concluye la existencia de una varianza o diferencia significativa en la biomasa de la resina Z350, Neofil y Llis, por lo que tras este ajuste de sistema estadístico nos permite la confirmación de la hipótesis alternativa.

**1.2.4 Tabla de Comparación de Tukey aplicado a tres marcas de resina: Z350, Neofil y Llis enfocada en el Peso Seco de *Cándida Albicans***

**Tabla 6**

**Tabla de Comparaciones Múltiples de Tukey para Peso Seco en resinas Z350, Neofil y Llis**

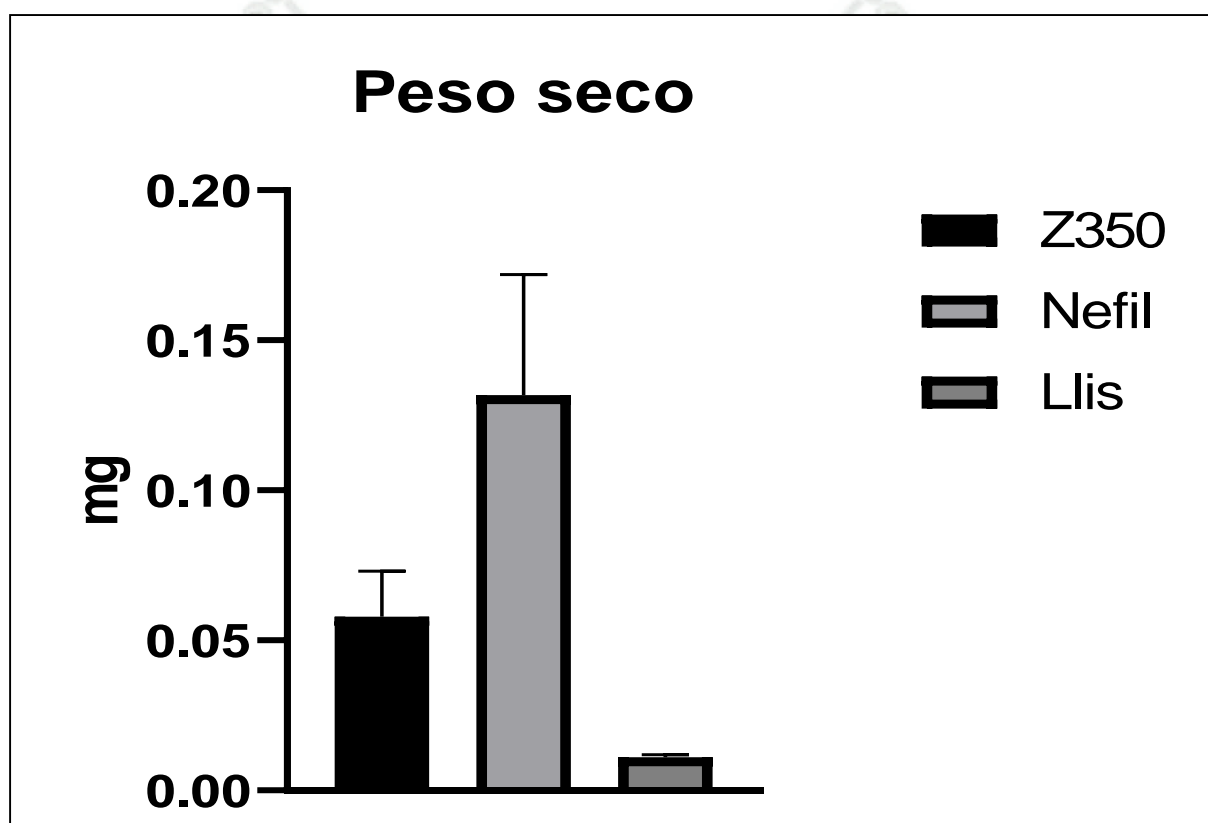
Tukey's múltiple comparisons test	Diferencia media.	95.00% CI de diff.	Es significativo ?	Resumen	Ajuste del valor P
Z350 vs. Nefil	-0.07373	-0.09863 to -0.04884	Si	****	<0.0001
Z350 vs. Llis	0.04691	0.02201 to 0.07180	Si	***	0.00t02
Neofil vs. Llis	0.1206	0.09575 to 0.1455	Si	****	<0.0001

En la tabla 6 se muestra la comparación múltiple de los valores de diferencia media en las tres resinas respecto a su biomasa, siendo los valores significativamente diferentes en todos los casos

1.2.5 Diagrama BoxPlot para Peso Seco de *cándida albicans* aplicado en tres marcas de resina: Z350, Neofil y Llis

Figura 4

Diagrama BoxPlot para Peso Seco de resina Z350, Neofil y Llis



La figura 4 de BoxPlot muestra de manera visual la diferencia de valores en la cantidad de biomasa, siendo mayor en la resina Neofil seguida de la Z350 y finalmente Llis

## DISCUSIÓN

El *Cándida albicans* es un hongo que vamos a poder encontrar de manera nativa en el cuerpo humano, es decir, constituye parte de la microbiota natural del cuerpo, es en virtud de que toda la superficie del cuerpo constituya un complejo ecosistema. Como parte de la inmunidad innata vamos a encontrar la instalación de microbiota, un conjunto, mejor dicho, un ecosistema que va a estar constituido por microorganismos que van a evitar que en las superficies corporales se acentúen microorganismos patógenos (16).

El mismo principio se aplica para la cavidad oral en el que vamos a encontrar todo un ecosistema constituido por microorganismos, donde dentro del mismo, se encuentran bacterias, hongos y demás microorganismos; la función general de esta microbiota natural es impedir la acentuación y colonización de microorganismos patógenos (13).

Dentro de la variedad de tipos de microorganismos, encontramos a los hongos, en especial el *Cándida albicans*; a este se le puede definir como un hongo oportunista que se va a encontrar en la cavidad oral de forma nativa, ubicándose en las superficies de la misma, este microorganismo se caracteriza por su capacidad dimórfica, es decir, tiene dos estadios evolutivos, el primero, el cual implica hacer referencia a un muy bajo nivel de virulencia, y es como mayormente se va a poder encontrar en un biofilm eubiotico, es decir, un biofilm que no está alterado, este estado es el levaduriforme (16).

En el estadio de levadura, se muestra como característica un potencial patogénico muy reducido ya que, al convivir con los demás microorganismos que van a formar parte del microbioma oral, se segregan sustancias auto inductoras de quorum, por esta razón, este estadio evolutivo, es muy poco virulento. Como su nombre lo indica, este estadio levaduriforme tiene como característica morfológica una forma redondeada (16).

En el estadio de levadura, el *Cándida albicans* no tiene la capacidad de producir enfermedades, sin embargo, debido a estímulos externos el hongo puede sufrir una transición de fase evolutiva, pasando de su estadio de levadura, a una forma filamentosa, es decir, la levadura se va a convertir en una pseudohifa o una hifa, dónde esa forma redondeada que era una característica del estadio antes mencionado se pierde y da lugar a una forma de huso, en el caso de la pseudohifa, y una forma mucho más alargada y fina para poder describir al estadio de hifa. Es en este estadio filamentoso dónde el hongo objeto de estudio va a tener un incrementado de manera considerable en su potencial patogénico, es decir, la capacidad que va a tener para poder

causar enfermedades (16).

El término biofilm dental, una actualización en la nomenclatura de lo que antes se llamaba placa bacteriana hace referencia a una serie de componentes bien establecidos dentro de una estructura; en primer lugar encontramos una capa de glucoproteínas que se va a formar sobre la superficie del esmalte a consecuencia del contacto de este último con la saliva; a esta estructura se le denomina película adquirida, y es el sustrato sobre el cual se va a llevar a cabo la colonización de las bacterias que se van a adherir a ésta por medio de cargas eléctricas, adhesinas o apéndice como son las fimbrias, por poner un ejemplo (11).

Es de esta manera que llegamos al segundo elemento que va a constituir el biofilm dental; la comunidad o conjunto de microorganismos, que abarca una gran cantidad de bacterias, hongos y demás microorganismos, estos van a colonizar la película adquirida, y de esta manera se pasan a establecer complejas relaciones entre estos mismos y la estructura antes mencionada por medio de mecanismos de agregación y coagregación, es decir, microorganismos que van a servir de anclaje para otros de la misma especie, así como también van a servir de anclaje para otros que son de distinta especie; todo esto se llevará a cabo en un complejo sistema de maduración del biofilm (11).

Los microorganismos antes mencionados son seres vivos que requieren cumplir las funciones fisiológicas básicas para poder subsistir y perpetuar su especie en el tiempo, es esto lo que va a determinar que vayan a tener necesariamente que llevar a cabo una función de nutrición y para complementarla de forma efectiva el tener que realizar una correcta eliminación de desechos metabólicos en forma de subproductos que van a quedar también constituyendo una parte del biofilm dental, de manera muy general los llamados exopolisacáridos, como por ejemplo el dextrano y otros compuestos extracelulares que van a quedar en suspensión en la matriz del biofilm (11).

La naturaleza de estos desechos metabólicos, es lo que va a determinar el potencial cariogénico que va a tener el biofilm dental, y es esto el aspecto determinante que va a producir alguna de las principales dos enfermedades de la cavidad oral; la caries o la enfermedad periodontal (11).

Es necesario recalcar que la enfermedad periodontal se produce principalmente por la eliminación y la posterior disolución dentro de la matriz del biofilm, de una serie de compuestos amoniacados que son el subproducto metabólico de las proteínas; lo que es muy diferente al medio que se requiere para poder generar las descalcificaciones que de manera posterior van a generar una lesión cavitatoria; esta es la principal característica de la caries, donde los

subproductos metabólicos que van a estar presentes en la matriz, van a ser derivados de la digestión de los carbohidratos, por lo que estamos frente a residuos de carácter ácido como por ejemplo, el ácido láctico, que va a generar una pérdida en la solución de continuidad del esmalte una vez haya entrado en contacto con este tejido y haya alterado el equilibrio ácido básico de su superficie, es así, que se producen las manchas blancas y amarillas para finalmente, concluir el proceso lesivo con la conformación de una cavidad (5).

Por mucho tiempo se creía que el único agente causal de la enfermedad caries era el *Streptococcus mutans*, ya que este va a generar el ácido láctico que es responsable de llevar a cabo la desmineralización y la posterior lesión cavitada en la superficie del esmalte del diente, los estudios posteriores demuestran que no solo es esta bacteria la que va a llevar a cabo el proceso lesivo, sino que es coadyuvado por otro tipo de bacterias y microorganismos en general, dentro de los cuales vamos a poder encontrar al *Streptococcus sabrinus* pero también microorganismos de distinta naturaleza como el hongo *Cándida albicans* (11).

La acidificación del biofilm por parte del *Cándida albicans*, se va a dar en una sucesión de procesos biológicos en los cuales se va a llevar a cabo la formación de una concentración de hidrogeniones dentro del cuerpo del hongo, de esta forma se produce la acidificación del medio intracelular del microorganismo. Desde un punto de vista biológico, se puede evidenciar en la naturaleza que cualquier organismo, que dentro de sí haya constituido un medio ácido está destinado a morir, por tal motivo, es que el hongo cuenta con una serie de proteínas que van a llevar a cabo la función de bomba; es decir van a encargarse de eliminar el contenido ácido de su medio intracelular hacia el exterior. Esta es la forma en la que el *Cándida albicans* también coadyuva a que se dé la acidificación del biofilm dental, como subproducto metabólico del hongo; este producto tiene naturaleza ácida, y va a tener contacto con la superficie del esmalte, por lo que se va a producir una desmineralización y la subsecuente lesión cavitada (18).

Es por esta razón que *Cándida albicans* también es considerado como un agente causal de la enfermedad caries, siendo el biofilm dental la causa de dicha enfermedad (11).

Cuando se hace un análisis de la enfermedad caries desde el enfoque de la odontología preventiva, es innegable la necesidad que se tiene de llevar a cabo un proceso de extrapolación en base a lo que es la historia natural de la enfermedad, como se sabe hablar de la historia natural es hablar del período prepatogénico, el período patogénico y finalmente el período de secuelas, y en el caso de la enfermedad objeto de estudio vamos a poder verificar que el período patogénico se va a llevar a cabo cuando una injuria genera la pérdida de solución de continuidad

en la superficie del esmalte lo que va a hacer que se acentúe el nivel de daño que va a sufrir la estructura debido a que ya existe una superficie de carácter retentivo que va a coadyuvar a la acumulación de mayor cantidad de biofilm, incluso influyendo en un cambio de microorganismos que va a estar presente en dicha estructura ya que aquí se llevará a cabo una sustitución de microorganismos en relación al tipo de metabolismo que estos van a presentar (5).

Es en el periodo de secuelas que vamos a poder encontrar la mayor trascendencia e importancia que tiene atender a esta enfermedad, ya que el órgano objeto pasivo de la lesión cariosa, nunca podrá rehabilitarse, esto en relación a los niveles de prevención que van a complementar las etapas de la historia natural de la enfermedad (5).

En cuanto a lo que corresponde al tratamiento específico de la caries, de manera muy general, vamos a decir que requiere de la obturación de la cavidad y posterior restauración, obviamente después se haya llevado a cabo todo el proceso de limpieza y eliminación del tejido desorganizado que forma parte de la lesión; a pesar de esto las propiedades físicas y químicas del material restaurador no son las mismas que la del esmalte dental, por lo cual esta restauración va a tener un plazo de caducidad donde las propiedades físicas y químicas del material antes mencionado comenzarán a desnaturalizarse y tendrá que llevarse a cabo un recambio, sin embargo, a pesar de todo, el enfoque del análisis debe centrarse en la pérdida de la solución de continuidad, ya que entre material restaurador y el tejido natural va a existir siempre una interfase, cuyo diámetro es micrométrico lo que por propiedades de fluidos; la propiedad de capilaridad, va a generar que dentro de esta interfase sea arrastrada el componente acuoso del biofilm y con ello también el componente biológico que contiene el mismo, de esta manera, potenciando el riesgo de aparición de recidivas (5).

A pesar de todos los avances tecnológicos en cuanto a la elaboración de los biomateriales se puede evidenciar que el favorecimiento de alguno de los principios activos responsables de las propiedades estéticas va a generar que esta sea una superficie atractiva para los microorganismos, es así que se va a dar una mayor consolidación y formación de biofilm, el mismo que va a tener el potencial de poder afectar la parte del órgano que aún no ha sido afectada por la enfermedad (5).

En el paper " Crecimiento de las hifas de *Cándida albicans* " según Peter E Sudbery en el año 2011 (24) el rol que tiene el *Cándida albicans* después de haber sido sometido a estímulos externos y sufrir metamorfosis para transicionar de su estadio de levadura al estado filamentoso

aumentando de esta manera su potencial patogénico, se describe también al detalle, como es que se va a llevar a cabo su rol de agente causal de la enfermedad caries por medio de la contribución al momento de darse la acidificación del biofilm, de esta manera contribuyendo directamente al desarrollo de la enfermedad antes mencionada, ya que se magnifican los efectos ácidos de los subproductos metabólicos ácidos de otras bacterias.

De la misma forma se describen los mecanismos que van a coadyuvar a que se lleve a cabo la progresión del estado de levadura al estado filamentoso, puesto que existe una serie de sustancias denominadas inductores que son determinantes de quórum y es esto es lo que va a convertir a los poco virulentos hongos en forma de levadura en hifas o pseudohifa, con lo que se magnifica su potencial patogénico, de la misma forma estas señales en forma de moléculas de quórum, van a ser también segregadas por otro tipo de bacterias con las que se mantiene un tipo de relación biológica.

En el segundo antecedente investigativo "El impacto de *Cándida albicans* en el desarrollo, la cinética, la estructura y la viabilidad celular de las biopelículas en las superficies de los implantes: un estudio in vitro con un modelo de biopelícula multiespecies validado" según Enrique Bravo, Marion Arce, Honorato Ribeiro-Vidal, David Herrera, Mariano Sanz en el año 2024 (25). se lleva a cabo un análisis en el cual se busca establecer la relación que existe entre el biofilm formado por el *Cándida albicans* y la proliferación de bacterias anaerobias.

Es necesario considerar que el biofilm que se forma sobre la superficie del diente, puede ser de dos clases, es supragingival, aquel que se va a acentuar sobre la superficie de la corona del diente, este es la causa de la enfermedad caries en la mayoría de casos. Por otra parte, vamos a encontrar un biofilm que se va a formar debajo del surco gingival, a este se le denomina biofilm subgingival, y está relacionado mayormente a desarrollo enfermedad periodontal, es decir, la afectación del sistema de soporte del diente.

Este estudio nos muestra que el hongo objeto de análisis no solo va a coadyuvar al desarrollo de la enfermedad caries sino también al desarrollo de la enfermedad periodontal, ya que se llevó a cabo un examen en el que se evaluó la biomasa que está presente en un biofilm subgingival tomando muestras de análisis a las 24, 48 y 72 horas. De esta manera, se pudo evidenciar que la biomasa bacteriana que se formó como consecuencia de un biofilm constituido por el *Cándida albicans* fue considerablemente alto; tiene una gran densidad biológica que está constituida por bacterias de carácter anaerobio gram positivo y gram negativo, como es el caso de aquellas que forman parte del complejo rojo de Socransky, patógenos que van a ser causantes

directos de la periodontitis, así como también bacterias del complejo naranja cómo son el *Fusobacterium nucleatum*, cuya principal característica es la de servir de nexo o puente entre los colonizadores secundarios y los colonizadores primarios debido a sus capacidades de poder llevar a cabo procesos de coagregación bacteriana.

En mi tercer antecedente investigativo “Compuestos de resina: estado del arte” según Jack L. Ferracane en el año 2010 (26), de la revisión bibliográfica para poder determinar estado actual de los biomateriales utilizados en restauraciones adhesivas, se establece como los puntos más importantes del paper que no existe un biomaterial ideal ya que cómo se dijo en párrafos anteriores, siempre va a quedar una interfaz bien marcada entre el tejido natural y el material restaurador, de la misma forma los principios activos que se van a utilizar para que el material pueda cumplir con sus propiedades mecánicas, ópticas y demás; pero muchas veces son los principios responsables de estos atributos los que van a constituir un medio atractivo para que los microorganismos puedan acentuarse y puedan establecer un microambiente donde se va a llevar a cabo la formación del biofilm, y sirviéndose de la interface entre el material restaurador y el tejido dentario, se podrán desarrollar enfermedades infecciosas como la caries.

En mi cuarto antecedente investigativo " Efectos de las propiedades superficiales de los materiales restauradores a base de polímeros sobre la adhesión temprana de *Streptococcus mutans* in vitro" según Chongyang Yuan, Xiaoyan Wang, Xuejun Gao, Feng Chen, Xinjie Liangc, Dehui en el año 2016 (33), se plantea que las fases de la adhesión *Streptococcus mutans* sobre las superficies de materiales de restauración se da en virtud de la hidrofobicidad del material, es decir, la capacidad para tener repulsión por el agua, dicha hidrofobicidad en razón del estado físico de la materia, es decir un sistema sólido, en el que los átomos tienen una elevada fuerza de cohesión, dentro de la composición de la resina el apartado sólido se encuentra en el relleno inorgánico, siendo muy posible que este sea el factor predisponente para la adherencia de la bacteria y la posterior formación del biofilm.

De esta manera se puede hacer un proceso de extrapolación a lo que ocurre con *Cándida albicans*, que se ve atraído por la hidrofobicidad del esmalte para posteriormente a través de proteínas de unión como las adhesinas, fijarse de manera irreversible en dicha superficie y dar inicio a la formación del biofilm dental.

Después de haber desarrollado todos los parámetros que corresponden al planteamiento teórico y el planteamiento operacional pude obtener como resultado, que de la comparación de las tres marcas comerciales de resinas, con el enfoque de poder determinar la cantidad de biopelícula

que sobre esta superficie artificial se va a poder formar, y por medio de la aplicación de la técnica de valoración por medio de medición del peso seco de biomasa, las tres resinas ofrecen condiciones favorables para el establecimiento y ulterior multiplicación de UFC de *Cándida albicans*.

El peso seco es un procedimiento en el cual se lleva a cabo una medición de la masa libre de agua que va a existir en una estructura, y la variable del agua o de líquido se va a tener que eliminar ya que este es un elemento que va a variar en proporciones entre uno y otro individuo, que van a formar parte de comunidad.

De manera muy general, se elaboró 12 discos de resina de la marca comercial Neofil, Llis y Z350, posteriormente se procedió a llevar a cabo el peso de cada uno los discos, para de esta manera determinar el peso inicial; después se le dio el tratamiento biológico para que sobre los discos pueda llevar a cabo el inoculo correspondiente de *Cándida albicans*, y poder evaluar la cantidad de colonias que establecieron en su superficie; finalmente, se llevó a cabo la desecación de las mismas y se procedió a hallar la diferencia entre peso inicial y el peso final.

Habiendo descrito la metodología a muy grandes rasgos, se pudo llegar a las conclusiones que se van a dividir en dos aspectos:

- Las unidades formadoras de colonias.
- El peso seco.

EL primer aspecto, las unidades formadoras de colonias, implican todas las condiciones que permiten que se produzca la acentuación de los hongos en suspensión por medio de mecanismos de adherencia, para que después comience la proliferación de las colonias gracias a las condiciones ideales que ofrece el material restaurado para que esto ocurra.

Después de haber llevado a cabo el procesamiento de los datos por medios estadísticos, se pudo determinar qué existe una significativa diferencia entre las resinas Z350 y Llis con respecto de la resina Neofil, ya que es en esta última dónde se obtiene el valor medio de 106 UFC que resulta mayor en comparación a Z350 y Llis que resultan en 100 y 102 UFC respectivamente; este valor marcadamente diferencial en comparación a las dos resinas antes mencionadas, genera una mayor predisposición para la acentuación y la formación de colonias del hongo objeto de estudio; en cambio la resina de marca Llis ofrece condiciones significativamente menores en comparación a la resina Neofil para favorecer la formación de colonias del hongo, aun así las condiciones que ofrece son mucho más favorables que las establecidas por la resina Z350. En este caso, la comparación entre la resina Llis y la Z350, no ofrece una diferencia muy

notable y se establece básicamente en un punto, pero la diferencia que existe entre la resina Llis y la Neofil sí es significativamente marcada.

Pero, cómo se dan estas diferencias, para poder llegar a la conclusión establecida párrafos arriba, se tuvo que llevar a cabo un razonamiento en base a los indicadores numéricos que obtuve en mis resultados; primeramente, determinar la unidad vectorial de mis unidades de estudio y ésta expresarla en relación a una estadística paramétrica o no paramétrica; como se muestra en el gráfico 1. Los datos que se ordenaron en base a cuantiles, siguen el trayecto de la normal en forma ascendente, es decir, todos los valores obedecen un parámetro y son procesados en base a el acercamiento o la lejanía de este, por lo tanto, el procesamiento de datos en este estudio corresponde a una estadística de corte paramétrico.

Es así que se ordenan los datos en base a criterios máximos, medios y mínimos tomando como referencia los percentiles al 25% y al 75%, como es plasmado en la tabla número 1.

Para poder validar la estadística aplicada y poder procesar los datos que se han obtenido de mi experimentación, es necesario hacer un estudio de varianza, para este caso, se eligió el estudio de varianza de ANOVA de la que se extrae los datos arrojados por el valor P, en cuanto a la valoración de la hipótesis, nos muestra el carácter significativo del mismo desde un punto de vista estadístico; lo que influye directamente en el coeficiente de determinación para poder llevar a cabo la comprobación de la hipótesis, ya que el valor de  $R^2$  es de 0.62, un valor que indica un buen ajuste de los datos, esto se muestra en la tabla 2; en la misma también se muestra un valor de 27.4 para el Valor P, lo que indica una variabilidad moderada en las medidas de las unidades de estudio, de la misma forma, en la misma tabla el valor P se confirma la validación de la hipótesis nula, por lo que se concluye en la existencia de diferencias significativas en las medidas de las unidades de estudio que son objeto de análisis, esto plasmado en la Tabla 2.

Lo que se describió párrafos anteriores, se puede analizar con más claridad en la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, donde se hace un contraste de los valores correspondientes a las tres resinas, en donde la diferencia es bien marcada a comparación de la que se hace entre Z350 vs. Neofil y Neofil vs. Llis, pero esta deja de serlo cuando la comparación se hace entre Z350 vs. Llis, lo que en cifras, y para una mejor comprensión significa que las diferencias medias son de -6.833, 5 y -1.833 después de haber llevado a cabo los ajustes correspondientes, todo ello se muestra en la tabla 3. Es así, que se puede establecer la diferencia significativa que existe entre la resina Neofil, con respecto a la resina Z350 y Llis; no siendo de aplicación la premisa establecida en el caso anterior para el resultado de la comparación de valores entre la

resina Llis y Z350.

Pero tenerlo claro tenemos que hablar de números, para ello tomaremos el valor medio de la agrupación de datos en percentiles al 75%, en la que encontramos un valor de 108.8 para la resina Neofil, un valor que definitivamente es mucho mayor a los 100 de la resina Z350 y 102 de la resina Llis; la misma premisa se extenderá en aplicación a los valores máximos y mínimos como se observa en la tabla 1. Por estas razones, es que se puede establecer un orden decreciente, en virtud a las condiciones biológicas favorables que ofrecen las resinas para el establecimiento y proliferación de UFC, que sería el siguiente: Neofil, Llis y Z350, esto se puede analizar con mayor precisión y claridad en el grafico 2, donde, además, se vuelve más evidente la diferencia significativa, que existe entre la resina Neofil y las resinas Llis y Z350.

El segundo aspecto, sería el peso seco, en este se evalúa la biomasa que efectivamente se encuentra adherida al material restaurador. Es decir, que el peso seco, se obedece a un criterio muy similar a la que se obtuvo para las unidades formadoras de colonias, siendo la resina Neofil la que evidencia una mayor cantidad de peso por la masa que alberga, seguida de la resina Z350 y finalmente la resina Llis.

Al realizar el análisis de mis resultados concluí, primeramente que al igual que en el parámetro referido a las UFC para poder llevar acabo la validación del tipo de estadística que se va a aplicar era sumamente necesario de la información mostrada en el apartado gráfico, ya que, en este vemos la agrupación de unidades de estudio en grupos y cuantiles que se van a ubicar de manera creciente, obedeciendo a un criterio de normalidad con relativa homogeneidad, al seguir este parámetro es válido poder afirmar que estamos frente a un estudio estadístico paramétrico, puesto que los datos no se alejan de la normal.

La validación, para este apartado de peso seco, nos lleva a analizar nuevamente el  $R^2$ , el valor P y el factor F para poder determinar la significancia de los valores del estudio realizado y comprobar la validación de la hipótesis propuesta; es así como se observa en la tabla 6, en lo que corresponde al factor F, el valor que se muestra es 71.86, un valor mayor al mostrado al momento de realizar el análisis de varianza de ANOVA en el criterio de UFC, en la tabla 2; por lo que en este criterio de peso seco vamos a evidenciar una mayor diferencia significativa en los datos comparativos respecto de las tres resinas tratadas en relación al parámetro antes mencionado.

En lo referido al  $R^2$ , el valor de confiabilidad del estudio estadístico, mejoró en este parámetro, ya que el valor 0.8133 resultante es constate, lo que indica un buen ajuste de los datos y esto

implica que cuando hablemos del valor P, la información analizada sea trascendente para poder validar la hipótesis que se ha propuesto en mi presente tesis como se observa en la tabla 5.

Los argumentos expuestos se complementan en el análisis de comparación múltiple de Tukey realizado, donde se obtienen los siguientes valores de diferencia media  $-0.07373$ ,  $0.04691$  y  $0.1206$  para los contrastes en los valores de las comparaciones entre las tres resinas Z350 vs. Neofil, Z350 vs. Llis y Neofil vs. Llis respectivamente, lo que se plasma en la tabla 6; de esta forma materializando una significativa diferencia en los valores obtenidos para las tres resinas en lo relacionado al peso seco.

En la tabla 4 se puede tener una visión más clara, al contrastar valores máximos, medios y mínimos en razón de los percentiles al 25% y 75%, en donde la premisa que se cumple es la misma para todos los casos, por ejemplo, tomamos como referencia la media de percentil al 25%, en este caso para la resina Neofil, Z350 y Llis les corresponden los valores de  $0.1387$ ,  $0.0524$  y  $0.0113$  respectivamente, con ello sería correcto afirmar que en orden decreciente, la mayor cantidad de biomasa estará concentrada en la superficie de la resina Neofil seguida de la Z350 y por último la resina Llis. Este resultado se evidencia aún mejor en el diagrama contenido en el gráfico 4, donde esta muestra de manera más visual lo antes establecido en el diagrama BoxPlot.

Las diferencias que se van a plasmar, tanto en la formación de colonias como en el peso seco, radica en la naturaleza de los principios activos que van a constituir la estructura de la resina, así pues vamos a encontrar que aquellas que van a tener una mayor calidad de estos al momento de poder expresar sus propiedades de carácter óptico y mecánico; también van a establecer una mayor afinidad para que sobre estos pueda darse el establecimiento de los microorganismos de manera favorable a pesar de ser una superficie artificial.

De la misma forma, las marcas que muestran un desempeño menor en cuanto a los parámetros antes indicados, también obedecen a una menor preferencia por parte de los microorganismos para poder acentuarse sobre éstas y establecer sus colonias que darán lugar a la formación del biofilm dental.

Finalmente, en cuanto a los criterios establecidos por mis antecedentes investigativos, vamos a poder concluir que se da la existencia de una relación directa entre el biomaterial y la formación del biofilm según Jack L. Ferracane en el año 2010 y posteriormente replanteado por Chongyang Yuan en el año 2016 (26), el mismo que no sólo va a desencadenar la enfermedad de caries por medio de la formación de dicha estructura y su posterior acidificación, el biofilm

supra gingival; sino que también va coadyuvar a que se pueda desarrollar y progresar la enfermedad periodontal ya que este hongo va a generar que se forme el biofilm subgingival y por ende, va a producir una mayor concentración de bacterias de carácter anaerobio, como por ejemplo, *Porphyromonas gingivalis* que es una de las principales bacterias que están implicadas en el desarrollo y la progresión de la enfermedad antes mencionada.

Asimismo, se puede llegar a establecer que las investigaciones se centran en desarrollar un biomaterial que cumpla con las características mecánicas y estéticas para poder llevar a cabo el tratamiento restaurador, según Jack L. Ferracane en el año 2010 (26) en los dientes que han sido objeto de afectación de caries, esto conduce a que la predisposición de los principios activos sea dirigida a poder generar que estos cumplan correctamente sus funciones estéticas y mecánicas, sin embargo, se deja de lado la parte biológica, y es esta inobservancia la que permite que sobre esta superficie artificial se pueda formar un mayor índice de colonias y como consecuencia va a generar una mayor cantidad de biofilm, y por consiguiente se dará la afectación de la parte del órgano que aún no ha sido dañada, constituyendo un factor de riesgo para el desarrollo de nuevas lesiones o lesiones recidivantes de caries, tal y como afirma Chongyang Yuan en el año 2016 (26).

Cuando analizamos la estructura de las reinas en el apartado de mi marco teórico o marco conceptual así como mis antecedentes investigativos, podemos evidenciar la relación directa que existe entre los componentes del composite con las propiedades que este va a tener al momento de ser aplicado, con el ánimo de poder simplificar un poco el amplio espectro de estudio que implica un análisis de esta naturaleza, se puede dividir la estructura de la resina en dos grandes componentes, la matriz orgánica y el relleno inorgánico, una clasificación aplicable para cualquier composite dental o resina compuesta.

Son los avances tecnológicos los que determinaron la evolución del relleno inorgánico, pasando de macro partículas a micro partículas y lo vigente, las nano partículas, nanocluster, hablamos de materiales cristalinos con una precisión atómica responsables de propiedades ópticas, eléctricas, químicas y mecánicas. Son estos nanocluster los responsables de darle a la resina las propiedades que la caracteriza desde un punto de vista funcional y también estético, esta es la razón de que dicho componente se encuentre protegido por la legislación que forma parte de las competencias del derecho informático, los derechos de propiedad industrial.

Pero qué relación tiene los nanocluster con la formación y viabilidad con el biofilm, la relación es directa lo que diferencia a una marca y otro es el uso de distintos tipos de relleno inorgánico,

al ser distintos materiales, tendrán también distintas propiedades eléctricas, químicas, mecánicas y ópticas; dicho esto, analicemos aquellas propiedades directamente relacionadas a la formación del biofilm, las propiedades eléctricas y químicas.

El componente inorgánico de relleno la resina Neofil se distingue por tener un carácter más eléctricamente activo, y si tomamos en cuenta que *Cándida albicans* se sirve de cargas eléctricas y adhesinas para poder adherirse a una superficie, tenemos entonces, el gran potencial para establecer las UFC, además, al ser un material sintético, no existirá una solución de continuidad con el esmalte, ya sea por la existencia de una interfaz de materiales y que la resina tendrá superficies manométricamente irregulares que permitan una mayor formación de biofilm.

Estas condiciones se dan en la resina Llis y Z350, pero en menor medida, debido al comportamiento de su relleno inorgánico, que eléctricamente es más estable que el de la resina Neofil.

Por esta razón es que los resultados de mi investigación, y los resultados que se han obtenido tras haber desarrollado mis antecedentes investigativos son de carácter complementario, ya que se puede poner en evidencia que la composición química de los biomateriales va a determinar también la cantidad de biofilm que se va a formar sobre éste.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA.-** Se pudo determinar que si se da la producción de biofilm en la resina dental Z350 debido a que constituye una superficie idónea para el establecimiento de colonias de *Cándida albicans* debido a su composición química.

**SEGUNDA.-** Se pudo demostrar que la superficie de la resina Neofil ofrece las condiciones ideales para que sobre esta se puedan acentuar grupos del hongo *Cándida albicans* y sobre esta puedan establecerse y llevar a cabo la formación de un biofilm habitado por colonias.

**TERCERA.-** Se pudo evidenciar que sobre la resina Llis, es viable la formación de biofilm por parte del *Cándida albicans*, debido a las condiciones biológicas que dicho material restaurador ofrece.

**CUARTA.-** Si bien todas las resinas objeto de estudio, ofrecen condiciones biológicas ideales para la supervivencia y la formación de biofilm por parte del *Cándida albicans*, no todos los materiales permitirán que se formen la misma cantidad de biofilm, estas diferencias se ven marcadas en relación a los componentes que constituyen la estructura del material, siendo la resina Neofil, la que permite la mayor cantidad de formación de biofilm seguida de la resina Llis y por último la Z350.

Resultados similares se obtiene al evaluar el peso seco, con la diferencia que la mayor cantidad de masa biológica la tendremos en la resina Llis y no en la resina Z350, invirtiéndose la posición respecto de las Unidades formadoras de colonias; esta diferencia también se sustenta en la composición química de las resinas.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA.-** Se sugiere hacer un mayor realce del tratamiento preventivo, ya que un diente con una lesión cariosa, es un diente que tendrá la lesión para siempre, ya que por más ingeniería que se pueda destinar a la elaboración de un biomaterial restaurador, siempre existirá una variación en la composición química del mismo respecto del esmalte, lo que genera un mayor potencial para la formación de biofilm; por otra parte, siempre existirá la interfase, diente-material restaurador que es otro factor determinante para la aparición de nuevas lesiones infecciosas o la recidiva de las ya tratadas.

**SEGUNDA.-** Hacer énfasis en el estudio de los agentes causales de las principales enfermedades orales, para poder establecer un pronóstico y tratamiento asertivo.

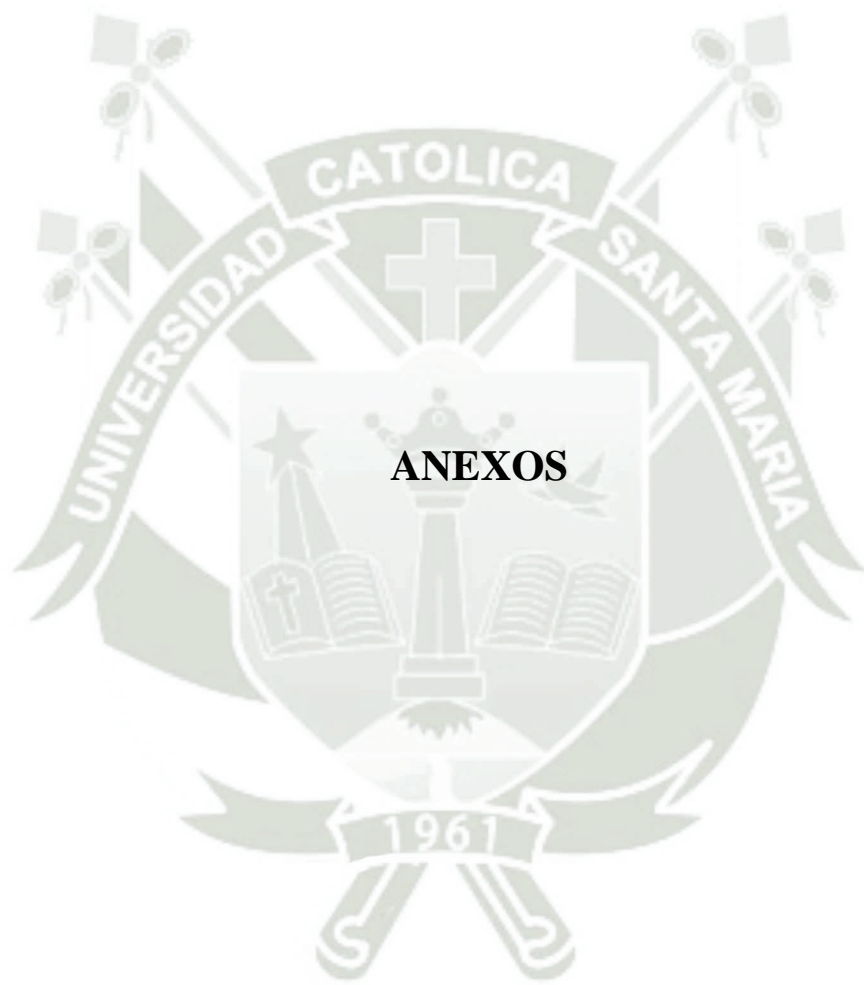
**TERCERA.-** Por último, se sugiere, en el proceso de investigación para el desarrollo de biomateriales, profundizar en el estudio bioquímico de los procesos que tienen los microorganismos para poder adherirse en la estructura artificial, ya que la causa de las principales enfermedades orales es el biofilm dental, la misma que alberga a los agentes causales de las antes mencionadas.

**REFERENCIAS**

1. Sudbery, P. E. (2011). Crecimiento de las hifas de *Candida albicans*. *Reseñas de la naturaleza Microbiología*, 79(3), 1072-1081.
2. López-Ribot, J. L. (2005). Biopelículas de *Candida albicans*: más que filamentación. *Current Biology*, 8(4), 509-514.
3. Rodrigo, L. R. (16 de 08 de 2024). *Repositorio UCSM*. Obtenido de Repositorio UCSM: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2584a2a5-e6f6-4ad6-93d5-6a0fa093141e/content>
4. Ferracane, J. L. (2011). Compuesto de resina: última generación. *Materiales dentales*, 27(1), 29- 38.
5. Patrícia Valéria Manozzo Kunz, L. M. (2022). ¿Es similar el rendimiento clínico de las restauraciones de resina compuesta en dientes posteriores si se restauran con técnicas de relleno incremental o masivo? Una revisión sistemática y un metanálisis. *Investigación clínica oral*, 26(3):2281-2297.
6. Perfil técnico del producto 3M Filtek Z350 XT. (s.f.). Obtenido de <https://multimedia.3m.com/mws/media/7251770/tpp-filtek-z350-xt.pdf>
7. KERR. (2014). Catálogo de Perfil Tecnico. *Kerr*, 6.
8. L St-Pierre, C. M. (2019). Influencia de los sistemas de pulido en la rugosidad superficial de las resinas compuestas: Pulibilidad de las resinas compuestas. *Odontología Operatoria*, 44(3): E122-E132.
9. Perfil técnico Llis. (s.f.). Obtenido de Perfil técnico Llis: [https://dentallatina.com.uy/articulos/material/Perfil%20Llis\\_espanhol.pdf](https://dentallatina.com.uy/articulos/material/Perfil%20Llis_espanhol.pdf)
10. G O'Toole, H. K. (2000). Formación de biopelículas como desarrollo microbiano. *Revista anual de microbiología*, 54:49-79.
11. Jeremy, V. C. (2024). Análisis de expresión por aproximación proteómica de marcadores. *Repositorio UCSM*, 119.
12. Dewhirst, F. E., Chen, T., Izard, J., Paster, B. J., Tanner, A. C. R., Yu, W. H., ... &

- Wade, W. G. (2010). The human oral microbiome. *Journal of Bacteriology*, 192(19), 5002–5017.
13. Perea, E. J. (2005). [Microbiología oral en la era de la genómica y la proteómica]. *Clínica de microbiología de enfermedades infecciosas*, 23(3):113-5.
  14. M. Kilian, C. d. (2016). The oral microbiome - an update for oral healthcare professionals. *British Dental Journal*, 221(10):657-666.
  15. W. Krzyściak, U. J. (2014). La virulencia de *Streptococcus mutans* y la capacidad de formar biopelículas. *revista europea de microbiología clínica y enfermedades infecciosas*, 33(4):499-515.
  16. X H Lyu, K. W. (2021). [Research progress of the relationship between *Candida albicans* and dental caries]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*, 56(5):491-496.
  17. Anthony A. Nash, R. G. (2015). *Mims' Pathogenesis of Infectious Disease*. 6th edition.
  18. Natalia De La Calle Rodríguez, C. S. (2012). Factores de virulencia para la infección de tejidos queratinizados por *Candida albicans* y hongos dermatofitos. *CES Medicina*, 26 (1).
  19. Samaranayake, L. P. (2009). *Essential Microbiology for Dentistry* (4th ed.). Churchill Livingstone.
  20. Maria Contaldo, D. D. (2023). Oral Candidiasis and Novel Therapeutic Strategies: Antifungals, Phytotherapy, Probiotics, and Photodynamic Therapy. *Current Drug Delivery*, 20(5):441-456
  21. López, R. (2024). Repositorio UCSM. Obtenido de file:///D:/BRI%20TESIS/64.3420.O.pd
  22. Solano C, Echeverz M, Lasa I. Biofilm dispersion and quorum sensing. *Curr Opin Microbiol*. 2014;18:96-104.
  23. Zhou J, Li M, Chen Q, Li X, Chen L, Dong Z, et al. Programmable probiotics modulate inflammation and gut microbiota for inflammatory bowel disease treatment after effective oral delivery. *Nat Commun*. 2022;13(1):3432.

24. Sudbery PE. Growth of *Candida albicans* hyphae. *Nat Rev Microbiol*. 2011;9(10):737-48.
25. Bravo E, Arce M, Ribeiro-Vidal H, Herrera D, Sanz M. The Impact of *Candida albicans* in the Development, Kinetics, Structure, and Cell Viability of Biofilms on Implant Surfaces-An In Vitro Study with a Validated Multispecies Biofilm Model. *Int J Mol Sci*. 2024;25(6).
26. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater*. 2011;27(1):29-38.
27. Heboyan A, Vardanyan A, Karobari MI, Marya A, Avagyan T, Tebyaniyan H, et al. Dental Luting Cements: An Updated Comprehensive Review. *Molecules*. 2023;28(4).
28. Pourhajibagher M, Ghorbanzadeh R, Bahador A. Antimicrobial properties of acrylic resins doped with *Undaria pinnatifida* exposed to light-emitting diode: In silico and in vitro assessments on multispecies biofilm-producing microbiota. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2019;27:210-5.
29. Zheng DW, Deng WW, Song WF, Wu CC, Liu J, Hong S, et al. Biomaterial-mediated modulation of oral microbiota synergizes with PD-1 blockade in mice with oral squamous cell carcinoma. *Nat Biomed Eng*. 2022;6(1):32-43.
30. Li Y, Liu M, Xue M, Kang Y, Liu D, Wen Y, et al. Engineered Biomaterials Trigger Remineralization and Antimicrobial Effects for Dental Caries Restoration. *Molecules*. 2023;28(17).
31. Koley D. Electrochemical sensors for oral biofilm-biomaterials interface characterization: A review. *Mol Oral Microbiol*. 2022;37(6):292-8.
32. Hattori S. [(1)Biostatistics]. *No Shinkei Geka*. 2020;48(1):79-89.
33. Chongyang Yuan, Xiaoyan Wang, Xuejun Gao, Feng Chen, Xinjie Liang, Dehui; Effects of surface properties of polymer-based restorative materials on early adhesion of *Streptococcus mutans* in vitro 2016



**Anexo 1.****Tabulación de datos obtenidos**

Z350	Neofil	Llis
100	109	102
98	112	103
98	104	99
101	104	102
100	106	100
99	103	99
98	112	105
100	104	103
99	107	99
100	106	103
102	102	102
100	108	100

**Anexo 2.****Tabulación de datos obtenidos en percentiles**

Z350	Nefil	Llis
0.077	0.0644	0.0121
0.0413	0.147	0.0114
0.0698	0.1526	0.0113
0.094	0.1143	0.0119
0.0476	0.0882	0.0113
0.0526	0.0998	0.0111
0.0464	0.0906	0.0115
0.0522	0.1835	0.0105
0.0514	0.187	0.0119
0.0489	0.1388	0.0102
0.059	0.1755	0.0095
0.0552	0.1385	0.0098

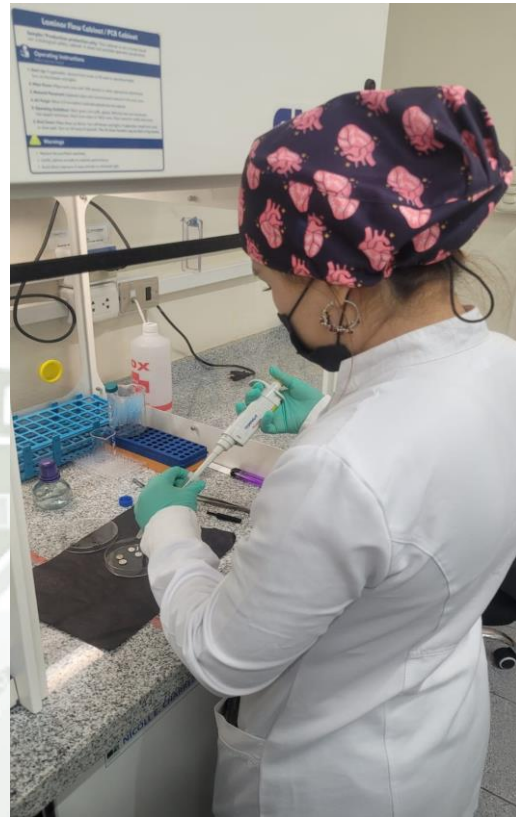
**Anexo 3.**  
**Evidencia Fotográfica**

**Figura 5**  
**Registro de peso inicial de los discos**

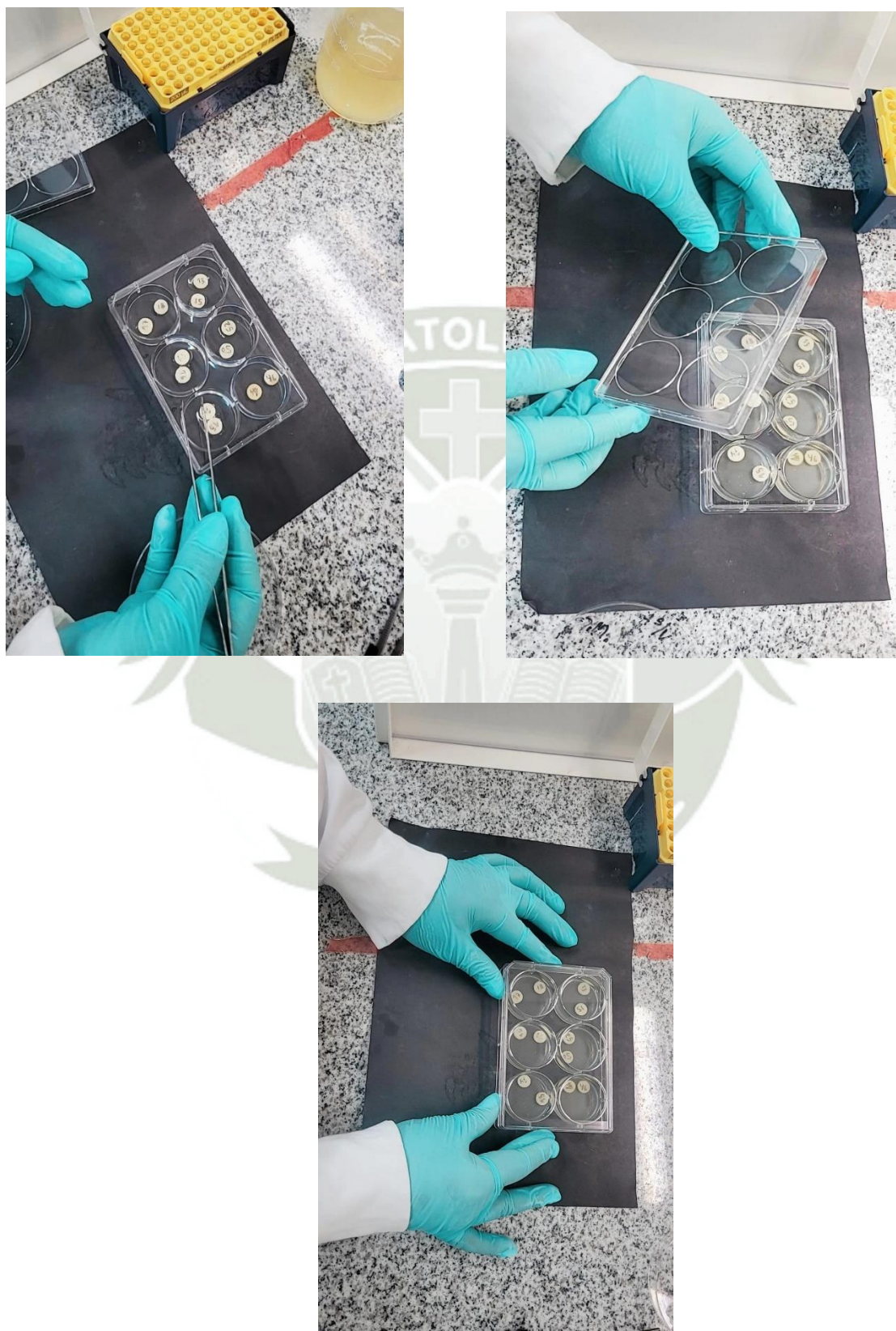


Figura 6

Aplicación del inocular de *Cándida albicans*



**Figura 7**  
**Agrupación para incubación**



**Figura 8**  
**Incubación**



**Figura 9**  
**Retiro de discos de la incubadora**



**Figura 10**  
**Registro de Peso seco**

