



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA  
ESPECIALIDAD EN ENDOPERIODONTOLOGÍA**

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA QLF COMO REVELADOR  
DE BIOPELÍCULA EN ALUMNOS DE ODONTOLOGÍA**

**TESIS**

PARA OBTENER EL:  
DIPLOMA DE ESPECIALISTA  
EN:  
**ENDOPERIODONTOLOGÍA**

PRESENTA:  
**ALBERTO RUELAS GONZÁLEZ**



DIRECTOR DE TESIS  
DRA. ANGELINA CAROLINA VEGA NAVARRO

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA ESTADO DE MÉXICO  
(FES IZTACALA), JUNIO 2022.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## RESUMEN

### **“Aplicación de Tecnología QLF™ como Revelador de Biopelícula Dental en Alumnos de Odontología”**

**Introducción.** La caries y las patologías periodontales presentan una alta morbilidad a nivel mundial, estas se originan por la acumulación de la biopelícula, desafortunadamente esta no es visible a simple vista por lo que es necesario hacerla evidente mediante el uso de un agente revelador. De manera tradicional la biopelícula se visualiza al aplicar agentes colorantes monocromáticos o dicromáticos, aunque recientemente algunos métodos fluorescentes han ganado aceptación como un método para revelarla, uno de ellos es el sistema de fluorescencia cuantitativa inducida por luz o QLF™. Sin embargo actualmente no existe evidencia suficiente sobre su uso y grado de confianza en la medición de la biopelícula en comparación con los métodos tradicionales, además de que no es usada ni conocida por los estudiantes de pregrado de nuestra institución.

**Objetivo.** Comparar la tecnología por fluorescencia QLF™ con el método tradicional por tinción con una solución dítonos como revelador de biopelícula dental en estudiantes de primer año de odontología.

**Metodología.** Se realizó un estudio observacional, comparativo y prospectivo en alumnos de la carrera de Cirujano Dentista de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Iztacala, los cuales participaron de forma voluntaria, previo consentimiento informado. La valoración de la biopelícula se realizó en todos los participantes aplicando dos métodos: un scanner portátil con tecnología fluorescente y una tinción en solución de dos tonos.

Primero se midió la cantidad de biopelícula aplicando el sistema QLF™ Bioscan de Q-Ray®, el cual mostró el número de superficies con fluorescencia en color rojo/anaranjado, y segundo, se aplicó la solución ditionos de EUFAR® para mostrar el número de superficies teñidas, en ambos casos se utilizó el índice de placa de O'Leary para su evaluación.

Se determinó si existieron diferencias significativas en el porcentaje de superficies fluorescentes/teñidas con pruebas estadísticas descriptivas e inferenciales (t pareada).

**Resultados.** Se incluyeron participantes de edad media de  $19.0 \pm 2.0$  años (76.7% menores de 20 años y 23.3% de 20 años o más), el 70% eran femeninos y el 30% masculinos. El índice medio con el uso de QLF™ fué de  $54.5 \pm 28\%$  y con la solución ditionos fué de  $59.6 \pm 30\%$ . A pesar de que la variabilidad entre mediciones con ambos sistemas en algunos individuos era considerable, la diferencia de medias fué de  $5.0 \pm 29.9\%$  con un límite de concordancia de 6.1 a 16.2%. ( $p=0.363$ , prueba t-pareada).

**Conclusiones.** La tecnología QLF™ permite identificar a la biopelícula de manera confiable y de forma similar a lo que se logra con el uso de la tinción ditionos, por lo que se recomienda su uso regular.

**Palabras clave.** Solución ditionos, fluorescencia, agente revelador, biopelícula dental, tecnología QLF™.

## ABSTRACT

### "Application of QLF™ technology as a dental biofilm revealing agent in undergraduate students"

**Introduction.** Caries and periodontal pathologies present a high morbidity worldwide, these are caused by the accumulation of biofilm, unfortunately this is not visible to the naked eye so it is necessary to make it evident by using a revealing agent. Biofilm is traditionally visualized by applying monochromatic or dichromatic coloring agents, although recently some fluorescent methods have gained acceptance as a method to reveal it, one of them is the quantitative light-induced fluorescence system or QLF™. However, currently there is insufficient evidence on its use and degree of confidence in the measurement of biofilm compared to other traditional methods, in addition to that, it is not used or known by undergraduate students of our institution.

**Objective.** Compare the utility of QLF™ fluorescent technology versus the ditone staining solution as biofilm developer agent in undergraduate students.

**Methodology.** An observational, comparative and prospective study was carried out in students of the Dental Surgeon career of the Iztacala Faculty of Higher Studies (FES), who participated voluntarily, after signing an informed consent letter. The dental biofilm assessment was performed in all participants with two methods: the QLF™ system and the ditone staining solution. First, the percentage of fluorescent surfaces (red / orange color) was measured using the QLF™ system (Q-Ray®) bioscan, second the DITONE eufar® staining solution was applied to evaluate the percentage of stained surfaces, in both cases the O'Leary plaque index was applied. It was determined if there were significant differences in the percentage of fluorescent/stained surfaces with descriptive and inferential statistical tests (paired t test).

**Results.** Participants of mean age  $19.0 \pm 2.0$  years (76.7% under 20 years and 23.3% 20 years or more) were included, 70% were female and 30% male.

The mean index of the O'Leary biofilm with the QLF™ was  $54.5 \pm 28\%$  and with ditone staining solution was  $59.6 \pm 30.1\%$

Although, the variability between measurements with both systems in some individuals was considerable, the mean difference was  $5.0 \pm 29.9\%$  with a limit of agreement (LoA95%) of 6.1 to 16.2% ( $p= 0.363$ , paired t-test).

**Conclusions.** The QLF™ technology identifies dental biofilm in a similar way that the ditone staining solution does, so it is recommended to be used routinely.

**Keywords.** Ditone solution, fluorescence, developer agent, dental biofilm, QLF™ technology.

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar quiero agradecer a mi directora de tesis, la Dra. Angelina Carolina Vega Navarro, quien me brindó la oportunidad y su tiempo para poder realizar este tan anhelado proyecto, por su apoyo y dirección en cada una de las etapas requeridas para lograr esta meta.*

*También quiero agradecer al Dr. Ariel Cruz León por su gran aporte al facilitarme los recursos materiales, métodos, herramientas y orientación clínica en los procedimientos necesarios para llevar a cabo este estudio. No habría sido posible sin su ayuda incondicional.*

*Quiero agradecer a mis maestros por brindarme su tiempo al atender este estudio a pesar del tiempo transcurrido.*

*Por último quiero agradecer a mis hijos por ser el motor que me impulsa a superarme constantemente y a mi querida esposa por caminar siempre a mi lado y por ser mi compañera de estudios, de vida y profesión.*

## ÍNDICE GENERAL

	<b><i>Página</i></b>
Índice de figuras	ix
Índice de tablas	X
Índice de fotografías	xi
Índice de gráficas	xii
Glosario	xiii
Abreviaturas, siglas y acrónimos	ix
Introducción	19
Capítulo 1. Marco teórico-conceptual	21
1.1. Biopelícula	21
1.1.1. Definición y composición	21
1.1.2. Formación de la biopelícula	22
1.1.3. Resistencia bacteriana en las biopelículas	27
1.2. Reveladores de Biopelícula	27
1.2.1. Definición y clasificación	27
1.2.2. Composición química de una tinción	29
1.2.2.1. Reveladores Monocromáticos	32
1.2.2.2. Reveladores Dicromáticos.	32
1.2.2.3. Reveladores Fluorescentes	33
1.3. Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz (QLF) <sup>TM</sup>	34
1.3.1. Usos en la práctica clínica	35
1.3.2. Ventajas y desventajas de la QLF <sup>TM</sup> .	35
1.3.3. Tecnología Q-Ray®	36
1.3.4. Scanner con tecnología QLF <sup>TM</sup>	37
1.4. Índices de biopelícula	37
1.4.1. Índice de O'Leary	38

1.4.2. Índice de Silness y Løe	39
1.4.3. Índice de Clune	41
1.4.4. Índice de higiene oral simplificado	42
1.5. Antecedentes Científicos	45
Capítulo 2. Marco Metodológico	49
2.1. Planteamiento del problema	49
2.2. Pregunta de Investigación	50
2.3. Justificación	50
2.4. Objetivos	51
2.4.1. Objetivo general	51
2.4.2. Objetivos específicos	51
2.5. Hipótesis	51
2.5.1. Hipótesis alterna (H1)	51
2.5.2. Hipótesis nula (H0)	52
2.6. Metodología	52
2.6.1. Tipo de estudio	53
2.6.2. Universo de estudio	53
2.6.3. Tamaño de muestra	53
2.6.4. Muestreo	54
2.6.5. Criterios de selección	54
2.6.6. Criterios de no inclusión	54
2.6.7. Criterios de eliminación	54
2.7. Variables	55
2.8. Procedimientos	56
2.9. Análisis estadístico	57
2.10. Consideraciones éticas	58
Capítulo 3. Resultados	59
Capítulo 4. Discusión de Resultados	67

Capítulo 5. Conclusiones	70
Capítulo 6. Limitaciones y perspectivas del estudio	71
Referencias	73
Anexos	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
<b>Figura 1</b>	Resumen del proceso de formación de biopelículas.	25
<b>Figura 2</b>	Composición química genérica de una tinción.	28
<b>Figura 3</b>	Ejemplo del índice de O'Leary.	39

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
<b>Tabla 1</b>	Criterios del Índice de Silness y Løe.	41
<b>Tabla 2</b>	Criterios DI-S y CI-S.	44
<b>Tabla 3</b>	Índice de Higiene Oral Simplificado.	45
<b>Tabla 4</b>	Valores del índice de O'Leary con tecnología QLF™ Bioscan de Q-Ray®.	55
<b>Tabla 5</b>	Valores del índice de O'Leary con tinción dítonos de EUFAR®.	61
<b>Tabla 6</b>	Diferencia de medias y límites de concordancia (LoA) del valor del Índice de O'Leary con QLF™ Bioscan-Qray® vs solución dítonos de EUFAR.®	62
<b>Tabla 7</b>	Comparación de las mediciones del Índice de O'Leary con tecnología QLF™ y con solución dítonos EUFAR.®	63

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
<b>Fotografía 1</b>	Revelador monocromático	52
<b>Fotografía 2</b>	Reveladores de biopelícula	56
<b>Fotografía 3</b>	Clínica de odontología preventiva	59
<b>Fotografía 4</b>	Revelador QLF™ Bioscan- Qray®,	61
<b>Fotografía 5</b>	Otras aplicaciones de QLF™ Bioscan- Qray®	61
<b>Fotografía 6</b>	Revelador dítonos de EUFAR®	62
<b>Fotografía 7</b>	Comparación de reveladores	66

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
<b>Gráfica 1</b>	Distribución de los participantes por rangos de edad	60
<b>Gráfica 2</b>	Género de los participantes	60
<b>Gráfica 3</b>	Representación de las diferencias entre los valores del índice O'Leary con ambos agentes reveladores	64

## GLOSARIO

**Adhesina:** componente de las superficies celulares o de los apéndices de las bacterias que facilita la unión con otras células o superficies.

**Adsorción:** fenómeno de adhesión de átomos, iones o moléculas que sucede en la superficie.

**Absorción:** fenómeno físico de difusión de masa que involucra todo el volumen del material.

**Alfa-amilasa:** enzima presente en saliva que ayuda a digerir los carbohidratos.

**Anticuerpo:** sustancia segregada por los linfocitos para combatir una infección que afecte al organismo.

**Antígeno:** sustancia que al introducirse en el organismo induce en este una respuesta inmunitaria provocando la formación de anticuerpos.

**Bacterias acidogénicas:** microorganismos que producen ácidos en la reducción de la materia orgánica.

**Bacterias acidúricas:** microorganismos que se desarrollan en un medio ácido.

**Biopelícula:** comunidad microbiana conformada por múltiples especies, es compleja y altamente diferenciada.

**Cálculo dental:** depósito calcificado que se forma sobre los dientes y prótesis dentales.

**Campo eléctrico:** el espacio en el que interactúa una fuerza eléctrica.

**Caries dental:** destrucción localizada del esmalte dental

**Célula eucariota:** célula que posee un núcleo definido con material genético.

**Célula planctónica:** microorganismo libre que vive en un ambiente líquido que se adhiere a las superficies.

**Célula procariota:** célula que no posee núcleo.

**Citosinas:** proteínas que regulan la función de las células que las producen sobre otros tipos celulares.

**Electrón:** partícula que se encuentra alrededor del núcleo del átomo con carga eléctrica negativa.

**Endógena:** se refiere a lo que se origina desde dentro de algo.

**Enzimas:** moléculas orgánicas que actúan como catalizadores de reacciones químicas acelerando su reacción.

**Esmalte dental:** cubierta compuesta por hidroxiapatita que recubre la corona de los dientes.

**Espectro electromagnético:** distribución de energía de las ondas electromagnéticas referido a un objeto.

**Espectrometría:** método científico que mide cuanta luz absorbe una sustancia química.

**Esporas:** célula haploide que funciona como agente de reproducción de microorganismos.

**Exopolisacáridos:** son principalmente polisacáridos, proteínas, ácidos nucleicos y lípidos, los cuales proporcionan la estabilidad mecánica de las biopelículas.

**Fimbrias:** apéndices cortos que utilizan las bacterias para adherirse a las superficies.

**Flagelos:** apéndices largos y delgados, móviles compuestos de proteína flagelina.

**Fluorescencia:** proceso óptico, un tipo particular de luminiscencia en donde una molécula absorbe energía en forma de radiación electromagnética con una determinada longitud de onda, con lo que se emite energía en forma de radiación electromagnética de longitud de onda más larga que la energía inicial.

**Fluoróforo:** parte de una molécula que emite fluorescencia al ser excitada con luz.

**Fosfoproteína:** proteína unida por medio de enlace covalente a una sustancia que contiene ácido fosfórico.

**Fosforescencia:** propiedad de algunas sustancias de reflejar luz durante un periodo largo de tiempo después de cesar su exposición a una fuente luminosa.

**Fotón:** es la partícula que compone la luz responsable de las manifestaciones cuánticas del fenómeno electromagnético.

**Fuerzas de Van Der Waals:** fuerzas intermoleculares atractivas o repulsivas que generan enlaces atómicos.

**Frecuencia de onda:** número de veces que se repite una onda en una determinada unidad temporal.

**Fusobacteria:** bacilos anaerobios gramnegativos que se encuentran como comensales o patógenos en la cavidad oral.

**Gingivitis:** inflamación de las encías por el efecto a corto plazo de la biopelícula bucal.

**Glucoproteínas:** moléculas compuestas por una proteína unida a uno o varios glúcidos simples o compuestos.

**Gramnegativa:** bacteria que no se tiñe color azul o violeta con la tinción de Gram y lo hacen de un tono rosa muy tenue.

**Grampositiva:** bacteria que se tiñe de color azul oscuro o violeta con la tinción de Gram.

**Hidroxiapatita:** biocristal formado por átomos de calcio, fósforo e hidrógeno.

**Hertz:** unidad de frecuencia del Sistema Internacional, que equivale a la frecuencia de un fenómeno periódico cuyo periodo es de 1 segundo.

**Indicadores dicromáticos:** tiñen la biopelícula de dos colores diferentes, para poder diferenciar el grosor o maduración de ésta.

**Líquido crevicular:** extravasado plasmático presente en el surco gingival compuesto de moléculas derivadas del suero, células hospederas, leucocitos y productos bacterianos.

**Longitud de onda:** distancia entre dos puntos correspondientes a una misma fase en dos ondas consecutivas.

**Luz ultravioleta:** tipo de radiación electromagnética de longitud de onda corta.

**Macrófago:** célula de gran tamaño con la capacidad de fagocitar partículas grandes, encargada de destruir antígenos y de presentarlos a los linfocitos encargados de iniciar el proceso inmunológico.

**Matriz extracelular:** especie de red que le da soporte, alimento y protección a las bacterias.

**Microbiología:** rama de la biología que estudia microorganismos unicelulares y pluricelulares.

**Microcolonias:** son comunidades discretas de células de una o de diferentes especies consisten en muchos tipos de microcomunidades que se coordinan entre sí para el intercambio de sustratos, distribución de productos metabólicos y la excreción de productos finales metabólicos.

**Microscopía electrónica:** técnica que utiliza un haz de electrones acelerados para iluminar y producir imágenes.

**Mucinas:** mucoproteínas de alto peso molecular que protegen la superficie de las células epiteliales, principal constituyente de la secreción mucosa.

**Micoplasma:** bacterias que carecen de una pared celular.

**Nanómetro:** unidad de longitud del Sistema Internacional de Unidades que equivale a una mil millonésima parte de un metro.

**Onda electromagnética:** combinación de ondas en campos magnéticos y eléctricos producidas por cargas en movimiento.

**Patogenicidad:** capacidad de los microorganismos para producir enfermedad en huéspedes susceptibles.

**PCR:** Reacción en Cadena Polimerasa, prueba de diagnóstico que permite detectar un fragmento del material genético de un patógeno determinado.

**Película adquirida:** cutícula delgada de naturaleza orgánica, estéril y acelular que recubre todas las superficies del medio bucal.

**Periodontitis:** enfermedad crónica y progresiva que se caracteriza por la expansión de la biopelícula microbiana hacia el fondo del margen gingival, con formación de infiltrado inflamatorio que provoca la destrucción del ligamento periodontal, resorción ósea alveolar y con el tiempo la pérdida de los dientes.

**Pilis:** apéndice largo que utilizan las bacterias para adherirse a las superficies.

**Ph:** Potencial de Hidrógeno, medida para determinar el grado de alcalinidad o acidez de una disolución.

**Polisacáridos:** biomoléculas formadas por la unión de una gran cantidad de monosacáridos.

**Porfirinas:** grupo prostético de las cromoproteínas porfirínicas que ayudan a formar sustancias importantes en el cuerpo.

**Protozario:** organismo unicelular y eucariota perteneciente al reino protista.

**Quórum:** mecanismo de regulación genética en respuesta a la densidad de población celular.

**Radiación:** propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas.

**Radiación ultravioleta:** radiación electromagnética cuya longitud de onda está entre los 10nm.

**Reveladores de biopelícula:** sustancia que tiñe la placa haciéndola visible.

**Sustancias húmicas:** sustancias formadas a partir de residuos orgánicos mediante la acción de la actividad microbiana.

**Sustancias poliméricas extracelulares:** polímeros naturales de alto peso molecular, secretados por los microorganismos en su entorno.

**Tecnología QLF™** (Quantitative light-induced): fluorescencia cuantitativa inducida por luz, es una tecnología óptica que detecta la autofluorescencia de un fluoróforo.

**Vibrio:** género de bacterias pertenecientes a la familia Vibrionaceae, gramnegativas que habitan en medios húmedos.

**Virus:** agente infeccioso acelular que requiere de otra célula para poder replicarse.

## ABREVIATURAS, SIGLAS, Y ACRÓNIMOS

<b><i>Siglas</i></b>	<b><i>Descripción</i></b>
<b>CI-S</b>	Índice De Cálculo
<b>DI-S</b>	Índice De Detritus Simplificado
<b>FES</b>	Facultad De Estudios Superiores
<b>QLF</b>	Fluorescencia Cuantitativa Inducida Por Luz
<b>PPI</b>	Índice De Porcentaje De Placa
<b>placa RF</b>	Placa Fluorescente Roja
<b>PHP</b>	Desempeño Higiénico Del Paciente
<b>PPD</b>	Profundidad De La Bolsa Al Sondeo

## INTRODUCCIÓN

La placa dental bacteriana llamada actualmente biopelícula, está constituida por comunidades microbianas que se forman sobre los tejidos duros y blandos. En la biopelícula pueden instalarse microorganismos patógenos que favorecen la formación de caries dental y de enfermedad periodontal, afecciones que pueden ser severas y resultar en la pérdida de los dientes. De ahí la importancia de contar con herramientas y métodos confiables que permitan el registro y medición de la biopelícula. Entre los índices empleados están el índice de placa de Løe y Silness y el índice de higiene bucal de Green y Vermillion, no obstante, uno de los más usados es el de O'Leary, al ser el más práctico según un estudio de Corchuelo (2011).

La biopelícula dental ha sido desde siempre la principal causa de diversas enfermedades bucales y es una entidad patológica organizada y proliferante, que no es evidente a simple vista de manera temprana, no al menos si predomina en los dientes posteriores donde se dificulta la higiene y en las superficies defectuosas, rugosas o con restauraciones. Por esto es indispensable motivar y crear conciencia en el estudiante y futuro profesional sobre los diferentes mecanismos de acción y la importancia diagnóstica de los agentes reveladores de placa dental.

Este estudio dirige su atención a la incorporación del uso de la nueva tecnología QLF™ (*Quantitative Light-induced Fluorescence*), como revelador de biopelícula dental. El QLF™ es un sistema de fluorescencia inducida por luz y se basa en el principio de que varias sustancias orgánicas en la boca absorben la luz de una cierta longitud de onda y luego vuelven a emitir la energía absorbida en una longitud de onda diferente que se puede detectar por medio de un scanner como una coloración roja/anaranjada fluorescente.

En la actualidad el uso de los reveladores de biopelícula en la higiene bucal diaria es poco común a pesar de ser una herramienta valiosa para la prevención de enfermedades bucales. Es por esto que se realiza un estudio de tipo observacional que tiene como finalidad comparar la utilidad de la tecnología QLF™ de Q-Ray® ,con la solución ditonos de EUFAR® como reveladores de biopelícula dental en la práctica clínica. Este estudio observacional, transversal comparativo se realizará en estudiantes de pregrado de la carrera de Cirujano Dentista de la Facultad de Estudios Superiores, Iztacala.

# Capítulo 1. Marco teórico-conceptual.

## 1.1. Biopelícula

### 1.1.1. Definición y composición

La placa bacteriana o biopelícula dental es una biopelícula arquetípica compuesta por una comunidad microbiana compleja. Es el agente etiológico de las principales enfermedades dentales como la caries dental y la enfermedad periodontal. En estado saludable, tanto la biopelícula como los tejidos adyacentes mantienen un delicado equilibrio, estableciendo una relación armoniosa entre los dos (Perez, 2005).

Una biopelícula dental madura es de naturaleza polimicrobiana, ya que puede constar de más de 800 especies microbianas diferentes. La biopelícula está dominada por bacterias, pero también puede comprender levaduras, protozoos, arqueas y virus. No obstante, la composición de la biopelícula varía no solo entre individuos, también varía entre los diferentes sitios de la cavidad bucal. La biopelícula está compuesta por 15-20% de bacterias, y 75-80% de matriz extracelular compuesta por exopolisacáridos, proteínas, sales minerales y material celular (Serrano-Granger y Herrera, 2005; Kusuma Yulianto et al., 2019).

A pesar de esto, se ha propuesto un microbioma central que incluye especies como: *Streptococcus*, *Veillonella*, *Granulicatella*, *Neisseria*, *Haemophilus*, *Corynebacterium*, *Rothia*, *Actinomyces*, *Prevotella*, *Capnocytophaga*, *Porphyromonas* y *Fusobacterium*. A menudo se observa una microbiota suplementaria además del microbioma central, lo que aumenta la variabilidad de la microbiota bucal. Por lo tanto, el perfil bacteriano de la biopelícula puede variar significativamente entre diferentes individuos y entre sitios adyacentes dentro del individuo (Betancourth, Botero, & Rivera, 2004; Kusuma Yulianto et al., 2019).

### 1.1.2. Formación de la biopelícula

La adherencia de microbios a la superficie bucal es un requisito previo para la formación de biopelículas de placa dental. Sin embargo, el simple contacto superficial o la sedimentación de microbios no conduce a la formación de una biopelícula, en cambio, debe ocurrir una secuencia de eventos altamente organizados (Seneviratne, Zhang, y Samaranayake, 2011).

La adherencia inicial de las bacterias a las superficies dentales está precedida por la formación de una película acondicionadora sobre las superficies dentales limpias, constituida principalmente por glicoproteínas salivales, estaterina, histatina, proteínas ricas en prolina y alfa-amilasa y productos del líquido crevicular gingival en las áreas subgingivales; los cuales se adsorben en la superficie del diente de hidroxiapatita cargada negativamente. A esta película se le denomina “película adquirida” ( Seneviratne et al., 2011; Larsen y Fiehn, 2017).

Las especies bacterianas pioneras se adhieren a la película, inicialmente con fuerzas débiles de naturaleza fisicoquímica o fuerzas de Van der Waals, es decir, por cargas positivas y negativas débiles a larga distancia entre moléculas cargadas. Posteriormente, se establece una adherencia bacteriana más fuerte a la película a través de pares de receptores entre las adhesinas de superficie bacteriana y los receptores de glicoproteínas en la película adquirida (Do, Devine, y Marsh, 2013; Larsen & Fiehn, 2017).

Los colonizadores iniciales predominantes son los estreptococos (principalmente *Streptococcus mitis*, *S. sanguinis* y *S. oralis*), seguidos de bacilos grampositivos, (especialmente *Actinomyces*). Gradualmente otros cocos y bacilos grampositivos como gramnegativos se adhieren a la biopelícula grampositiva temprana. Estas bacterias también están presentes en la saliva y pueden originarse en la profundidad de las papilas de la lengua o en las amígdalas. Las especies de *Fusobacterium* juegan un papel importante en la formación de la biopelícula dental madura, ya que estas bacterias se coagregan, tanto con las bacterias grampositivas iniciales como con los siguientes colonizadores, incluida la mayoría

de las bacterias gramnegativas y móviles (Benítez-Páez, Belda-Ferre, Simón-Soro, y Mira, 2014; Larsen y Fiehn, 2017).

La composición de la biopelícula en formación está determinada por factores locales en el sitio de colonización y varía considerablemente en diferentes superficies, incluso en el mismo diente. La multiplicación de bacterias conduce a la formación de colonias discretas, las cuales secretan una sustancia polimérica extracelular en la que se envuelven, lo que da como resultado el desarrollo de una biopelícula diversa. Durante el desarrollo de la biopelícula, las bacterias son metabólicamente activas utilizando principalmente nutrientes endógenos de la saliva, esto da como resultado la formación de dicha matriz extracelular que contribuye a la coadherencia de las bacterias en la superficie del diente y ofrece protección de las bacterias de la biopelícula (Seneviratne et al., 2011; Larsen y Fiehn, 2017).

Además, la matriz extracelular también contiene componentes biológicamente activos, como enzimas antimicrobianas que protegen a la comunidad de biopelículas contra estímulos ambientales nocivos. En una etapa posterior de desarrollo, las micro colonias incrustadas se unen entre sí de manera organizada, lo que lleva a la formación de una comunidad de biopelícula madura tridimensional y dispuesta espacialmente (Seneviratne et al., 2011).

Posteriormente, las bacterias desarrollan una adhesión más fuerte e irreversible de corto alcance con los receptores en la película adquirida utilizando sus moléculas de adhesión a la superficie celular. Las bacterias orales del grupo de los estreptococos tienen varios mecanismos de adhesión, como proteínas de unión a glucanos y pili, mientras que otras bacterias como *Actinomyces* utilizan sus fimbrias para adherirse. Después de la adhesión de la primera capa de colonizadores primarios, la biopelícula continúa acumulándose por multiplicación de los colonizadores primarios y por coagregación y coadhesión de bacterias colonizadoras secundarias. Los colonizadores primarios son aerobios o aerobios facultativos, los cuales reducen el oxígeno, permitiendo que las bacterias anaeróbicas ingresen a la comunidad como colonizadores secundarios.

Los colonizadores secundarios son principalmente especies gramnegativas como la especie *Actinomyces*, *Fusobacterium nucleatum*, *Prevotella* y *Capnocytophaga* (Kolenbrander et al., 2006; Seneviratne et al., 2011).

Se ha demostrado que puede producirse coagulación entre especies grampositivas, como *S. sanguinis* y *Actinomyces*; entre especies gramnegativas, como *Prevotella melaninogenica* y *F. nucleatum*; y entre especies grampositivas y gramnegativas, como *Streptococcus* y *Fusobacterium* (Paster et al., 2001; Seneviratne et al., 2011).

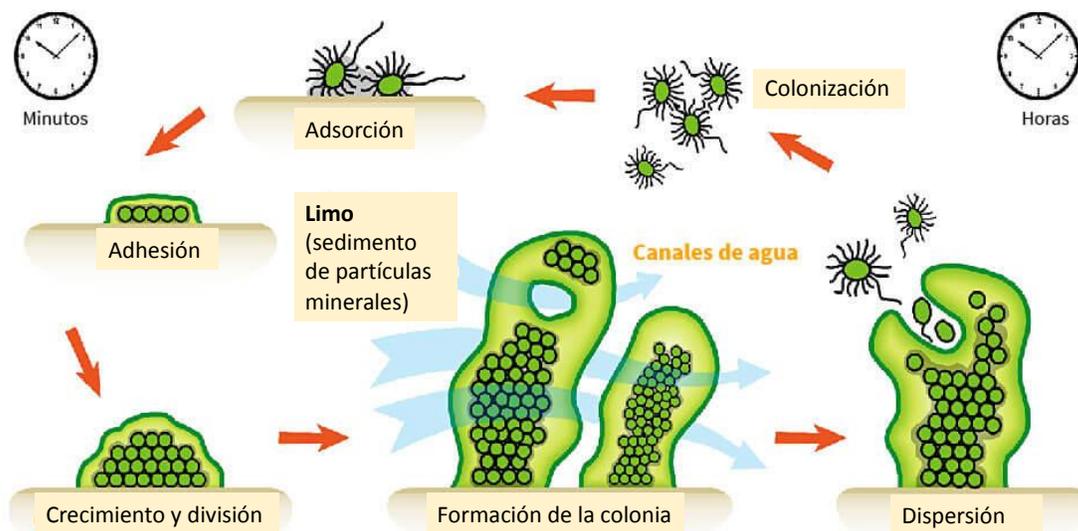
Si la biopelícula se deja intacta durante aproximadamente 7 días, el entorno local cambia rápidamente, lo que favorece la colonización por algunas especies de bacterias anaerobias gramnegativas conocidas como "colonizadores terciarios". Se trata principalmente de anaerobios estrictos que explotan de forma oportunista el medio ambiente proporcionado por otras bacterias. Los colonizadores terciarios incluyen bacterias patógenas como *Porphyromonas gingivalis* y *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* y espiroquetas como *Treponema denticola* (Schaudinn, Gorur, Keller, Sedghizadeh, & Costerton, 2009; Seneviratne et al., 2011).

La maduración es una propiedad importante de la biopelícula. Se cree que, dentro de un entorno determinado, la comunidad de biopelículas adquiere la mayor estabilidad con respecto al tiempo y al espacio durante la etapa de maduración. En general, se asume que la biopelícula dental "madura" a las 72 horas, aunque este momento podría verse alterado por factores como la ingesta dietética o la inmunidad del hospedero (Seneviratne et al., 2011; Zijngje et al., 2010).

Por otro lado, las biopelículas dentales forman parte de la microbiota oral residente que, por regla general, es beneficiosa para el huésped, es decir, al proporcionar resistencia a la colonización contra microorganismos patógenos exógenos e interactuar con el sistema inmunológico a un nivel compatible con la salud. Este equilibrio o estabilidad se denomina homeostasis microbiana. Si el paciente está estresado, el equilibrio puede resultar en cambios en la microbiota de la biopelícula y pueden desarrollarse enfermedades.

Por lo tanto, las enfermedades dentales rara vez son causadas por bacterias exógenas, pero si ocurre principalmente por una reorganización de la estructura y composición de la biopelícula que permite que las especies bacterianas más virulentas se vuelvan dominantes. Este proceso se denomina hipótesis de biopelícula/placa ecológica (Larsen & Fiehn, 2017; Marsh, Head, & A, 2015).

En la Figura 1 se presenta una imagen que resume el proceso de formación de la biopelícula.



**Figura 1.** Resumen del proceso de formación de biopelículas.

Tomado de <http://saproder.com>

*Comunicación entre organismos bacterianos y no bacterianos e intercambio génico.*

A la comunicación que existe entre organismos bacterianos y no bacterianos en una biopelícula se le llama *quorum sensing*. Hace más de 40 años, se descubrió que la comunicación celular de las bacterias puede ser desencadenada por moléculas de señalización que se difunden en los espacios intercelulares.

La unión de los microorganismos a una superficie y posterior organización de una biopelícula exige que las bacterias se cercioren que han efectuado contacto, para esto, usan señales químicas coordinadas que les permiten comunicarse entre ellas (Díaz Caballero et al., 2011; Sarduy & González, 2016).

El sistema de comunicación se refiere a la regulación de la expresión de determinados genes, a través de la acumulación de compuestos señalizadores que median la comunicación intercelular. Esta interrelación mediante mensajeros de moléculas, les permite a las bacterias sentir la presencia de microorganismos vecinos, determinar la densidad de la población existente y responder a eventuales condiciones cambiantes (Sarduy y González, 2016; Thomas y Nakaishi, 2006).

El proceso de comunicación bacteriana funciona debido a que cada bacteria que se une a una superficie produce una molécula señal que anuncia su presencia, de manera tal que mientras más bacterias se unen, se incrementa la concentración local de esta señal. Los gérmenes que utilizan comunicación bacteriana elaboran y secretan moléculas señalizadoras llamadas autoinductores como oligopéptidos y acil homoserinalactonas (Sarduy & González, 2016; Thomas & Nakaishi, 2006).

Las bacterias que forman las biopelículas poseen una expresión génica distinta que las que no forman parte de las biopelículas. Las biopelículas tienen un ambiente muy dinámico, donde se intercambia material genético, como plásmidos, enzimas y otras moléculas. Existe una tasa de transferencia génica mediada por plásmidos, enormemente incrementada entre biopelículas de bacterias; la redistribución de genes entre estas es un proceso continuo, con importantes consecuencias en su adaptación evolutiva. Se ha considerado que las características de cada biopelícula están determinadas por la expresión genética de las bacterias que la constituyen, ante condiciones particulares del ecosistema en que se desarrolla esta comunidad microbiana.

El intercambio génico que se produce en este sistema cerrado ocasiona mayor virulencia en las especies, de ahí que se puede asumir que cada bacteria presenta factores de variada virulencia (Gómez Arcila, Verbel Bohórquez, Díaz Caballero, y Arroyo Salgado, 2014; Nazar, 2007; Bjarnsholt et al., 2018).

### *1.1.3. Resistencia bacteriana en las biopelículas*

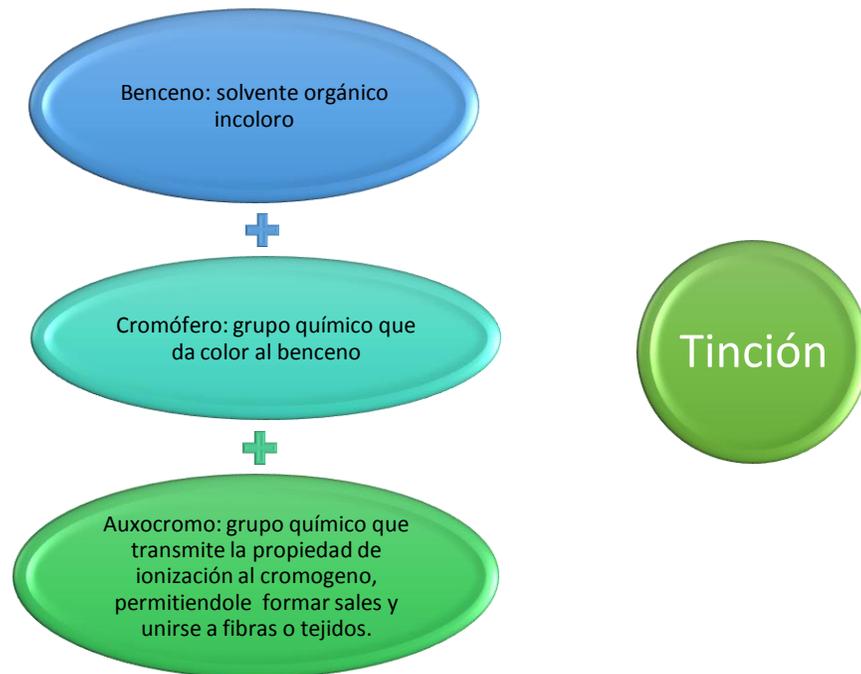
Debido a que los plásmidos pueden codificar resistencia a múltiples antimicrobianos, la biopelícula proporciona también un mecanismo para el incremento de la resistencia a los antibióticos. Las bacterias con potencialidad de formar biopelículas presentan una organización estructural que las hace resistentes a los mecanismos de defensa del hospedero y las biopelículas provocan respuestas inmunes celular y humoral, por lo tanto, las biopelículas son muy resistentes a los antibióticos, como resultado de la penetración lenta e incompleta del medicamento, debido a la resistencia que ofrece la barrera de exopolisacáridos. La acumulación de productos ácidos puede interferir con la acción del antibiótico. También se le asocia a la aparición de genes específicos y un fenotipo altamente protegido, con una diferenciación similar a esporas (Donlan y Costerton, 2002; Nazar, 2007; Kuboniwa y Lamont, 2010).

## **1.2. Reveladores de Biopelícula.**

### *1.2.1. Definición y clasificación.*

Los reveladores de placa dental son preparados que contienen tinte u otros agentes colorantes capaces de teñir la biopelícula o placa bacteriana ayudando a visualizar donde está ubicada, y de ese modo facilitarnos su identificación y eliminación, así, la prevención de las principales patologías que son causadas por su acumulación, caries y enfermedades periodontales (Martín-Pero Muñoz, 2017; Dentaly, 2020).

Los reveladores funcionan cambiando el color de la placa dental para que contraste con la superficie blanca del diente. La placa dental tiene la capacidad de retener una gran cantidad de sustancias colorantes que pueden usarse con fines reveladores. Esta propiedad está relacionada con la interacción, debido a la diferencia de polaridad entre los componentes de la placa y los tintes (De Alencar et al., 2019).



**Figura 2.** Composición química genérica de una tinción.

Los reveladores de placa están disponibles en varios formatos (Dixit, 2020; Martín-Pero Muñoz, 2017):

- **Tabletas:** Estas, se mastican hasta su disolución y tiñen de color rojo la placa acumulada. La saliva tiene que circular durante 1 min y después se enjuaga con agua 4 veces. Actualmente no son muy utilizadas por su dificultad para teñir toda la boca y su eficacia depende del paciente.
- **Pastillas masticables 2 tonos:** Estas tiñen de color azul la placa dental más antigua y de color rojo-lila la más reciente.

- Gel revelador: Es un revelador de 3 tonos que identifica la placa dental de un tono rojo-rosáceo, la más madura de color azul y la ácida de color azul claro. Este tipo es muy útil para determinar el riesgo de caries, además, es de uso profesional y requiere de un microcepillo o una esponja.
- Líquido revelador: En este solo hay que depositar 2 o 3 gotas del producto sobre la lengua y hacer circular la saliva sobre todos dientes durante 1 min. Puede colorear la encía y la lengua durante un breve período de tiempo, por lo que es recomendable realizar esta operación antes de dormir. Existen 2 tipos: uno que es capaz de teñir la placa más madura de color azul y la placa más reciente de color rojo y el otro que sólo tiñe la placa en general sin diferenciar.
- Enjuague para revelar: Este formato revela la placa y colorea temporalmente para facilitar su eliminación. Facilita la prevención de caries y evita la acumulación de placa bacteriana; también contribuye a eliminar el mal aliento y ayuda a evitar la inflamación de las encías. Es ideal para pacientes con brackets. Se usa en casa antes del cepillado, tiñe la placa dental de un solo color haciéndola visible y por lo tanto facilitando su detección y su eliminación.

### *1.2.2. Composición química de una tinción.*

Los reveladores más comunes incluyen:

- Preparaciones de yodo: Solución de yodo de Skinner y Tintura diluida de yodo.
  - La solución de yodo de Skinner contiene:
    - Cristales de yodo (3.3 g)
    - Yoduro de potasio (1 g)
    - Yodo de zinc (1 g)
    - Agua destilada (16 ml)
    - Glicerina (16 ml)

- La tintura diluida de yodo contiene:
  - Tintura de yodo (21 ml)
  - Agua (destilada) (15 ml)
- Preparaciones de mercurocromo: Solución de mercurocromo al 50% y Solución reveladora de mercurocromo aromatizada
  - La solución de mercurocromo al 5% contiene:
    - Mercurocromo (1.5 g)
    - Agua destilada (30 ml)
  - La solución reveladora de mercurocromo aromatizada contiene:
    - Mercurocromo (13.5 g)
    - Agua destilada (3 l)
    - Aceite de menta (3 gotas)
    - Edulcorante artificial no cariogénico
- Bismark Brown
  - Bismark Brown (3 g)
  - Alcohol etílico (10 ml)
  - Glicerina (120 ml)
  - Anís (saborizante) (1 gota)
- Merbromin
  - Merbromin (450 mg)
  - Aceite de menta piperita (1 gota)
  - Agua destilada (100 ml)
- Eritrosina
  - Concentrado para su aplicación enjuagando
    - Rojo No. 3 o No. 28 (6 g)
    - Agua destilada (100 ml)
  - Para aplicación tópica directa

- Eritrosina (0.8 g)
  - Agua destilada (100 ml)
  - Alcohol (95%) (10 ml)
  - Aceite de menta piperita (2 gotas)
- Tabletas u obleas
  - Rojo No 3 (15 mg)
  - Cloruro de sodio (0.747%)
  - Sucarilo de sodio (0.747%)
  - Esterato de calcio (0.995%)
  - Sacarina soluble (0.186%)
  - Aceite blanco (0.124%)
  - Aromatizante (2.239%)
  - Sorbitol para hacer tabletas de 7 granos
- Verde rápido: Verde No. 3 (5% o 2.5%)
- Fluoresceína: Amarillo No.8 (usado con una fuente de luz ultravioleta especial para hacer visibles los agentes).
- Soluciones de dos tonos: Verde No. 3 y Rojo No. 3
- Fucsina básica:
  - Fucsina básica (6 g)
  - Alcohol etílico (95%) (100 ml)

(Chowdhary, Mohan, Sharma, Rai y Das, 2015; Wilkins, 2016).

### **1.2.2.1. Reveladores Monocromáticos.**

Los reveladores monocromáticos son aquellos que contienen 1 solo tinte, por lo tanto, tiñen la biopelícula en general, sin distinción de aquella más madura de la más joven. Sus ventajas incluyen la detección de la biopelícula para el mantenimiento de la higiene oral en casa, ya que la biopelícula normal se tiñe como una capa delgada relativamente clara; cuando la biopelícula ha madurado, aparece más oscura, más gruesa y más opaca. Su desventaja principal es que no diferencia entre la placa más madura de la más joven. Estos están presentes en forma de tabletas, líquidos y enjuagues y los principales son:

- Preparaciones de yodo
- Preparaciones de mercurocromo
- Bismark Brown
- Merbromin
- Eritrosina
- Verde rápido
- Fucsina básica
- Cristal violeta

(Chowdhary et al., 2015; Romanița Ilici, Mihai, Mihai, & Sfeatcu, 2014).

### **1.2.2.2. Reveladores Dicromáticos.**

Son aquellos que contienen 2 tonos o dos tintes para teñir, generalmente rojo y azul. La biopelícula roja indica una placa delgada recién formada que generalmente es supragingival, mientras que la biopelícula azul indica una placa más gruesa, más vieja y más tenaz que generalmente se ve en el margen gingival y justo debajo, especialmente en superficies proximales y donde no se aplica fácilmente el cepillo o el hilo dental (Datta, Kumar, Narayanan Sujatha, Selvamary y Sujatha, 2017; Fasoulas et al., 2019).

La ventaja principal de las tinciones dicromáticas, es que distingue entre la capa más madura de la más joven, sin embargo, estos agentes son más utilizados en la práctica clínica, es decir, son de uso profesional, por lo que no suelen utilizarse en casa (Datta et al., 2017; Fasoulas et al., 2019).

Los principales reveladores utilizados de este tipo son las soluciones de dos tonos (Verde No. 3 y Rojo No. 3) y sus presentaciones más comunes incluyen las pastillas masticables, gel revelador y líquido revelador (Datta et al., 2017; Fasoulas et al., 2019).

### **1.2.2.3. Reveladores Fluorescentes.**

Los reveladores fluorescentes están compuestos principalmente por la fluoresceína, y se usan con una fuente de luz ultravioleta especial para hacer visible la biopelícula, es decir, los dientes se pintan con ayuda de un pincel y se aplica la luz ultravioleta para poderla visualizar y es recomendable que este proceso se realice con la luz apagada. La solución tiene una absorbancia de luz entre los 2000-5400 Å, el pico más alto se encuentra en 4800 y los dos más bajos en 2900 y 3250, por lo que la transmisión de la luz se da en un rango de 4200 a 5600 Å (Lang, Ostergaard, & Løe, 1972; Barroso Vallejo, 2017; Dixit, 2020).

Ésta forma de tinción se presenta en forma de solución y una lámpara de luz ultravioleta, sus ventajas son que no solo revelan la placa, sino también determinan la presencia de enfermedades relacionadas con esta, sin embargo, el uso de la luz ultravioleta es estrictamente profesional, por lo que no se puede utilizar en casa debido a los efectos que puede tener la luz ultravioleta en la salud (Lang et al., 1972; Barroso Vallejo, 2017; Dixit, 2020).

### **1.3. Fluorescencia Cuantitativa Inducida por Luz (QLF)<sup>TM</sup>.**

La fluorescencia es un fenómeno óptico que se produce por la absorción de luz por parte de un objeto y la posterior emisión espontánea de una luz de longitud de onda mayor que la absorbida. Hay que tener en cuenta que la luz visible al ojo humano es sólo una fracción del espectro electromagnético, la cual va desde los 400 hasta los 700 nm. Dentro de lo que el ojo no es capaz de captar se encuentran los rayos X, radiación infrarroja y la radiación UV, entre otras. El fenómeno de fluorescencia se produce por la absorción de luz UV (fracción del espectro electromagnético entre los 10-400 nm) (Purón, Homs, y Payá, 2014).

La QLF<sup>TM</sup> se presenta cuando ciertos materiales son capaces de transformar la luz UV, en una radiación visible de onda más larga, produciendo con esto una fluorescencia visible inducida por efecto de la radiación UV.

Cuando la radiación es absorbida por el material, los electrones son puestos de forma temporal en un mayor estado de energía, luego esa energía es liberada volviendo los electrones a su estado normal. Es esta energía radiante liberada, o fluorescencia, la que se logra apreciar en el espectro visible dependiendo del material irradiado (Angmar-Månsson y Ten Bosch, 2001; Espinoza Ipinza y Rivas Poblete, 2011).

Los dientes naturales también tienen la capacidad de absorber la radiación UV y emitir luz visible en el espectro del azul; esta propiedad hace que los dientes se vean más blancos y brillantes en la luz natural del día. Cuando la luz UV es absorbida por un cuerpo fluorescente, genera la emisión de luz dentro de la región azul del espectro electromagnético y cuando inciden sobre la estructura dentaria se puede observar que la intensidad de fluorescencia en dentina es mucho mayor que la producida en esmalte, siendo en dentina de un azul intenso y en esmalte de un azul más blanquecino; esto se debe a que la dentina posee mayor cantidad de

material orgánico que el esmalte (Kühnisch y Heinrich-Weltzien, 2004; Lobos Lagos, 2018).

### *1.3.1. Usos en la práctica clínica.*

Esta técnica ha sido utilizada ampliamente en el diagnóstico de caries dental, sin embargo, también se ha utilizado en otros ámbitos como un sustituto a la endoscopía (en usos de tipo gastrointestinal, ginecológico-obstétrico, entre otros). Sin embargo, su uso principal es en el diagnóstico odontológico. (DaCosta, Wilson y Marcon, 2000; Garfield et al., 2002; Marcon, 1999).

Los equipos de QLF™ permiten la valoración cuantitativa in vivo o in vitro de cualquier lesión presente en los dientes. Están constituidos por una cámara portátil intraoral conectada a un computador que permite detectar lesiones cariosas en el esmalte tanto en la superficie lingual, bucal y oclusal, mediante dispositivos de fibra de vidrio o cuarzo en forma de anillos que se ponen en contacto con las superficies lisas, y en forma de punta para caras oclusales transformando las manchas blancas en manchas oscuras debido al aumento de contraste provocado entre el esmalte afectado por caries y el que se encuentra sano, ya que cuando hay caries el tejido pierde fluorescencia. Es un método diseñado para la detección estricta de lesiones iniciales del esmalte, bien sea en superficies lisas accesibles, como en la de fosas y fisuras de las áreas oclusales; además de detectar cualquier área hipocacificada, incluyendo defectos de esmalte, fluorosis dental y áreas de hipoplasias (Bravo Iñaguazo, Núñez Aldaz, Flores, y Armas Vega, 2019; Cedillo Valencia y Elías Trevizo, 2011).

### *1.3.2. Ventajas y desventajas de la QLF™.*

En general, la técnica de fluorescencia es utilizada actualmente para ensayos clínicos. La reproducibilidad del método es alta y se muestra prometedora para

algunas lesiones limitadas que pueden detectarse a través de ella, además también provee registros de imágenes fluorescentes de los dientes en un monitor.

Sin embargo, la restricción de la dispersión lumínica sólo a las superficies lisas en el diagnóstico de lesiones cariosas, supone una desventaja significativa de esta técnica, aunque siguen las investigaciones para desarrollar un sistema de fluorescencia de láser cuantitativa que permita detectar lesiones de caries oclusales; además de esto, existen problemas con las manchas que confunden la señal. Por otro lado, esta luz puede tener efectos no deseados en los ojos de las personas que se exponen a ella, es por esto que siempre debe ser utilizada con lentes de protección con filtro UV (Guirigay Aparicio, 2003; Veitía, Acevedo, & Rojas Sánchez, 2011).

### *1.3.3. Tecnología Q-Ray®*

La tecnología Q-Ray es un software de diagnóstico clínico asociado a la QLF™, es decir, es una cámara para imágenes digitales de QLF™ cuantitativa, el cual proporciona imágenes en tiempo real y análisis objetivos y cuantificados de anomalías bucales (Oh, Choi, Choi, & Noh, 2019; QLF Technology, 2020).

Este proporciona:

- Puntuación de higiene simple.
- Detección de biopelículas cariogénicas por decoloraciones rojas: puntuación de la placa dental de 0 a 5 se muestra automáticamente.
- Medición de la mancha blanca.
- Análisis de caries incipientes o esmalte desmineralizado por resultados cuantificados de delta F y delta R. Estos valores indican el grado de desmineralización.

El procedimiento consiste en que primero, la cámara Q-ray® se conecta a una computadora de escritorio y la mejilla se retrae usando un retractor para tomar las fotografías. A continuación, se tiñe la placa dental con una solución reveladora de

dos tonos y se toma una fotografía con la cámara réflex digital de lente única utilizando el mismo método. Las imágenes se almacenan con un número de serie. En la guía se indica que se debe marcar con 1 si se observaba fluorescencia roja en los segmentos divididos de los dientes de prueba y 0 si no se observaba fluorescencia roja. (Oh et al., 2019; QLF Technology, 2020)

#### 1.3.4. Scanner con tecnología QLF™

Es un dispositivo portátil que no requiere del uso de una cámara digital, ni de software especializado o equipo de cómputo y monitores externos para mostrar imágenes, procesarlas y almacenarlas. El scanner emite un haz de luz azul mediante focos LED que es detectado por un filtro con tecnología QLF™ y sin la necesidad de usar sustancias como medio de contraste, refleja en tiempo real la presencia de actividad bacteriana, zonas de desmineralización en los tejidos dentales, filtraciones, fracturas y desajustes en restauraciones en un tono rojo/naranja. Es de uso tanto clínico como auxiliar en el diagnóstico como doméstico para el control de la técnica de cepillado.

### 1.4. *Índices de biopelícula*

Una vez visualizada la placa mediante el revelado, es conveniente evaluarla o cuantificarla pudiendo utilizar para ello diversos índices de placa. Los índices de placa son una valoración de placa presente en los dientes, así como de higiene o valoración de las superficies libres de placa (Aguilar Agullo, Cañamas Sanchis, Ibáñez Cabanell, & Gil Loscos, 2003).

Todos estos índices se basan en la higiene dental, tales como los hábitos de higiene, caries o bien la presencia y gravedad de la placa dental o biopelícula.

Aunque muchos solo se utilizan en estudios epidemiológicos, otros son utilizados en la actualidad en la práctica clínica.

### **1.4.1. Índice de O'Leary.**

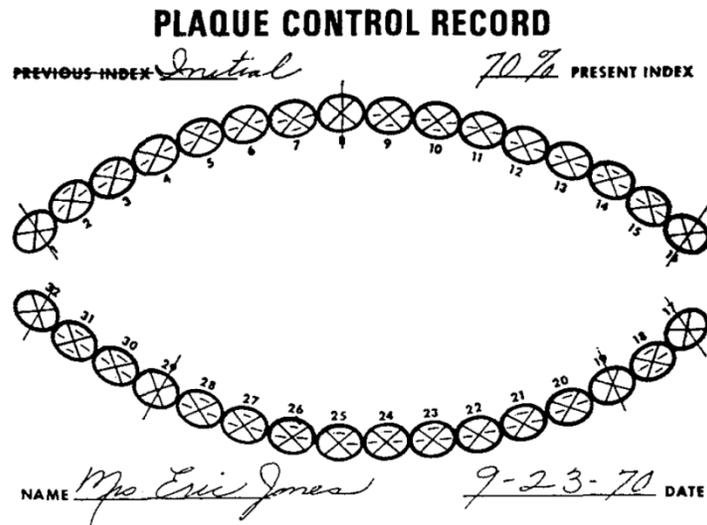
Este índice es utilizado por los odontólogos para evaluar el grado de higiene de los dientes y para obtenerlo es necesario el uso de revelador de placa. Indica el porcentaje de superficies lisas teñidas (de color rosa y azul si se utiliza el revelador de placa de doble tono). Este registro de control de placa se desarrolló para brindar al terapeuta, higienista o educador dental un método simple de registrar la presencia de placa en las superficies individuales de los dientes (mesial, distal, facial, lingual). El formulario también permite al paciente visualizar su propio progreso en el aprendizaje del control de la placa. Esto parece tener un efecto motivador en los pacientes (O'Leary, Drake, & Naylor, 1972; Montevecchi, Checchi, Gatto, Klein, y Checchi, 2012).

El objetivo del índice, al enseñar los procedimientos de higiene bucal, es reducir las acumulaciones de placa hasta que se encuentren en el 10% o menos de las superficies dentales disponibles, antes de comenzar un tratamiento para alguna afección (O'Leary et al., 1972; Chaple Gil & Gispert Abreu, 2019).

Para evaluar el índice, primero se tiñen los dientes con algún tipo de revelador de placa para poner en evidencia la presencia de la biopelícula. Se visualizan las zonas pigmentadas, una vez que el paciente se ha enjuagado. Cuando se encuentran, se registran haciendo un guión en los espacios correspondientes del formulario de registro (O'Leary et al., 1972).

Para obtener la puntuación final o promedio del nivel de índice de placa bacteriana se suma el número total de las caras de los dientes pintadas, y el resultado se va a dividir por el número total de las caras de los dientes presentes en la boca. Una vez realizada la operación se multiplica por 100 y así es como se obtiene el resultado (Ilustración 1).

Este índice tiene una sensibilidad del 96.8 (IC 95%: 95.5-97.9), por lo que es altamente confiable (O'Leary et al., 1972; Corchuelo, 2011).



**Figura 3.** Ejemplo del índice de O'Leary. (O'Leary et al., 1972)

#### 1.4.2. Índice de Silness y Løe.

Este índice se utiliza con el mismo criterio que el del índice de O'Leary, pero permite establecer grados de intensidad del acumulo de placa, no necesita la aplicación de sustancias reveladoras y puede utilizarse en piezas dentarias seleccionadas representativas de toda la boca, en cuatro sitios por diente, mesial, vestibular, distal y palatino. Este, es el único índice que mide el grosor de la placa depositada sobre la superficie del borde gingival de todos los dientes presentes en la boca. El índice de Silness y Løe se utiliza principalmente para estudios epidemiológicos y ensayos clínicos, así como en el diagnóstico de gingivitis. La sensibilidad de éste índice es de 75.2 (IC 95%: 73.1-77.1) (Agullo Aguilar,

Cañamas Sanchis, Cabanell y Gil Loscos, 2013; Corchuelo, 2011; Moles Julio y Arnau Marco, 2013).

Se determina pasando un explorador sobre la superficie dentaria y examinando la punta de la sonda en busca de placa. Se debe secar ligeramente la superficie dental con chorro de aire. En cada uno de los dientes se exploran las 4 unidades gingivales (vestibular, palatino/lingual, mesial y distal) asignando un código a cada una de ellas según la Tabla 1. El número máximo de unidades gingivales será de 128 y la puntuación máxima que puede alcanzar este índice será de 3. (Silness y Løe, 1964).

$$IPL = \frac{\text{Suma del valor numérico de cada unidad gingival}}{\text{Número de unidades gingivales exploradas}}$$

Hay una versión simplificada de éste índice en el que, para obtener rápidamente una imagen representativa del estado de higiene de un grupo de población, podría bastar con obtener el índice anterior sólo en determinados dientes previamente elegidos (Agullo Aguilar et al., 2013).

**Tabla 1. Criterios del Índice de Silness y Løe. (Silness & Løe, 1964)**

<b>IPL</b>	<b>Criterio</b>
<b>0</b>	No hay placa en la zona gingival.
<b>1</b>	Hay una película fina de placa que se adhiere al margen gingival libre y a la zona adyacente del diente. La placa sólo puede ser reconocida pasando una sonda a través de la superficie dental o revelándola. Incluye la tinción cromógena.
<b>2</b>	Acumulación moderada de depósitos blandos dentro de la bolsa gingival, sobre el margen gingival y/o adyacentes a la superficie dental. Se reconoce a simple vista.
<b>3</b>	Abundancia de material blando, grueso de 1-2 mm desde la bolsa gingival y/o sobre el margen gingival y la superficie dentaria adyacente.

### **1.4.3. Índice de Clune**

El índice de Clune es una escala para medir el nivel de caries dental y es muy utilizado en estudios epidemiológicos (se considera un índice epidemiológico). Se basa en la observación de los 4 primeros molares permanentes, asignándole un puntaje a cada condición con un máximo de 40 puntos, 10 para cada molar (Clune, 1945; Vílchez Ferrer et al., 2016):

- Diente sano: se le dan 10 puntos.
- Por cada superficie obturada: se resta 0.5 puntos.
- Por cada superficie cariada: se resta un punto.
- Extraído o extracción indicada por caries: se restan 10 puntos.

Posteriormente se suma el valor obtenido de los 4 dientes y se obtiene el porcentaje tomando como 100% el valor de 40 puntos, que equivale a tener los cuatro molares sanos. Posteriormente se categorizaron estos porcentajes como (Clune, 1945; Valeriano Mollo, 2019):

- Sano: 100%
- Leve: 99-90%
- Moderado: 89-70%
- Grave: menos de 70%

A pesar de que este índice es sencillo, útil y rápido de aplicar no define criterios, no establece grados para la evaluación de la caries dental, y no da intervalos de la magnitud del proceso de caries y, por lo tanto, los estomatólogos no lo utilizan (Valeriano Mollo, 2019).

#### ***1.4.4. Índice de higiene oral simplificado.***

El índice de Higiene Oral Simplificado, es un índice epidemiológico que permite valorar de manera cuantitativa los diferentes grados de higiene oral. Fue desarrollado por Greene y Vermillion y se estima con la suma del valor obtenido en el componente de residuos blandos con el componente de residuos sólidos. Antes de realizar este examen de manera simplificada, el Índice de Higiene Oral evaluaba todos los dientes, mientras que en el simplificado se examinan 6. La sensibilidad de éste índice es de 95.1 (IC 95%: 92.5-97.4). Un estudio encontró que los valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo fueron, respectivamente: 29.6%, 82.5%, 49.8% y 66.6%, para frecuencia de cepillado diaria irregular; 41.8%, 64.6%, 40.9% y 65.5%, para cepillado antes de dormir irregular; 48.8%, 60.8%, 42.2% y 67.0%, para higiene bucal irregular; y la validez del índice varió conforme el nivel de renta familiar y la escolaridad de la madre. (Corchuelo, 2011; Morales Cascaes et al., 2011; Moses Augusto, 2013; Vega-Ojedo, 2016).

Para el establecimiento del Índice de Higiene Oral Simplificado, se examinan 6 piezas dentarias según la metodología de este índice: 1° molar permanente superior derecho (superficie vestibular); incisivo central superior permanente derecho (superficie vestibular); 1° molar permanente superior izquierdo (superficie vestibular), 1° molar permanente inferior izquierdo (superficie lingual); incisivo central inferior permanente izquierdo (superficie vestibular) y 1° molar permanente inferior derecho (superficie lingual). Asimismo, este índice consta de dos componentes: el índice de detritus simplificado (DI-S) y el índice de cálculo (CI-S), cada componente se evalúa en una escala de 0 a 3. Para la revisión de los dientes se requiere que se encuentren completamente erupcionados para calcular adecuadamente la presencia de detrito o cálculo (Ávalos-Márquez, Huillca-Castillo, Picasso-Pozo, Omori-Mitumori, & Gallardo-Schultz, 2015; Gómez Ríos & Morales García, 2012; Greene & Vermillion, 1960).

**Tabla 2. Criterios DI-S y CI-S. (Gómez Ríos & Morales García, 2012; Greene & Vermillion, 1960)**

<b>DI-S</b>	0	No hay presencia de residuos o manchas.
	1	Desechos blandos que cubren no más de una tercera parte de la superficie dental o hay presencia de pigmentación extrínseca sin otros residuos, sin importar la superficie cubierta.
	2	Desechos blandos que cubren más de una tercera parte, pero menos de la tercera parte de la superficie dental expuesta
	3	Residuos blandos que cubren más de la tercera parte de la superficie dental expuesta
<b>CI-S</b>	0	No hay sarro presente
	1	Cálculo supragingival que cubre no más de una tercera parte de la superficie dental expuesta
	2	Sarro supragingival que cubre más de un tercio, pero menos de dos terceras partes de la superficie dental expuesta o hay presencia de vetas individuales de cálculo subgingival alrededor de la porción cervical del diente, o ambos.
	3	Sarro supragingival que cubre más de dos tercios de la superficie dental expuesta, o hay una banda gruesa continua de cálculo subgingival alrededor de la parte cervical del diente, o ambos

Para obtener el índice se requiere sumar la puntuación para cada diente señalado y dividirla entre el número de superficies analizadas, una vez ya establecido, se procede a determinar el grado clínico de higiene bucal ( Greene y Vermillion, 1960; Gómez Ríos y Morales García, 2012).

**Tabla 3. Índice de Higiene Oral Simplificado.** (Gómez Ríos & Morales García, 2012; Greene & Vermillion, 1960)

<b>Clasificación</b>	<b>Puntuación</b>
<b><i>Excelente</i></b>	0
<b><i>Buena</i></b>	0.1-1.2
<b><i>Regular</i></b>	1.3-3.0
<b><i>Mala</i></b>	3.1-6.0

### **1.5. Antecedentes Científicos.**

#### **Estudios previos, el estado del arte de la comparación de QLF™ versus solución dítonos o tinciones bicromáticas para revelar biopelícula dental**

A continuación, se presentan algunos estudios previos que se han realizado de comparación de QLF™ versus soluciones bicromáticas para revelar biopelícula dental, con la finalidad de contextualizar lo que se ha realizado previamente relacionado al objetivo del presente estudio.

En un estudio realizado por Akifusa y colaboradores (2020) se evaluó la eficacia de un cepillo de dientes eléctrico para reducir la placa dental mediante QLF-D en el cabezal del cepillo. Los participantes incluyeron 20 adultos y se les asignó aleatoriamente un cepillo de dientes eléctrico con un monitor para visualizar la placa dental fluorescente roja a través de una cámara integrada en el cabezal del cepillo (grupo con monitor) y un cepillo de dientes eléctrico sin un monitor (grupo sin monitor). La cantidad de placa dental se evaluó mediante el desempeño en higiene personal (PHP) al inicio del estudio y una semana después. En el grupo de uso del monitor, la puntuación de PHP fue significativamente más baja en el

seguimiento de 1 semana que al inicio (6 vs. 16). Este cambio no se observó en el grupo sin monitorización (14 vs. 13). Después de 1 semana, el cambio en las puntuaciones de PHP en el grupo de uso del monitor fue significativamente mayor que en el otro grupo (- 10 vs. 0). Por lo tanto, cepillarse los dientes mientras mira un monitor que muestra la placa dental roja autofluorescente mediante la aplicación de QLF-D mejoró la eficacia de la eliminación de la placa dental (Akifusa et al., 2020).

Han y colaboradores (2016) elaboraron un estudio en el que compararon la relación entre el área de la placa fluorescente roja (placa RF) mediante QLF-D y el área de placa revelada mediante la solución de dos tonos, y evaluaron la composición bacteriana de la placa de RF mediante PCR.

Para ello, se incluyeron 50 sujetos sanos y se examinaron 600 superficies faciales de sus dientes anteriores; se tomó QLF-D en 2 ocasiones distintas (antes y después del uso del agente revelador), y el área de placa RF se calculó en base al índice de porcentaje de placa (PPI). Se observó que, con respecto a la prueba t pareada, el área de la placa teñida de azul ( $9.3 \pm 9.2$ ) mostró una similitud significativa con el área de la placa de RF ( $9.1 \pm 14.9$ ), sin embargo, el área de la placa teñida de rojo ( $31.6 \pm 20.9$ ) presentó diferencia con el área de placa RF. Los autores concluyeron que el método de evaluación de la placa que utiliza QLF-D tiene potencial para detectar la placa madura, y el área de la placa se asoció con el área teñida de azul mediante la solución de dos tonos (Han, Kim, Ko, Kwon, & Kim, 2016).

Volgenant y colaboradores (2016) evaluaron la correlación entre las puntuaciones de placa dental determinadas por la medición de la autofluorescencia roja mediante QLF™ o por visualización con una solución de dos tonos. Se evaluó la fluorescencia de la placa de los dientes anteriores de 48 participantes durante la noche en fotografías utilizando un índice de Quigley & Hein modificado (mQH); se aplicó una solución reveladora de dos tonos, la placa revelada total y azul se puntuó en fotografías clínicas utilizando el índice mQH. Los resultados informaron que se observó una fuerte correlación entre la placa total revelada puntuada en las

fotografías y las puntuaciones clínicas; la correlación entre la placa fluorescente roja y la placa total, según se evaluó en las fotografías, fue de moderada a fuerte y significativa, con las puntuaciones de placa total consistentemente más altas que las de la solución de dos tonos; la correlación entre la placa roja fluorescente y la placa azul revelada fue de débil a moderada y significativa. En conclusión, la placa, puntuada en fotografías, se corresponde bien con la placa evaluada clínicamente. (Volgenant et al., 2016)

Lee y colaboradores (2019), desarrollaron un estudio para identificar las características microbianas de la placa dental roja fluorescente (RF). Se recogieron muestras de placa supra gingival pareadas de cada 10 sujetos y consistieron en placas dentales RF y sin RF según lo observado con QLF™. Se encontró un aumento en la diversidad microbiana en la placa RF en comparación con la placa sin RF; hubo diferencias significativas en la composición de la comunidad entre los 2 tipos de placa dental; las bacterias periodontopáticas fueron significativamente más abundantes en la placa RF que en la placa sin RF; la intensidad de fluorescencia de la placa RF se relacionó significativamente con la proporción de la comunidad bacteriana periodontopática y la presencia de inflamación gingival. El estudio concluyó que la fluorescencia roja de la placa se asocia con cambios en la composición microbiana y enriquecimiento de patógenos periodontopáticos, lo que sugiere que la placa RF detectada por la tecnología QLF™ podría usarse como un indicador de riesgo de inflamación gingival (Lee, de Jong, y Kim, 2019).

Finalmente, Lee y colaboradores (2018) realizaron un estudio para analizar la correlación entre los índices de placa dental medidos mediante el uso de índices cuantitativos de QLF-D y los índices clínicos convencionales que evalúan el estado gingival. Para esto, se seleccionaron 33 adultos que tenían dientes relativamente uniformes para obtener imágenes QLF-D de boca completa y las imágenes se utilizaron para analizar la puntuación QLF-D y la puntuación QLF-D  $\Delta R$ ; como índices clínicos, se midieron el índice gingival (GI), el sangrado al sondaje (BOP), la profundidad de la bolsa al sondaje (PPD) y el índice de

desempeño higiénico del paciente (PHP). Los autores encontraron que la puntuación media de QLF-D de boca completa estuvo altamente correlacionada con el índice GI, BOP, PPD, PHP; también la puntuación media de QLF-D mostró la correlación más alta con GI y la correlación más baja con PPD; las correlaciones entre la puntuación QLF-D fueron mayores en la mandíbula que en el maxilar y en los dientes anteriores que en los dientes posteriores, mientras que no se observaron diferencias significativas entre las superficies bucal y lingual del diente. Se concluyó que las correlaciones entre los índices de placa medidos para cada superficie dentaria mediante QLF-D y los índices clínicos evaluados fueron significativamente altas y permitió la determinación objetiva del estado gingival (J. B. Lee, Choi, Mah, & Pang, 2018).

## **Capítulo 2. Marco Metodológico.**

### **2.1. Planteamiento Del Problema**

La biopelícula es la principal causa de las enfermedades más frecuentes del sistema estomatognático, es decir, la caries y la enfermedad periodontal, ambas pertenecen al campo del especialista en Endoperiodontología, aunque es cierto que cualquier dentista debe considerar la importancia del control de dicha biopelícula en su praxis diaria con sus pacientes.

Por lo anterior se han empleado diversas sustancias para evaluar, así como mostrar su presencia en la boca de cada paciente de forma que logre controlarla. Desafortunadamente hasta la fecha no se cuenta con un revelador que ofrezca todos los beneficios y ningún riesgo, de hecho, hay pacientes donde ciertas sustancias no son recomendadas por el riesgo de reacciones de hipersensibilidad o llegarse a considerar precarcinogénicas.

La tecnología QLF™, se ha introducido al mercado odontológico tanto como revelador de placa, así como también para observar procesos cariosos y/o restauraciones mal ajustadas, la desmineralización como la biopelícula puede ser cuantificada.

El costo del equipo con la cantidad de veces que puede ser empleada, es compensado por lo que a largo plazo es redituable, además al no dejar teñidos los dientes el paciente puede salir de la consulta dental sin ningún inconveniente.

Los estudiantes de odontología en el primer año de la carrera en la asignatura de odontología preventiva y fundamentos de odontología tienen su primer encuentro con el tema de biopelícula y sus reveladores, pero además lo llevan a la práctica en un inicio entre ellos y posteriormente con los pacientes, por lo que favorece el conocimiento sobre otra forma de revelar la biopelícula.

Por todo lo anterior, es importante identificar la viabilidad y la efectividad de la tecnología QLF™ en comparación con un revelador de uso similar empleado en odontología en estudiantes de primer año de la licenciatura de Cirujano Dentista de nuestra institución, por lo que surge la siguiente pregunta de investigación:

## **2.2. Pregunta de Investigación**

¿Es eficaz el uso de la tecnología QLF™ como revelador de biopelícula dental?

## **2.3. Justificación**

La biopelícula es la principal causa de las distintas enfermedades bucodentales, siendo la etiología de la caries y la enfermedad periodontal, las cuales presentan la morbilidad mundial más alta de todas las alteraciones odontológicas. Por esto, es primordial monitorearla de manera periódica para intervenir oportunamente y prevenir el desarrollo de enfermedades.

El interés de este estudio es determinar si la tecnología QLF™ es adecuada y confiable en sus resultados para detectar a la biopelícula dental, comparándola para este fin, con el sistema tradicional por tinción en un escenario clínico ordinario.

El realizarlo en estudiantes de primer año de la licenciatura de Cirujano Dentista, es con la intención de sensibilizarlos sobre sus hábitos de higiene, introducirlos en uno de los procedimientos preventivos de su profesión y hacerlos conscientes de su responsabilidad como futuros profesionales. En especial, porque la tecnología de el sistema por fluorescencia no se utiliza de manera rutinaria en la asignatura de Odontología Preventiva y Fundamentos de Cariología.

Por lo tanto, este estudio pretende evaluar y estimar el uso de la tecnología QLF™ para recomendarlo en caso de resultar satisfactorio, de forma tal que aporte un antecedente para posteriores estudios sobre este método y puedan iniciarse estudios epidemiológicos y educativos posteriores.

## **2.4. Objetivos**

### **2.4.1. Objetivo general**

Comparar la eficacia de la tecnología QLF™ de Q-Ray® con la solución DITONOS de eufar® como revelador de biopelícula en los estudiantes de Odontología de la FES-I.

### **2.4.2 Objetivos específicos**

1. Describir las características demográficas de la población.
2. Registrar el índice de biopelícula de O'Leary tras la visualización con tecnología QLF™.
3. Registrar el índice de biopelícula de O'Leary tras la tinción con la solución ditonos.

## **2.5. Hipótesis**

### **2.5.1. Hipótesis alterna (H1).**

#### **Opción 1**

La tecnología QLF™ de Q-Ray® es igual de útil que la solución ditonos de EUFAR® como revelador de biopelícula dental en la práctica clínica.

## Opción 2

La tecnología QLF™ de Q-Ray® revela un porcentaje similar de superficies teñidas de biopelícula dental que la solución ditonos de EUFAR® en la práctica clínica.

### 2.5.2. Hipótesis nula (H0).

#### Opción 1

La tecnología QLF™ de Q-Ray® es menos útil que la solución ditonos de EUFAR® como revelador de biopelícula dental en la práctica clínica.

#### Opción 2

La tecnología QLF™ Q-Ray® revela un porcentaje menor de superficies teñidas de biopelícula dental que la solución ditonos de EUFAR® en la práctica clínica.

## 2.6. Metodología.

La investigación científica permite a través de diferentes vías obtener conocimiento, en este caso el objeto de estudio es la eficacia del uso de la tecnología QLF™ con el Q-Ray® para revelar biopelícula en los alumnos de primer años de la licenciatura de cirujano dentista en comparación de otro revelador de biopelícula similar, por lo que se eligió la solución ditonos de EUFAR®, aunque en la clínica de odontología preventiva se emplea la tableta monocromática de Viardent® (Fotografía 1), reconociendo al hacerlo en el propio contexto físico la efectividad de la fluorescencia.



**Fotografía 1.** Revelador monocromático, es el usado en la clínica de odontología preventiva por los alumnos de primer año.

Por lo que considerando las rutas de la investigación propuestas por Hernández-Sampieri, R. & Mendoza (2018) y el objeto de estudio se empleo la cuantitativa.

### **2.6.1. Tipo de estudio.**

Estudio observacional, comparativo, prospectivo

### **2.6.2. Universo de estudio.**

Alumnos de pregrado de la carrera de Cirujano Dentista de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Iztacala de la Universidad Autónoma de México.

### **2.6.3. Tamaño de muestra.**

El cálculo del tamaño de muestra se realizó con la fórmula de diferencia de medias, esperando una diferencia promedio en el porcentaje de superficie teñida (índice de biopelícula de O'Leary) de 10% entre métodos de revelado (QLF™ vs ditonos) con un intervalo de confianza de 95%, un poder de 80% y una varianza de 100.

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 * 2 * \sigma^2}{d^2}$$

*Donde,*

$Z_{\alpha/2}$  es el valor crítico de una distribución normal a  $\alpha/2$  (por ejemplo, para un intervalo de confianza de 95%,  $\alpha$  es 0.05 y el valor crítico es 1.96). =1.96

$Z_{\beta}$  es el valor crítico de una distribución normal a  $\beta$  (por ejemplo, para un poder de 80%)

$d$  = es la diferencia esperada en el índice de biopelícula de O'Leary entre métodos de revelado = 10.0 %.

$\sigma^2$  = es la varianza esperada en el puntaje de color =100%

**n=16 individuos como mínimo**

#### **2.6.4. Muestreo.**

Se realizó un muestreo no probabilístico, a conveniencia hasta completar el tamaño de muestra.

#### **2.6.5. Criterios de selección.**

##### *2.6.5.1. Criterios de inclusión.*

- Alumnos de pregrado de la carrera de Cirujano Dentista de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Iztacala de la Universidad Autónoma de México.
- De ambos sexos.
- De cualquier edad.
- Que se encontraron en el campus el día de realización del estudio.
- Que aceptaron participar en el estudio mediante firma de carta de consentimiento informado.

##### *2.6.5.2. Criterios de no inclusión.*

- Individuos que tuvieron alguna patología bucal infecciosa o faríngea al momento del estudio.
- Individuos que ingirieron alimento, se cepillaron o utilizaron enjuague bucal una hora antes de la evaluación.

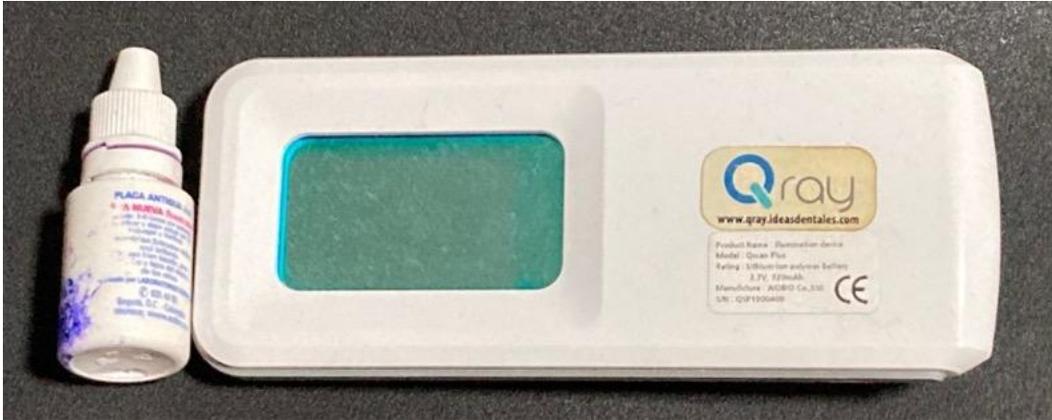
##### *2.6.5.3. Criterios de eliminación.*

- Individuos con información incompleta al final del estudio.

## 2.7. Variables.

1. Edad
2. Sexo
3. Superficie teñida con fluorescencia con QLF™-Q-Ray®
4. Superficie marcada con solución dítonos de EUFAR®

TABLA 4. VARIABLES					
Variable	Definición operacional	Tipo	Escala	Unidad de medición	Estadístico
<b>Edad</b>	Años cumplidos por el participante al momento de la inclusión en el estudio	Cuantitativa	Discreta	Años	Media, desviación estándar
<b>Sexo</b>	Diferencia física y de características sexuales constitutiva que distinguen al hombre de la mujer y permiten denominarlo como masculino o femenino.	Cualitativa	Nominal	Masculino Femenino	Frecuencias, porcentajes
<b>Superficie marcada con fluorescencia QLF™-Q-Ray®</b>	Se evaluarán las superficies que muestren fluorescencia, se hará el registro y se calculará el índice de O'Leary.	Cuantitativa	Continua	%	Media, desviación estándar
<b>Superficie teñida con solución dítonos de Eufar®</b>	Después de aplicar la solución se observarán las superficies teñidas, se hará el registro y se calculará el índice de O'Leary.	Cuantitativa	Continua	%	Media, desviación estándar



**Fotografía 2.** Reveladores de biopelícula, usados en este estudio, Eufar® solución y la tecnología QLF™, Q-Ray®.

## 2.8. Procedimientos.

1. Se invita a los alumnos a participar en el estudio y a firmar carta de consentimiento informado en caso de aceptar participar.
2. Se corrobora que los participantes no hubiesen ingerido alimento alguno, ni cepillado los dientes o usado enjuague bucal una hora antes.
3. Enseguida se procede a valorar la biopelícula dental primero mediante fluorescencia QLF™, utilizando el sistema de scanner portátil Bioscan-Qray®, el cual permite visualizar la biopelícula mediante fluorescencia cuantitativa inducida por luz. Se estimará el % de superficies teñidas con el índice de O'Leary y se registran los datos

El modo de uso del Bioscan® es muy simple:

- a. Se posiciona el dispositivo portátil frente a la boca del alumno.
- b. Se presiona el botón de encendido para iluminar la cavidad oral.
- c. Se visualiza el biofilm con un color fluorescente rojo/anaranjado.
- d. Se hace el registro en el formato sugerido para el índice de O'Leary

4. En segundo lugar, en el mismo sujeto de estudio, se colocan dos gotas de solución dítanos de EUFAR® debajo de su lengua y se le pide que lo distribuya por toda su boca y una vez terminando se procede a valorar las superficies teñidas y hacer el registro en el formato sugerido para el índice de placa de O'Leary.
  
5. Se reúne la información de los registros con ambos métodos de revelado de biopelícula para cada uno de los sujetos que componen el estudio, para su posterior captura y análisis estadístico.

## **2.9. Análisis estadístico.**

Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 25 para el procesamiento de los datos, en el cual se realizó el análisis estadístico descriptivo e inferencial.

El análisis descriptivo consistió en frecuencias y porcentajes para variables cualitativas nominales u ordinales. Para las variables cuantitativas se utilizó la media y la desviación estándar si la distribución de los datos es paramétrica y la mediana y el rango intercuartilar si la distribución es no paramétrica.

Como prueba inferencial se utilizó la t de Student para determinar si existen diferencias significativas en el % de superficies marcadas con fluorescencia o teñidas. Una  $p < 0.05$  se considerará significativa.

Se utilizaron tablas y gráficos para presentar la información.

## 2.10. Consideraciones Éticas.

Este trabajo de investigación se llevará a cabo de acuerdo con el marco jurídico de la Ley General en Salud que clasifica la investigación como **sin riesgo**, dado que se trata de un estudio observación en el cual se emplean técnicas y métodos de investigación documental o no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio.

También, el estudio se apegó a los principios éticos para investigaciones médicas en seres humanos establecidos por la Asamblea Médica Mundial en la declaración de Helsinki (1964) y ratificados en Fortaleza Brasil (en 2013). Se consideró también la Declaración de Taipei sobre las consideraciones éticas de bases de datos de salud y biobancos que complementa oficialmente a la Declaración de Helsinki desde el 2016.

Se hizo uso correcto de los datos y se mantendrá absoluta confidencialidad de los mismos. Se requirió de firma de carta de consentimiento informado para que participen en el estudio los sujetos.

## Capítulo 3. Resultados.

Se incluyeron en el presente estudio un total de 30 alumnos de pregrado de la carrera de Cirujano Dentista de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Iztacala de la Universidad Autónoma de México, a los cuales se les invitó y participaron como voluntarios para la realización del estudio.



**Fotografía 3.** Clínica de odontología preventiva, se muestran la disposición de las unidades, considerando el espacio, donde en cada cubículo se ubican, antes de la pandemia de COVID-19, los alumnos uno como operador y otro como asistente y el paciente.

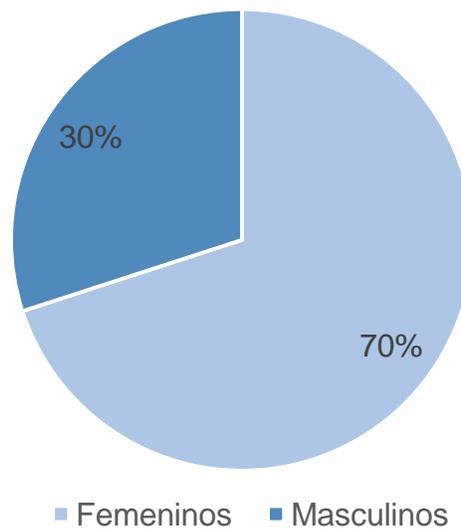
### Características demográficas de los participantes

La edad media de estos fué de  $19.0 \pm 2.0$  años (la edad mínima fué de 17 años y la máxima de 25 años). El 76.7% eran menores de 20 años y el restante 23.3% tenían 20 años o más (Gráfica 1).



**Gráfica 1.** Distribución de los participantes por rangos de edad, siendo la más frecuente la de 18 años

El 70% de los participantes eran femeninos y el 30% masculinos (Gráfica 2).



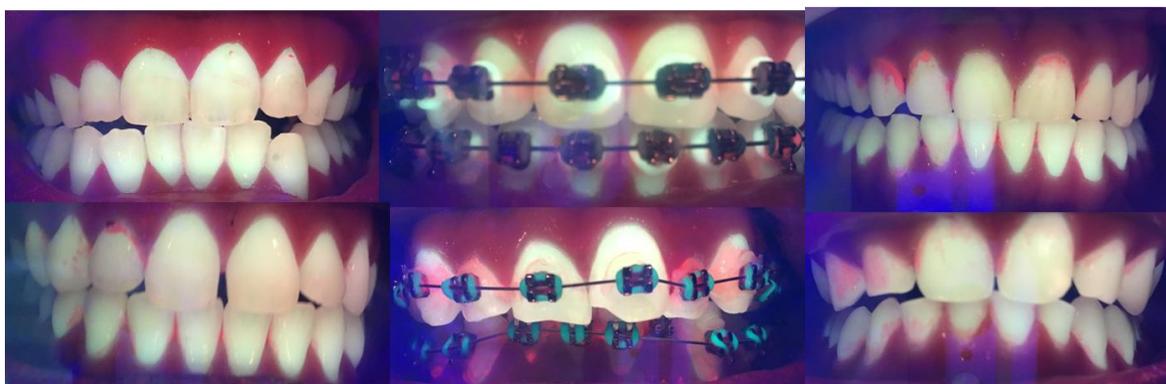
**Gráfica 2.** Género de los participantes, donde se observa un predominio del género femenino

## Índice de O'Leary aplicando el Bioscan® de Qray®

Se registró el índice de O'Leary al aplicar el Bioscan® de Qray®, encontrando que el índice medio fué de de  $54.5 \pm 28.4$ . El mínimo del índice fué 7.02 y el máximo 100% (Tabla 5).

**Tabla 5. Valores del índice de O'Leary aplicando QLF™ Bioscan- Qray®**

Bioscan® Qray®	Media	SD	Mínimo	Máximo
Índice de biopelícula, %	54.5	28.4	7.02	100



**Fotografía 4.** Revelador QLF™ Bioscan- Qray®, aplicación en los alumnos de primer año en la clínica de odontología preventiva, las seis fotografías muestran diferente cantidad y maduración de biopelícula.



**Fotografía 5.** Otras aplicaciones de QLF™ Bioscan- Qray®, en la primera fotografía se distinguen las restauraciones, en la segunda se muestra la diferencia en la fluorescencia asociada a la mineralización.

### Índice de O'Leary tras la tinción con ditonos de EUFAR®.

Se registró el índice de O'Leary aplicando la tinción ditonos, encontrando que el índice medio fué de  $59.6 \pm 30.1$ , el mínimo del índice fué de 13.5 y el máximo de 100% (Tabla 6.)

**Tabla 6. Valores del índice de O'Leary aplicando la tinción ditonos de EUFAR®.**

Ditonos EUFAR®	Media	SD	Mínimo	Máximo
Índice de biopelícula, %	59.6	30.1	13.5	100



**Fotografía 6.** Revelador ditonos de EUFAR®, aplicación en los alumnos de primer año en la clínica de odontología preventiva, las seis fotografías muestran diferente cantidad y maduración de biopelícula.

### Relación del índice de O'Leary estimado con QLF™-Qray® y la solución ditonos EUFAR®.

Enseguida, se determinó la relación existente entre el índice de O'Leary estimado con QLF™ Qray® y el estimado con la solución ditonos de EUFAR®, encontrando un coeficiente de correlación de Pearson de 0.478.

En la **Gráfica 3**, se presenta un gráfico de dispersión que indica con una línea la correlación de Pearson entre ambas estimaciones.

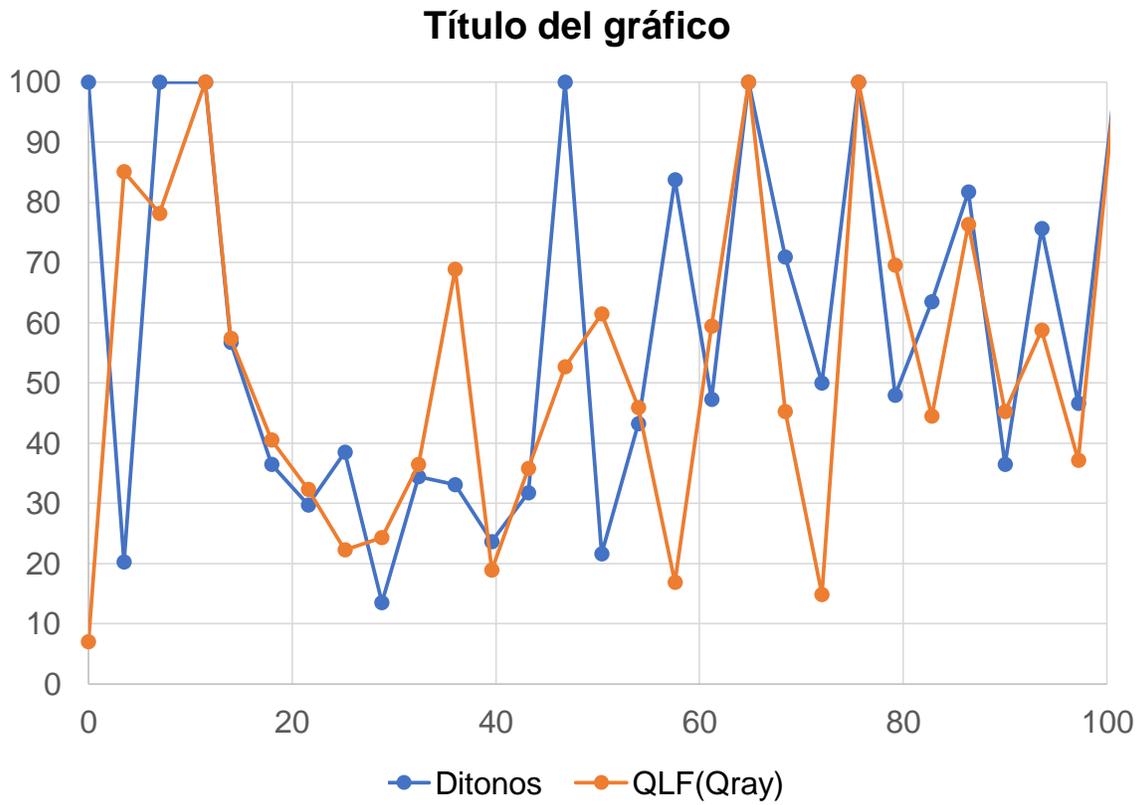
También se calculó la diferencia entre los valores del índice de O’Leary estimado con el Bioscan-QRAY® menos el estimado con la solución ditonos de EUFAR® y sus límites de concordancia (LoA95%), encontrando una diferencia de medias de  $5.0 \pm 29.9$  en el del índice de O’Leary estimado con ambos métodos con LoA95% - 6.1 a 16.2% ( $p = 0.363$ ,  $t$  pareada).

Para tener una mayor idea de la discordancia en las mediciones con ambos métodos, en la **Tabla 8** se presentan las mediciones crudas del índice de O’Leary para cada sujeto con ambos métodos.

**Tabla 7. Diferencia de medias y límites de concordancia (LoA) del valor del índice de O’Leary obtenido con Bioscan-Qray® vs ditonos EUFAR®**

	<i>Diferencia de medias</i>	<i>LoA95%</i>	<i>Valor de t</i>	<i>Valor de p*</i>
<b>Qray®- EUFAR®</b> %	5.0±29.9	-6.1 a 16.2	0.974	0.363

*\*Prueba t pareada*



**Gráfica 3.** Representación de las diferencias entre los valores del índice de O'Leary con ambos agentes reveladores.

Tabla 7. Comparación de las mediciones del índice de O'Leary con la tecnología QLF™ y la solución dítonos EUFAR® .

Participante	QLF™ (Qray)®	Dítonos EUFAR®
1	7.02	100
2	85.13	70.27
3	78.38	100
4	100	100
5	57.43	56.76
6	40.54	36.49
7	32.43	29.73
8	22.29	38.51
9	24.32	13.51
10	36.48	34.43
11	68.91	33.11
12	18.92	23.64
13	35.81	31.76
14	52.70	100
15	61.49	21.62
16	45.94	43.24
17	16.89	83.78
18	59.46	47.29
19	100	100
20	45.27	70.94
21	14.86	50
22	100	100
23	69.59	47.97
24	44.51	63.51
25	76.35	81.76
26	45.27	36.49
27	58.78	75.67
28	37.16	46.62
29	100	100
30	100	100

A)



B)



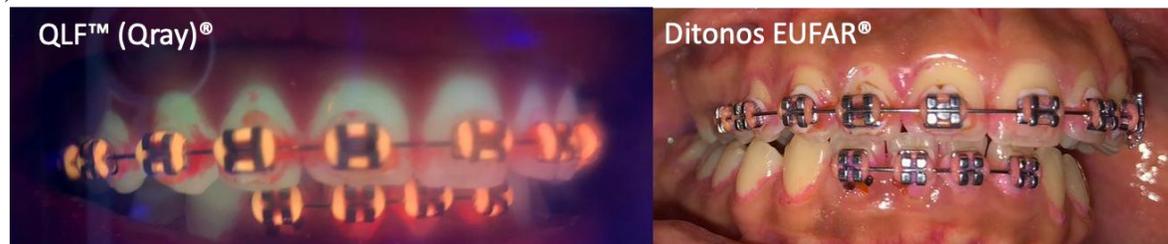
C)



D)



E)



**Fotografía 7.** Comparación de reveladores, a la izquierda con QLF™ (Qray)® y a la derecha aplicando dítonos de EUFAR®, en los alumnos de primer año en la clínica de odontología preventiva.

## Capítulo 4. Discusión de Resultados.

La valoración de la biopelícula dental es fundamental porque es la causa principal de diversas enfermedades bucales como la caries y la periodontitis (Seneviratne et al., 2011). Por ello, en el presente estudio se comparó la utilidad de la tecnología QLF™ Bioscan de Q-Ray®, con la solución ditonos de EUFAR® como revelador de biopelícula dental en la práctica clínica, encontrando los hallazgos que a continuación se analizan.

Primero, los participantes incluidos fueron evaluados con ambos métodos de revelado de biopelícula para que las valoraciones fuesen comparables; primero la medición con el sistema QLF™ Bioscan® de Q-Ray®, debido a que la medición de la fluorescencia con este método no requiere de la aplicación de solución alguna, solo se aprovecha la fluorescencia natural de la biopelícula. (QLF™ Technology, 2020).

La QLF™ mide el cambio de fluorescencia del esmalte desmineralizado con respecto al esmalte sano circundante y lo relaciona directamente con la cantidad de mineral perdido durante la desmineralización (Amaechi & Higham, 2002). Tal desmineralización forma parte del proceso de producción de caries, ya que las caries dentales son el resultado de la desmineralización de los dientes (pérdida de calcio y fosfato) en respuesta a la generación de ácido por las bacterias que habitan las superficies de los dientes en las biopelículas bucales (Sinha et al., 2017). De aquí su utilidad en la detección y control de caries dentales desde etapas tempranas (Kühnisch & Heinrich-Weltzien, 2004).

La solución ditonos por su parte utiliza dos tintes para teñir en dos colores, el rojo indica una placa delgada recién formada que generalmente es supragingival, mientras que la biopelícula azul indica una placa más gruesa, más vieja y más

tenaz que generalmente se ve en y justo debajo del margen gingival(Datta et al., 2017; Fasoulas et al., 2019).

Segundo, tras la valoración de la biopelícula dental con el sistema QLF™ y con la solución ditonos, en promedio hubo una diferencia de medias de 5.0% en el índice de biopelícula de O'Leary sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos agentes reveladores. Lo cual parece indicar que las mediciones de la biopelícula no son tan distintas con ambos métodos, ya que incluso no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones en la prueba de las muestras relacionadas. Sin embargo, la dispersión de los datos (medida mediante la desviación estándar) indica una variabilidad importante entre ambas mediciones, y en la Tabla 7 pueden observarse muy marcadas en la medición del índice de O'Leary entre las mediciones con ambos métodos en algunos individuos. Por ejemplo, en los participantes 1, 11, 14, 15, 17, 20 y 21. En este sentido, los límites de concordancia estimados para comparar los dos métodos de medición de biopelícula proporcionan una medida útil para comparar las posibles diferencias entre los resultados individuales medidos por los dos métodos (Carstensen, 2010), y el valor de  $p$  nos permite asumir que no existen diferencias estadísticamente significativas.

Los hallazgos del presente estudio son esperados y similares a los reportados en la literatura para equipos de QLF™ de otras marcas.

En consecuencia, la medición de la biopelícula con QLF™ es plausible, y cada vez existen más reportes de su utilidad, siendo el presente estudio uno de ellos. Por ejemplo, Lee y colaboradores reportaron que la fluorescencia roja de la placa se asocia con cambios en la composición microbiana y enriquecimiento de patógenos periodontopatógenos, lo que sugiere que la fluorescencia roja detectada por la tecnología QLF™ podría usarse como un indicador de riesgo de inflamación gingival (Lee et al., 2019). En otro estudio, Lee y colaboradores encontraron una

importante correlación entre los índices de placa medidos para cada superficie dentaria mediante QLF™ y los índices clínicos de gingivitis y periodontitis como el índice gingival, el sangrado al sondaje y la profundidad de la bolsa al sondaje, por lo que, el sistema QLF™ permite determinar objetivamente el estado gingival de los individuos (Lee et al., 2018).

Por tanto, pese a que no evaluamos en este estudio la relación de las mediciones QLF™ y la solución ditonos del índice de O'Leary con otros parámetros de salud bucal, la potencial utilidad del QLF™ en la valoración de la biopelícula dental y enfermedades dentales está soportada en la literatura.

Además, aunque la utilidad de la solución de ditonos para la valoración de la biopelícula dental es útil en la práctica clínica, la tecnología QLF™ Bioscan® de Q-Ray® ofrece la ventaja de no requerir del uso de alguna solución reveladora con los beneficios en términos de simplicidad y costo que ello conlleva.

## Capítulo 5. Conclusiones.

Al comparar la eficacia de la tecnología QLF™ de Q-Ray® con la solución DITONOS de eufar® como revelador de biopelícula en los estudiantes de Odontología de la FES-I, se demostró que la tecnología QLF™ es un buen revelador de biopelícula que puede ser empleado con seguridad en la clínica de preventiva de la FES-Iztacala.

La población de estudio estuvo compuesta por una mayoría del género femenino, entre 17 a 25 años, siendo la más frecuente la de 18 años.

Se registrarán bajo los mismos parámetros el índice de biopelícula de O'Leary tras la visualización con tecnología QLF™, así como con la solución ditonos.

La tecnología de (*Quantitative Light-induced Fluorescence*) Cuantificación de la fluorescencia inducida por luz (QLF™) permite identificar la biopelícula de manera similar a la solución ditonos, por lo que dada su simplicidad y a la no necesidad de utilizar soluciones reveladores, se recomienda su uso en la práctica clínica. Así mismo porque mejora el tiempo para la realización de la determinación de la biopelícula y se hace muy estimulante para los alumnos utilizar nuevas tecnologías en su quehacer cotidiano.

## Capítulo 6. Limitaciones y perspectivas del Estudio

### Acceso:

Debido a la indicación de las autoridades sanitarias de suspender toda actividad académica en el Campus Iztacala, derivado de la emergencia de salud provocada por la pandemia de Covid-19, se interrumpió la toma de los índices de biopelícula al no ser viable la presencia de los alumnos de primer ingreso, los cuales conforman la población de estudio, limitando su tamaño y su posible efecto en la relevancia en el análisis de los resultados.

### Efectos Longitudinales:

No fue posible cumplir con las actividades en los tiempos estimados en el cronograma inicial, teniendo que adaptarnos a la interrupción de la toma de muestra desde inicios de la segunda hasta la tercera semana de marzo, dándonos un total de 1 semana de acceso a la población de estudio. Se planeó en principio, recolectar los datos a la par del desarrollo del protocolo de investigación y seguir según lo estimado, siendo posible seguir adelante con todas aquellas que son posibles de manera virtual o en línea tales como búsqueda bibliográfica, diseño del protocolo, aprobación del protocolo, análisis de datos y elaboración de la tesis.

### Prespectivas:

Al considerar la tecnología QLF™, se pueden complementar más estudios, además los resultados de este estudio sirven como una herramienta para el regreso a las

actividades clínicas presenciales, ya que disminuye la exposición a la saliva, así como el uso de las escupidoras y/o el eyector, por lo que puede considerarse su uso no solo para la clínica de odontología preventiva, sino todas las de licenciatura de Cirujano Dentista así como los posgrados de la FES-Iztacala, colocándola por tanto a la vanguardia.

## REFERENCIAS

- Agullo Aguilar, M., Cañamas Sanchis, M., Cabanell, I., & Gil Loscos, F. (2013). Importancia del uso de índices en la práctica periodontal diaria del higienista dental. *Periodoncia*, 13(3), 233–244.
- Akifusa, S., Isobe, A., Kibata, K., Oyama, A., Oyama, H., Ariyoshi, W., & Nishihara, T. (2020). Comparison of dental plaque reduction after use of electric toothbrushes with and without QLF-D-applied plaque visualization: a 1-week randomized controlled trial. *BMC Oral Health*, 20 (1), 4.
- Amaechi, B. T., & Higham, S. M. (2002). Quantitative light-induced fluorescence: a potential tool for general dental assessment. *Journal of Biomedical Optics*, 7(1), 7–13. <https://doi.org/10.1117/1.1427044>
- Angmar-Månsson, B., & Ten Bosch, J. J. (2001). Quantitative light-induced fluorescence (QLF): a method for assessment of incipient caries lesions. *Dentomaxillofac Radiol*, 30(6), 298–307.
- Ávalos-Márquez, J. C., Huillca-Castillo, N., Picasso-Pozo, M. A., Omori-Mitumori, E., & Gallardo-Schultz, A. (2015). Nivel de conocimientos en la salud oral relacionado con la calidad de la higiene oral en escolares de una población peruana. *KIRU*, 12(1), 61–65.
- Barroso Vallejo, M. F. (2017). *Comparación de dos modelos de cepillos dentales para reducir el índice de placa bacteriano con la técnica de Stillman en pacientes de 14 a 16 años de edad*. UDLA.
- Benítez-Páez, A., Belda-Ferre, P., Simón-Soro, A., & Mira, A. (2014). Microbiota diversity and gene expression dynamics in human oral biofilms. *BMC Genomics*, 15, 311.
- Betancourth, M., Botero, J. E., & Rivera, S. P. (2004). Biopelículas: una comunidad microscópica en desarrollo. *Colomb Med*, 35(1), 34–39.
- Bjarnsholt, T., Buhlin, K., Dufrière, Y. F., Gomelsky, M., Moroni, A., Ramstedt, M., & Rumbaugh, K. P. (2018). Biofilm formation - what we can learn from recent developments. *J Intern Med*, 284(4), 332–345.

- Bravo Iñaguazo, C. T., Núñez Aldaz, M. A., Flores, D., & Armas Vega, A. C. (2019). Evaluación clínica mediante fluorescencia cuantitativa inducida por luz DIAGNOdent de la eficacia remineralizadora de dos dentífricos, estudio in vivo. *Rev Odontopediatr Latinoam*, 9 (1).
- Carstensen, B. (2010). Comparing Clinical Measurement Methods. A Practical Guide. In *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*. New York. EE.UU.: John Wiley & Sons, Ltd.
- Cedillo Valencia, J. J., & Elías Trevizo, M. U. (2011). Visualización de caries con tecnología fluorescente. *Rev ADM*, LXVIII (3), 140–147.
- Chaple Gil, A. M., & Gispert Abreu, E. A. (2019). “Amar” el índice de O’Leary. *Rev Cub Estomatol*, 56(4), e2154.
- Chowdhary, Z., Mohan, R., Sharma, V., Rai, R., & Das, A. (2015). Disclosing agents in periodontics: an update. *J Dental College Azamgarh*, 1(1), 103–110.
- Clune, T. W. (1945). A dental health index. *J Am Dent Assoc*, 32(19), 1262–1269.
- Corchuelo, J. (2011). Sensibilidad y especificidad de un índice de higiene oral de uso comunitario. *Colomb Med*, 42(4), 448–457.
- DaCosta, R. S., Wilson, B. C., & Marcon, N. E. (2000). Light-induced fluorescence endoscopy of the gastrointestinal tract. *Gastrointest Endosc Clin N Am*, 10(1), 37–69.
- Datta, D., Kumar, R., Narayanan Sujatha, A., Selvamary, L., & Sujatha, A. (2017). Disclosing solutions used in dentistry. *World J Pharmaceutical Res*, 6(6), 1648–1656.
- de Alencar, C. R. B., de Oliveira, G. C., Tripodi Junior, C. D. V, SP Gonçalves, P. S. P., Ionta, F. Q., Honorio, H. M., Rios, D. (2019). Dental Plaque Disclosing as an Auxiliary Method for Professional Dental Prophylaxis in Early Childhood. *Int J Clin Pediatr Dent*, 12(3), 189–193.
- Dentaly. (2020). Revelador de placa ¿Qué es y cómo se usa?
- Díaz Caballero, A. J., Vivas Reyes, R., Puerta, L., Ahumado Monterrosa, M., Arévalo Tovar, L., Cabrales Salgado, R., & Herrera Herrera, A. (2011).

- Biopelículas como expresión del mecanismo de quórum sensing: Una revisión. *Avanc Periodon*, 23(3), 195–201.
- Dixit, N. (2020). Ventajas de un agente revelador.
- Do, T., Devine, D., & Marsh, P. D. (2013). Oral biofilms: molecular analysis, challenges, and future prospects in dental diagnostics. *Clin Cosmet Investig Dent*, 5, 11–19.
- Donlan, R. M., & Costerton, J. W. (2002). Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev*, 15(2), 167–193.
- Espinoza Ipinza, F., & Rivas Poblete, V. (2011). Fluorescencia visible inducida por radiación UV. Sus usos en conservación y diagnóstico de colecciones. Una revisión crítica. *Conserva*, 16, 27–38.
- Fasoulas, A., Pavlidou, E., Petridis, D., Mantzorou, M., Seroglou, K., & Giaginis, C. (2019). Detection of dental plaque with disclosing agents in the context of preventive oral hygiene training programs. *Heliyon*, 5, ee02064.
- Garfield, R. E., Maul, H., Maner, W., Fittkow, C., Olson, G., Shi, L., & Saade, G. R. (2002). Uterine electromyography and light-induced fluorescence in the management of term and preterm labor. *J Soc Gynecol Investig*, 9(5), 265–275.
- Gómez Arcila, V., Verbel Bohórquez, J., Díaz Caballero, A., & Arroyo Salgado, B. (2014). Enfoque hacia la dinámica de la biopelícula oral para el control de enfermedades bucales prevalentes. *Rev Clin Med Fam*, 7(2), 153–155.
- Gómez Ríos, N. I., & Morales García, M. H. (2012). Determinación de los Índices CPO-D e IHOS en estudiantes de la Universidad Veracruzana, México. *Rev Chil Salud Pública*, 16(1), 26–31.
- Greene, J. C., & Vermillion, J. R. (1960). The oral hygiene index: a method for classifying oral hygiene status. *J Am Dent Assoc*, 61, 29–35.
- Guirigay Aparicio, A. (2003). *Métodos diagnósticos para la lesión inicial de caries*. Universidad Central de Venezuela.
- Han, S. Y., Kim, B. R., Ko, H. Y., Kwon, H. K., & Kim, B. I. (2016). Assessing the use of Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital as a clinical plaque assessment. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 13, 34–39.

- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, ISBN: 978-1-4562-6096-5 :714.
- Kolenbrander, P. E., Palmer Jr, R. J., Rickard, A. H., Jakubovics, N. S., Chalmers, N. I., & Diaz, P. I. (2006). Bacterial interactions and successions during plaque development. *Periodontol 2000*, 42, 47–79.
- Kuboniwa, M., & Lamont, R. J. (2010). Subgingival biofilm formation. *Periodontol 2000*, 52, 32–52.
- Kühnisch, J., & Heinrich-Weltzien, R. (2004). Quantitative light-induced fluorescence (QLF)--a literature review. *Int J Comput Dent*, 7(4), 325–338.
- Kusuma Yulianto, H. D., Rinastiti, M., Cune, M. S., de Haan-Visser, W., Atema-Smit, J., Busscher, H. J., & van der Mei, H. C. (2019). Biofilm composition and composite degradation during intra-oral wear. *Dent Mater*, 35(5), 740–750.
- Lang, N. P., Ostergaard, E., & Loe, H. (1972). A fluorescent plaque disclosing agent. *J Periodontal Res*, 7(1), 59–67.
- Larsen, T., & Fiehn, T. E. (2017). Dental biofilm infections - an update. *APMIS*, 125(4), 376–384.
- Lee, E. S., de Jong, E. J., & Kim, B. I. (2019). Detection of dental plaque and its potential pathogenicity using quantitative light-induced fluorescence. *J Biophotonics*, 12(7), e201800414.
- Lee, J. B., Choi, D. H., Mah, Y. J., & Pang, E. K. (2018). Validity assessment of quantitative light-induced fluorescence-digital (QLF-D) for the dental plaque scoring system: a cross-sectional study. *BMC Oral Health*, 18(1), 187.
- Lobos Lagos, N. (2018). *Estudio de la fluorescencia visible inducida por luz ultravioleta en dientes anteriores, según edad en pacientes de la clínica odontológica de la Universidad de Chile*. Universidad de Chile.
- Marcon, N. E. (1999). Is light-induced fluorescence better than the endoscopist's eye? *Can J Gastroenterol*, 13(5), 417–421.
- Marsh, P. D., Head, D. A., & A, D. D. (2015). Ecological approaches to oral biofilms: control without killing. *Caries Res*, 49(1), 46–54.

- Martín-Pero Muñoz, L. (2017). Reveladores de placa.
- Moles Julio, P., & Arnau Marco, E. (2013). Evaluación de la higiene bucal en los pacientes de un hospital de media/larga estancia. *Rev Cient Enferm*, 6, 1–29.
- Montevecchi, M., Checchi, V., Gatto, M. R., Klein, S., & Checchi, L. (2012). The use of a disclosing agent during resective periodontal surgery for improved removal of biofilm. *Open Dent J*, 6, 46–50.
- Morales Cascaes, A., Grazer Peres, K., Aurelio Peres, M., Fernando Demarco, F., Santos, I., Matijasevich, A., & Barros, A. J. D. (2011). Validación del patrón de higiene bucal de niños de cinco años de edad relatado por las madres. *Rev Saude Publica*, 45(4), 1–7.
- Moses Augusto, A. X. (2013). *Caries dental asociada al índice de higiene oral simplificado en niños de 6 a 12 años de una institución educativa pública del distrito de Ate – Vitarte en el año 2013*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Nazar, J. C. (2007). Biofilms bacterianos. *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello*, 67, 61–72.
- O’Leary, T. J., Drake, R. B., & Naylor, J. E. (1972). The plaque control record. *J Periodontol*, 43(1), 38.
- Oh, H. Y., Choi, E. S., Choi, E. M., & Noh, H. J. (2019). Inter-rater agreement among multiple examiners for the assessment of plaque scores between quantitative light-induced fluorescence-digital and two-tone disclosing solution-stained digital images. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 28, 277–281.
- Paster, B. J., Boches, S. K., Galvin, J. L., Ericson, R. E., Lau, C. N., Levanos, V. A., ... Dewhirst, F. E. (2001). Bacterial Diversity in Human Subgingival Plaque. *J Bacteriol*, 183(12), 3770–3783.
- Perez, A. (2005). La Biopelícula: una nueva visión de la placa dental. *Rev Estomatol Herediana*, 15(1), 82–85.
- Purón, E., Homs, R., & Payá, R. M. (2014). La fluorescencia en el diagnóstico del tejido dental. *Rev Cub Fis*, 31(20).
- QLF Technology. (2020). Qray Software.

- Romanița Ilici, R., Mihai, C., Mihai, L., & Sfeatcu, R. (2014). Oral hygiene improvement by disclosing agents. *Med Connect*, 2(34).
- Sarduy, B. L., & González, D. M. E. (2016). La biopelícula: una nueva concepción de la placa dentobacteriana. *Medicentro*, 20(3), 167–175.
- Schaudinn, C., Gorur, A., Keller, D., Sedghizadeh, P. P., & Costerton, J. W. (2009). Periodontitis: an archetypical biofilm disease. *J Am Dent Assoc*, 140(8), 978–986.
- Seneviratne, C. J., Zhang, C. F., & Samaranayake, L. P. (2011). Dental plaque biofilm in oral health and disease. *Chin J Dent Res*, 14(2), 87–94.
- Serrano-Granger, J., & Herrera, D. (2005). La placa dental como biofilm. ¿Cómo eliminarla? *RCOE*, 10(4), 431–439.
- Silness, J., & Løe, H. (1964). Periodontal disease in pregnancy. II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odontol Scand*, 22, 112–135.
- Sinha, N., Kulshreshtha, N. M., Dixit, M., Jadhav, I., Shrivastava, D., & Bisen, P. S. (2017). Chapter 24 - Nanodentistry: novel approaches. In E. Andronescu & A. M. B. T.-N. for O. M. Grumezescu (Eds.), *Micro and Nano Technologies* (pp. 751–776). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-47720-8.00025-0>
- Thomas, J. G., & Nakaishi, L. A. (2006). Managing the complexity of a dynamic biofilm. *J Am Dent Assoc*, 137, 10S-15S.
- Valeriano Mollo, H. J. (2019). *Estado clínico de los primeros molares permanentes según el índice de Clune en niños de 6-11 años de la Institución Educativa Primaria 72600 Túpac Amaru, Macusani-2019*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Vega-Ojedo, D. (2016). Índice de Higuene Oral en niños de 6 años en Ecuador 2016. *Rev Oactiva*, 1(2), 39–44.
- Veitía, L. D., Acevedo, A. M., & Rojas Sánchez, F. (2011). Métodos convencionales y no convencionales para la detección de lesión inicial de caries. Revisión bibliográfica. *Acta Odontol Ven*, 49(2).

- Vílchez Ferrer, D., Hernández Millán, A. B., Tablada Peralta, D., Betancourt García, A. I., Araujo Vílchez, A., & Rodríguez Alonso, Y. (2016). Salud de los primeros molares permanentes en alumnos de la primaria José Antonio Saco. *Rev Finlay*, 6(1), 12–120.
- Volgenant, C. M. C., Fernandez, M., Mostajo, Y., Rosema, N. A. M., van der Weijden, F. A., Ten Cate, J. M., & van der Veen, M. H. (2016). Comparison of red autofluorescing plaque and disclosed plaque-a cross-sectional study. *Clin Oral Investig*, 20(9), 2552–2558.
- Wilkins, E. M. (2016). *Clinical practice of the dental hygienist*. (10th ed). Massachussets, EE.UU.: Wolters Kluwer.
- Zijngel, V., van Leeuwen, M. B. M., Degener, J. E., Abbas, F., Thurnheer, T., Gmür, R., & Harmsen, H. J. M. (2010). Oral biofilm architecture on natural teeth. *PLoS One*, 5(2), e9321.

## ANEXOS

### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACION EN LA INVESTIGACIÓN

Aplicación de tecnología QLF como revelador de biopelícula dental en  
alumnos de Odontología.

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

Por medio de la presente acepto participar en la investigación titulada “Aplicación de tecnología QLF como agente revelador de biopelícula dental en alumnos de Odontología”. El objetivo del estudio es “comparar la utilidad de la tecnología QLF (Q-Ray®) con la solución de ditonos (Eufar®) como agentes reveladores de biopelícula dental en la práctica clínica”

Se me ha explicado que mi participación consistirá en el revelado de mi biopelícula con la tecnología QLF y posteriormente con la tinción ditonos, además de que podré observarla, así como mi compañero con el que trabajo en la clínica de preventiva, de forma que los dos la podamos observar. También declaro que se me ha informado sobre los posibles riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio que corresponden a los de la tinción que se realiza en la clínica de preventiva, contando siempre con el compromiso por parte del investigador responsable de darme la información oportuna sobre el procedimiento, así como atender cualquier duda acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo o cualquier otro asunto relacionado con la investigación.

Entiendo que conservo el derecho a retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente y que también me han asegurado que no se me identificara en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial.

Nombre y firma del alumno:

---

Nombre y firma del investigador responsable:

---

Testigo:

---

Números telefónicos y correos para comunicarse en caso de dudas o preguntas relacionadas con el estudio:

---

---

## FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Aplicación de tecnología QLF como revelador de biopelícula dental en  
alumnos de Odontología.

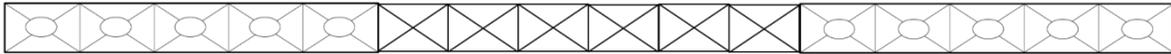
Fecha: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_ años. Género: M \_\_\_\_ F \_\_\_\_

### Tecnología QLF



Índice: \_\_\_\_\_%

### Ditonos



Índice: \_\_\_\_\_%

Nombre de aplicador: \_\_\_\_\_