

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



**Estudio de la Influencia de los ionómeros de vidrio Ketac Molar,
Vitrebond y Voco en la viabilidad y producción de biofilm
de *Candida albicans*, Arequipa, 2025**

Tesis presentada por la Bachiller:

Llacho Mamani, Brigitte Keissy

ORCID: 0009-0007-6679-0964

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: 015186-C-EPO-2025

Visto el borrador del expediente 015186, presentado por:

2019602622 - LLACHO MAMANI BRIGITTE KEISSY

Titulado:

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LOS IONÓMEROS DE VIDRIO KETAC MOLAR, VITREBOND Y VOCO EN LA VIABILIDAD Y PRODUCCIÓN DE BIOFILM DE CANDIDA ALBICANS, AREQUIPA, 2025

Nuestro dictamen es:

APROBADO

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

CIRUJANO DENTISTA

**06292199 - DE LOS RIOS FERNANDEZ ENRIQUE MANUEL
DICTAMINADOR**



**30862017 - FIGUEROA BANDA RUFO ALBERTO
DICTAMINADOR**



**44601950 - ALVARADO GOMEZ ALBERTO ARMANDO
DICTAMINADOR**



Estudio de la Influencia de los ionómeros de vidrio Ketac Molar, Vitrebond y Voco en la viabilidad y producción de biofilm de Candida albicans, Arequipa, 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	biomed.reviewer.ly Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unid.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
5	kar.kent.ac.uk Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Adtalem Global Education Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1%
8	Tavan Al Zangana, Nozimjon Tuygunov, Noor Azlin Yahya, Azwatee Abdul Aziz. "The impact of resin coatings on the properties and performance of glass ionomer cements: A systematic review", Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 2025 Publicación	<1%

DEDICATORIA

*A **Dios** por haberme guiado a lo largo de mi carrera profesional, por haberme iluminado en todo este proceso de mi investigación. Así mismo me haya permitido llegar hasta este punto, por haberme enseñado y demostrado que soy capaz de muchas cosas, por la gran fortaleza y valentía que me da siempre para poder cumplir mis metas y vencer los obstáculos que se me cruzan en el camino, por brindarme una vida llena de experiencias, aprendizajes, oportunidades pero sobre todo felicidad.*

*A mi querido abuelito **Leoncio** en tu memoria. Aunque no estés aquí conmigo, tu amor, cariño y tus enseñanzas siempre están presentes en mi corazón y en cada gran paso que doy, sé que desde el cielo estarás orgulloso de lo que estoy logrando.*

*A mis papitos **Oscar y Francis**, que han sido una pieza clave en todo este proceso, gracias por su amor infinito y su valentía, porque sin el apoyo incondicional de ellos no hubiera podido lograr todo esto, por ser mi mayor fortaleza y fuente de perseverancia, por no dudar nunca de mí, por siempre acompañarme y apoyarme a lo largo de mi carrera profesional y personal, por demostrarme que soy capaz de muchas cosas. Estoy muy agradecida de tenerlos, ustedes han sido mi fuente de inspiración y de enseñanza. Este logro más que mío es de ustedes.*

*A mi hermana **Katherine** por ser mi mayor inspiración, mi cómplice, mi soporte y mi orgullo, por estar conmigo en cada una de las etapas de este largo camino, por tus consejos, tus enseñanzas, por ser mi luz al final del túnel.*

*A mi hermano **Jefry**, por el amor y apoyo infinito que siempre me das, me siento orgullosa el gran ser humano que eres, por tus bonitas palabras de aliento y siempre estar conmigo.*

A mis docentes que fueron pieza fundamental a lo largo de mi carrera, que me compartieron sus conocimientos y me ayudaron a crecer profesionalmente.

A mis seres queridos y amigos que siempre estuvieron para mí, apoyándome y con sus palabras de aliento.

A cada una de las personas que fueron parte de este logro y me apoyaron en este largo camino de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

El poder finalizar esta tesis fue un proceso largo y con ciertas dificultades, pero cada vez iba llegando a la meta, para mí es un placer poder culminar esta tesis, y con esto culminó una de las etapas más importantes en mi vida que me hace crecer profesionalmente, esto es el inicio de muchas oportunidades en mi vida profesional como personal. Es necesario poder detenerme a agradecer a todas las personas que fueron parte de este proceso.

Principalmente quiero agradecer a Dios por permitirme obtener este logro tan satisfactorio, por ser mi inspiración, brindarme mucha sabiduría y paciencia en todo este proceso, por guiarme en todo este camino.

A mi familia, mis padres y hermanos que ellos fueron una pieza fundamental en todo este proceso, gracias por nunca dudar de mí, por enseñarme el valor de la constancia y el esfuerzo, por enseñarme que el rendirse no es una opción, por su amor y apoyo incondicional que ha sido esencial en toda mi carrera profesional y en mi vida personal, por estar conmigo en cada logro e incluso en los momentos más complicados, soy muy afortunada de tenerlos.

A mis asesores y docentes por haberme compartido sus conocimientos y experiencias a lo largo de mi carrera profesional, por la guía y ayuda que tuvieron con buena voluntad, con paciencia, por el apoyo en todo el proceso de esta investigación.

A mis dictaminadores por su ayuda, su tiempo y paciencia.

A todas las personas que fueron parte de esto proceso, por su motivación y compañía en esta etapa de vida académica.

RESUMEN

La estructura histológica del diente, hace un contraste con las funciones que el órgano va a cumplir dentro de la cavidad oral, es así que la dentina, debido a su estructura química menos mineralizada que la del esmalte, además de su disposición espacial porosa, por la presencia de los túbulos dentinarios en cuyo interior se encuentran las fibras de Tomes, permiten la disipación de tensiones producidas por las fuerzas oclusales.

En el presente trabajo se realizará una comparación de tres marcas comerciales de ionómero, que se utiliza para sustituir la función de la dentina en un tratamiento restaurador, respecto de la viabilidad para la acentuación y establecimiento de unidades formadoras de colonias de *Candida albicans* en el biofilm dental utilizando la técnica de peso seco para comparar la cantidad de biomasa en los discos de estudio.

Es de esta manera que no solo se pudo determinar la producción y viabilidad del biofilm producido por *Candida albicans* sobre las superficies de los ionómeros, si no también que la cantidad de biofilm que se formó sobre la superficie de los tres ionómeros es diferente.

Bajo las limitaciones del presente estudio se pudo determinar una mayor cantidad de unidades formadoras de colonias en el ionómero de marca Ketac seguida de la marca 3M y finalmente Voco; esto en razón del tipo de adhesión del hongo y también de la naturaleza del relleno inorgánico del biomaterial; sin embargo, cuando se determinó la biomasa, por medio del estudio del peso seco, presente en los discos de ionómero, la mayor cantidad de la misma se encontró en la marca Ketac, seguido de Voco y finalmente 3M.

Palabras Clave: Ionómero, biofilm, *Candida albicans*

ABSTRACT

The histological structure of the tooth contrasts with the functions the organ performs within the oral cavity. Thus, dentin, due to its less mineralized chemical structure than enamel, in addition to its porous spatial arrangement due to the presence of dentin tubules, within which Tomes fibers are located, allows for the dissipation of tensions produced by occlusal forces.

This study compares three commercial brands of ionomer, used to replace the function of dentin in restorative treatment, with respect to their viability for the accentuation and establishment of *Candida albicans* colony-forming units in dental biofilm, using the dry weight technique to compare the amount of biomass in the study discs.

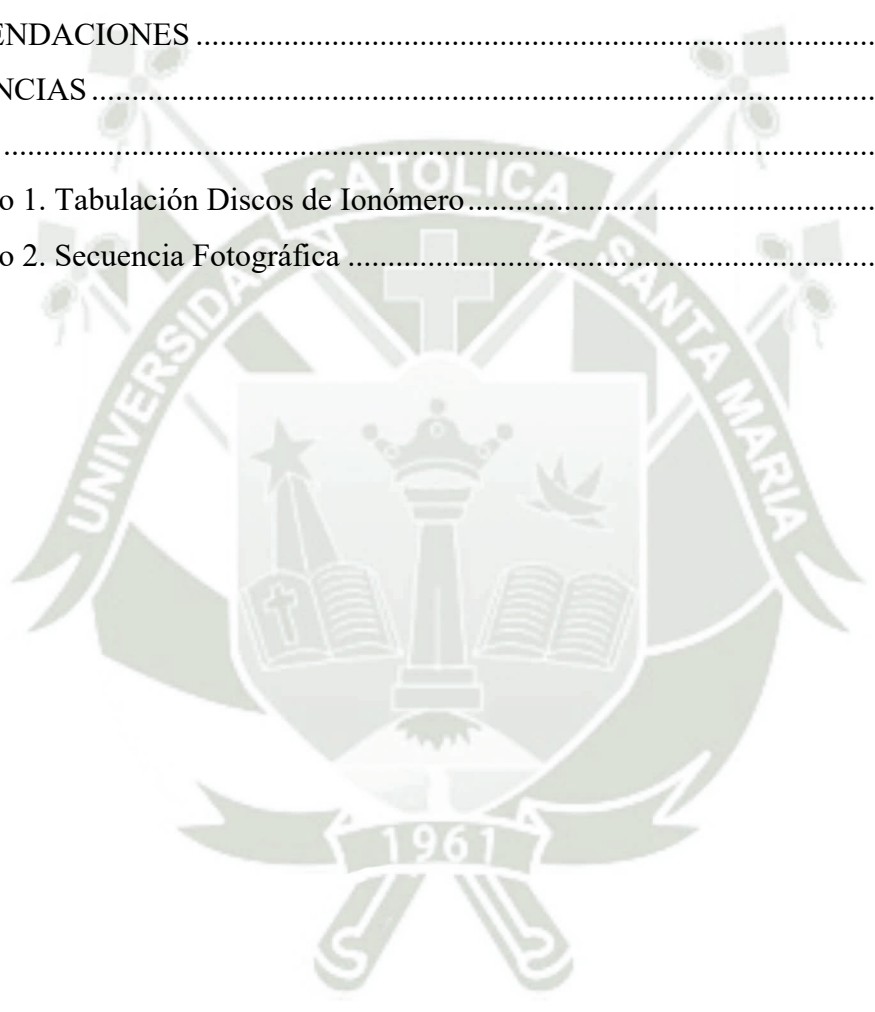
In this way, it was possible to determine not only the production and viability of the biofilm produced by *Candida albicans* on the surfaces of the ionomers, but also the amount of biofilm formed on the surfaces of the three ionomers differed.

Within the limitations of this study, a greater number of colony-forming units was determined in the Ketac brand ionomer, followed by the 3M brand, and finally Voco; this was due to the type of fungal adhesion and also the nature of the inorganic filler in the biomaterial. However, when the biomass present on the ionomer discs was determined by studying the dry weight, the greatest amount was found in the Ketac brand, followed by Voco, and finally 3M.

Keywords: Ionomer, biofilm, *Candida albicans*

3.1.2.4	Biopelículas orales	12
3.1.3	Ionómero de vidrio	13
3.1.3.1	Composición	14
3.1.4	Ketac molar	15
3.1.4.1	Nueva tecnología de punta	15
3.1.4.2	Técnica de preparación y manipulación del material.....	16
3.1.4.3	Desempeño clínico y ventajas del material restaurador.....	16
3.1.4.4	Indicaciones clínicas de uso	17
3.1.5	Vitrebond.....	18
3.1.5.1	Propiedades clínicas y técnicas de aplicación del ionómero de vidrio fotopolimerizable.....	19
3.1.5.2	Adhesión eficaz y sellado marginal	19
3.1.5.3	Protección biológica y confort postoperatorio	19
3.1.5.4	Características adicionales	20
3.1.5.5	Usos clínicos	20
3.1.6	Voco	20
3.1.6.1	Indicaciones de uso	20
3.1.6.2	Ventajas clínicas y funcionales del material	21
3.2	Antecedentes investigativos.....	21
3.2.1	Antecedentes Nacionales.....	21
3.2.2	Antecedentes Internacionales	22
4.	Hipótesis.....	26
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL		27
1.	Técnicas, instrumentos y materiales de investigación	28
1.1	Técnica.....	28
1.1.1	Descripción de la técnica.....	28
1.1.2	Diseño de Investigación	28
1.2	Instrumentos	28
1.3	Materiales	29
2.	Campo de Verificación	29
2.1	Ubicación espacial.....	29
2.2	Ubicación Temporal	29
2.3	Unidades de Estudio	29
3.	Estrategia de recolección.....	29

3.1 Organización.....	29
3.2 Recursos.....	30
4. Estrategias de recolección de datos:.....	30
4.1 Plan de procesamiento	30
4.2 Plan de análisis	30
CAPÍTULO III. RESULTADOS	31
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS	55
ANEXOS.....	59
Anexo 1. Tabulación Discos de Ionómero.....	60
Anexo 2. Secuencia Fotográfica	62



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tabla comparativa de ionómero de vidrio de las diferentes marcas: Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco en relación a las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) cultivo de <i>C. albicans</i>	32
Tabla 2.	Análisis de Varianza de ANOVA para las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) cultivo de <i>C. albicans</i>	34
Tabla 3.	Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey para ionómero de vidrio de las diferentes marcas: Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco en relación de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) cultivo de <i>C. albicans</i>	35
Tabla 4.	Tabla comparativa de Peso Seco para ionómero Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco en cultivo de <i>C. albicans</i>	37
Tabla 5.	Análisis de Varianza de ANOVA para Peso Seco en cultivo de <i>C. albicans</i>	39
Tabla 6.	Análisis de Comparación Múltiple de Tukey de ionómero Ketac, 3M y Voco en relación a peso seco en cultivo de <i>C. albicans</i>	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuantiles respecto a la relación de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) cultivo de <i>C. albicans</i>	33
Figura 2. Diagrama Boxplot de ionómero Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco en relación a las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) cultivo de <i>C. albicans</i>	36
Figura 3. Cuantiles de peso seco en cultivo de <i>C. albicans</i>	38
Figura 4. Diagrama Boxplot para Peso Seco de ionómeros Ketac, Vitrebond 3M y Voco en cultivo de <i>C. albicans</i>	41
Figura 5. Pesaremos cada uno de los 36 discos de ionómero de vidrio de las diferentes marcas: Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco en la balanza analítica.	62
Figura 6. Pondremos 12 discos en una placa Petri.....	62
Figura 7. Se puso 80 uL de inóculo de <i>Candida albicans</i> en los discos de ionómero de vidrio de las diferentes marcas: Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco.....	63
Figura 8. Posteriormente se puso 80 uL de inóculo de <i>Candida albicans</i> en los discos de ionómero de vidrio de las diferentes marcas: Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco.....	63
Figura 9. Vamos a distribuir los discos en una placa de cultura celular de seis pozos, luego se dejó reposando a temperatura ambiente por dos horas (eta es la etapa de preadhesión).....	64
Figura 10. Ponemos el caldo BHI sobre los discos de ionómero de vidrio.....	64
Figura 11. Ya puesto el caldo BHI y ya distribuida de manera equitativa sobre los discos de ionómero de vidrio, se llevó a la incubadora por un periodo de 48 horas a 37°.....	65
Figura 12. Retiraremos los discos de ionómero de las diferentes marcas Ketac Molar, Vitrebond 3M, Voco de la incubadora.....	65
Figura 13. Registraremos el Peso Seco.....	66

INTRODUCCIÓN

Los dientes son órganos que tienen una trascendencia funcional y estética; la función estética radica en la parte más subjetiva de la autopercepción y autoaceptación de la persona, indispensable para poder llevar a cabo los procesos cognoscitivos necesarios para formar y consolidar el carácter y temperamento, los dos componentes fundamentales de la personalidad (34).

Por otra parte, la dimensión funcional del órgano, radica en el corte, desgarrar y molienda de los alimentos para que, con ayuda de las enzimas salivales, como la amilasa salival, inicien el proceso digestivo.

Ambas funciones requieren de un órgano sano, pero cuando este se ve afectado por enfermedades como la caries, la función in situ del órgano queda menguada; desde un punto de vista histológico, el diente está constituido por el esmalte, la dentina, el cemento y la pulpa; de esto elementos la resistencia mecánica del órgano hacia las fuerzas oclusales es atribuida a la dentina, debido a la estructura que posee (35).

Para poder restaurar un diente es necesario llevar a cabo un tratamiento que respete la función asignada a cada tejido que lo conforma, por ende, para poder restituir la dentina desorganizada por una infección como la caries, se debe utilizar un material que emule las propiedades de resistencia que proporciona la dentina, es por esta razón que se utiliza el ionómero de vidrio (36).

Al ser un biomaterial que estará dentro de una cavidad expuesta a humedad, se tuvo como objetivo poder comprobar si el ionómero es una superficie donde se puede formar el biofilm por parte de *Candida albicans*, así mismo, las diferencias que existen en relación a las marcas comerciales más utilizadas.



CAPÍTULO I.
PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. Problema de Investigación.

1.1 Determinación del problema

Los ionómeros de vidrio son materiales dentales compuestos por una matriz de vidrio y un ácido poliácido, conocidos por su capacidad de adherirse químicamente a los tejidos dentales y por liberar iones de flúor. Se utilizan habitualmente en restauraciones de clase tipo V, en el cementado de prótesis y en el sellado de cavidades. Entre sus ventajas se destacan su biocompatibilidad, la liberación constante de flúor y su habilidad para unirse a la dentina y el esmalte dental sin necesidad de emplear un adhesivo adicional (1).

La influencia de los ionómeros de vidrio, como el Ketac Molar, Vitrebond y Voco, sobre la viabilidad y producción de la *Candida albicans* en la relación de la formación de biofilm es un tema significativo en la investigación de materiales dentales. Los ionómeros de vidrio son considerablemente utilizados en la carrera de odontología por sus propiedades bioactivas y adhesivas, pero su interacción con microorganismos, especialmente con *Candida albicans* puede tener importante intervención para la salud oral, especialmente en pacientes que utilizan prótesis dentales o tratamientos ortodónticos (2).

Candida albicans es el patógeno fúngico más prevalente en los seres humanos, responsable de infecciones que van desde las mucosas hasta infecciones sistémicas. Su alta capacidad de adaptación le permite transformarse de comensal a patógeno debido a un conjunto de factores de virulencia. En particular, la habilidad para cambiar su morfología y formar biopelículas es crucial en su capacidad para causar infecciones. De hecho, la mayoría de las infecciones provocadas por este hongo están relacionadas con la formación de biopelículas en superficies del huésped o en dispositivos médicos, lo que genera un aumento en la morbilidad y mortalidad. Es importante señalar que las biopelículas formadas por *C. albicans* son naturalmente resistentes a los tratamientos antimicrobianos, lo que reduce la efectividad de los tratamientos actuales. Se considera que la adherencia de *Candida albicans* a las superficies orales va a jugar un papel fundamental en la colonización y en el desarrollo de afecciones orales, como la estomatitis protésica asociada a *Candida*. Aunque hay una gran cantidad de estudios sobre la adherencia de *Candida albicans* a las células epiteliales de la boca y a los materiales protésicos, la información acerca de su adherencia a los materiales de ionómero de vidrio es limitada (3).

1.2 Enunciado

Estudio de la Influencia de los ionómeros de vidrio Ketac Molar, Vitrebond y Voco en la viabilidad y producción de biofilm de *Candida albicans*, Arequipa, 2025.

1.3 Descripción del Problema

- **Campo:** Ciencias de la Salud.
- **Área:** Odontología.
- **Especialidad:** Cariología.
- **Línea o tópico:** Microbiología.

1.3.1 Operacionalización de variables:

Variables	Indicadores	Sub-Indicadores
Variable dependiente Ionómero de vidrio	- Ketac Molar - Vitrebond - Voco	- μm
Variable Independiente: Presencia de <i>Cándida albicans</i>	- Viabilidad y producción de biofilm - Inviabilidad y no producción de biofilm	- Unidades formadoras de colonias/ml

1.3.2 Interrogantes básicas

- ¿Es posible la producción y viabilidad de biofilm de *C. albicans* sobre el ionómero de vidrio Ketac Molar?
- ¿Es factible la producción y viabilidad de biofilm de *C. albicans* sobre el ionómero de vidrio Vitrebond de 3M?
- ¿Es viable la producción y viabilidad de biofilm de *C. albicans* sobre el ionómero de vidrio Voco?
- ¿Existirá alguna diferencia entre la producción y viabilidad de biofilm en los ionómeros de marca Ketac Molar, Vitrebond de 3M y Voco?

1.3.3 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 dependiente	Por el número de grupos	Por el ámbito de recolección
Cuantitativo	Experimental	Prospectivo	Transversal	Comparativo	De laboratorio
DISEÑO: Cuantitativo			NIVEL: Experimental		

1.4 Justificación del problema

1.4.1 Originalidad

En el presente trabajo investigación presentaremos un enfoque novedoso, ya que si existen estudios acerca de la formación de *C. albicans* en ionómero de vidrio; no obstante, aún no existen evidencias de cuál de las diferentes marcas son materiales biocompatibles en la cavidad oral ya estos sean reservorios en mayor cantidad de dicho microorganismo, así mismo proporcionará una participación diferente al conocimiento ya existente.

1.4.2 Interés personal

Mi interés en este trabajo es poder demostrar el crecimiento y reservorio de *C. albicans* en ionómeros de vidrio de diferentes marcas que son conocidos en Odontología. Así mismo, dicho proyecto me permitirá poder obtener mi título profesional de Cirujano dentista.

1.4.3 Utilidad

Este trabajo de investigación es de fundamental utilidad, ya que su finalidad será demostrar tanto la formación como el acumulo de la *C. albicans* en los materiales odontológicos de la práctica habitual y así poder ofrecer métodos de tratamiento preventivo al utilizar los materiales antes mencionados.

1.4.4 Viabilidad

Este trabajo será viable dado que se cuenta con los recursos intelectuales, así mismo como la disponibilidad del laboratorio, los equipos y materiales que serán de vital importancia para el avance del proyecto.

1.4.5 Relevancia Científica

En este trabajo de investigación se podrá mostrar la formación de *Candida albicans*, en materiales dentales como es el ionómero de vidrio de distintas marcas y estas serán Ketac molar, Vitrebond, Voco. Así mismo podremos evidenciar en cual de distintas marcas de ionómero de vidrio se acumulará más la *Candida albicans* y de igual modo en la cavidad oral podríamos considerar un reservorio del microorganismo anteriormente mencionado.

2. Objetivos

2.1 Objetivos generales

Determinar las diferencias en la viabilidad y producción de biofilm por *Candida albicans* en la superficie de los ionómeros de vidrio Ketac Molar, Vitrebond de 3M y Voco.

2.2 Objetivos específicos

- Observar y estudiar la producción y viabilidad de biofilm de *C. albicans* sobre el ionómero de vidrio Ketac Molar.
- Observar y estudiar la producción y viabilidad de biofilm de *C. albicans* sobre el ionómero de vidrio Vitrebond.
- Observar y estudiar la producción y viabilidad de biofilm de *C. albicans* sobre el ionómero de vidrio Voco.

3. Marco Teórico

3.1 Análisis bibliográfico

3.1.1 *Candida albicans*

3.1.1.1 Definición

Candida albicans es una levadura que usualmente habita en diversas áreas del cuerpo humano, éstas son encontradas principalmente en las mucosas orales, el tracto gastrointestinal, en la región genital y también en la piel. Aunque se encuentra de manera constante en estos lugares, actúa como un microorganismo comensal, es decir, no va a generar efectos adversos bajo condiciones normales (4).

La *C. albicans* va a presenta un genoma diploide y se reproduce por gemación, tiene un tipo de reproducción asexual. Una característica notable de *C. albicans* es su capacidad para adoptar dos formas morfológicas distintas, lo que esto le permite poder adaptarse a diferentes ambientes y puede desempeñar un papel importante en su patogenicidad. La *C. albicans* generalmente no causa problemas en personas con un sistema inmunológico saludable, pero puede convertirse en un agente patógeno en personas con un sistema inmunológico vulnerable. Esta levadura, perteneciente a la familia *Saccharomycetaceae*, es un habitante que se encuentra en el cuerpo humano, pero esto puede desencadenar infecciones oportunistas cuando el sistema inmune está debilitado (5).

3.1.1.2 *Candida* como formadora de caries

Candida albicans es un hongo comensal que coloniza que frecuentemente habita en las superficies mucosas de los seres humanos. La *C. albicans* tiene una gran habilidad de vincularse a las superficies dentales, crear biopelículas y generar ácido, con característica similar a las bacterias cariogénicas (6).

La *Candida albicans* podría poseer un rol fundamental en la caries dental a causa de su naturaleza acidúrica y su habilidad para poder crear biopelículas de amplia magnitud, también fermenta azúcares nutricionales y esto va a generar enzimas que van a descomponer el colágeno, esto es particularmente esencial en la creación de caries en la dentina (7).

La cavidad oral va a acoger una compleja comunidad de microorganismos en la que hay diferentes tipos de microorganismos como las bacterias, hongos y virus. La *C. albicans* es una de las levaduras que es más comunes en la cavidad oral, específicamente en personas inmunocomprometidos o en situaciones específicas que va a influenciar en su crecimiento, como es la administración de antibióticos, personas que presenten diabetes o la existencia de prótesis dentales (8).

3.1.1.3 Candidiasis Oral

La candidosis o también conocida como candidiasis es la infección fúngica más frecuente en la cavidad oral. Las principales causas de tendencias locales más frecuentes de la candidiasis van a ser la mala higiene oral, la existencia y uso de las prótesis removibles, los aparatos de ortodónticos y los obturadores, la xerostomía (sequedad bucal), el consumo de tabaco y la utilización de los inhaladores de esteroides, una buena alimentación plena en carbohidratos y las afecciones de la mucosa oral. Los factores sistémicos de prevalencia y los que van a influir serán la edad (dentro de estos grupos de vulnerabilidad tenemos a los ancianos y los recién nacidos), las personas que estén en embarazo, tratamiento antibiótico, el uso de los corticoides sistémicos, también enfermedades tumorales y sus tratamientos, enfermedades que son del sistema digestivo, déficit nutricional (estos son el hierro, ácido fólico y la carencia de vitaminas), enfermedades endocrinas (como la diabetes, el hipotiroidismo, el hipoparatiroidismo, etc.), patologías autoinmunes (esclerosis múltiple, síndrome de Sjögren, etc.), el VIH e inmunocomprometidos. La candidiasis oral va a afectar a personas saludables como también a las personas inmunosuprimidos. La candidiasis oral es la infección de hongos en seres humanos más frecuente, particularmente en fases iniciales y avanzadas de la vida (5).

La candidiasis va a demostrar enfermedades inflamatorias que van a ser provocadas por una infección es procedente del género de los hongos de levadura. Una de las causas principales de candidiasis oral es del género *Candida albicans*. Las infecciones pueden surgir a causa de la alteración la flora bacteriana provocada por medicamentos antibióticos, ausencia de saliva o enfermedades que van a perjudicar la función del sistema inmunológico local o sistémico (9).

3.1.2 Biofilm

La biopelícula está presente en casi todos los ambientes y se presenta como un conjunto de bacterias planctónicas que se va a unir a estructuras, tejidos o aparatos y estas empiezan a agruparse. Después de la creación de la película dental obtenida, distintos microorganismos se van a agrupar a ella incrementando y van a generar colonias (10).

Una biopelícula está compuesta con un grupo de células microbianas que se vinculan de manera permanente e irreversiblemente a una superficie y está se encuentra encerrada en una matriz que es formada predominantemente por polisacáridos (11).

Las biopelículas son agrupaciones multicelulares que están vinculadas por una matriz extracelular autogeneradora. Los procedimientos que utilizan los diversos tipos de bacterias para producir las biopelículas difieren, muy frecuentemente según en función de las condiciones del entorno ambiental y de la peculiaridad de la cepa (12).

3.1.2.1 Formación del biofilm

El inicio de la formación del biofilm o también denominado como biopelícula es un proceso complicado de diversas fases que esto va a involucrar el desarrollo de las bacterias de una manera que inicialmente las bacterias van a vivir de una forma libre y móvil en los medios que serán líquidos, luego las bacterias se van a adherir a una superficie lo que les con lleva a formar agrupaciones que serán llamadas biopelículas (13).

El proceso completo de la formación de biofilm se ve condicionado con factores externos como la temperatura, el pH, las fuerzas hidrodinámicas, las fuerzas gravitatorias, los movimientos brownianos, las características de la naturaleza de superficies habitadas, la identificación de quórum y diferentes moléculas señalizadoras (14).

Es el proceso constante y esto se da hasta que se obtenga el grado de estabilidad, por lo tanto, al requerir equilibrio, se va a concluir que va a necesitar un entorno estable con el fin de que los microorganismos puedan colonizar en el huésped, por consiguiente, la producción de la saliva no va a poder generar secuencia (14).

En momentos cuando las bacterias salivales alcanzan a infiltrarse en las células de la

mucosa, incluso se menciona en las literaturas que los tejidos blandos son más susceptible a las colonias bacterianas en un 80% no se va a presentar ninguna enfermedad o patología ya esto se daba a una característica sumamente esencial, esto sucede cuando las células que se encuentran en el tejido de la mucosa se empiezan a descamar y se van a deglutir de una manera muy parecida a lo que es la saliva, con esto vamos a deducir que en las superficies mucosas solo va a tener una capa no patógena, sin embargo los tejidos duros se van a encontrar protegidos por extensa película que se encuentra vinculada a la colonización bacteriana, después de esto la etapa continuamente de la flora microbiana de la película diariamente va estar en cambios continuos y a este proceso le vamos llamar sucesión (15).

Diariamente, durante los 7 días se desarrolla y logra llegar a formar la denominada “Flora primaria inmediata” donde va estar formada por una comunidad anaeróbica de los bacilos gramnegativos. Por estas diversas ubicaciones, tales así que va a haber mucha influencia de los múltiples factores exógenos, se consigue evolucionar placa de diversos espesores y sus composiciones bacterianas, especialmente no solo será en una escala macroscópica, también se dará a un nivel microecológico, que está relacionada con el O₂- tensión, la estructura de la matriz, el pH local y lo es la presencia de sustancias nutritivas (15).

3.1.2.2 Como consecuencia de todo esto se van a desarrollar afecciones en la cavidad oral

Una biopelícula es un conjunto o grupo de células microbianas que se encuentra vinculada de manera permanente a una superficie y esta se encuentra recluida en una matriz que formada por polisacáridos. la matriz de la biopelícula va estar formada por diversos materiales no celulares, cabe recalcar que es depende en el ambiente en el que se va ir evolucionando, estos materiales pueden ser orgánicos e inorgánicos, involucrando los cristales minerales, partículas de arcilla o limo, o elementos sanguíneos, partículas corrosivas. Los seres vivos que se encuentren relacionados con la biopelícula siempre van a presentar diversas estructuras planctónicas con relación a los genes que son presentes o transcritos. Las biopelículas son muy posibles de que se puedan formar en una extensa gama de diversas superficies, tejidos vivos, aparatos médicos internos, sistemas que son acuáticos naturales, tuberías de sistemas de agua industrial o de consumo humano (15).

3.1.2.3 Fases de desarrollo de biofilm

- **Fijación inicial (Adhesión)**

En esta fase de fijación inicial hay múltiples gérmenes independientes, que son llamadas células planctónicas, estas células se van a quedar sobre una superficie, donde iniciaran a agruparse entre ellas mismas. La fase de fijación inicial o también llamado adhesión es una fase reversible si se aplica la limpieza y la desinfección efectiva (16).

- **Fijación irreversible (Colonización)**

En esta fase de fijación irreversible las células que vamos a encontrar en la fase anterior que es la fijación inicial se quedan completamente unidos y estas se van a proteger por medio de una película de polisacáridos que les proporcionara alimento y seguridad (17).

En la fase de fijación irreversible o también llamada colonización, las células de la primera capa se van a sacrificar para que así se puedan dejar que se acumulen en nuevas células planctónicas (17).

- **Maduración I (Formación)**

En esta fase de Maduración I, el incremento bacteriano nos va a permitir que la agrupación de las células pueda crecer seguras y protegidas bajo la película que cubre, las células microbianas comienzan a crear la matriz extracelular y esto provoca el biofilm maduro (17).

- **Maduración II (Crecimiento)**

En esta fase de Maduración II, a medida que la comunidad crece, van a surgir espacios especiales que van a ser creadas para la supervivencia de los gérmenes. En esta situación los canales de agua van a estimular más este desarrollo. Sobre lo anterior mencionado sostiene que se van a crear espacios intersticiales y canales en la matriz del biofilm, los cuales serán utilizados para el transporte de los nutrientes y el agua (17).

- **Dispersión**

En esta fase de Dispersión, la película que cuidaba se romperá de manera natural debido a su agotamiento nutricional o el requerimiento de poder ocupar nuevos territorios (habrá una retroalimentación de este proceso). De igual modo puede

ser eliminada de una manera intencional por medio de la fricción en la limpieza o la aplicación de compuestos químicos que son específicos (17).

3.1.2.4 Biopelículas orales

La cavidad oral va albergar múltiples microorganismos y biopelículas. En realidad, la cavidad oral es la única en términos de diversidad microbiana, que pueda hospedar a 1000 especies de múltiples microorganismos. Las biopelículas se pueden crear en dentición natural como en las prótesis dentales y los implantes (18).

Como se comentó anteriormente, la naturaleza física de las biopelículas y sus estrategias de supervivencia ya pueda ser por adaptación fenotípica o por ser resistente genéticamente, esto es lo que les convertirá en inmunes ante los tratamientos antibióticos. A causa de la ausencia de la respuesta a la reacción del tratamiento antimicrobiano convencional, sabemos que las infecciones por biopelículas en la actualidad es un reto significativo para el campo odontológico y médico, siendo las causantes de diversas infecciones del tipo crónico. Múltiples afecciones, enfermedades que se encuentran vinculadas con la creación de las biopelículas en los tejidos naturales del invitado comprenden la otitis media, la fibrosis quística, la endocarditis por válvula nativa y también la periodontitis (19).

Existen diversos tipos de aparatos médicos que dan hospitalidad a las biopelículas, y unas de esta son las prótesis dentales que tienen mayor acogida, por su uso para personas desdentada. De acuerdo con el Colegio Americano de Prostodoncia (ACP) treinta y seis millones de habitantes estadounidenses no presentan dientes y mayor a los ciento veinte millones carecen de por lo menos un diente. Adicionalmente el 90% de los individuos edéntulos hacen uso de las prótesis dentales. Se pronostica que la cantidad de individuos edéntulos se vaya a incrementar a doscientos millones en los próximos quince años, lo que esto traerá como consecuencia un aumento de los niveles de prevalencia de las infecciones que estarán provocadas por las biopelículas en personas con prótesis dentales (12).

La existencia de biopelículas, en particular en comunidades personas de la edad avanzada, este grupo son los más vulnerables y no poseen la habilidad manual para poder mantener limpias sus prótesis dentales de manera mecánica, y esto no puede

dirigir a no solo infecciones orales como la estomatitis protésica, así como también a las infecciones sistémicas letales, como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y también la neumonía por aspiración (20).

3.1.3 Ionómero de vidrio

Durante casi medio siglo, cemento de ionómero de vidrio (CIV) frecuentemente empleado como un material de restauración. Oficialmente denominado como Polialquenoato de vidrio (21).

Los cementos de ionómero de vidrio (CIV) su composición es con polvo de fluoroaluminosilicato de calcio y también la solución acuosa de ácido poliacrílico, esto se va a mezclar mediante una reacción ácido-base. Particularmente es identificado por su elevada biocompatibilidad, es un coeficiente de expansión térmica muy similar al tejido dental, y su adherencia química a las superficies dentales que no presentan tratamientos previos y la liberación de flúor (21).

Este material es frecuentemente usado en el rubro de la clínica odontológica, es utilizada para diversos tratamientos como restauraciones completas, revestimientos y para bases, es un agente de cementación, también utilizado para sellar fisuras y para tratamientos de ortodoncia como adhesivo de Brackets. Este material tiene características atractivas para este tipo de usos y se identifica por su biocompatibilidad con el tejido dental, tiene la habilidad de liberar flúor y se adhiere a la superficie de los dientes (22).

El cemento de ionómero de vidrio tiene menor solubilidad que otros cementos, así como los cementos de fosfato de zinc, esto podrá liberar los iones de flúor, que se van a filtrar en los tejidos dentales, colaborando con la remineralización de tejidos dentales como efecto anticaries (23).

Este material restaurador resistió a diversas evoluciones a lo largo el tiempo, tuvo diferentes modificaciones y cambios en algunos de sus componentes, para poder mejorar en sus propiedades, lo que significativamente ha expandido en su empleo en la práctica clínica. El cemento de ionómero de vidrio será un material dental adaptable con una diversidad de uso en el rubro odontológico restaurador y preventivo (23).

La viabilidad de poder hacer uso a un material restaurador va a presentar diferentes características que podrán ayudar a perfeccionar nuevos productos, con diferentes

tamaños de partículas y esto dará la proporcionalidad de polvo/líquido, lo que posibilitará el uso de los cementos de ionómero de vidrio como el uso de un material de cementación y la base cavitaria de las restauraciones (23).

Por lo contrario, la disminución de la resistencia mecánica del cemento de ionómero de vidrio, provocó que se hagan nuevas variaciones en su composición. Este material es muy bueno por su gran biocompatibilidad y por la habilidad que tiene para poder liberar el flúor como ya lo mencionamos es un material adecuado o para diversos procedimientos preventivos y un apoyo para la inactivación de lesiones cariosas, está vinculado a las técnicas de instrumentación manual no invasiva, el tratamiento restaurado atraumático (con siglas ART, del inglés Atraumatic Restorative Treatment). Para este objetivo clínico, es que fueron perfeccionados estos tipos de material como lo es el cemento de vidrio convencional de mayor densidad, los cuales serán diferenciados por su elevada consistencia y viscosidad, la liberación de gran cantidad de flúor y así mejorar sus propiedades mecánicas (25).

3.1.3.1 Composición

El cemento de ionómero de vidrio, también conocido como cemento de polialquenoato de vidrio, el líquido es una solución del polímero o compómeros de ácidos alquenoicos, a medida que el polvo es el vidrio triturado a base de sílice y alúmina, la proporción en la que estos óxidos se combinan, unido a diversos factores, con la facilidad de poder ser atacado por un ácido y con esto la rapidez de las reacciones de endurecimiento de este cemento. Los fabricantes lo regulan según las funciones de las indicaciones del uso que se empleara este producto (por ejemplo, base o relleno, restauraciones, recubrimiento o liner, para sellar fosas y fisuras, para poder fijar restauraciones de la inserción rígida o la reconstrucción de muñones, restauración intermedia) (24).

Generalmente, el cemento de ionómero de vidrio (CIV) es superior a los cementos del fosfato de zinc y policarboxilato de zinc, sin embargo, su resistencia va a disminuir por la exposición prematura a la humedad, dado que el agua va a transformar sus propiedades mecánicas de material ya descrito. Destruye los cationes que puedan formar este cemento, y esto va a producir la absorción, lo que provoca la erosión. El CIV en la etapa inicial del fraguado este material está sujeto a un deterioro significativo. Sin embargo, el secado desmesurado provoca contracciones lo que causara el desarrollo de

hipersensibilidad y grietas. Por lo tanto, es muy necesario poder resguardar la zona marginal donde se encuentra la restauración de la exposición de los líquidos mediante el uso de productos que estén hechos a base de la vaselina o de los barnices durante este periodo inicial del fraguado (26).

3.1.4 Ketac molar

El ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easy Mix representa una evolución en los materiales de obturación, incorporando una fórmula optimizada que mantiene las propiedades fundamentales del Ketac™ Molar original, ampliamente reconocido por su confiabilidad clínica. Esta nueva formulación destaca por su elevada resistencia a las fuerzas de compresión, esencial para restauraciones duraderas en zonas de alta exigencia funcional, y por su capacidad sostenida de liberar flúor, lo que contribuye a la prevención de caries recurrentes y la remineralización del tejido dental adyacente (27).

Una de las principales mejoras radica en la presentación del polvo, ahora con granulación más uniforme, lo que permite una mezcla más rápida, sencilla y reproducible. Esta característica asegura una dosificación precisa y una consistencia estable, facilitando el control de la viscosidad durante la preparación clínica (27).

Asimismo, la incorporación de una nueva tecnología de aplicación optimiza el proceso operatorio, ofreciendo mayor eficiencia y facilidad de manipulación, sin comprometer las prestaciones físicas y bioactivas del material. Estas cualidades hacen de Ketac™ Molar Easy Mix una opción altamente recomendable en restauraciones donde se requiera desempeño mecánico, liberación terapéutica de flúor y facilidad de uso (28).

En su versión más reciente, Ketac™ Molar Easy Mix ha sido desarrollado con una formulación granulada innovadora, que responde a las necesidades clínicas actuales de eficiencia, precisión y facilidad de uso. Esta presentación en polvo de alta tecnología permite una mezcla rápida y sin complicaciones, al mismo tiempo que asegura una dosificación exacta y constante, lo cual resulta esencial para lograr una viscosidad estable y predecible durante la preparación del material (28).

3.1.4.1 Nueva tecnología de punta

La incorporación de esta tecnología avanzada de manipulación no solo optimiza el tiempo clínico, sino que también mejora la reproducibilidad de los resultados,

minimizando la variabilidad operativa. Gracias a estas mejoras, el material ofrece una aplicación más confiable, facilitando el trabajo del profesional y elevando la calidad de las restauraciones (29).

3.1.4.2 Técnica de preparación y manipulación del material

- Previo a la dispensación, se sugiere agitar cuidadosamente el frasco que contiene el polvo, con el objetivo de asegurar una distribución uniforme de las partículas y evitar posibles compactaciones. Esta acción garantiza una correcta proporción durante la dosificación.
- Una vez utilizados, es fundamental cerrar de forma hermética los envases del polvo y del líquido, para preservar la estabilidad química del producto y prevenir la exposición a la humedad o contaminantes externos que puedan alterar su desempeño clínico.
- Finalmente, se debe proceder a la mezcla del polvo con el líquido en las proporciones establecidas, hasta obtener una masa de consistencia homogénea, adecuada para su colocación en cavidad y con las características reológicas necesarias para una manipulación eficiente (27).

3.1.4.3 Desempeño clínico y ventajas del material restaurador

- El ionómero de vidrio analizado ha demostrado, a través de investigaciones independientes, un rendimiento clínico sobresaliente, posicionándose como una alternativa más confiable, higiénica y de manipulación más sencilla frente a otros materiales similares disponibles en el mercado.
- Su alta resistencia a la flexión: representa una ventaja significativa, ya que proporciona una mayor durabilidad a la restauración, reduciendo la posibilidad de fracturas bajo condiciones funcionales normales.
- Su excelente afinidad adhesiva con tejidos dentales como el esmalte y la dentina: lo convierte en un recurso ideal para procedimientos orientados a la mínima intervención clínica, como la Odontología Mínimamente Invasiva (MID) y el Tratamiento Restaurativo Atraumático (TRA).
- Otro atributo destacable es su capacidad de liberar flúor de forma prolongada: lo cual contribuye a la inhibición del desarrollo de caries secundarias y favorece la protección a largo plazo de la estructura dental remanente.

- Su resistencia frente a la erosión provocada por ácidos: permite conservar la integridad marginal de las restauraciones, manteniendo su función y estética durante más tiempo.
- Este material se ofrece en cuatro tonos clínicos estandarizados (A1, A3, A4 y B2): lo que facilita su adaptación cromática en diferentes contextos restaurativos.
- Su radiopacidad: permite una evaluación radiográfica precisa posterior a la colocación, mejorando el seguimiento clínico.
- Desde una perspectiva operativa, su presentación en polvo fluido: facilita una dosificación más exacta, optimizando la relación polvo-líquido y mejorando la calidad de la mezcla.
- Su naturaleza hidrofílica: facilita la rápida incorporación del líquido al polvo, reduciendo el desperdicio y optimizando el tiempo clínico. Además, su componente líquido con alta afinidad por la humedad se incorpora rápidamente, agilizando el proceso de manipulación con menos residuos.
- Finalmente, su consistencia menos pegajosa y la reducción en la generación de partículas volátiles durante el uso mejoran considerablemente la experiencia del operador, brindando un entorno de trabajo más limpio y una manipulación más predecible, lo cual es especialmente valioso en entornos clínicos de alta demanda (28).

3.1.4.4 Indicaciones clínicas de uso

El ionómero de vidrio utilizado en la práctica odontológica se adapta a diferentes contextos terapéuticos, siendo eficaz tanto en procedimientos restauradores convencionales como en técnicas mínimamente invasivas y atraumáticas. A continuación, se detallan sus principales aplicaciones:

- **En procedimientos restauradores convencionales:**

- Funciona como material de base en obturaciones realizadas con resina compuesta, ya sea en cavidades simples o de múltiples superficies.
- Es apto para la reconstrucción de muñones dentales, sirviendo de soporte para futuras restauraciones definitivas.
- Puede emplearse en la restauración de piezas temporales, particularmente en tratamientos pediátricos.
- Está indicado en restauraciones de superficie única en zonas que no soportan

fuerzas oclusales directas.

- Se utiliza en cavidades de Clase V, especialmente cuando la estética no representa una prioridad clínica.
- Constituye una opción válida para restauraciones transitorias o de mediana duración, ya sea en una o más superficies, cuando se requiere un tratamiento temporal (29).

- **En enfoques conservadores y restauración atraumática:**

- Su aplicación es idónea para obturaciones atraumáticas en dentición temporal, sin necesidad de intervención rotatoria.
- Se recomienda para cavidades de superficie única sin implicación oclusal, conservando la mayor cantidad de tejido sano.
- Resulta eficaz en restauraciones Clase V, cuando la función es más relevante que la apariencia estética.
- Es una alternativa útil para restauraciones provisionales múltiples, en situaciones clínicas donde se planifican tratamientos diferidos.
- También puede utilizarse en cavidades Clase III como solución semi-permanente, ofreciendo una restauración funcional temporal.
- Finalmente, el material es apropiado para el sellado preventivo de fosas y fisuras, reduciendo el riesgo de caries en superficies oclusales vulnerables (29).

3.1.5 Vitrebond

En la odontología restauradora contemporánea, los materiales que integran funciones terapéuticas y operativas eficientes son altamente valorados. En este contexto, los ionómeros de vidrio fotopolimerizables ofrecen una combinación innovadora: la activación mediante luz junto con la liberación sostenida de flúor y una excelente adhesión a los tejidos dentales, características propias de los ionómeros de vidrio convencionales (30).

Un ejemplo representativo de este tipo de material es 3M™ Vitrebond™, un sistema de base cavitaria de dos componentes, diseñado específicamente para su uso como liner en cavidades profundas o como subestructura bajo restauraciones definitivas. Este producto se compone de un polvo reactivo fotosensible, basado en vidrio fluoroaluminosilicato, y un líquido polimerizable que incluye ácido polialquenoico

modificado y HEMA (hidroxietil metacrilato), lo que permite una polimerización rápida y controlada mediante fuente de luz halógena o LED (30).

Gracias a su formulación avanzada, Vitrebond™ proporciona una manipulación cómoda y precisa, facilitando su aplicación clínica. Su capacidad para liberar flúor a largo plazo favorece la prevención de caries secundarias, mientras que su fuerte adhesión a dentina y esmalte garantiza una excelente integridad marginal y estabilidad de la restauración. Además, su biocompatibilidad lo convierte en una opción segura, incluso en proximidad a la pulpa (30).

En conjunto, estas propiedades hacen del ionómero de vidrio fotopolimerizable una herramienta versátil y eficaz en el manejo clínico de cavidades, sobre todo cuando se requiere un material de base funcional que combine eficiencia clínica con protección terapéutica (30).

3.1.5.1 Propiedades clínicas y técnicas de aplicación del ionómero de vidrio fotopolimerizable

El ionómero de vidrio fotopolimerizable se caracteriza por ofrecer una técnica de aplicación eficiente, gracias a su capacidad de endurecer mediante la exposición a luz, lo cual permite reducir significativamente los tiempos clínicos. Esta propiedad, junto con su excelente manejabilidad, favorece una colocación precisa y sencilla, incluso en zonas de difícil acceso (31).

3.1.5.2 Adhesión eficaz y sellado marginal

Este tipo de material establece una adhesión duradera a la estructura dentaria, particularmente a la dentina, lo cual mejora el sellado marginal y disminuye el riesgo de microfiltraciones. Además, posee una alta resistencia tanto a la compresión como a la tracción, haciéndolo ideal como base en restauraciones con resina compuesta o amalgama, actuando como soporte estructural bajo diversos tipos de restauraciones (31).

3.1.5.3 Protección biológica y confort postoperatorio

Entre sus ventajas terapéuticas se encuentra su capacidad para minimizar la sensibilidad posterior al tratamiento, proporcionando mayor confort al paciente. Asimismo, libera flúor de forma sostenida, incluso después de finalizada la restauración, lo que contribuye

a la prevención de caries secundaria y favorece el entorno bucal al generar una barrera contra microorganismos patógenos (31).

3.1.5.4 Características adicionales

Este ionómero presenta radiopacidad, lo que facilita el diagnóstico clínico y radiográfico posterior. Además, no requiere un acondicionamiento previo de la dentina, lo cual simplifica su uso y reduce los pasos del procedimiento clínico (31).

3.1.5.5 Usos clínicos

Puede emplearse como liner o base cavitaria, actuando como interfase protectora bajo restauraciones directas e indirectas. Es compatible con diversos tipos de restauraciones, incluyendo:

- Resinas compuestas
- Amalgamas
- Restauraciones metálicas o cerámicas (31).

3.1.6 Voco

Ionofil Molar, fabricado por VOCO, es un cemento ionómero de vidrio diseñado con una consistencia adaptable que facilita su uso clínico en procedimientos restaurativos. Gracias a su formulación optimizada, este material permite obtener restauraciones duraderas, respaldadas por sus destacadas propiedades físicas como la alta resistencia al desgaste, a la flexión y a las cargas compresivas (32).

Desde el punto de vista operativo, su aplicación resulta cómoda para el profesional, ya que presenta una consistencia firme pero no adhesiva, lo que facilita su colocación y condensación en la cavidad preparada. A su vez, su capacidad de adhesión química tanto al esmalte como a la dentina proporciona un excelente sellado marginal, favoreciendo la retención del material y contribuyendo a la longevidad de la restauración. Este ionómero no solo combina resistencia y funcionalidad, sino que también optimiza los tiempos clínicos y refuerza la integridad estructural del diente restaurado (32).

3.1.6.1 Indicaciones de uso

- Restauración de cavidades clase II que no reciben carga oclusal directa.

- Tratamientos temporales de larga duración en cavidades clase I y II.
- Reconstrucción de piezas dentales mediante obturaciones o rellenos.
- Formación de muñones como base para futuras restauraciones protésicas.
- Tratamiento restaurador en dientes temporales o deciduos.
- Corrección de defectos estructurales como abrasiones cervicales, lesiones en forma de V o afectaciones radiculares, incluyendo cavidades de clase V (33).

3.1.6.2 Ventajas clínicas y funcionales del material

- Presenta una excelente capacidad de condensación, lo que facilita su adaptación a las paredes cavitarias durante el procedimiento restaurador.
- Su consistencia firme y no adherente mejora el manejo clínico, permitiendo una aplicación más precisa y limpia.
- Ofrece una resistencia mecánica sobresaliente, soportando eficazmente la abrasión, la compresión y las fuerzas de flexión que se generan en el entorno oral.
- Establece una unión química efectiva con la dentina y el esmalte, lo que favorece el sellado marginal y reduce el riesgo de microfiltración.
- Permite realizar restauraciones duraderas, incluso en zonas de alta exigencia funcional.
- Posee una liberación continua y sostenida de flúor, contribuyendo a la remineralización y prevención de lesiones cariosas secundarias.
- Su radiopacidad facilita el control clínico y radiográfico posterior a la restauración.
- Es biocompatible, minimizando el riesgo de reacciones adversas en los tejidos dentales y periodontales.
- Su translucidez natural se asemeja al tejido dentario, permitiendo una integración estética adecuada en restauraciones visibles (33).

3.2 Antecedentes investigativos

3.2.1 Antecedentes Nacionales

No se reportaron antecedentes investigativos nacionales

3.2.2 Antecedentes Internacionales

- **Adherencia de *Candida albicans* al material dental restaurador de ionómero de vidrio**

PMID: 23230482

DOI: 10.5681/joddd.2009.012

Autor: Shirin Lawaf, Arash Azizi

Antecedentes y objetivos: Se cree que la adherencia de *Candida albicans* a las superficies orales es un factor crítico en la colonización y el desarrollo de enfermedades orales como la estomatitis protésica asociada a *Candida*. Si bien existe abundante información sobre la adherencia de *Candida albicans* a las células epiteliales bucales y a los materiales protésicos, existe muy poca información disponible sobre su adherencia a los materiales de ionómero de vidrio. El propósito de este estudio fue investigar el grado de adherencia de *Candida albicans* al material restaurador de ionómero de vidrio.

Materiales y métodos: En este estudio experimental, se estudió la adherencia de cepas de *Candida albicans* con y sin saliva humana completa. Primero, se prepararon fragmentos de ionómero de vidrio; posteriormente, se inocularon células de levadura y se incubaron con diferentes tiempos de incubación. Tras la incubación, los fragmentos se extrajeron de los pocillos y se tiñeron con blanco de calcoflúor al 0,1%. La adherencia se cuantificó contando el número total de células a los 40, 80 y 120 minutos. Se utilizaron el análisis de varianza y la prueba de Student para evaluar la significancia de las diferencias entre las medias.

Resultados: En ausencia de saliva, la adherencia de *Candida albicans* aumentó, alcanzando un máximo al final del experimento (120 minutos). Sin embargo, en presencia de saliva, la adherencia de *Candida albicans* al ionómero de vidrio disminuyó significativamente.

Conclusión: La presencia de saliva humana completa es un factor importante en la adherencia de *Candida albicans* al material restaurador de ionómero de vidrio.

Palabras clave: *Cándida*; material dental; ionómero de vidrio; saliva entera (37).

- **Reducción de la adhesión de la biopelícula de *Candida* mediante la incorporación de relleno de ionómero de vidrio prerreaccionado en la resina de la base de la dentadura postiza**

PMID: 26655872

DOI: 10.1016/j.jdent.2015.11.010

Autor: Chiaki Tsutsumi, Kazuo Takakuda, Noriyuki Wakabayashi

Objetivos: Este estudio investigó la influencia de los rellenos de ionómero de vidrio prerreaccionado (S-PRG) de tipo reacción superficial en la adhesión de *Candida albicans* en la resina de base de la dentadura.

Métodos: Los discos se prepararon incorporando el relleno S-PRG al polvo polimérico de una resina termopolimerizable a base de polimetilmetacrilato (PMMA) al 0 (control), 5%, 10% y 20% (p/p). Se midió la rugosidad superficial de todas las superficies de los discos. Se realizó un análisis elemental de Na(+), Sr(2+), SiO₃(2-), Al(3-), BO₃(3-) y F(-) liberados tras inmersión en agua. Cada disco se colocó en un pocillo con saliva artificial para formar la película adquirida, se incubó, se lavó con solución salina tamponada con fosfato y se sumergió en una suspensión celular de *C. albicans* (JCM2085) estandarizada a 10(4) células/ml. Tras una incubación aeróbica a 37 °C durante 24 h, se evaluaron la actividad mitocondrial metabólica, la biomasa total de la biopelícula y su espesor. Se observó la transición morfogénica de *C. albicans* en la etapa temprana de cultivo (1 y 3 h).

Resultados: Se observó un ligero pero significativo aumento de la rugosidad superficial con el aumento del contenido de relleno. La actividad metabólica y el volumen total de biomasa fueron significativamente menores en todos los grupos de relleno que en el grupo control, aunque no se observaron diferencias significativas entre ellos. Los grupos con al menos un 5% de contenido de relleno presentaron una biopelícula más delgada en comparación con el grupo control. Todos los grupos de relleno mostraron hifas a las 3 h, con una longitud de hifas menor que en el grupo control.

Conclusiones: Aunque la incorporación de relleno S-PRG aumenta ligeramente la rugosidad superficial de la resina de la base de la dentadura, reduce la adhesión de *C. albicans*.

Importancia clínica: El relleno S-PRG tiene el potencial de reducir la adhesión de *Candida albicans* a la resina de base para prótesis dentales y puede disminuir el riesgo de estomatitis protésica. Sin embargo, la incorporación del relleno puede

aumentar la rugosidad superficial de la resina de base para prótesis dentales termopolimerizada.

Palabras clave: Biofilm; *Candida*; Prótesis dental; Estomatitis protésica; Fungistático; Ionómero de vidrio prereaccionado de tipo reacción superficial (38).

- **Biopelícula de *Candida albicans*: formación, regulación y resistencia**

PMID: 33249681

DOI: 10.1111/jam.14949

Autor : R Pereira, RO Dos Santos Fontenelle, EHS de Brito, S. M. de Morais.

Resumen. *Candida albicans* es el patógeno fúngico humano más común, causando infecciones que van desde las membranas mucosas hasta infecciones sistémicas. El presente artículo proporciona una visión general de *C. albicans*, con la producción de biopelículas producidas por este hongo, así como reportando las clases de antifúngicos utilizados para combatir tales infecciones, junto con los mecanismos de resistencia a estos fármacos. *Candida albicans* es altamente adaptable, permitiendo la transición de comensal a patógeno debido a un repertorio de factores de virulencia. Específicamente, la capacidad de cambiar la morfología y formar biopelículas es central para la patogénesis de *C. albicans*. De hecho, la mayoría de las infecciones por este patógeno están asociadas con la formación de biopelículas en superficies de huéspedes o dispositivos médicos, causando alta morbilidad y mortalidad. Significativamente, las biopelículas formadas por *C. albicans* son inherentemente tolerantes a la terapia antimicrobiana, por lo que la susceptibilidad de las biopelículas de *C. albicans* a los agentes terapéuticos actuales sigue siendo baja. Por lo tanto, es difícil predecir qué moléculas surgirán como nuevos antifúngicos clínicos. La formación de biopelículas de *C. albicans* ha afectado la susceptibilidad a los antifúngicos, generando resistencia, lo que demuestra la importancia de la investigación dirigida a la prevención y el control de estas comunidades microbianas clínicas.

Keywords: biofilms; infection; pathogenesis; resistance; virulence (39).

- **El diente humano como nicho fúngico: características de *Candida albicans* en aislamientos de placa dental**

PMID: 36602308

DOI: 10.1128/mbio.02769-22

Autor : Zhenting Xiang, Rohan S. Wakade, Apoena Aguiar Ribeiro, Weiming Hu, Kyle Bittinger, Aurea Simon-Soro, Dongyeop Kim, Jiyao Li, Damián J. Krysan, Yuan Liu, Hyun Koo

Resumen

Candida albicans, un hongo que se encuentra típicamente en el nicho mucoso, se detecta con frecuencia en las biopelículas formadas en los dientes (placa dental) de niños pequeños con caries infantiles graves, un problema de salud pública mundial que causa caries generalizada. Sin embargo, el conocimiento sobre las características fúngicas en la superficie dental sigue siendo limitado. En este estudio, evaluamos la filogenia, el fenotipo y las interacciones interreinos de *C. albicans* aisladas de la placa de niños pequeños enfermos y comparamos sus propiedades con cepas de referencia, incluyendo 529L (aislado mucoso). Los aislados de *C. albicans* presentan amplias variaciones fenotípicas, pero todos presentan características cariogénicas, como alta actividad de proteinasa, acidogenicidad y tolerancia ácida. Sorprendentemente, encontramos variaciones distintivas en el crecimiento filamentoso, que van desde hifas defectuosas hasta hiperfilamentosas. Posteriormente, investigamos la capacidad de los aislados dentales para formar biopelículas interreinos con *Streptococcus mutans* (socio cariogénico) y *Streptococcus gordonii* (socio mucoso). El aislado con hifas defectuosas carece de coenlace con *S. gordonii*, pero todos los aislados de *C. albicans* desarrollan biopelículas robustas con *S. mutans*, independientemente de su estado de filamentación. Además, cualquier tipo de *C. albicans* (hifas defectuosas o hiperfilamentosas) mejora el metabolismo de la sacarosa y la acidogenicidad de la biopelícula, creando un pH ambiental altamente ácido (<5,5). Cabe destacar que los aislados de *C. albicans* muestran transcriptomas alterados asociados con el pH, la adhesión y la composición de la pared celular (en comparación con las cepas de referencia), lo que respalda aún más los rasgos asociados al nicho. Nuestros datos revelan que *C. albicans* muestra mecanismos adaptativos distintivos en la superficie dental y desarrolla interacciones con bacterias patógenas, creando un estado acidogénico independientemente de la morfología fúngica, lo que contrasta con las

asociaciones entre reinos en las infecciones mucosas. El diente humano puede proporcionar nuevos conocimientos sobre la colonización/adaptación fúngica, las biopelículas entre reinos y su contribución a la patogénesis de enfermedades. **IMPORTANCIA.** La caries grave en la primera infancia es un problema de salud pública global generalizado que causa caries extensa y complicaciones sistémicas. *Candida albicans*, un hongo que se encuentra típicamente en las superficies mucosas, se detecta con frecuencia en la placa dental formada en los dientes de niños pequeños enfermos. Sin embargo, las características clínicas de *C. albicans* aislado de dientes permanecen poco exploradas. En este estudio, observamos que los aislados dentales de *C. albicans* exhiben características biológicas y transcriptómicas únicas. Cabe destacar que las biopelículas interreinos con *S. mutans* pueden formarse independientemente de su estado de filamentación. Además, los aislados dentales comparten comúnmente funciones promotoras de caries dental, como la acidogénesis, la actividad proteolítica y el aumento del metabolismo de los azúcares, a la vez que muestran una mayor expresión de genes sensibles al pH y de adhesión. Nuestros hallazgos revelan que *C. albicans* que coloniza dientes humanos muestra mecanismos adaptativos distintivos para mediar las interacciones interreinos asociadas con un estado patológico en una superficie mineralizada, lo que proporciona nuevos conocimientos sobre la patobiología de *Candida* y su papel en una enfermedad pediátrica costosa.

Palabras clave: *Candida albicans*; biopelículas; caries infantil; aislamientos clínicos; caries dental; interacciones entre reinos; *Streptococcus*; *estreptococos* (40).

4. Hipótesis

- **Hipótesis nula o Ho:** *No* es posible determinar las diferencias en la producción y viabilidad de biofilm de *Candida albicans* sobre los ionómeros de vidrio Ketac Molar, Vitrebond de 3M y Voco.
- **Hipótesis alterna o H1:** *SI* es posible determinar las diferencias en la producción y viabilidad de biofilm de *Candida albicans* sobre los ionómeros de vidrio Ketac Molar, Vitrebond de 3M y Voco.



1. Técnicas, instrumentos y materiales de investigación

1.1 Técnica

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

1.1.1 Descripción de la técnica

- En 36 discos de 1 cm de diámetro y 1mm de alto, estos fueron fabricados utilizando ionómero de vidrio dental de las marcas Ketac Molar, Vitrebond y Voco (12 discos por ionómero) (41).
- Posteriormente fueron polimerizadas según instrucciones del fabricante. Cepas de *C. albicans* ATCC 21234 fueron revitalizadas utilizando caldo BHI por 24 horas a 37°C en condiciones aeróbicas (42).
- Luego un inóculo microbiano a 0.5 escala de Mac Farland, fueron preparados y 80 μ l fueron inoculados en cada disco de ionómero de vidrio de las diferentes marcas: Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco; lo dejamos en preincubación por 2 horas (43).
- Acto seguido, estos discos fueron enjugados con agua destilada esterilizada por 3 veces con el objetivo de remover levaduras no adheridas. Seguidamente, se colocaron dichos discos en placas de cultura de 12 pozos y fueron cultivados utilizando caldo Sabouraud por 5 días a 37°C en condiciones aeróbicas. Después de ese tiempo, los discos fueron removidos y fue procesados para observar la viabilidad por unidades formadoras de colonias y por peso seco de biofilm (44).

1.1.2 Diseño de Investigación

- a) **Tipo:** Laboratorial
- b) **Esquema básico de diseño:** Experimental

1.2 Instrumentos

- Autoclave
- Incubadora
- Mechero bunsen
- Balanza digital analítica

1.3 Materiales

- 12 discos de ionómero de vidrio Ketac Molar de 1cm de diámetro
- 12 discos de ionómero de vidrio Vitrebond de 1cm de diámetro
- 12 discos de ionómero de vidrio Voco de 1cm de diámetro
- Cepa de *Candida albicans*
- Guantes
- Gorro
- Barbijo
- Campos de trabajo
- Pinzas
- Placas Petri

2. Campo de Verificación

2.1 Ubicación espacial

- General:** La investigación se realizó en la Ciudad y departamento de Arequipa, en las instalaciones de la UCSM.
- 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 en el año 2025

2.3 Unidades de Estudio

- 36 discos de ionómero de vidrio, para evitar algún tipo de error en la medición.

3. Estrategia de recolección

3.1 Organización

- Preparación de las unidades de estudio, en el caso del proyecto ya mencionado fue preparar siete discos por cada marca de ionómero de vidrio que son Ketac Molar, Vitrebond y Voco.
- Preparación de la cepa de *Candida albicans*.

3.2 Recursos

a) Recursos económicos

Propios de investigador.

b) Recursos humanos

- Investigador: Brigitte Keissy Llacho Mamani.
- Asesor: Dr. Gustavo Obando Pereda.

c) Recursos físicos

- Computadora con acceso a internet.
- Programa estadístico SPSS.
- Programas Como Microsoft Office Word, Excel y Power Point

d) Recursos Institucionales:

- Laboratorio de química y proteínas de la UCSM F-401.
- Vicerrectorado de investigación.

4. Estrategias de recolección de datos:

4.1 Plan de procesamiento

Los datos de Tabla de tabulación.

4.2 Plan de análisis

Análisis estadístico Anova una vía.



1. PROCESAMIENTO Y ANALISIS ESTADISTICO

1.1 Unidades formadoras de colonias:

Tabla 1.

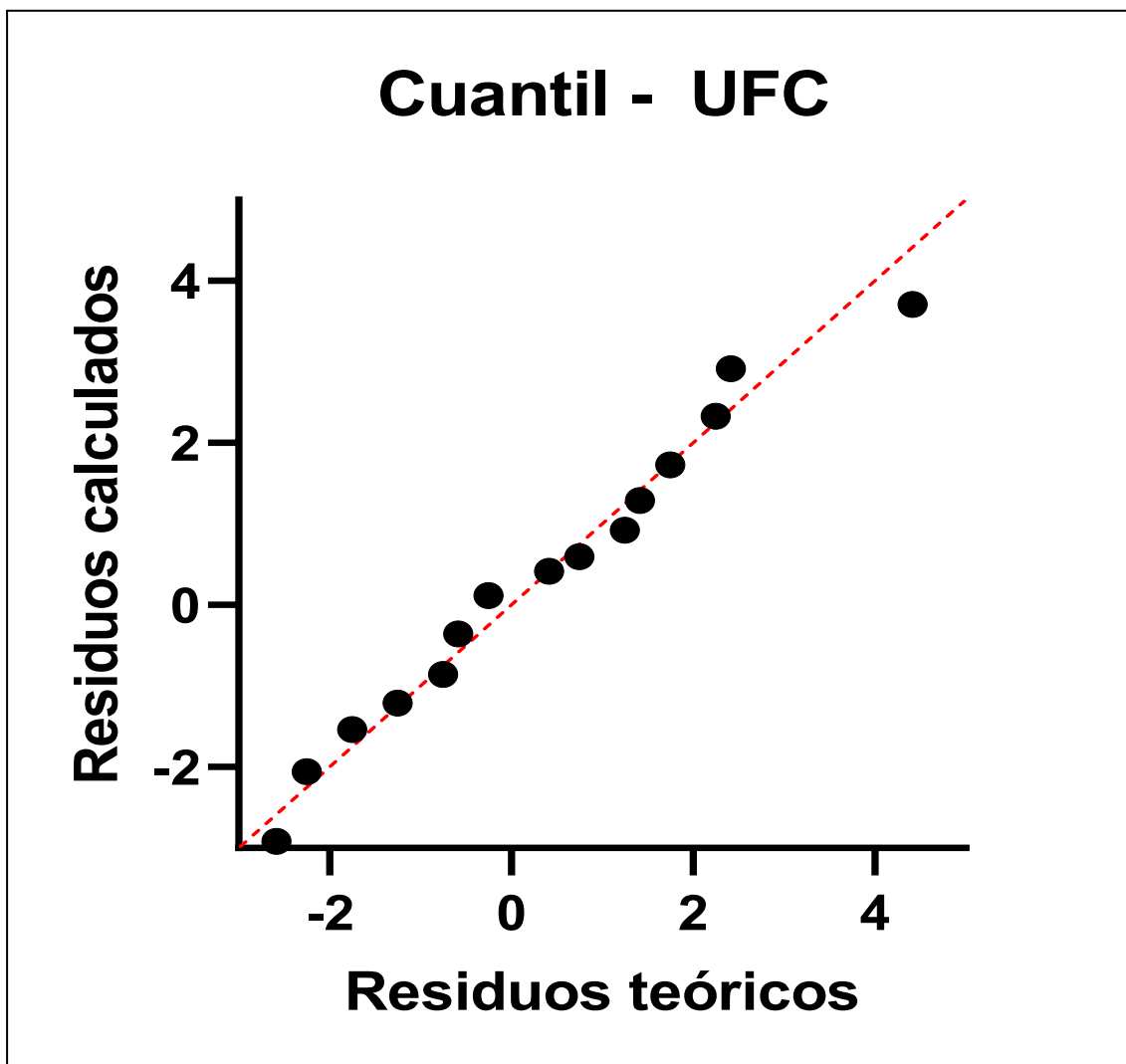
Tabla comparativa de ionómero de vidrio de las diferentes marcas: Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco en relación a las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) cultivo de *C. albicans*

	Ketac	3M	Voco
Número de unidades	12	12	12
Mínimo	104	99	98
Percentiles al 25%	104.5	99.25	99.25
Media	106	100	100
Percentiles al 75%	108	102	101.8
Máximo	111	103	102
Significancia	106.6	100.8	100.3
Desviación estándar	2.151	1.545	1.422
Media de error de desviación estándar	0.6211	0.4459	0.4106

En la tabla 1, se muestra los valores máximos, medios y mínimos sobre las unidades formadoras de colonias (UFC) en las tres marcas comerciales de ionómeros de vidrio: Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco, siendo la marca Ketac Molar ofrece mayor condición para la formación y la viabilidad del biofilm por *Cándida albicans* seguida de la marca Vitrebond 3M y finalmente la marca Voco.

Figura 1.

Cuantiles respecto a la relación de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) cultivo de *C. albicans*



En la figura 1, se muestra la línea la formación de cuantiles que nos indica un punto específico en la distribución de los datos que se dan siguiendo un valor normal en una progresión positiva, por lo tanto, dispondremos en usar una estadística paramétrica.

Tabla 2.**Análisis de Varianza de ANOVA para las Unidades Formadoras de Colonias (UFC)
cultivo de *C. albicans***

ANOVA summary	
F	49.38
Valor P	<0.0001
Resumen de valor P	****
Diferencia significativa ($P < 0.05$)?	Si
R cuadrado	0.7496

En la tabla 2, se muestra el análisis de varianza de ANOVA es la diferencia significativa entre las diferentes marcas de ionómero de vidrio, en F comparamos la varianza entre las diferentes marcas, el valor P obtenido es menor que el nivel de significancia predeterminado que es 0.05 y con esto rechazamos la hipótesis nula; concluimos que al menos dos de las marcas de ionómero de vidrio tienen una significancia diferente, podemos observar que si existe diferencia significativa, R cuadrado es el 74.96% de la variación total que esto se debe a las diferencias en las diferentes marcas de ionómeros de vidrio.

Tabla 3.

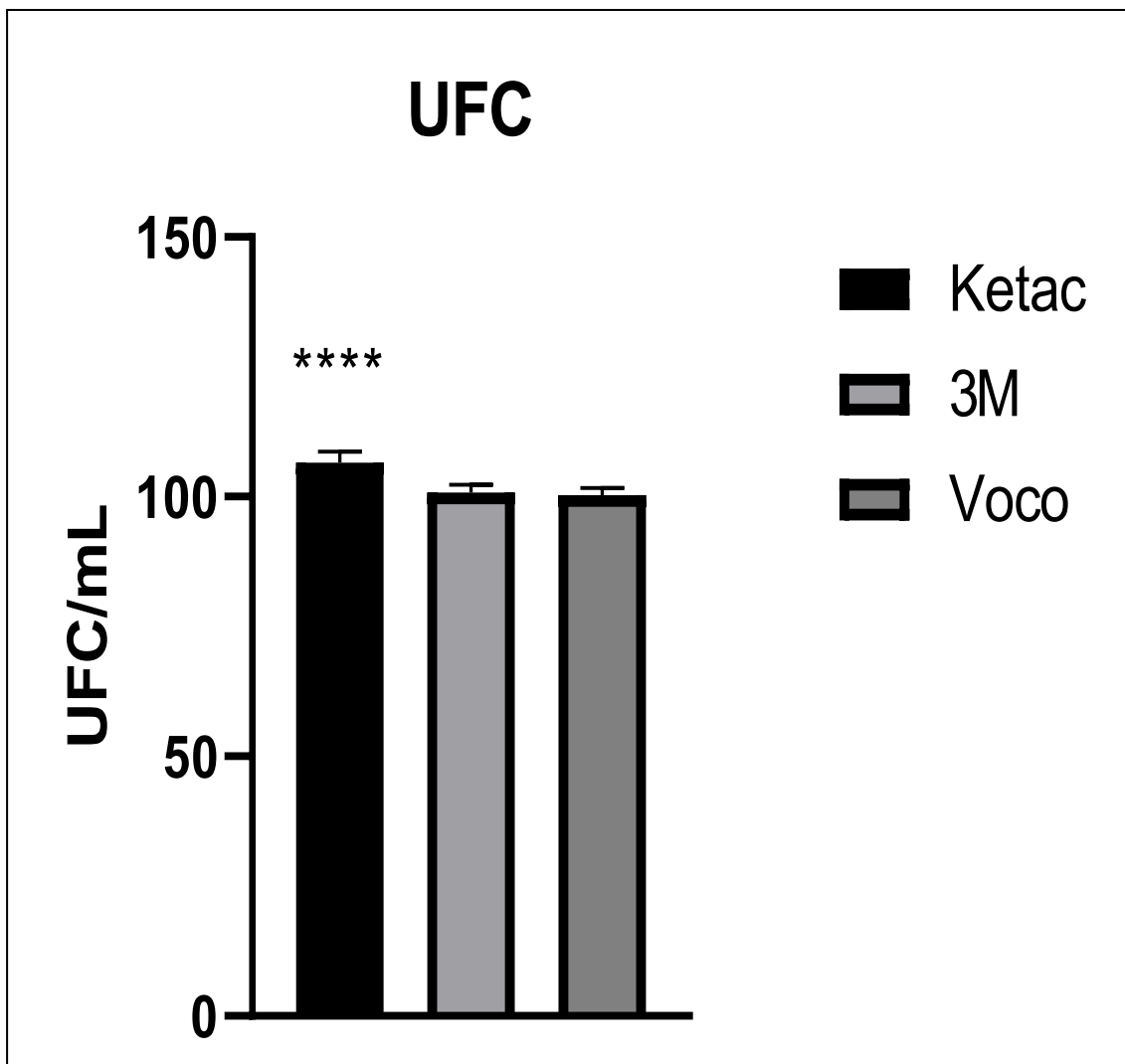
Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey para ionómero de vidrio de las diferentes marcas: Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco en relación de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) cultivo de *C. albicans*

	Diferencia media	95.00% CI de diff.	¿Es significativo?	Resumen	Valor P ajustado
Ketac vs. 3M	5.833	4.095 to 7.572	Si	****	<0.0001
Ketac vs. Voco	6.333	4.595 to 8.072	Si	****	<0.0001
3M vs. Voco	0.5	-1.239 to 2.239	No	ns	0.7619

En la tabla 3, se muestran las comparaciones múltiples de las diferentes marcas de ionómeros de vidrio: Ketac Molar, 3M y Voco; veremos que Ketac Molar y 3M, Ketac molar y Voco si son significativas; a comparación de 3M y Voco que no es significativo.

Figura 2.

Diagrama Boxplot de ionómero Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco en relación a las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) cultivo de *C. albicans*



En la figura 2, se muestra las unidades formadoras de colonias (UFC), en donde se evidencia que si existe una diferencia significativa entre las tres marcas de ionómero de vidrio: Ketac Molar, Vitrebond 3M, Voco, donde destaca más la marca Ketac Molar.

2. Peso seco

Tabla 4.

Tabla comparativa de Peso Seco para ionómero Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco en cultivo de *C. albicans*

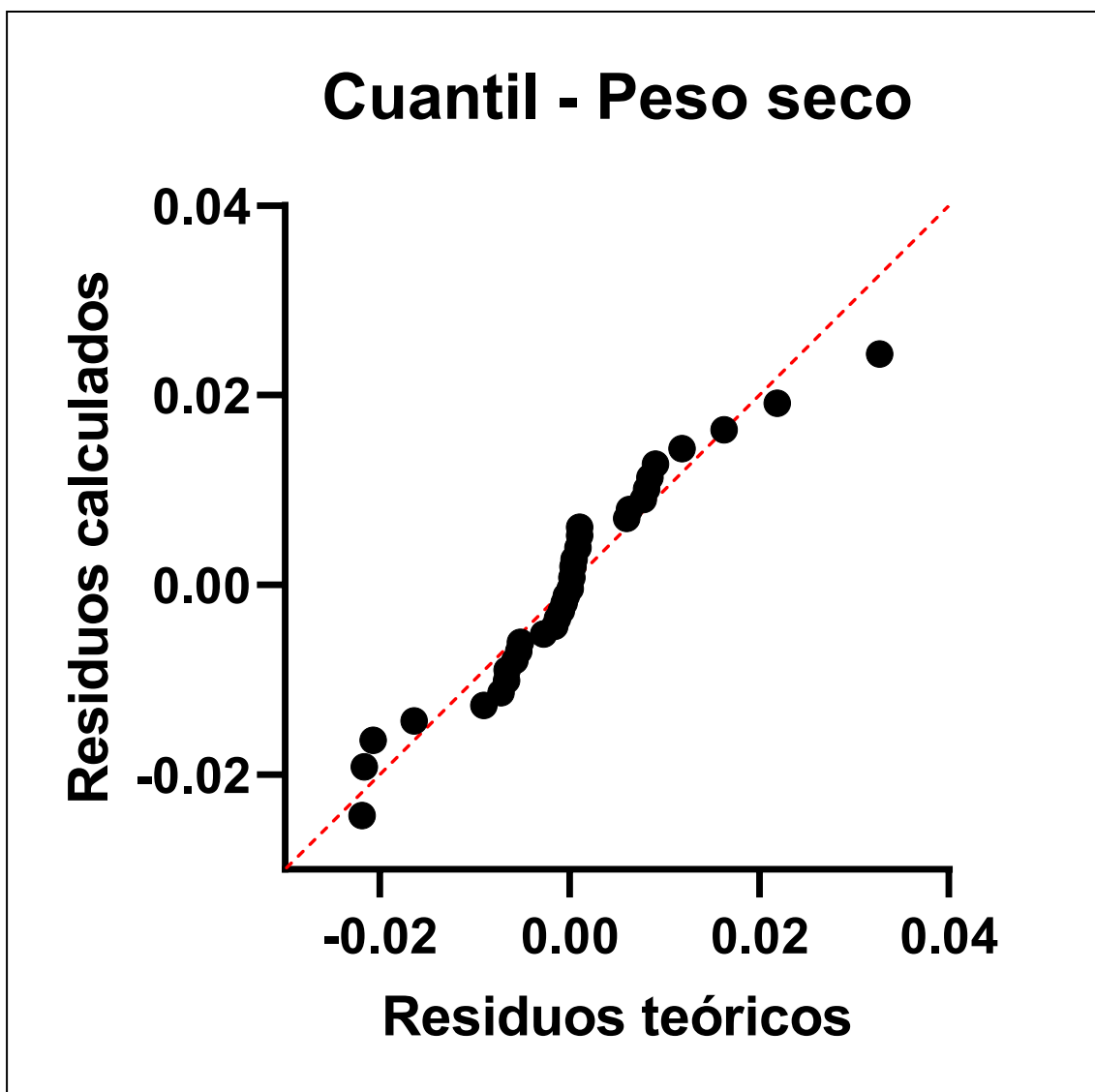
	Ketac	3M	Voco
Número de Unidades	12	12	12
Mínimo	0.1088	0.0095	0.0489
Percentil al 25%	0.1111	0.01028	0.0516
Media	0.1313	0.0113	0.0564
Percentil al 75%	0.145	0.0118	0.0658
Máximo	0.1634	0.0121	0.0698
Significancia	0.1307	0.01104	0.05795
Desviación estándar	0.01835	0.0008522	0.007197
Error en media de desviación estándar	0.005298	0.000246	0.002078

En la tabla 4, se muestra los valores máximos, medios y mínimos que tienen relación de peso seco en las tres marcas comerciales de ionómeros de vidrio: Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco, siendo la marca Ketac Molar la cual ofrece mayor condición para la formación y la viabilidad del biofilm por *Cándida albicans* seguida de la marca Vitrebond 3M y finalmente la marca Voco.

Figura 3.

Cuantiles de peso seco en cultivo de *C. albicans*

La tendencia de los cuantiles se da en sentido creciente.



En la figura 3, se muestra la formación de los cuantiles por los datos que se da siguiendo un valor normal que se encuentra en una progresión positiva, por lo tanto, dispondremos en usar una estadística paramétrica.

Tabla 5.

Análisis de Varianza de ANOVA para Peso Seco en cultivo de *C. albicans*

Resumen de ANOVA	
F	336.2
Valor P	<0.0001
Resumen del valor P	****
Diferencia significativa ($P < 0.05$)?	Si
R cuadrado	0.9532

En la tabla 5, se muestra el análisis de varianza de ANOVA para peso seco es la diferencia significativa entre las diferentes marcas de ionómero de vidrio, en F comparamos la varianza entre las diferentes marcas, el valor P obtenido es menor que el nivel de significancia predeterminado que es 0.05 y con esto rechazamos la hipótesis nula; concluimos que al menos dos de las marcas de ionómero de vidrio tienen una significancia diferente, podemos observar que si existe diferencia significativa, R cuadrado es el 95.32% de la variación total que esto se debe a las diferencias en las diferentes marcas de ionómeros de vidrio; un análisis de varianza de peso seco y se puede observar que si hay una diferencia significativa.

Tabla 6.

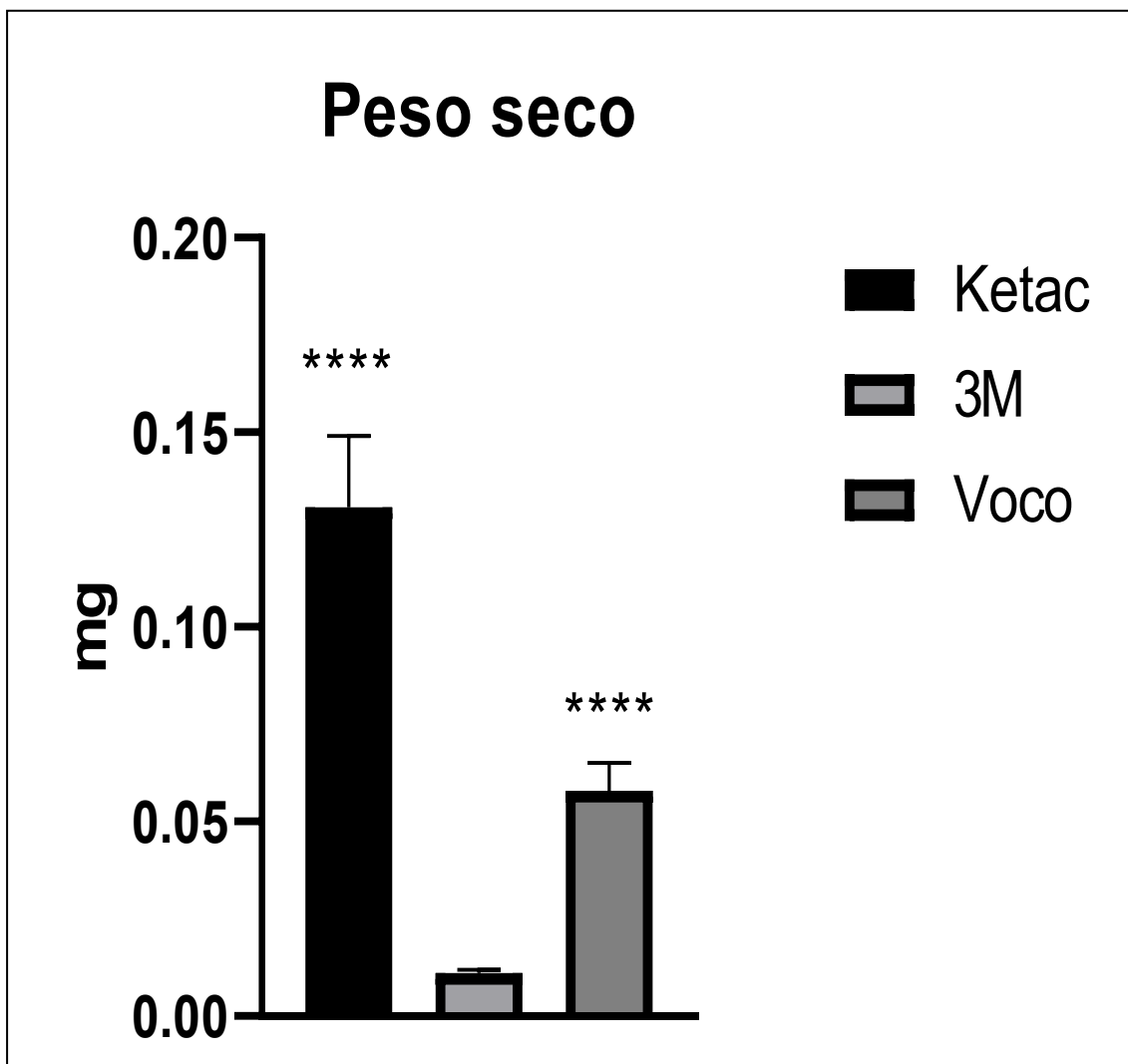
Análisis de Comparación Múltiple de Tukey de ionómero Ketac, 3M y Voco en relación a peso seco en cultivo de *C. albicans*

	Diferencia de la media	95.00% CI de diff.	¿Es significativo?	Resumen	Valor P ajustado
Ketac vs. 3M	0.1197	0.1083 to 0.1311	Si	****	<0.0001
Ketac vs. Voco	0.07276	0.06134 to 0.08417	Si	****	<0.0001
3M vs. Voco	-0.04691	-0.05832 to -0.03550	Si	****	<0.0001

En la tabla 6, se muestran las comparaciones en relación a peso seco de las diferentes marcas de ionómeros de vidrio: Ketac Molar, 3M y Voco; veremos que Ketac Molar y 3M, Ketac molar y Voco, 3M y Voco si son significativas.

Figura 4.

Diagrama Boxplot para Peso Seco de ionómeros Ketac, Vitrebond 3M y Voco en cultivo de *C. albicans*



La figura representa las unidades formadoras de colonia, en el cual se observa que si existen diferencias significativas entre los dos materiales estudiados, los cuales son la resina y acrílico.

En la figura 4, se muestra las unidades formadoras de colonia (UFC), en donde se evidencia que si existe una diferencia significativa entre las tres marcas de ionómero de vidrio: Ketac Molar, Vitrebond 3M, Voco; donde destacan más las marcas Ketac Molar y Voco.

DISCUSIÓN

Candida albicans es un hongo nativo que se va a encontrar en el cuerpo del ser humano, este hongo va a constituir una parte del microbiota natural que está en el cuerpo, debido a la superficie del cuerpo del ser humano va a constituir todo un ecosistema complejo y diverso, esta interacción con estos microorganismos va a formar parte de la inmunidad innata. Donde vamos a encontrar la formación de todo un ecosistema microbiano; esto va a estar constituido por diferentes microorganismos y van a evitar la colonización de agentes patógenos (6).

Las mismas reglas son de aplicación en la cavidad oral en donde encontraremos un ecosistema compuesto por una gran diversidad de microorganismos, dentro de la cavidad oral se localizan los hongos y otros agentes microbianos donde su función principal es poder evitar la colonización y la adhesión de microorganismos patógenos exógenos (8).

Dentro de la amplia diversidad de diferentes tipos de microorganismos vamos a encontrar al hongo que está siendo objeto de estudio que es el *Candida albicans* a este hongo se le puede definir como oportunista, se va a localizar en la cavidad oral en su manera nativa, este microorganismo se va a entrar localizado sobre las superficies de la cavidad oral y se caracterizan por su capacidad dimórfica, donde nos presentará dos fases evolutivas; la primera fase va a corresponder a un nivel muy bajo de virulencia y está será habitualmente hallada dentro de un biofilm que está equilibrado y no se encuentra alterado, llamado también biofilm eubiótico, esta fase es conocida como levaduriforme (7).

En esta fase de levaduriforme, este microorganismo va a presentar un nivel muy bajo de patogenicidad, dado que al convivir con diversos microorganismos que constituyen el microbioma oral, se liberan sustancias a que van a estimular su propia producción y va a permitir a las células que se puedan comunicar entre sí esto es llamado como autoinductores de quorum, lo que nos contribuye a la reducción de la virulencia del microorganismo en esta fase; morfológicamente tiene una forma redondeada, es una típica característica de las levaduras (6).

En su etapa de levadura, *Candida albicans* no va a tener la habilidad de poder provocar enfermedades, no obstante, al adquirir ciertos estímulos externos, el hongo puede experimentar una transición en su morfología, pasando de su forma de levadura a transformarse en una estructura filamentosa. En el transcurso de esta transformación las células redondas que son las características de la levadura se van a alargar formando a la pseudohifa estas células adoptan una forma similar a un huso, o una hifa que son filamentos más finos, continuos y más alargados

que las pseudohifas. Esta transformación es fundamental para que el hongo pueda infiltrarse en los tejidos y causar infecciones (5).

Durante esta fase filamentosa, el hongo de *Candida albicans* va a adquirir un significativo aumento en su potencial patogénico, por lo tanto, va a tener mayor de capacidad de generar procesos infecciosos (5).

El concepto biofilm dental, va a representar una evolución en la nomenclatura que era previamente conocida como placa bacteriana, esto se refiere a una estructura organizada y compleja que se forma sobre la superficie dental. El desarrollo se inicia con la formación de una película delgada que está compuesta por glucoproteínas que recubre la superficie del esmalte debido a la saliva, también conocida como película adquirida, esta capa actúa como sustrato primario que va a favorecer en la adhesión de las bacterias, las cuales se fijan mediante cargas eléctricas, moléculas especializadas como adhesinas y apéndices celulares, entre ellas las fimbrias, favoreciendo así la colonización inicial (10).

Por consiguiente, el segundo componente esencial del biofilm dental es la comunidad microbiana, es una comunidad microbiana tiene diversos tipos de microorganismos, entre estos los hongos, bacterias y otros, estos microorganismos se van adherir a la película adquirida, comenzarán a interactuar entre sí y con la superficie, donde se formarán vínculos complejos mediante mecanismos de agregación y coagregación. Así mismos esto tiene algunos microorganismos que sirven como punto de anclaje para otros, ya sean de la misma especie como de diferentes especies; todo este proceso se desarrolla dentro de un proceso estructurado y continuo que va a permitir la maduración del biofilm dental (11).

Los microorganismos que habitan en el biofilm dental son seres vivos que deben cumplir de funciones esenciales para que puedan sobrevivir y reproducirse; una función importante es que realicen los procesos de nutrición y a la eliminación de los residuos que son producidos por su actividad metabólica, estos residuos como los exopolisacáridos, como el dextrano van a quedar retenidos en la matriz del biofilm, creando una estructura pegajosa que esta estructura ayuda a proteger y a mantener unidos a los microorganismos, permitiendo que se puedan adherir con facilidad en la superficie dental. Esta matriz es fundamental para la estabilidad y formación del biofilm dental.

Debido al tipo de residuos que van a producir los microorganismos durante su actividad metabólica va ser un factor que va a influir en el potencial cariogénico del biofilm dental, esta

característica es fundamental ya que puede dar origen a dos de las afecciones más comunes en la cavidad oral y estas son la enfermedad periodontal y la caries (12).

Es importante señalar que la enfermedad periodontal se origina principalmente por la presencia de compuestos con base amoniacal, que son generados como un resultado del metabolismo de proteínas por parte de ciertas bacterias, estos compuestos se disuelven y permanecen dentro de la matriz del biofilm dental, donde creara un ambiente que va a favorecer la inflamación de los tejidos que rodean el diente, es distinto a lo que va a ocurrir con la caries dental, aquí el biofilm contiene ácidos que son generados por la descomposición de carbohidratos, como es el ácido láctico, produciendo el desequilibrio químico de la superficie del esmalte; el daño inicial se manifestara con manchas amarillentas o blancas, y si este proceso continua finalmente tendrá como resultado la formación de una cavidad en el diente.

Durante muchos años se pensó que la caries era causada por *Streptococcus mutans* por su capacidad de generar ácido láctico, que este ácido descompone al esmalte y forma cavidades, a pesar de eso investigaciones recientes han demostrado que es un trabajo en conjunto con diversidad de bacterias y otros microorganismos que da como resultado este daño; entre estos se encuentran el *Streptococcus sabrinus* y el hongo de la *Candida albicans* que contribuyen en el deterioro dental (7).

El *Candida albicans* va a generar un entorno ácido en el biofilm mediante una sucesión de procesos biológicos donde va a concentrarse gran cantidad de iones de hidrogeno dentro de sus células, para que el hongo pueda sobrevivir a esto este utilizara una serie de proteínas especializadas que actuando eliminando el exceso de ácido al exterior. Esto va a contribuir a elevar la acidez del biofilm, y cuando estos ácidos entran en contacto con el esmalte, este provoca la perdida de los minerales y posterior a eso la formación de lesiones cavitadas.

En consecuencia, la *Candida albicans* es identificado como uno de los microorganismos que esta involucrado en el origen de la caries dental, ya que participa en la formación del biofilm y constituye el entorno principal donde va a ser desarrollada esta enfermedad (7).

Desde la perspectiva en odontología preventiva, veremos el estudio de la caries interpretamos su evolución a lo largo de los años, lo cual enmarcaremos dentro del concepto de la historia natural de la enfermedad, todo este proceso se va a dividir en tres fases: antes de que se manifiesten daños visibles es el periodo prepatogénico, durante la formación del daño es el periodo patogénico y por último el periodo de secuelas, la etapa en la que la caries va a empezar

a formarse, será una lesión que provoca la ruptura del esmalte del diente, se crea una superficie donde se acumulen bacterias, esta acumulación aumenta el daño en la estructura dentaria, además esto generara un cambio en el tipo de microorganismos que habiten en ese lugar, ya que algunos microorganismos se adaptan con mayor facilidad a la condiciones que fueron creadas por la lesión.

El periodo de secuelas es crucial para poder entender la importancia de tratar las caries a tiempo, sabemos que una vez el diente haya sufrido el daño que es causado por la caries, no puede volver a su estado inicial. Es por ello que es de vital importancia poder aplicar los niveles de prevención en cada etapa de la enfermedad para poder evitar que el daño se siga desarrollando y se vuelva irreversible.

El tratamiento específico de la caries generalmente implicará la limpieza completa de la cavidad, haciendo la eliminación del tejido dañado, luego la obturación y finalmente la restauración del diente; por otra parte es importante poder entender y saber que los materiales de restauración no van a tener las mismas características físicas y químicas que el esmalte natural, por lo tanto las restauraciones tienen una duración limitada y con el pasar del tiempo tienen a deteriorarse, lo que es necesario poder reemplazarlas, siempre habrá una unión microscópica entre el tejido dentario y el material dental de restauración. Esta unión por sus fenómenos físicos como es la capilaridad; esto podría permitir que los microorganismos del biofilm y los líquidos penetren en ese pequeño espacio, así mismo corriendo el riesgo de que la caries pueda retornar en esa zona (21).

Cuando se lleva a cabo un análisis de la estructura histológica del diente, vamos a poder evidenciar tres tipos de tejido, el esmalte, que es el tejido más externo, el mismo que va a tener un alto contenido de sustancias mineral que le va proporcionar una resistencia de compactación frente a las fuerzas oclusales; así mismo su textura lisa impide que se lleve a cabo la retención de residuos de la dieta y que está puede ser barrida fácilmente por medio de la autoclisis.

El segundo tejido que va a formar parte de la histología del diente es el que está inmediatamente por debajo del esmalte, la dentina, un tejido que también bien tiene consistencia dura, pero que a diferencia del esmalte, va a tener mucho más contenido orgánico y menos contenido mineral, además otra diferencia radica en la disposición que va a tener el tejido ya que en la dentina vamos a encontrar todo un complejo sistema de túbulos dentinarios que dentro de sí van a contener las fibras de Tomes, estas son prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos

cuyos cuerpos van a estar ubicados en la zona más externa de la pulpa, la zona odontoblastica desde dónde van a comenzar a recolectar la materia prima para poder llevar a cabo la síntesis de la predestina, y posteriormente se lleve a cabo su mineralización formando de esta manera la dentina secundaria (23).

Cómo se dijo, ambos tejidos tienen una disposición muy distinta, ya con el esmalte vamos a encontrar una gran proporción de cristales de hidroxiapatita mientras que el componente orgánico serán algunas proteínas que se encuentran entre los cristales, como por ejemplo las enamelinas entre otras.

En cuanto a lo que corresponde a las características histológicas de la dentina y su función de llevar a cabo una resistencia mecánica frente a las fuerzas oclusales, se basa en su estructura porosa, por la presencia de los túbulos dentinarios, que va a servir como una matriz amortiguadora que va a evitar la fractura del diente.

Por tal motivo, cuando se produce una lesión cavitada, se tiene que respetar la función de cada tipo de tejido, por lo que cuando la caries afecta la región más superficial del esmalte, se utilizan las resinas, que tienen capacidades más superficiales y ópticas, dado que es la parte visible.

En cambio, cuando la caries es mucho más profunda y llega a comprometer la dentina, al en el caso anterior, se debe la sustitución del tejido por uno análogo pero artificial, el ionómero, el cual por su estructura química emula las funciones de resistencia mecánica y amortiguadoras que tienen la dentina (24).

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 y mecánicas van 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.

Según Shirin Lawaf y Arash Azizi el 5 de junio de 2009, en el artículo “Adherencia de *Cándida albicans* al material dental restaurador de ionómero de vidrio” en donde se estudió la adherencia de cepas de *Candida albicans*, se prepararon fragmentos de ionómero de vidrio; posteriormente, se inocularon células de levadura y se incubaron con diferentes tiempos de incubación, y tiene como conclusión la adherencia y crecimiento del *Candida albicans* en el material dental de

ionómero de vidrio, en este proyecto de investigación apoya los resultados obtenidos por que guarda relación teniendo en cuenta que se pudo observar que si hubo crecimiento de *Candida albicans* en el ionómero de vidrio, en esta situación vamos a encontrar al ionómero expuesto a la superficie y, por ende, también el material ofrecerá las condiciones ideales para poder ser colonizado por *Candida albicans* ya que hongo se le está proporcionando condiciones ideales para que pueda llevarse a cabo la producción de un biofilm (37).

Según Chiaki Tsutsumi , Kazuo Takakuda y Noriyuki Wakabayashi, el 02 de diciembre del 2015 sobre el antecedente: “Reducción de la adhesión de la biopelícula de *Candida* mediante la incorporación de relleno de ionómero de vidrio prereaccionado en la resina de la base de la dentadura postiza” , en este estudio se busca poder reducir la capacidad de formación del biofilm de *Candida albicans* sobre la adición de relleno de ionómero de vidrio tiene como conclusión que si hay la posibilidad de *Candida albicans* para poder adherirse y llevar a cabo la formación de un biofilm más delgado, es por ello que en este proyecto de investigación apoyamos a los resultados obtenidos por que guarda relación teniendo en cuenta que se pudo observar que si hubo crecimiento de *Candida albicans* en el ionómero de vidrio que es usado en la práctica odontológica (38).

Según R Pereira , RO Dos Santos Fontenelle, EHS de Brito, S. M. de Moraes, el 09 de diciembre del 2020 sobre la “Biopelícula de *Candida albicans*: formación, regulación y resistencia”, se establece una tratativa sobre la calidad de agente patogénico que tiene *Candida albicans*, es un microorganismo, que vamos a encontrar en la cavidad oral, pero que cuenta con la capacidad de poder diseminarse por vía hematogena hacia otras partes del cuerpo generando enfermedades infecciosas a distancia de nivel sistémico, de esta manera incrementará considerablemente su nivel de virulencia, con que el proyecto de investigación con este hongo que es objeto de estudio, tiene como principal característica poder llevar a cabo la formación de biopelículas, se va a encontrar a *Candida albicans* formando biopelículas en el tejido duro, en los dientes, dónde debido a su metabolismo, generar una serie de subproductos ácidos que van a llevar a cabo la acidificación del biofilm dental y esto va coadyuvar a que se produzca la enfermedad caries (39).

Según Zhenting Xiang, Rohan S. Wakade, Apoena Aguiar Ribeiro, Weiming Hu, Kyle Bittinger, Aurea Simon-Soro, Dongyeop Kim, Jiyao Li, Damián J. Krysan, Yuan Liu, Hyun Koo, el 05 de enero del 2023, sobre “El diente humano como nicho fúngico: características de *Candida albicans* en aislamientos de placa dental” en este estudio habla sobre análisis del

comportamiento del *C. albicans* en diferentes nichos orales en el que se pueda encontrar, lo que esto va a influir en que pueda aumentar su nivel de virulencia por la colonización de este hongo, en conclusión si guarda relación con el proyecto de investigación sobre la capacidad que tiene de adherirse, y esta adhesión puede ser de manera individual, por las proteínas especializadas que son denominadas adhesinas, o de forma colectiva, a través de la formación de biopelículas o biofilms (40).

Por lo tanto como afirman Zhenting Xiang, Rohan S. Wakade, Apoena Aguiar Ribeiro, Weiming Hu, Kyle Bittinger, Aurea Simón-Soro, Dongyeop Kim, Jiyao Li, Damián J. Krysan, Yuan Liu, Hyun Koo y también Shirin Lawaf y Arash Azizi en los estudios “El diente humano como nicho fúngico: características de *Candida albicans* en aislamientos de placa dental” (40) y “Adherencia de *Candida albicans* al material dental restaurador de ionómero de vidrio” (37) correspondiente mente, *Candida albicans* no solo se limita a poder colonizar el tejido natural, sino que también encuentra en un ambiente ideal en aquellos materiales restauradores que se encuentran en boca, debido a que estos van a estar en constante contacto con la saliva, lo que va a permitir a *Candida albicans* poder anclarse a la película adquirida, adherirse a esta y comenzar a formar el biofilm que servirá de sustrato para la colonización de otro tipo de microorganismos agentes causales de la caries y la enfermedad periodontal como establece R Pereira, RO Dos Santos Fontenelle, EHS de Brito, S. M. de Morais (39).

Los resultados obtenidos después de llevar a cabo mi proceso comparativo indican que las tres marcas comerciales de ionómero vidrio Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco estos ofrecen condiciones ideales para que sobre esta se pueda llevar a cabo la acentuación y acumulación de biomasa, ya que se trata de biomateriales artificiales como dicen Shirin Lawaf y Arash Azizi. (37).

Se manejaron dos criterios:

- Las unidades formadoras de colonias (UFC)
- El peso seco.

Después de haber terminado la significancia, con respecto a las unidades formadoras de colonias, puedo concluir que las condiciones biológicas que ofrecen los tres ionómeros para que pueda llevarse a cabo la colonización y formación del biofilm por parte de *Candida albicans*, mostrándose una significativa diferencia en los valores de la marca Ketac Molar en comparación a la marca comercial Voco y 3M.

La diferencia, en lo que se refiere a este parámetro, entre Voco y 3M no es significativamente notable, pero Voco muestra condiciones inferiores para la formación de biofilm en comparación a la marca 3M, como se muestra en la tabla 1.

A la conclusión antes descrita, se pudo llegar después de todo un proceso de análisis de los resultados que se obtuvieron de mi proceso de investigación, primeramente, establecer que estamos frente a un sistema estadístico paramétrico, es decir que los valores de las unidades de estudio serán guiados en relación a un valor normal en sentido creciente, tal y como se muestra en la figura 1, donde la desviación de los valores respecto de la normal no es realmente significativa.

La validación de la técnica estadística para procesar la información de los resultados obtenidos en la presente tesis, requieren de un análisis de varianza, para este respecto se utiliza el sistema del análisis de varianza de ANOVA, donde se relacionan varios conceptos, como son el Factor F, el valor P, el R^2 entre otros, tal y como se establece en la tabla 2; en lo referido al coeficiente de determinación el valor corresponde a un 0.7496, con lo que el modelo estadístico se encuentra correctamente ajustado para que de esta manera el valor nos va a indicar una correspondencia entre las variables estudiadas y esto a su vez determina que el valor P nos permita hacer una afirmación de validación de la hipótesis propuesta en mi estudio, siendo las relaciones entre los elementos de carácter significativo.

Lo explicado líneas arriba, permite hacer un análisis de comparación, como se muestra en la tabla 3, en donde se hace las comparaciones de los valores obtenidos de los ionómeros bajo los criterios Ketac vs. 3M, Ketac vs. Voco y 3M vs. Voco obteniendo en este proceso los siguientes valores 5.833, 6.333 y 0.5 respectivamente, esto sugiere que los valores en relación al parámetro de unidades formadoras de colonias, son muy similares, encontrándose una diferencia mayor en los valores que corresponden al ionómero Ketac, respecto de 3M y Voco, lo que en definitiva, se aprecia mucho mejor el diagrama BoxPlot contenido en el gráfico 2, que se complementa con la tabla 1.

Para poder tener un poco más de precisión, debemos manejar la información cuantificable ya citada en la tabla 1, los valores mínimos, medios y máximos obedecen a una premisa, siendo estos mayores en Ketac, seguido de 3M y finalmente Voco. La premisa antes descrita es aplicable a todos los parámetros establecido en la tabla 1, por ejemplo, tomando los valores medios de las tres marcas tendremos 106, 100 y 100 respectivamente, con lo que se evidencia

el mayor valor de Ketac respecto de 3M y Voco y esto complementando con el diagrama del gráfico 2, nos permite entender de manera más visual la regla antes establecida.

Estos datos me permiten concluir, que, respecto de UFC, el ionómero Ketac ofrece mejores condiciones para que se lleve a cabo el establecimiento y viabilidad de un biofilm en su superficie respecto a las otras dos marcas, en orden decreciente continuaría 3M y Voco.

Respecto al criterio del peso seco, a diferencia del parámetro anterior, si va a poder encontrar una muy significativa diferencia en los valores de las tres marcas comerciales, se evidenció una mayor cantidad de biomasa en la marca comercial Ketac, seguidamente la marca comercial Voco y por último la marca 3M respectivamente.

Pero por qué, al igual que para el parámetro de UFC, en el caso de peso seco, se debe hacer la determinación de tipo de estadística a emplearse, en este caso y obedeciendo a el gráfico 3, se pude ver que la los datos deben obedecer a una correspondencia con un parámetro establecido, la normal, los datos siguen la trayectoria sin hacer variaciones significativas en forma creciente lo que confirma el tipo de estadística propuesta.

Así mismo se debe hacer un análisis de varianza, para lo que se utiliza ANOVA, los parámetros, un 0.9532 para R^2 , un valor F de 336.2, un valor P de <0.0001 nos indican que existe un correcto ajuste de coeficiente de determinación para poder realizar una confirmación de la hipótesis propuesta en la tesis, ya que medición tiene un carácter significativo como se muestra en la tabla 5.

Al igual que en el caso de UFC se debe realizar una prueba de comparaciones múltiple como se indica en la tabla 6, haciéndose el contraste en relación a los criterios siguientes Ketac vs. 3M, Ketac vs. Voco y 3M vs. Voco a los que les corresponde la diferencia media de 0.1197, 0.07276 y -0.04691 respectivamente, con lo que se evidencia una significativa diferencia entre los valores arrojados por las tres marcas.

Para poder hacer una apreciación más clara, la tabla 4 muestra la comparación en cifras de los resultados obtenidos por las tres marcas, evidenciándose una marcada diferencia en la biomasa que contienen, tomando como referencia el valor medio se obtiene valores de 0.1313, 0.0564 y 0.0113 para las marcas Ketac, Voco y 3M respectivamente, por lo que es en ese orden r que se muestran las mejores condiciones para el establecimiento y viabilidad de biofilm por parte de *Candida albicans*.

Lo anterior se puede mostrar de manera más visual en el diagrama BoxPlot del gráfico 4, en donde se indica lo antes mencionado.

Esto nos permite afirmar que las mejores condiciones para el establecimiento de un biofilm las ofrece Ketac, seguido de Voco y por último 3M.

Extrapolando los resultados obtenidos en mi proceso comparativo y los resultados de mis antecedentes investigativos, se puede llegar a establecer la capacidad que tiene *Candida albicans* para poder colonizar y posteriormente poder llevar a cabo la formación de un biofilm en el Ionómero, según Zhenting Xiang, Rohan S. Wakade, Apoena Aguiar Ribeiro, Weiming Hu, Kyle Bittinger, Aurea Simon-Soro, Dongyeop Kim, Jiyao Li, Damián J. Krysan, Yuan Liu, Hyun Koo (39); cuándo este está en contacto con la saliva, en situaciones que previamente han sido ya descritas, sin embargo, la formación de esta biomasa va a ser distinta dependiendo de la estructura que tenga cada marca comercial, influyendo en gran medida en la formación de la estructura objeto de estudio.

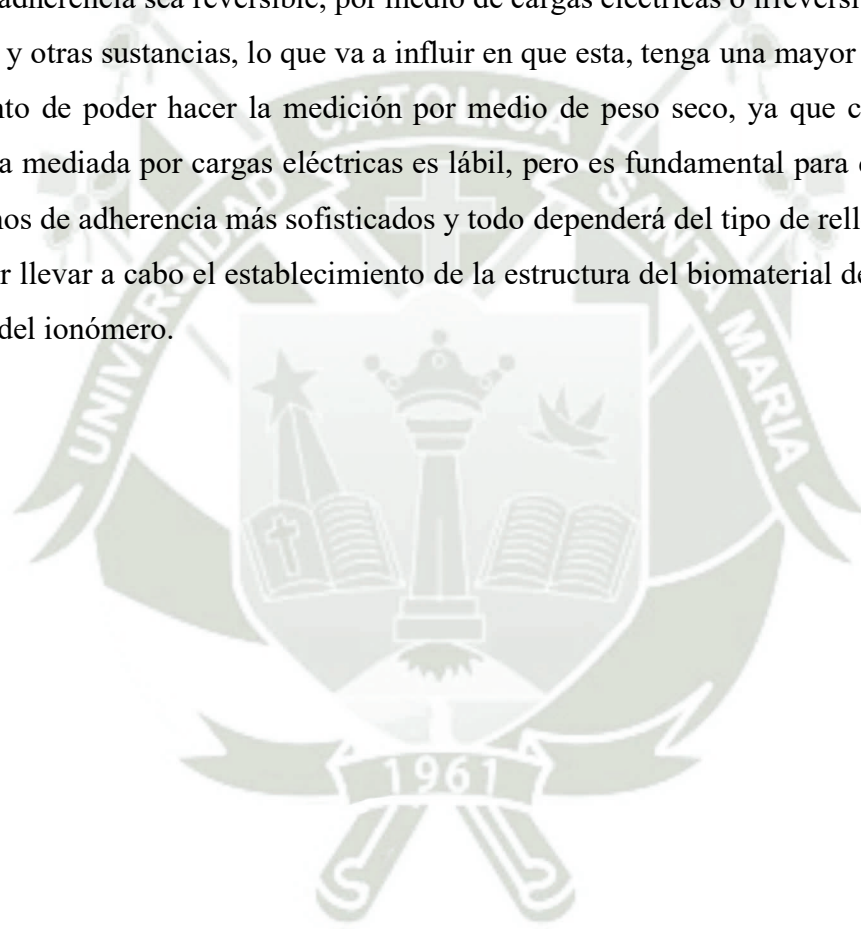
Haciendo un análisis, desde una perspectiva de materiales dentales, el ionómero es un biomaterial cuya principal función es la de emular las funciones de amortiguación mecánica que tiene la dentina dentro de la estructura histológica del diente (23), por lo que para ello, a diferencia de la resina, debe contener una mayor cantidad de relleno inorgánico, que es la parte estructural del material que le va a dar una mayor resistencia frente a tensiones así como también, en este caso en menor medida, un mejor acabado por la naturaleza de su uso.

Es por esta razón que, el relleno inorgánico del material, para cumplir con las funciones del ionómero, debe contar con una serie de características eléctricas, químicas y mecánicas, como se dicen Chiaki Tsutsumi, Kazuo Takakuda y Noriyuki Wakabayashi (38), pero son las dos primeras, las que van a determinar la mayor o menor adherencia de microorganismos.

Como se ha descrito en el marco conceptual existe una adherencia reversible y una irreversible (17), la primera es mediada por cargas eléctricas, un proceso isoelectrico que va a fijar relativamente bien a *Candida albicans* en el material (16), aun así este elemento de unión es lábil y fácilmente podría darse el desprendimiento por algún estímulo mecánico o hidrodinámico, pero una vez que estos estímulos no se presenten se produce una adhesión irreversible (17), ya que por medio de adhesinas es que el microorganismo se fijó en el biomaterial estableciendo de esta manera las UFC, tal y como establece R Pereira, RO Dos Santos Fontenelle, EHS de Brito, S. M. de Morais (39) y también Según Zhenting Xiang, Rohan

S. Wakade, Apoena Aguiar Ribeiro, Weiming Hu, Kyle Bittinger, Aurea Simon-Soro, Dongyeop Kim, Jiyao Li, Damián J. Krysan, Yuan Liu, Hyun Koo (40) en sus correspondientes estudios.

Por lo tanto, es probable que los distintos tipos de relleno inorgánico utilizados por las tres marcas, los mismos que están sujetos a las legislaciones de derecho informático referidos más específicamente a la protección del secreto de propiedad industrial, son responsables de que se produzca una mayor o menor formación de biofilm en la superficie de dicho material. Depende de que la adherencia sea reversible, por medio de cargas eléctricas o irreversible, por medio de adhesinas y otras sustancias, lo que va a influir en que esta, tenga una mayor o menor biomasa al momento de poder hacer la medición por medio de peso seco, ya que como se indicó la adherencia mediada por cargas eléctricas es lábil, pero es fundamental para que puedan darse mecanismos de adherencia más sofisticados y todo dependerá del tipo de relleno que se utilice para poder llevar a cabo el establecimiento de la estructura del biomaterial de restauración, en este caso del ionómero.



CONCLUSIONES

Después de haber llevado todo mi proceso de investigación, puedo concluir lo siguiente:

PRIMERA.- Si se pudo determinar que es posible la producción de biofilm por parte de *Candida albicans* sobre la superficie del ionómero de vidrio Ketac Molar.

SEGUNDA.- Si es factible la producción de biofilm sobre el ionómero de vidrio Vitrebond de 3M por parte del hongo *Candida albicans*.

TERCERA.- Si es viable que *Candida albicans* produzca biofilm sobre la superficie del ionómero de vidrio Voco.

CUARTA.- Si existen diferencias en la producción de biofilm por parte de *Candida albicans* sobre los ionómeros de vidrio de marca comercial Ketac, Voco y 3M; ya que la mayor biomasa registrada se va a encontrar en los discos de Ionómero de la marca Ketac, seguidamente encontramos una masa considerable en la marca Voco y por último, el menor índice de biomasa lo encontraremos en los discos de la marca 3M.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere la aplicación real del principio de igualdad para poder estudiar y evaluar las propiedades físicas, químicas y biológicas al momento de llevar a cabo la elaboración de materiales dentales, en virtud de que la causa de las principales enfermedades orales es el biofilm dental.
2. Destacar la relevancia del biofilm bacteriano como la causa de las principales enfermedades orales como la caries y la enfermedad periodontal, así mismo tomar conciencia del proceso dinámico de formación de la misma para el riesgo de padecer las enfermedades antes mencionadas no se magnifique y se convierta en peligro.
3. Finalmente tomar en cuenta el potencial ácido génico de *Candida albicans* como agente causal de la caries debido a su capacidad de eliminar subproductos ácidos como el ácido láctico, ácido pirúvico y ácido acético.

REFERENCIAS

1. Kelić, K., Zrinka Tarle, Ivana Šutej , Kristina Peroš, & Matej Par . (2020). Materiales restauradores liberadores de flúor: el efecto de una capa resinosa en la liberación de iones. *Acta Stomatol Croata.*, 54 (4): 371–381.
2. R Pereira , RO Dos Santos Fontenelle, EHS de Brito, & S. M. de Morais . (2021). Biopelícula de *Candida albicans*: formación, regulación y resistencia. *Revista de Microbiología Aplicada*, 131(1):11-22
3. Lawaf, S., & Arash Azizi 2. (2009). Adherencia de *Candida albicans* al material dental restaurador de ionómero de vidrio. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.*, 3 (2): 52–55.
4. Lopes, J. P., & S. Lionakis , M. (2022). Pathogenesis and virulence of *Candida albicans*. *Virulence*, 13(1):89-121.
5. Talapko, J., Juzbašić, M., Matijević, T., Pustijanac, E., Bekić, S., Kotris, I., & Škrlec, I. (2021). *Candida albicans*—The Virulence Factors and Clinical Manifestations of Infection. *Journal of Fungi.*, 7(2):79.
6. Eidt , G., Marques Waltermann, E., Balbinot Hilgert, J., & Alex Arthur , R. (2020). *Candida* and dental caries in children, adolescents and adults: A systematic review and meta-analysis. *Arch Oral Biol*, 119:104876.
7. Q, D., B, R., Z. X., L, Z., & X, X. (2022). Cross-kingdom interaction between *Candida albicans* and oral bacteria. *Front Microbiol*, 13:911623.
8. Santacroce , L., Carmine Passarelli , P., Azzolino, D., Bottalico, L., Alexandros Charitos, I., Pia Cazzolla, Á., D'Addona, A. (2023). Oral microbiota in human health and disease: A perspective. *Exp Biol Med (Maywood)*, 248(15):1288-1301.
9. Rose Jørgensen, M. (2024). Pathophysiological microenvironments in oral candidiasis. *APMIS*, 132(12):956-973.
10. Stevenson, P., Marguet, M., & Matthew R. (2023). Biofilm and Hospital-Acquired Infections in Older Adults. *Crit Care Nurs Clin North Am*, 35(4):375-391.
11. Mukherjee, S., Bhattacharjee, S., Paul, S., Nath, S., & Paul, S. (2023). Biofilm-a Syntrophic Consortia of Microbial Cells: Boon or Bane? *Appl Biochem Biotechnol.*, 195(9):5583-5604.
12. Ahmad Rather, M., Gupta, K., & Manabendr. (2021). Microbial biofilm: formation, architecture, antibiotic resistance, and control strategies. *Braz J Microbiol.*, 52(4):1701-1718.
13. R Pereira , Dos Santos Fontenelle, R., & EHS de Br. (2021). Biofilm of *Candida*

- albicans: formation, regulation and resistance. *J Appl Microbiol.*, 131(1):11-22.
14. Yao, S., Hao, L., Zhou, R., Jin, Y., Huang, J., & Wu, C. (2022). Multispecies biofilms in fermentation: Biofilm formation, microbial interactions, and communication. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 21(4):3346-3375.
 15. Sauer, K., Stoodley, P., M. Goeres, D., Hall-Stoodley, L., Burmølle, M., S. Stewart, P., & Bjarnsholt, T. (2022). The biofilm life cycle: expanding the conceptual model of biofilm formation. *Nat Rev Microbiol*, 20(10):608-620.
 16. Neghabi Hajiagha, M., & Samadi Kafil, H. (2023). Efflux pumps and microbial biofilm formation. *Infect Genet Evol.*, 112:105459.
 17. Roudbary, M., Vahedi-Shahandashti, R., Souza Dos Santos, A. L., Roudbar Mohammadi, S., Aslani, P., Lass-Flörl, C., & F. Rodrigues, C. (2022). Biofilm formation in clinically relevant filamentous fungi: a therapeutic challenge. *Crit Rev Microbiol.*, 48(2):197-221.
 18. Thurnheer, T., & Paqué de Pune, N. (2021). Biofilm Models to Study the Etiology and Pathogenesis of Oral Diseases. *Monogr Oral Sci.*, 29:30-37.
 19. Sedghi, L., DiMassa, V., Harrington, A., V. Lynch, S., & L. Kapila, Y. (2021). The oral microbiome: Role of key organisms and complex networks in oral health and disease. *Periodontol 2000*, 87(1):107-131.
 20. M. Kurtzman, G., A. Horowitz, R., Johnson, R., & Pedro, Z. (2024). The oral microbiome: Role of key organisms and complex networks in oral health and disease. *Cureus*, 16(11):e72841.
 21. Tuygunov, N., Nurlatifah Zakaria, M., Azlin Yahya, N., Abdul Aziz, A., & Cahyanto, A. (2023). Efficacy and bone-contact biocompatibility of glass ionomer cement as a biomaterial for bone regeneration: A systematic review. *J Mech Behav Biomed Mater*, 146:106099.
 22. Xingyun Ge, K., Yu-Hang Lam, W., Chu, C.-H., & Yu, O. (2024). Updates on the clinical application of glass ionomer cement in restorative and preventive dentistry. *J Dent Sci*, 19(Suppl 1):S1-S9.
 23. Guo, T., Wang, D., & Shiqian Gao, S. (2024). Incorporating nanosilver with glass ionomer cement-A literature review. *J Dent*, 149:105288.
 24. Heboyan, A., Vardanyan, A., Isaqali Karobari, M., Marya, A., Avagyan, T., Tebyaniyan, H., Avetisyan, A. (2023). Dental Luting Cements: An Updated Comprehensive Review. *Molecules.*, 28(4):1619.
 25. W. Nicholson, J., K Sidhu, S., & Czarnecka, B. (2020). Mechanical Properties of Glass-

- Ionomer Dental Cements: A Review. *Materials (Basel)*, 13(11):2510.
26. Hill, R. (2022). Lass ionomer polyalkenoate cements and related materials: past, present and future. *Br Dent J.*, 232(9):653-657. .
 27. *Perfil técnico del producto.* (s.f.). Obtenido de <https://studylib.es/doc/6758842/perfil-t%C3%A9cnico-del-producto.?p=2>
 28. *Ketac Molar easy mix.* (s.f.). Obtenido de <https://www.odontostore.com/en/productos/materiales/ionomero/173-ketac-molar-easy-mix>
 29. *3M™ Ketac™ Molar.* (s.f.). Obtenido de <https://dentalcorp.ec/producto/ketac-molar/?srsltid=AfmBOoprX4xx9KX98RRogq--tStAFiAtONbFe8E5Bv7NY5cSGd1ddsNo>
 30. *GLASS IONOMER PRODUCTS.* (s.f.). Obtenido de https://www.adamdental.com.au/Documents/Brand%20Management/Voco/Web%20Docs/giz_fol_gb.pdf
 31. *Depósito Dental Q.* (s.f.). Obtenido de <https://dentalqp.com/producto/ionomero-fotopolimerizable-vitrebond-3m/#:~:text=Protege%20el%20diente%20sin%20dolor&text=com%C3%BAmente%20se%20encuentran%20en%20la%20cavidad%20oral>.
 32. *VOCO.* (s.f.). Obtenido de <https://www.voco.dental/es/productos/restauracion-directa/cemento-ionomero-de-vidrio/voco-ionofil-molar.aspx>
 33. *Gedesa.* (s.f.). Obtenido de <https://www.gedesa.com/producto/ionomero-de-obturacion-ionofil-molar/>
 34. Schmitt DP, Long AE, McPhearson A, O'Brien K, Remmert B, Shah SH. Personality and gender differences in global perspective. *Int J Psychol.* 2017;52 Suppl 1:45-56.
 35. Hoyle T. The digestive system: linking theory and practice. *Br J Nurs.* 1997;6(22):1285-91.
 36. Uzel I, Gurlek C, Kuter B, Ertugrul F, Eden E. Caries-Preventive Effect and Retention of Glass-Ionomer and Resin-Based Sealants: A Randomized Clinical Comparative Evaluation. *Biomed Res Int.* 2022; 2022:7205692.
 37. Lawaf S, Azizi A. Candida albicans Adherence to Glass Ionomer Restorative Dental Material. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2009;3(2):52-5.
 38. Tsutsumi C, Takakuda K, Wakabayashi N. Reduction of Candida biofilm adhesion by incorporation of prereacted glass ionomer filler in denture base resin. *J Dent.* 2016;44:37-43.

39. Pereira R, Dos Santos Fontenelle RO, de Brito EHS, de Morais SM. Biofilm of *Candida albicans*: formation, regulation and resistance. *J Appl Microbiol*. 2021;131(1):11-22.
40. Xiang Z, W. R.-S. (2023). Human Tooth as a Fungal Niche: *Candida albicans* Traits in Dental Plaque Isolates. *mBio*, 28;14(1):e0276922.
41. 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).
42. 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.
43. Mangal U, Kwon JS, Choi SH. Bio-Interactive Zwitterionic Dental Biomaterials for Improving Biofilm Resistance: Characteristics and Applications. *Int J Mol Sci*. 2020;21(23).
44. 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).



Anexo 1. Tabulación Discos de Ionómero

Ketac	3M	Voco
108	102	102
111	100	101
106	99	98
104	102	101
106	100	100
106	99	99
109	103	98
104	103	100
107	99	102
106	100	100
104	102	102
108	100	100

Ketac	3M	Voco
0.1634	0.0121	0.067
0.147	0.0114	0.0513
0.1526	0.0113	0.0698
0.1143	0.0119	0.064
0.10882	0.0113	0.0576
0.10998	0.0111	0.0526
0.10906	0.0115	0.0664
0.1235	0.0105	0.0522
0.137	0.0119	0.0514
0.1388	0.0102	0.0489
0.1255	0.0095	0.059
0.1385	0.0098	0.0552

Anexo 2. Secuencia Fotográfica

Figura 5. Pesaremos cada uno de los 36 discos de ionómero de vidrio de las diferentes marcas: Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco en la balanza analítica.



Figura 6. Pondremos 12 discos en una placa Petri



Figura 7. Se puso 80 uL de inóculo de *Candida albicans* en los discos de ionómero de vidrio de las diferentes marcas: Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco

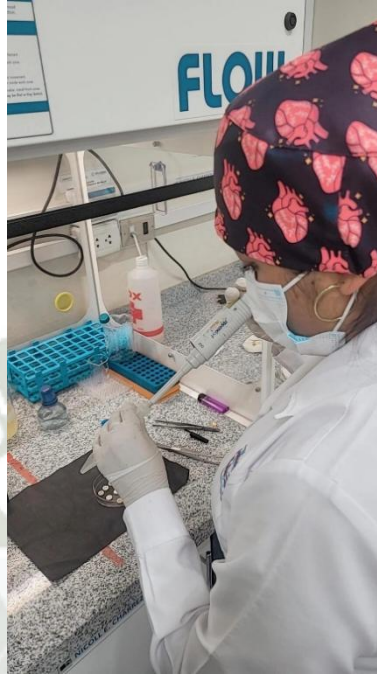


Figura 8. Posteriormente se puso 80 uL de inóculo de *Candida albicans* en los discos de ionómero de vidrio de las diferentes marcas: Ketac Molar, Vitrebond 3M y Voco



Figura 9. Vamos a distribuir los discos en una placa de cultura celular de seis pozos, luego se dejó reposando a temperatura ambiente por dos horas (eta es la etapa de preadhesión)



Figura 10. Ponemos el caldo BHI sobre los discos de ionómero de vidrio

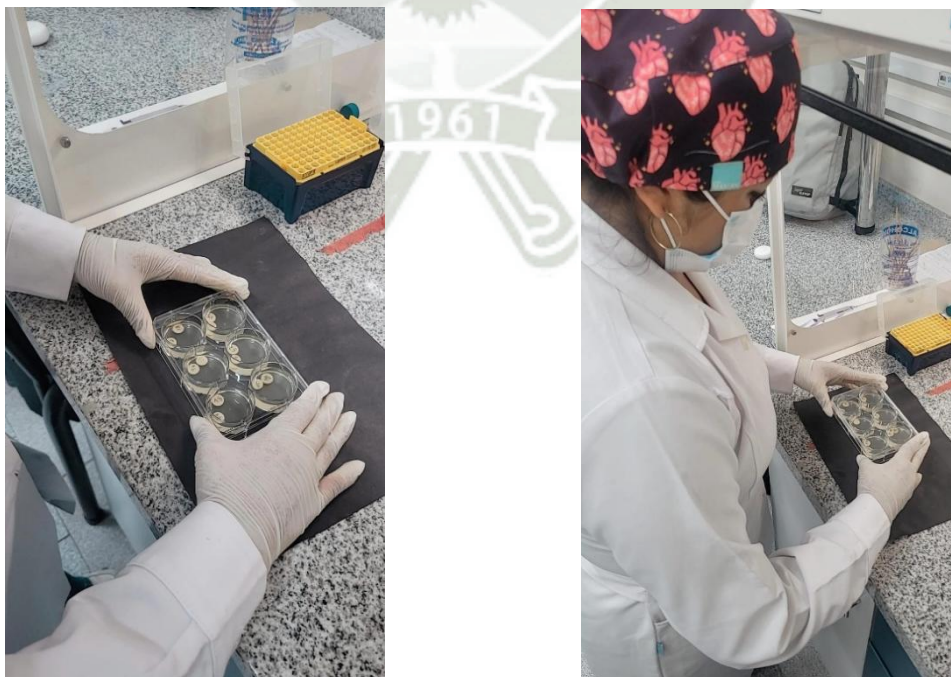


Figura 11. Ya puesto el caldo BHI y ya distribuida de manera equitativa sobre los discos de ionómero de vidrio, se llevó a la incubadora por un periodo de 48 horas a 37°.



Figura 12. Retiraremos los discos de ionómero de las diferentes marcas Ketac Molar, Vitrebond 3M, Voco de la incubadora



Figura 13. Registraremos el Peso Seco

