



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Odontología

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología

“Dr. Keisaburo Miyata”

**“Cambios en la Mineralización de Esmalte Temporal
Posterior a la Irradiación con Láser Er:YAG, en
Combinación con Barnices Fluorados”**

Tesis

**Que para obtener el grado de:
Maestro en Ciencias Odontológicas**

Presenta:

E.OP. Arlete González Sotelo

Tutor académico

Dra. en O. Rosalía Contreras Bulnes

Tutor adjunto

Dra. en C.S Laura Emma Rodríguez Vilchis



2017-2021

Toluca, Estado de México, octubre de 2017.

Índice

Contenido	Páginas
Resumen	
Introducción	
1. Antecedentes	1
1.1 Estructura Dental	1
1.1.1 Esmalte	1
1.1.2 Características Físicas del Esmalte	1
1.1.3 Características Químicas del Esmalte	1
1.2 Caries	2
1.3 Agentes Remineralizantes	4
1.3.1 Flúor	4
1.3.2 Fosfato Tricálcico (fTCP)	5
1.3.3 Fosfopéptido de Caseína y Fosfato de Calcio Amorfo (CCP-ACP).....	6
1.4 Tecnología Láser	7
1.4.1.1 Láser en Odontología	7
1.4.2 Prevención de Caries.....	8
1.4.3 Láser Er:YAG.....	8
1.4.4 Láser Fluorescencia.....	9
2. Planteamiento del Problema	11
3. Justificación	12
4. Hipótesis de Trabajo	13
5. Objetivos	14
6. Materiales y Métodos	15
7. Resultados	28
Acuse de envío para su publicación.....	28
8. Conclusiones	29
9. Referencias	30
10. Anexos	37

Resumen

Objetivo: Analizar los cambios en la mineralización de esmalte temporal posterior a la irradiación con láser Er: YAG en combinación con barnices fluorados.

Material y Métodos: 60 incisivos temporales extraídos por razones terapéuticas asignados a seis grupos (n = 10): Grupo 1: grupo control (no tratado), Grupo 2: láser Er: YAG, Grupo 3: Fluoruro de sodio al 5% con fosfato tricálcico, Grupo 4: Fluoruro de sodio al 5% con fosfopéptido de caseína + fosfato de calcio amorfo, Grupo 5: Er: YAG + fluoruro de sodio al 5% con fosfato tricálcico, Grupo 6: Er: YAG + fluoruro de sodio al 5% con fosfopéptido de caseína + fosfato de calcio amorfo. Las muestras se sometieron a un pH cíclico durante diez días, 8 horas de desmineralización y 16 horas en proceso de remineralización a 37° C. La desmineralización en la superficie dental se evaluó mediante láser fluorescencia antes y después del proceso de pH cíclico. Se utilizó la prueba U-Mann Whitney y Wilcoxon con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$.

Resultados: La prueba Wilcoxon mostró diferencias estadísticamente significativas antes y después del proceso de pH cíclico. G1 (P= 0.02), G2 (P= 0.034) y G5 (P=0.025).

Conclusiones: Dentro de las limitaciones del estudio, los resultados sugieren que los protocolos preventivos empleados en los grupos G3, G4 y G6 tienen un comportamiento similar presentando resultados preventivos positivos, manteniendo un mayor porcentaje de estructura dental saludable. Por lo tanto, estas condiciones se recomiendan para el uso clínico como una medida preventiva eficaz.

Introducción

Los órganos dentarios se encuentran conformados por diferentes estructuras, las cuales son: esmalte, dentina, pulpa y cemento. El esmalte es el tejido más duro del cuerpo humano,¹ sin embargo, puede ser afectado por un desequilibrio en el proceso de remineralización y desmineralización ya que, es un paso importante para el desarrollo de la caries dental, así mismo, puede ser modificado por diferentes factores.²

El proceso de desmineralización es ocasionado por un ataque ácido de bacterias, que disuelven componentes importantes del órgano dentario como calcio y fosfato, debilitando la superficie del esmalte y provocando la pérdida de proteínas en la estructura dental.^{2,3} Esto se debe, entre otros factores a la ingesta de carbohidratos, lo cual, genera una caída de pH. Si las condiciones favorecen al huésped, se continúa con un periodo de recuperación como se observa en la Curva de Stephan, por lo que, una dieta alta y frecuente en carbohidratos es un factor importante que contribuye a la disminución de un “pH crítico” de 5.0 y 5.5, favoreciendo la desmineralización del tejido dental.²

Existe así mismo un mecanismo de remineralización natural por la saliva, sin embargo, es un proceso lento y corto con un aumento de minerales en la capa superficial de la lesión.⁴ El desequilibrio producido por la ruptura del proceso fisiológico de remineralización y desmineralización en la estructura dental favorece la caries.⁵

Por otra parte, es posible suministrar desde una fuente externa iones de calcio y fosfato hacia el diente; con la finalidad de promover la deposición de iones en los espacios de los prismas del esmalte desmineralizado, produciendo una ganancia neta de mineral.^{4,5}

En consecuencia, de acuerdo a lo anteriormente descrito, en el ámbito internacional se han realizado esfuerzos para establecer estrategias en la prevención de caries, siendo una de ellas la aplicación de fluoruro en diferentes presentaciones, para incrementar la resistencia del diente al ataque ácido, a través de la formación de fluorapatita o fluorohidroxiapatita así como también se han adicionado a los productos de uso tópico iones de calcio y fosfato.⁶ Actualmente, encontramos

diversos productos conocidos como remineralizantes y protocolos con la aplicación de la tecnología láser, que están en proceso de investigación.^{5,7-9}

Los barnices con fluoruro también contienen agentes remineralizantes añadidos con calcio y fosfato. Por otra parte, el uso de la tecnología láser ha mostrado su efectividad en combinación con el fluoruro. Sin embargo, existen escasos estudios que han reportado la combinación de láser con barnices fluorados.¹⁰

Por lo cual, el objetivo de este estudio fue analizar los cambios en la mineralización de esmalte temporal posterior a la irradiación con láser Er:YAG, en combinación con barnices fluorados.

1. Antecedentes

1.1 Estructura Dental

Los órganos dentarios están compuestos por esmalte, dentina, pulpa y cemento. La pulpa es el tejido blando del diente que se encuentra localizado en la cámara pulpar es tejido conectivo laxo vascularizado e innervado. La dentina es un tejido mineralizado compuesto por 70% de materia inorgánica principalmente cristales de hidroxiapatita: 18% de materia orgánica como fibras colágenas y 12% de agua.¹ La dentina y la pulpa se encuentran muy unidas de manera biológica.¹¹

1.1.2 Esmalte

El esmalte pertenece al tejido más duro del cuerpo humano, se localiza en la superficie externa en contacto directo con la cavidad oral. Embriológicamente proviene del órgano del esmalte de origen ectodérmico por proliferación localizada del epitelio bucal.^{1,12,13}

1.1.3 Características Físicas del Esmalte

Dentro de sus características físicas presenta alta dureza, la cual, se define como la resistencia de la superficie a la deformación de cualquier índole. El esmalte presenta una dureza de cinco en la escala de Mohs que corresponde a la apatita. La elasticidad es escasa por lo que, es un tejido frágil con predisposición a microfracturas en especial cuando no existe soporte dentinario.¹ El color es translúcido, ya que, varía entre un blanco amarillento a un blanco-grisáceo este último, depende de las estructuras cercanas.^{1,14} La permeabilidad en el esmalte joven es mayor que en el adulto, debido a las vías orgánicas que se van obstruyendo por calcificación y la continua disminución de la permeabilidad.^{1,11} Además, presenta alta radiopacidad debido al grado de mineralización.¹

1.1.4 Características Químicas del Esmalte

Su composición química es de 0.36-2% de matriz orgánica constituida por las siguientes proteínas: amelogeninas, enamelinas, amelinas, tuftelina, parvalbúmina y diversas enzimas.^{1,12} Algunas funciones de las proteínas es la unión de iones minerales y crecimiento de prismas. La matriz inorgánica con un porcentaje de 95% pertenece a sales minerales cálcicas principalmente de fosfato y carbonato estas se depositan en la matriz del esmalte dando origen a la cristalización convirtiéndolos

en cristales de hidroxiapatita. El último componente es el agua, se localiza en la periferia denominada capa de hidratación.¹

1.2 Caries

La caries es un proceso de desmineralización ocasionado por los ácidos de la placa dental que provocan disolución de los minerales del órgano dentario recuperando calcio, fosfato y cristales de hidroxil del esmalte, la dentina y el cemento. Por otro lado, la remineralización necesita disponibilidad de iones principalmente el fluoruro como catalizador para reconstruir a los cristales dañados o ausentes.³ El proceso de desmineralización y remineralización ocurre varias veces al día, ya sea que, favorezca la cavitación o reparación de la superficie dental. La primera puede ser revertida en etapas tempranas principalmente por materiales que contengan calcio, fosfato o fluoruro.² Así mismo, la desmineralización involucra bacterias productoras de ácido, las cuales, lo originan a partir del metabolismo de los carbohidratos. Existen diferentes tipos de bacterias conocidas como acidogénicas y acidúricas, las primeras producen ácido en la superficie dental, las últimas, viven en ambientes muy ácidos. Ambas son cariogénicas ya que, promueven el ácido sobre la placa dental en la superficie del diente disolviendo el contenido mineral. Si la producción de ácidos es de forma continua generará una cavidad en la estructura dental.^{13,14}

El proceso de caries Featherstone (2004) lo describe como un "equilibrio entre factores patológicos que llevan a la desmineralización y factores de protección que conducen a la remineralización."²

El pH de la placa dental desempeña un papel importante en el establecimiento de la caries, este se mide en el momento que se ingiere algún alimento e inmediatamente se presenta una caída del mismo seguida por un largo periodo de recuperación, esta curva de caída y recuperación se denomina Curva de Stephan. El Dr. Robert Stephan encontró que existen diversos alimentos riesgosos en los cuales, se observa una caída en el "pH crítico" que es de 5.5 a 5.0 aumentando la acidez en boca.¹⁵

La caries es una enfermedad multifactorial en la cual, involucra la dieta, la resistencia del huésped, las bacterias y el tiempo; descritos a continuación.^{3,16,17}

- La dieta y la desmineralización del esmalte dental son de gran trascendencia, ya que, los alimentos son la fuente esencial para el metabolismo de las bacterias cariogénicas. Existen diferentes elementos que influyen en la cariogenicidad de los alimentos. Gustafsson *et al.*, 1954 realizaron el estudio Vipeholm concluyendo que la periodicidad de la ingesta de azúcares aumenta el riesgo a caries y el consumo entre comidas tuvo mayor potencial cariogénico que realizarlo durante la comida.^{3,16,18}
- El huésped es esencial en el proceso de aparición de caries, ya que, depende de su susceptibilidad en las mucosas, los tejidos periodontales, morfología dental, calidad y cantidad de la saliva, sistema inmunológico, así como, factores genéticos del individuo.^{16,19}
- La caries dental producida por la bacteria *Streptococcus mutans* (*S. mutans*), el cual, se adhiere al esmalte por medio de adhesinas presentes en las fimbrias de la bacteria.^{3,20,21}
- El inicio de la desmineralización del órgano dentario empieza por la adherencia de la bacteria al diente y en pocos minutos se cubre una película de proteínas de saliva en ellos. Posteriormente, las bacterias cariogénicas se establecen en la película dental que desdobra la sacarosa en monosacáridos como la glucosa y fructuosa, así también, se produce un polisacárido compuesto por varias moléculas de glucosa llamado dextrano. La fructuosa residual se fermenta en ácido láctico dañando al esmalte, contribuyendo al crecimiento bacteriano y la glucosa forma una malla de glucano. La placa dental está compuesta por dextrano, residuos orgánicos, glucanos, *Streptococcus mutans* y otras bacterias que se adhieren a la superficie del diente.^{20,21}
- La saliva interviene en el desarrollo de la caries y es un factor importante para establecer el riesgo del huésped. Dentro de los parámetros para establecer el riesgo a caries es el flujo salival, dependiendo del tipo de glándula tendrá característica serosa, mucosa o mixta. El contenido salival proteico y peptídico le confiere un equilibrio a la microbiota en la cavidad oral.^{1,16} Sus funciones son: 1. Digestiva, 2. Protectora de los tejidos orales y

3. Funciones relacionadas con el desarrollo de caries. La alteración en la función de las glándulas salivales está relacionada con la ingesta de medicamentos, radiación entre otros; originando un riesgo mayor a caries dental.^{1,3,11,16} El componente inmunológico como la lisozima, sistema lactoperoxidasa, lactoferrina, inmunoglobulina como como Ig A son factores que contribuyen al establecimiento de la caries.^{1,3,16}

1.3 Agentes Remineralizantes

Existen diferentes medidas para prevenir la caries dental una de ellas son los agentes remineralizantes, los cuales, contienen fluoruro y algunos son complementados con elementos como fosfato de calcio amorfo, fosfopéptido de caseína y fosfato tricálcico,^{5,22,23} estos presentan el ion de flúor estable y el producto adquiere mayor potencial de remineralización en la superficie dental.⁶ Se ha demostrado que, el fluoruro es un agente estándar para la prevención de caries, su acción facilita la remineralización del esmalte desmineralizado y altera la solubilidad en beneficio del tejido dental.²⁴ La utilidad de los materiales que liberan fluoruro para remineralizar se han demostrado en varios modelos.²³

Los barnices de fluoruro surgieron en los 70s como alternativa de aplicación tópica con la ventaja de tener un mayor contacto del flúor en la superficie del esmalte. Una de sus propiedades es la de fraguar en los primeros 2 min al contacto con el aire y humedad, permaneciendo adherido a la superficie del diente por más de 12 horas y alargando el periodo de liberación de flúor.²⁵ También, ofrecen un mayor tiempo de contacto entre el esmalte y el flúor produciendo una liberación lenta de este ion, estableciéndose como alternativa prometedora entre los diversos agentes remineralizantes.²⁶

1.3.1 Flúor

Gas halógeno, electronegativo con número atómico 19.²⁷ El fluoruro cataliza la difusión de calcio y fosfato en la superficie del diente remineralizando la estructura cristalina. Por lo tanto, la superficie dental se convierte de hidroxiapatita a fluorapatita remineralizando el esmalte y mejorando la resistencia al ataque ácido.²³ El flúor tiene efecto sobre la caries, pero está lejos de curarla, sin embargo, puede mejorar la eficacia anticaries y promover la remineralización.²⁸ La disponibilidad de

los iones de calcio y fosfato añadido a los agentes remineralizantes pueden ser una limitación para la retención del fluoruro en la superficie del esmalte. Para superar esta incompatibilidad de calcio fosfatos y iones de fluoruro, surgieron dos tecnologías: el fosfato de calcio amorfo, fosfopéptido de caseína y fosfato tricálcico, los cuales, contienen nuevos métodos en presencia del ion flúor.^{5,6}

1.3.2 Fosfato Tricálcico (fTCP)

Es el material derivado del acoplamiento de β -fosfato tricálcico (β -TCP) con restos orgánicos y / o inorgánicos, tales como ácidos carboxílicos y agentes tensioactivos. β -TCP sirve como una fuente bioactiva de componentes mineralizantes y es un atractivo sistema con fosfato de calcio, debido en parte a su solubilidad limitada en relación con otras sales y minerales de calcio, lo cual, tiene implicaciones para la compatibilidad de fluoruro en las preparaciones a base de agua.

La función es doble del β -TCP con moléculas orgánicas y / o inorgánicas en primer lugar, se crean barreras que impiden interacciones prematuras de fluoruro de calcio, en segunda facilita la ejecución selectiva, cuando se aplica a los dientes a través de barnices fluorados, dentífricos, pastas dentales etc. Reconocido por la FDA como un producto seguro.²⁹

La tecnología de fosfato tricálcico funcionalizado (fTCP) donde las partículas de fosfato tricálcico han sido trituradas con lauril sulfato de sodio.⁶ El fTCP está diseñado para complementar el fluoruro y mejorar la actividad de remineralización impulsado por calcio en la dieta, fosfato y calcio en saliva. El fTCP es un agente que trabaja en sinergia con el fluoruro para que el esmalte sea más fuerte y resistente a los ácidos.

Los estudios han demostrado que la combinación de fluoruro y fosfato funcionalizado β -tricálcico (fTCP) produce mayor resistencia al ataque ácido, ya sea β -TCP de forma natural, o fTCP solo. Este último en dosis baja es un sistema diseñado para acoplarse con fluoruro tópico.²⁹

Las afirmaciones del fabricante mencionan que el ion flúor es estable y que este producto es superior en su capacidad para remineralizar lesiones superficiales en esmalte.^{6,24}

1.3.3 Fosfopéptido de Caseína y Fosfato de Calcio Amorfo (CCP-ACP)

En 1981 Reynolds y Johnson demostraron que los productos lácteos tienen propiedades anticariogénicas, posteriormente se realizaron diversos estudios como el de Rosen *et al.*, 1984; Harper *et al.*, 1986 y Krobicka *et al.*, 1987. Los autores reportaron que la leche y sus derivados ayudaban a la prevención de caries atribuidas al calcio, fosfato y caseína.^{5,30}

El fosfopéptido de caseína (CPP) es un péptido biológicamente activo rico en fosfoserina, es producido a partir de una digestión trípica de la leche, la cual, deriva la proteína de caseína. CPP puede promover la absorción intestinal y la utilización de hierro, zinc, selenio, y especialmente calcio con la ventaja de ser no citotóxico, seguro y confiable. Los fosfopéptidos de caseína contienen un grupo de residuos de fosfoseril (-Ser (P) -Ser (P) - Ser (P) Glu-Glu), que aumentan notablemente la solubilidad de fosfato de calcio estabilizando el fosfato de calcio amorfo (ACP) en condiciones neutras y alcalinas, formando soluciones estables que se sobresaturan respecto a los fosfatos de calcio.^{5,28}

Los fosfopéptidos de caseína (CPP) estabilizan el calcio y el fosfato, conservándolos en forma amorfa y por lo tanto soluble; estos últimos, son conocidos como fosfatos de calcio amorfo (ACP) para ofrecer disponibilidad de calcio, fosfato, así como iones de fluoruro en la subsuperficie del esmalte promoviendo la remineralización.^{6,31}

CPP y ACP forman nanoclusters que amortiguan las actividades de calcio libre y iones de fosfato en el fluido de la placa, ayudando a mantener la sobresaturación con respecto al mineral del esmalte, actuando como un reservorio de calcio-fosfato. El esmalte de ese modo deprime la desmineralización y mejora la remineralización por la competencia de sitios de unión de calcio.^{28,32} CPP-ACP también puede inhibir la unión entre *Streptococos mutans* y *Streptococos sobrinus* así como su adhesión a la placa.²⁸

1.4 Tecnología Láser

La palabra LASER es un acrónimo: “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”, desarrollado a partir de la teoría de Einstein en 1917. El láser estimula la emisión de radiación y la luz se amplifica aumentándose.³³ Introducido por el Dr. Gordon Gould en 1959³⁴ y Dr. Leo Goldan pionero del láser en medicina en 1964.³⁵

El láser es una luz amplificada que requiere de un medio activo, puede ser un gas, cristal o un líquido que estimula la emisión de fotones. El medio activo se encuentra dentro de la cavidad del láser en un tubo de cerámica o vidrio entre dos espejos en cada extremo del tubo. La luz láser, se produce cuando es aplicada una energía externa y los átomos alcanzan un estado excitado, por consecuencia, el electrón que conforma al átomo de manera fundamental sale de la órbita, presentando un nivel de potencia alto, provocando la liberación de fotones en forma de energía, originando la luz del láser. Por último, una de las características del haz de longitud de onda (fotones) es presentar una luz monocromática.³⁶

1.4.1.1 Láser en Odontología

En 1960, el primer láser con luz visible fue el de rubí, desarrollado por el físico Theodore H. Maiman, después del trabajo teórico de Einstein, Basov, Prokhorov, y Townes. En 1968, el dióxido de carbono era utilizado para realizar la primera cirugía de los tejidos blandos. En 1997, el US Food and Drug Administration aprobó el láser de erbio para la cirugía de tejido duro. Al siguiente año, el primer diodo láser de galio, aluminio, y arseniuro fue aprobado para la cirugía de los tejidos blandos.^{34,35,37} Diversos tipos de láser surgieron después del láser de rubí como el láser de uranio por los Laboratorios de IBM (en noviembre 1960). El primer láser de helio-neón fue introducido por los laboratorios Bell en 1961 y el primer láser semiconductor fue diseñado por Robert Hall en los laboratorios de General Electric en el año de 1962. El primer láser Nd: YAG (*neodymium-doped yttrium aluminium garnet*) y el láser dióxido de carbono (CO₂) fueron elaborados por los laboratorios Bell en 1964. El láser de argón fue lanzado en el año de 1964. El láser químico fue introducido en 1965 y el láser de vapor de metal elaborado en 1966.³⁷ El láser Nd:YAG fue el

primero en cirugía odontológica, seguido por el láser Er:YAG (erbium-doped yttrium aluminum garnet) aceptado para ser utilizado en hueso y órganos dentarios.³⁴

1.4.2 Prevención de Caries

La aplicación de láser en odontología ha resultado efectiva en la prevención de caries debido a la interacción cercana con la luz y los componentes en la superficie del esmalte mejorando de esta forma la estructura dental.^{38,39} El uso de diferentes tipos de láser fueron estudiados por Stern y Sognaes, los primeros en sugerir el uso de la irradiación de láser por rubí. Posteriormente, se ha evaluado su seguridad y efectividad en remoción de caries, preparación de cavidades, grabado del esmalte, desinfección de conductos radiculares, bolsas periodontales y sitios de peri-implantitis obteniendo resultados favorables.^{34,40,41} En 1999 fue utilizado para cirugía de tejidos blandos, aunque quizás, una de sus limitaciones sea su efectividad en la coagulación respecto a otros.⁴⁰

La irradiación láser destruye los componentes orgánicos y descompone los productos propagando la trayectoria de los iones. La resistencia ácida se atribuye a la mejora de los poros, los cuales, se contraen en cristales de apatita por la disminución de agua y contenido de carbón. Por lo tanto, los iones disueltos son atrapados en los microporos para prevenir la desmineralización.⁴² Diversos estudios han demostrado el potencial del láser en el esmalte dental con soluciones ácidas o la inducción en modelos de caries in vitro, mostrando reducción de pérdida mineral como resultado de una radiación previa con láser.⁴³

1.4.3 Láser Er:YAG

El láser Er:YAG tiene una longitud de onda de 2.940nm y su energía está fuertemente absorbida por el agua e hidroxiapatita.^{10,44,45} El láser Er:YAG produce cambios en el diente como resultado de la vaporización explosiva de agua. Este proceso de termomecánica, es generalmente libre de la fase de fusión de los dientes cuando es irradiado en la superficie húmeda. La absorción más alta de la energía del láser en la superficie dental presenta cambios cristalográficos estructurales en el esmalte como resultado del incremento de la temperatura durante la radiación.⁴⁶ Entre los efectos inducidos por el láser Er: YAG, es el potencial para aumentar la

resistencia a los ácidos del esmalte, por lo que, tiene una alta inhibición de formación de caries.⁴⁵ Por tanto, es eficaz y eficiente en la ablación de tejido duro dental. El láser Er:YAG se ha empleado en endodoncia, periodoncia y tratamientos quirúrgicos. Una gran ventaja del láser Er:YAG, es que tiene pocas posibilidades de daño pulpar si se utiliza bajo suficiente refrigeración por agua. Se ha reportado que, el dolor es mínimo con su uso y se utiliza por lo tanto sin anestesia local. También, el láser Er:YAG puede transformar la hidroxiapatita del esmalte en hidroxiapatita fluorada para reducir la solubilidad del esmalte, establecido como tratamiento preventivo de caries dental. Así mismo, varios estudios han demostrado que el tratamiento con láser Er:YAG impide la desmineralización del esmalte.^{10,35,44}

Por otro lado, se ha comprobado la efectividad del fluoruro con láser para inhibir la desmineralización en la superficie dental, el cual, produce un sinergismo y aumenta la resistencia al ataque ácido que el láser o fluoruros por si solos.^{47,48}

1.4.4 Láser Fluorescencia

Existen diferentes métodos para evaluar el inicio de la desmineralización en el órgano dentario, uno de ellos es el láser fluorescencia llamado DIAGNOdent (Kavo Co., Biberach, Germany).^{49,50} Introducido en el 2005 para el diagnóstico objetivo de la caries dental. Es un método cuantitativo que emite una onda de luz (655 nm) y está diseñado para leer la fluorescencia de los metabolitos bacterianos.⁵¹ El láser fluorescencia transmite una luz a través de una fibra óptica al diente compuesta por un haz de 9 fibras, dispuestas concéntricamente alrededor de él para su detección. El filtro de luz larga absorbe la longitud de onda de la luz y una onda de luz corta trasmite la onda larga en fluorescencia. Para eliminar la onda de luz larga ambiental pasa a través de un filtro y se modula en el láser de diodo.⁵² La superficie dental es iluminada con una luz de láser color rojo y fluorescencia que, se emite desde la superficie dental proporcionando medidas cuantitativas de la lesión de caries en una escala del 0 al 99, las lesiones profundas aportan valores altos de DIAGNOdent.⁵⁰ Se ha investigado in vitro la sensibilidad, especificidad y reproducibilidad del láser fluorescencia en superficies oclusales y superficies lisas.^{53,54} Sin embargo, se necesitan más estudios, especialmente en dentición temporal, ya que la estructura

histológica y bioquímica es diferente.⁴⁹ Se puede medir caries con láser fluorescencia en fosas y fisuras, superficies lisas y zonas interproximales. Los valores de DIAGNOdent pen son: diente sano 0-13, inicio de desmineralización 14-20, desmineralización fuerte 21-29.^{49,50}

2. Planteamiento del Problema

La caries dental es una de las enfermedades crónicas más comunes con mayor prevalencia en la niñez^{4,17,55,56} su etiología es multifactorial donde, se pierde el equilibrio entre lo patológico y los factores protectores.⁵⁶ Está bien establecido que la dieta, los componentes biológicos, la frecuencia del consumo alto de alimentos azucarados y la presencia de bacterias como el *Streptococcus mutans* contribuyen al desarrollo de caries.¹⁸

En la última década, el enfoque en la investigación de la caries se ha desplazado hacia el desarrollo de metodologías para la detección de lesiones tempranas y el manejo no invasivo, así como su prevención, enfocado principalmente en agentes remineralizantes como los barnices de fluoruro.^{56,57}

El láser, se presenta como una de las nuevas modalidades prometedoras para el manejo de la caries.¹⁰ En específico, el láser Er:YAG ha demostrado efectos significativos en la prevención de caries,⁶ es capaz de modificar la estructura cristalina, la solubilidad del ácido y permeabilidad de la superficie del diente, aumentando su resistencia contra la desmineralización.³⁸ Nuevas técnicas como la aplicación de láser siguen siendo estudiadas para prevenir el inicio o progresión de las lesiones cariosas, sin embargo, no existe información sobre los cambios minerales con láser Er:YAG y barniz de fluoruro en dentición temporal.

Por lo que, con el presente proyecto se pretende responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué cambios en la mineralización se observarán en el esmalte temporal después del tratamiento con láser Er:YAG y barnices fluorados después de ser sometidos a procesos de desmineralización y remineralización?

3. Justificación

La caries dental es una de las enfermedades más comunes y prevenible en la infancia,¹⁵ también es un problema de salud pública en la mayoría de los países industrializados, que afecta a un 60-90% de los niños y la gran mayoría de los adultos.⁷ El inicio de la caries en esmalte se observa como una lesión de mancha blanca, que representa la desmineralización superficial debajo de la placa dental.^{15,17}

La caries de la infancia temprana es una lesión agresiva, afectando a los dientes temporales y por lo general, se desarrolla en las superficies dentales anteriores, también, puede afectar los molares primarios superiores e inferiores, siendo las zonas vestibulares sitios altamente cariogénicos.¹⁷

Por ello, la importancia de aumentar la capacidad de resistencia al ataque ácido del esmalte mediante la aplicación de barnices fluorados como medida de prevención, controlando el proceso de caries de forma temprana.⁷⁻⁹ Existen diferentes protocolos de prevención, uno de ellos son los barnices fluorados con agentes remineralizantes como el calcio y fosfato.^{6,38}

Actualmente, ha surgido otro tratamiento como la irradiación láser, que ha sido corroborada con múltiples estudios comprobando su eficacia en la prevención de caries.³⁸ También, se ha reportado el tratamiento combinado con fluoruro más láser, el cual, promueve mayor resistencia al ataque ácido en la superficie dental que el tratamiento con láser o fluoruro por sí solo,^{10,32} la cual, podría ser una alternativa para mejorar la estructura dental.

Por tal motivo, es necesario observar los cambios en la mineralización después del tratamiento con láser Er: YAG, combinado con barnices fluorados y establecer cuál es el mejor tratamiento.

4. Hipótesis de Trabajo

Los cambios en el contenido mineral del esmalte temporal posterior a la irradiación con láser Er:YAG en combinación con barnices fluorados serán significativos después de someterlos a un proceso de desmineralización y remineralización.

Hipótesis Nula

Los cambios en el contenido mineral del esmalte temporal posterior a la irradiación con láser Er:YAG en combinación con barnices fluorados no serán significativos después de someterlos a un proceso de desmineralización y remineralización.

5. Objetivos

Objetivo general:

Analizar los cambios en la mineralización de esmalte temporal posterior a la irradiación con láser Er:YAG en combinación con barnices fluorados.

Objetivos específicos:

- Evaluar mediante láser fluorescencia el grado de mineralización del esmalte temporal.
- Determinar mediante láser fluorescencia los cambios en la mineralización de esmalte temporal posterior al tratamiento con barniz de fluoruro de sodio con TCP y fluoruro de sodio con CPP-ACP después, de ser sometidos a ciclos de desmineralización y remineralización.
- Comparar los resultados obtenidos de láser Er:YAG, fluoruro de sodio con TCP, fluoruro de sodio con CPP-ACP así como, la combinación de ambos después de ser sometidos a ciclos de desmineralización y remineralización.

6. Materiales y Métodos

6.1 Diseño del estudio

Tipo de estudio: Experimental, longitudinal, descriptivo, comparativo, prospectivo, y prolectivo (Fig. 1).

6.2 Población y universo de estudio

Se seleccionaron 80 órganos dentarios temporales.

6.3 Muestreo

Por cuota y conveniencia.

6.4 Criterios de:

Criterios de inclusión

- Incisivos temporales superiores e inferiores sanos.
- Incisivos temporales caninos superiores e inferiores sanos.
- Incisivos temporales extraídos por razones terapéuticas.
- Incisivos temporales próximos a exfoliar.

Criterios de exclusión

- Incisivos temporales superiores o inferiores:
 - Con fracturas.
 - Hipoplasia de esmalte.
 - Con caries.

Criterios de eliminación

- Incisivos temporales que se contaminen durante su manipulación.
- Incisivos temporales que sufran daño en el proceso o preparación.

6.5 Variables de Estudio

- Dependientes:
 - Mineralización de la estructura dental.
- Independientes:
 - Remineralizantes (barnices fluorados).
 - Láser Er:YAG (Tabla 1).

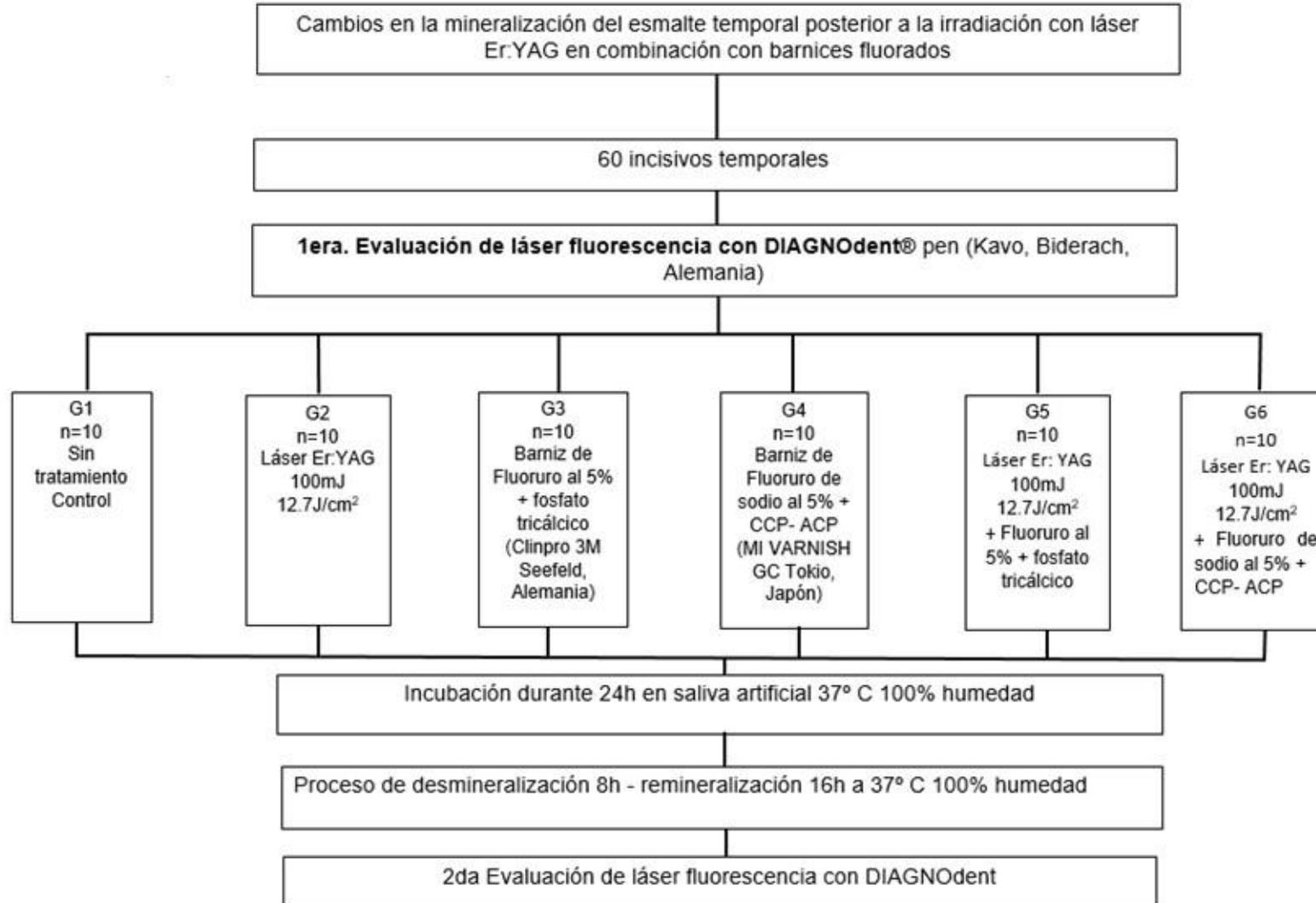


Fig.1 Diseño Metodológico

Tabla 1. Definición Operacional y Conceptual de Variables

Variables Dependientes				
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Mineralización	Acumulación de substancia que se produce por los depósitos de minerales dentro de los tejidos desmineralizados del diente.	DIAGNOdent sonda clara que suministra una energía luminosa determinada que incide en la superficie dental y penetra en su interior. Si por una modificación patológica aparece fluorescencia, ésta se evalúa numéricamente. Valores: 0-13 Diente sano 14-20 caries superficial en esmalte 21-19 caries profunda en esmalte >30 Caries en dentina	Cualitativa	Ordinal
Variables Independientes				
Remineralizantes	Capacidad de un material dental para proporcionar al esmalte mayor resistencia a los ácidos bacterianos para la prevención de caries dental.	Fluoruro: Remineralizante aplicado de forma tópica. Fluoruro de Sodio al 5%. CPP-ACP: Agente remineralizante basado en fosfato de calcio. Fosfopéptido de caseína- fosfato de calcio amorfo con Fluoruro de Sodio al 5%. fTCP: Remineralizante con partículas de fosfato tricálcico. Fosfato tricálcico con fluoruro de sodio al 5%.	Cualitativa	
Láser Er: YAG	Energía por emisión de luz infrarroja.	Cantidad de energía depositada sobre una superficie del esmalte expresada en J/cm ²		

6.6 Procedimiento

Los órganos dentarios temporales se recolectaron en consultorios dentales particulares previo consentimiento de los padres o tutores y asentimiento informado por parte del menor de edad, (Anexos) los dientes que se recolectaron no mostraron evidencia de caries, fracturas, alteraciones en el desarrollo u obturaciones, además, fueron órganos dentarios próximos a exfoliar o por razones terapéuticas. Los dientes se almacenaron en un frasco con timol al 2% sin ser enjuagados para posteriormente ser llevados al Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología “Dr. Keisaburo Miyata”.

La limpieza de los órganos dentarios se realizó removiendo los tejidos blandos con hoja de bisturí eliminando restos de sangre utilizando agua deionizada. Más tarde, los incisivos fueron limpiados delicadamente con cepillo suave (Sulcus Oral- B, México) y enjuagados nuevamente. Las muestras se almacenaron en una solución de timol al 0.2% a 4°C hasta la realización de los análisis (Fig.2).



**Figura. 2 Órganos dentarios temporales enjuagados y listos para el montaje.
Fuente directa.**

Posteriormente, la pulpa dental en algunos órganos dentarios fue removida y la cámara pulpar se enjuagó, sellándose con resina fotocurable previo secado con aire libre de impurezas. Después, se empleó la técnica de autograbado (Adhesivo de Auto-Grabado Adper™ Prompt™ L-Pop™ 3M St. Paul, MN, USA) de la siguiente manera como indica el fabricante:

1. Se presionó el material del reservorio rojo dentro del reservorio amarillo (medio).
2. El reservorio medio se expandió indicando una apropiada transferencia del fluido.
3. Se dobló hacia atrás el reservorio rojo hasta que se empalmó con la superficie plana del reservorio amarillo.
4. Se mantuvo el reservorio fuertemente apretado mientras se dobló el empaque para evitar que el material fluyera de regreso.
5. Se presionó el líquido del reservorio amarillo dentro del reservorio verde.
6. Durante 5 segundos se efectuó un movimiento rotatorio con el aplicador para mezclar el adhesivo y cubrir por completo la punta del aplicador.
7. Se consideró una apropiada porción en el aplicador con una ligera tinción en amarillo.
8. Se aplicó el adhesivo a toda la superficie, frotando la solución con una moderada presión por 15 segundos.
9. Se aplicó un chorro de aire ligero para adelgazar profusamente la película del adhesivo.
10. Si la superficie no presentó un aspecto suave y brillante, se volvió a aplicar el adhesivo y se secó como se indicó.
11. Se fotopolimerizó por 10 segundos con lámpara LED (L.E. Demetron, Kerr, Danbury, CT, USA)
12. Se procedió a colocar la resina fotocurable color A1 (Filtek Z350XT, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA)

Después, las muestras se montaron en frascos de polietileno con una base de acrílico unido al diente mediante alambre acero inoxidable 0.28 y se etiquetó cada grupo respectivamente (Fig.3).



Figura. 3 Montaje del órgano dentario en frasco de polietileno con botón acrílico. Fuente directa.

Los 60 órganos dentarios temporales obtenidos se dividieron en 6 grupos (n=10/grupo) de la siguiente manera:

Grupo 1: Sin tratamiento.

Grupo 2: Láser Er:YAG (Energía de 100mJ y poder 3.18×10^4 , punta de zafiro de 1mm de diámetro con una densidad de energía de 12.7 J/cm^2).⁵⁸

Grupo 3: Barniz de fluoruro al 5% con fosfato tricálcico (Clinpro 3M Seefeld, Alemania) como se observa en la Fig. 4.

Grupo 4: Barniz de fluoruro de sodio al 5% con CPP- ACP (MI Varnish GC Tokio, Japón) ver Fig. 4.

Grupo 5: Láser Er: YAG (energía de 100mJ y poder 3.18×10^4 , con una punta de zafiro de 1.0mm de diámetro con una densidad de energía de 12.7 J/cm^2) + fluoruro de sodio al 5% con fosfato tricálcico.

Grupo 6: Láser Er: YAG (energía de 100mJ y poder 3.18×10^4 . con una punta de zafiro de 1.0mm de diámetro con una densidad de energía de $12.7\text{J}/\text{cm}^2$) + fluoruro de sodio al 5% con CPP-ACP.



Fluoruro sodio 5% con
fosfato tricálcico
(Clinpro 3M)



Fluoruro de sodio 5% con
fosfopéptido de caseína +fosfato de
calcio amorfo
(MI Varnish GC)

Figura 4. Barnices utilizados en el estudio

Análisis de láser fluorescencia

Previo al tratamiento las muestras se analizaron bajo la técnica DIAGNOdent® pen (Kavo, Biederach, Alemania). Se utilizó el dispositivo de láser fluorescencia DIAGNOdent previa calibración y recalibrado después de tomar lecturas de 10 dientes, empleando la punta indicada por el fabricante para las superficies vestibulares del órgano dentario para mineralización mediante una longitud de onda que suministra una energía luminosa que incide en la superficie dental penetrando en su interior, lo que resulta en una lectura mostrada en la pantalla de DIAGNOdent.

El resultado se evaluó de forma numérica clasificándolo de 0-13 Diente sano, 14-20 Caries superficial en esmalte, 21-19 Caries profunda en esmalte y >30 Caries en dentina. Previo a la medición con láser fluorescencia se midió y marcó cada órgano dentario mediante un calibrador digital se observa en la Fig. 5 (Surtek, China) antes y después del tratamiento para evaluar la misma superficie dentaria. (Fig. 6a y 6b)



Figura. 5 Calibrador digital. Fuente directa.

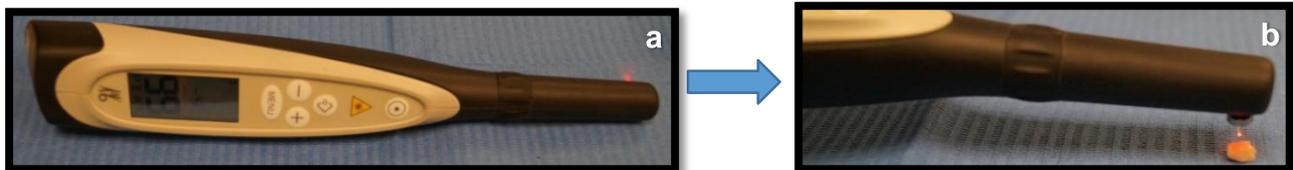


Figura. 6 a) DIAGNOdent calibrado para toma de lectura. b) Medición de superficie dental temporal. Fuente directa.

Grupos de Fluoruro

La superficie del esmalte se secó con aire para aplicar los diferentes tratamientos de fluoruro de manera homogénea durante 3 minutos y posteriormente las muestras se dejaron secar por 3 minutos, se colocaron en saliva artificial y se incubaron durante 24h a 37° C después, se sometieron a un pH cíclico durante 10 días. En el grupo de tratamiento combinado inmediatamente después de la irradiación con láser Er: YAG se aplicó fluoruro bajo las condiciones previamente descritas.

Irradiación con Láser Er: YAG

Para irradiar las muestras se utilizó un equipo láser tipo Er: YAG con una longitud de onda de $2.94\mu\text{m}$ y una duración de pulso de $400\ \mu\text{sec}$. La energía de irradiación se calibró con el aditamento que incluye el equipo, mientras que la energía liberada se evaluó periódicamente con un medidor de potencia. Para el manejo de las muestras se utilizó una pinza cuyas partes activas se cubrieron con un protector de látex para evitar el reflejo de los rayos láser. La irradiación se realizó manualmente en una dirección con una punta de zafiro de $1\text{mm}\varnothing$, la cual se colocó perpendicularmente a cada muestra escaneando la superficie del esmalte una vez por 13 segundos. Para reducir el calentamiento, se irrigó con agua deionizada en spray ($5\text{mL}/\text{min}$). Cada muestra se irradió una sola vez a una distancia punta-muestra de 1mm . Una lámina de acero inoxidable se colocó en la parte superior de la pieza de mano del láser para conservar dicha distancia. Para corroborar que, tanto el diámetro de salida de la punta de zafiro como el del haz del láser fueran iguales, se empleó una placa sensible al infrarrojo. El nivel de energía que se empleó y el uso de agua en spray como sistema de enfriamiento se definieron en base a la literatura.

pH Cíclico

Después que las muestras fueron tratadas, se lavaron con agua deionizada eliminando el barniz en el órgano dentario mediante un escalpelo y se sometieron al modelo de pH cíclico de ten Cate and Buijs.^{59,60} La solución desmineralizante compuesta por 1.5Mm cloruro de calcio (CaCl_2), 0.9Mm fosfato de potasio monobásico (KH_2PO_4) y 50Mm pH 5.0 y la solución remineralizante compuesta por 1.5mM de cloruro de calcio (CaCl_2), 0.9Mm fosfato de potasio monobásico (KH_2PO_4), 130mM cloruro de potasio (KCl) y $20\ \text{mM}$ Hepes pH 7.0.⁶⁰

Los ciclos consistieron en periodos de 8 horas de solución desmineralizante y 16 horas de solución remineralizante, durante 10 días consecutivos.^{59,60} Se colocaron en frascos de polietileno cada órgano dentario con $5\ \text{ml}$ de cada solución. En cada ciclo la solución fue renovada e incubados a una temperatura de $37^\circ\ \text{C}$ 100% humedad (incubadora

RKJ[®], Tokio, Japón) y se lavaron con agua deionizada durante 30 segundos en cada cambio de solución.

Terminados los ciclos se enjuagaron los dientes durante 20 segundos con agua deionizada y se secaron con aire libre de aceite durante 15 segundos. Después, del tratamiento las muestras se analizaron con DIAGNOdent, bajo la técnica previamente descrita.

6.7 Consideraciones Bioéticas

La presente investigación contempló los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (64ª Asamblea General de octubre de 2013).¹⁰⁶ En el Artículo 7 de este documento se establece que “la investigación médica está sujeta a normas éticas que sirven para promover y asegurar el respeto a todos los seres humanos y para proteger su salud y sus derechos individuales”. La donación de los órganos dentarios no representó daño alguno para los sujetos participantes, pues fue posterior a la exfoliación de los órganos dentarios de acuerdo a su cronología normal o después de la extracción voluntaria de éstos por persistencia en la cavidad bucal. La decisión de extraer un órgano dentario fue siempre por prescripción fundamentada del Odontopediatra y en ningún caso se vio influenciada por terceras personas.

Además, con apego al Artículo 9, se protegió a las personas que participaron en la investigación, velando por su integridad, salud, intimidad y dignidad, resguardando su información personal en calidad de confidencial.

La participación fue voluntaria en todos los casos y cada individuo potencial recibió la información adecuada acerca del proyecto de investigación y de su colaboración en el mismo, de acuerdo al Artículo 26. Todas las dudas acerca de los objetivos, métodos, disposición de las muestras, beneficios calculados, entre otros, fueron aclaradas por el investigador o por el odontólogo tratante hasta asegurar el completo entendimiento de la información. Asimismo, se cumplieron las leyes y reglamentos vigentes en México, destacando algunas consideraciones estipuladas en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación en Salud:¹⁰⁷

Según el Artículo 17, la presente investigación se considera “con riesgo mínimo”, debido a que involucró la obtención de dientes deciduos exfoliados o extraídos por indicación terapéutica. El paciente menor de edad firmó un escrito de asentimiento informado, conforme a lo establecido en el Artículo 37 (Ver Anexo 1), y su representante legal y dos testigos firmaron el consentimiento informado que reúne los requisitos enunciados en el Artículo 22 (Ver Anexo 2).

6.8 Análisis Estadístico

Los datos se analizaron utilizando el paquete estadístico SPSS versión 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.) Se realizó la prueba U-Mann Whitney para evaluar las diferencias entre los grupos a los diez días. Además, se utilizó la prueba Wilcoxon para comparar antes y después del tratamiento posterior al proceso de pH cíclico. Ambas pruebas se aplicaron a un nivel de significancia de $p \leq 0.05$.

7. Resultados

Acuse de envió para su publicación



Oral Health and Preventive Dentistry <ohpd@manuscriptmanager.com>
para mí ▾



inglés ▾



español ▾

[Traducir mensaje](#)

Manuscript: OHPD-2017-502 - (4714) - Effect of Er:YAG and fluoride varnishes for preventing primary enamel demineralization

Dear Miss González-Sotelo

Automatic notification:

The above manuscript has been submitted online to Oral Health and Preventive Dentistry. You have been included as a contributing author for this manuscript.

Please contact the editorial office at the email below if you are NOT a contributing author for the above manuscript.

You can follow the progress of this manuscript by logging onto the website using the login link below. (copy and paste this link into the address line of a web-browser if it is de-activated)

All correspondence regarding this manuscript will be sent to the submitting author from the editorial office.

Sincerely,

The Editorial Office

8. Conclusiones

Dentro de las limitaciones del presente estudio, los resultados sugieren que los protocolos preventivos empleados en G3, G4 y G6 tienen un comportamiento similar presentando resultados preventivos positivos ya que, presentaron mayor porcentaje de estructura dental sana. Por lo tanto, estas condiciones se recomiendan para su uso clínico como una medida preventiva eficaz.

9. Referencias

1. Gómez ME, Campos A. Histología y embriología. 2ª ed. Madrid, Médica Panamericana; 2004.
2. Featherstone JDB. The continuum of dental caries evidence for a dynamic disease process. J Dent Res 2004;83:39–42.
3. Harris NO, García- Godoy F. Odontología preventiva primaria. 2a ed. Distrito Federal, Médica Panamericana; 2006.
4. Elkassas D, Arafa A. Remineralizing efficacy of different calcium- phosphate and fluoride based delivery vehicles on artificial like enamel lesions. J Dent 2014; 42(4):466-74.
5. Crochrane NJ, Cai F, Huq NL, Burrow MF, Reynolds EC. New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. J Dent Res 2010;89(11):1187-97.
6. Shen P et al. Effect of added calcium phosphate on enamel remineralization by fluoride in randomized controlled in situ trial. J Dent 2011;39(7):518-25.
7. Petersen PE, Lennon MA. Effective use of fluorides for the prevention of dental caries in the 21st century: The WHO approach. Community Dent Oral Epidemiol 2004; 32(5):319-21.
8. Lelli M, Putignano A, Marchetti M, Foltran I, Mangani F, Procaccini M, et al. Remineralization and repair of enamel surface by biomimetic Zn-carbonate hydroxyapatite containing toothpaste: a comparative in vivo study. Front Physiol 2014; 5:333.
9. Mohan AG, Ebenezar AV, Ghani MF, Martina L, Narayanan A, Mony B. Surface and mineral changes of enamel with different remineralizing agents in conjunction with carbon- dioxide laser. Eur J Dent 2014; 8(1):118-123.

10. Mei ML, Ito L, Chu CH, Lo ECM, Zhang CF. Prevention of dentine caries using silver diamine fluoride application followed by Er:YAG laser irradiation: an in vitro study. *Lasers Med Sci* 2013;1–7.
11. Barrancos MJ, Barrancos P. *Operatoria Dental Integración Clínica*. 4ª ed. Buenos Aires, Médica Panamericana; 2006.
12. Velayos JL. *Anatomía de Cabeza para odontólogos*. 4ª ed. Buenos Aires, Médica Panamericana; 2007.
13. Ross MH, Pawlina W. *Histología texto y atlas de color de biología molecular y celular*. 5ª ed. Buenos Aires, Médica Panamericana; 2008.
14. Palma A, Sánchez F. *Técnicas de ayuda odontológica y estomatológica*. Madrid. Paraninfo; 2007.
15. Featherstone JDB. Dental caries: A dynamic disease process. *Aust Dent J* 2008;53(3):286–91.
16. Negroni M. *Microbiología Estomatológica: Fundamentos y guía práctica*. Buenos Aires, Médica Panamericana; 2004.
17. Selwitz RH, Ismail A, Pitts NR. Dental caries. *Lancet* 2007; 369:51-9.
18. Bordoni N, Escobar A, Castillo R. *Odontología Pediátrica: la salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual*. Buenos Aires, Médica Panamericana; 2010.
19. De Carlos- Villafranca F. *Manual del técnico superior en higiene bucodental*. Sevilla, Mad S.L; 2005.
20. Tortora GJ, Funke BR. *Introducción a la microbiología*. 9ª ed. Buenos Aires, Médica Panamericana; 2007.

21. Ingraham JL, Ingraham CA. Introducción a la microbiología. Barcelona, Reverté; 1998.
22. Memarpour M, Soltanimehr E, Sattarahmady N. Efficacy of calcium- and fluoride-containing materials for the remineralization of primary teeth with early enamel lesion. *Microsc Res Tech* 2015; 78(9): 801-6.
23. Zhou SL, Zhou J, Watanabe S, Watanabe K, Wen LY, Xuan K. In vitro study of the effects of fluoride-releasing dental materials on remineralization in an enamel erosion model. *J Dent* 2012; 40(3):255-63.
24. Alamoudi SA, Pani SC, Alomari M. The effect of the addition of tricalcium phosphate to 5% sodium fluoride varnishes on the microhardness of enamel of primary teeth *Int J Dent* 2013;1-5.
25. Echeverría J, Cuenca E, Pumarola J. El Manual de odontología. Barcelona, 2002.
26. Boj JR et al. Odontopediatría la evolución del niño al adulto. Madrid, Ripano; 2011.
27. Manual para el uso de fluoruros dentales en la república Mexicana; Secretaría de Salud. 2003.
28. Zhou C, Zhang D, Bai Y, Li S. Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate remineralization of primary teeth early enamel lesions. *J Dent* 2014; 42(1):21-9.
29. Karlinsey RL, Pfarrer AM. Fluoride plus functionalized β -TCP: A promising combination for robust remineralization. *Adv Dent Res* 2012; 24(2):48-52.
30. Wu G, Liu X, Hou Y. Analysis of the effect of CPP-ACP tooth mousse on enamel remineralization by circularly polarized images. *Angle Orthod* 2010; 80(5):933-38.

31. Reynolds EC. Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphopeptide-stabilized calcium phosphate solutions. *J Dent Res* 1997; 76(9):1587-95.
32. Srinivasan N, Kavitha M, Loganathan SC. Comparison of remineralization potential of CPP-ACP and CPP-ACP with 900ppm fluoride on eroded human enamel: A in situ study. *Arch Oral Biol* 2010; 55(7):541-4.
33. Mysore MDV. *Acsi Textbook on cutaneous and aesthetic surgery aesthetics, lasers and dermatosurgery*. Londres, Jaypee Brothers Medical Publishers. 2012.
34. Karandish M. The efficiency of laser application on the enamel surface: A systematic review. *J Lasers Med Sci* 2014; 5(3):108-14.
35. Cozean C, Arcoria CJ, Pelagalli J, Powell GL. Dentistry for the 21st century? Erbium:YAG laser for teeth. *J Am Dent Assoc* 1997; 128(8):1081-87.
36. Bessette FM, Nguyen LC. Laser light: its nature and its action on the eye. *CMAJ* 1989; 141(11):1141-8.
37. Parker S. Verifiable CPD paper: introduction, history of lasers and laser light production. *Br Dent J* 2007;202(1):21-31.
38. Heravi F, Ahrari F, Mahdavi M, Basafa S. Comparative evaluation of the effect of Er:YAG laser and low level laser irradiation combined with CPP-ACPF cream on treatment of enamel caries. *J Clin Exp Dent* 2014;6(2):e121–6.
39. Castellan CS, Luiz AC, Bezinelli LM, Lopes RMG, Mendes FM, De P Eduardo C, De Freitas PM. In vitro evaluation of enamel demineralization after Er:YAG and Nd:YAG laser irradiation on primary teeth. *Photomed Laser Surg* 2007; 25(2):85-90.

40. Díaz-Monroy JM, Contreras-Bulnes R, Olea-Mejía OF, García-Fabila MM, Rodríguez-Vilchis LE, Sánchez-Flores I, et al. Chemical changes associated with increased acid resistance of Er:YAG laser irradiated enamel. *Scientific World Journal* 2014;2014:1-6.
41. Walsh LJ. The current status of laser applications in dentistry. *Aust Dent J* 2003; 48(3):146-155.
42. Apel C, Meister J, Schmitt N, Gräber H-G, Gutknecht N. Calcium solubility of dental enamel following sub-ablative Er:YAG and Er:YSGG laser irradiation in vitro. *Laser Surg Med* 2002; 30(5):337-34.
43. Featherstone JD, Barrett-Vespone NA, Fried D, Kantorowitz Z, Seka W. CO₂ laser inhibitor of artificial caries- like lesion progression in dental enamel. *J Dent Res* 1998; 77(6):1397-403.
44. Liu JF, Liu Y, Stephen HC. Optimal Er:YAG laser energy for preventing enamel demineralization. *J Dent* 2006; 34(1):62-6.
45. Kwon YH, Lee JS, Choi YH, Lee JM, Song KB. Change of enamel after Er:YAG and CO₂ laser irradiation and fluoride treatment. *Photomed Laser Surg* 2005;23(4):389-94.
46. Ana PA, Tabchoury CPM, Cury JA, Zezell DM. Effect of Er,Cr:YSGG laser and professional fluoride application on enamel demineralization and on fluoride retention. *Caries Res* 2012; 46(5):441-51.
47. Liu Y, Hsu CY, Teo CM, Teoh SH. Potencial mechanism for the laser-fluoride effect on enamel demineralization. *J Dent Res* 2013;92(1):71-5.
48. Santaella MR, Braun A, Matson E, Frentzen M. Effect of diode laser and fluoride varnish on initial surface demineralization of primary dentition enamel: an in vitro study. *Int J Paediatr Dent* 2004;14(3):199-203.

49. Mendes FM, Siqueira WL, Mazzitelli JF, Pinheiro SL, Bengtson AL. Performance of DIAGNOdent for detection and quantification of smooth-surface caries in primary teeth. *J Dent* 2005;33(1):79-84.
50. Gurbuz T, Yilmaz Y, Sengul F. Performance of laser fluorescence for residual caries detection in primary teeth. *Eur J Dent* 2008;2(3):2176-84.
51. Novaes TF et al. Association between quantitative measures obtained using fluorescence-based methods and activity status of occlusal caries lesions in primary molars. *Int J Paediatric Dent* 2017;27(3): 154-162.
52. Lussi A, Hibst R, Paulus R. DIAGNOdent: an Optical method for caries detection. *J Dent Res*. 2004;83:C80-83.
53. Ferreira JM, Silva MF, Oliveira AF, Sampaio F. Evaluation of different methods for monitoring incipient carious lesions in smooth surfaces under fluoride varnish therapy. *Int J Paediatr Dent* 2008;18(4):300-5.
54. Lussi A, Hellwing E. Performance of a new laser fluorescence device for the detection of occlusal caries in vitro. *J Dent* 2006;34(7):467-71.
55. Bagramian RA, Garcia-Godoy F, Volpe AR. The global increase in dental caries. A pending public health crisis. *Am J Dent* 2009; 22(1):3-8.
56. Oliveira GM, Ritter AV, Heymann HO, Swift E Jr, Donovan T, Brock G et al. Remineralization effect of CPP-ACP and fluoride for white spot lesions in vitro. *J Dent* 2014; 42(12):1592-602.
57. Li J, Xie X, Wang Y, Yin W, Antoun JS, Farella M et al. Long-term remineralizing effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) on early caries lesions in vivo: a systematic review. *J Dent* 2014; 42(7):769-77.

58. Zamudio- Ortega CM, Contreras- Bulnes R, Scougall- Vilchis RJ, Morales- Luckie RA, Olea- Mejía OF, Rodríguez- Vilchis LE, et al. Morphological and chemical changes of deciduous enamel produced by Er:YAG laser, fluoride, and combined treatment. *Photomed Laser Surg* 2014; 32(5):252-9.
59. ten Cate JM, Duijsters PP. Alternating demineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Res* 1982;16(3):201-10.
60. ten Cate JM, Buijs MJ, Damen JJ. pH-cycling of enamel and dentin lesions in the presence of low concentrations of fluoride. *Eur J Oral Sci* 1995;103(6):362-7.

10. Anexos

Anexo 1. Asentimiento informado.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
Asentimiento informado

Título de proyecto: Cambios en la mineralización de esmalte temporal posterior a la irradiación con láser Er:YAG en combinación con barnices fluorados.

Mi nombre es _____ y trabajo en el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados en Odontología de la Universidad Autónoma del Estado de México. Actualmente el investigador Arlete González Sotelo está realizando un estudio para conocer acerca de del efecto del fluoruro en los dientes y para ello queremos pedirte que nos apoyes.

El objetivo del estudio es lograr detener o invertir la caries con fluoruro en tu diente que dones, el cual se colocaran en bloques de resina para analizarlos.

Tu participación en el estudio consistiría en donar tu diente el cual será intercambiado por un premio y un ratoncito para que se lo coloques al ratón de los dientes.

Tu donación es voluntaria, es decir aun cuando tus papá o mamá hayan dicho que puedes donarlo, si tú no quieres hacerlo puedes decir que no. Es tu decisión si lo donas o no en el estudio. También es importante que sepas que si no lo quieres donar no habrá ningún problema.

La información que proporcionas será confidencial. Esto quiere decir que no diremos a nadie tus datos como nombre (O RESULTADOS DE MEDICIONES), sólo lo sabrán las personas que forman parte del equipo de este estudio. Así también a tus papás se les dio un documento el cual menciona cual es el objetivo del estudio y procedimientos.

Si aceptas participar, te pido que por favor pongas una (✓) en el cuadrado de abajo que dice “Sí quiero participar” y escribe tu nombre.

Si no quieres participar, no pongas ninguna (✓), ni escribas tu nombre.

Sí quiero participar

Nombre: _____

Nombre y firma de la persona que obtiene el asentimiento:

Fecha: _____ de _____ del _____.

Anexo 2. Consentimiento informado.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Consentimiento informado

Título del estudio: Cambios en la mineralización de esmalte temporal posterior a la irradiación con láser Er:YAG en combinación con barnices fluorados.

Investigador responsable del estudio: L.E Arlete González Sotelo.

Yo _____
padre o tutor de _____

declaro bajo mi responsabilidad que el órgano dentario extraído no necesario para el diagnóstico quede almacenado bajo una solución para su conservación y posterior utilización en investigación. Así también que el órgano dentario extraído es un diente de la fórmula temporal el cual está próximo a exfoliar. Procedimiento en el cual, no existió ninguna complicación de ninguna índole.

Se me ha explicado el estudio de investigación que consiste en colocar el órgano dentario en bloques de resina, posteriormente se colocara en solución ácida para incidir una lesión en mancha blanca o inicio de caries, después se le colocara una sustancia para arrestar dicha lesión (remineralizantes), el objetivo radica en medir el grado de remineralización: tratamiento eficaz que a menudo logra detener o invertir la caries temprana. Los órganos dentarios al contener minerales como el calcio y el fosfato se cuantificarán. Se me ha informado que se mantendrá confidencialidad de mis datos personales y del historial clínico. Para ello no existirá ninguna forma de codificación que pueda vincular el investigador con dicha muestra para la extracción de datos de identificación. De esta forma se me asegura que quedará protegida la difusión de los datos confidenciales.

Soy libre de donar o el no hacerlo como padre o tutor así también el niño es libre de conceder o no el órgano dentario. Al firmar este documento doy mi consentimiento de donación del órgano dentario y se confirma el asentimiento del menor para la donación.

El propietario del órgano dentario se beneficiará con algún premio como intercambio por el mismo.

Comprendo el objetivo de dicho estudio y que los resultados de futuros estudios se comunicaran.

Otorgo mi consentimiento para los siguientes apartados:

Punto 1. Yo DOY / No DOY mi consentimiento voluntario, así como el ASENTIMIENTO y NO ASETIMINETO del menor para que se pueda realizar el estudio.

Punto 2: Yo DOY/ No DOY mi consentimiento voluntario para que se puedan realizar cualquier clase de estudios para futuras investigaciones.

Consentimiento en participar voluntariamente en los apartados marcados.

Fecha Lugar: _____

Nombre y firma del padre o tutor:

Teléfono: _____

Constato que he explicado las características y objetivos del estudio. El padre o tutor consiente, así como el menor asiente de participar en la donación del órgano dentario para el estudio.

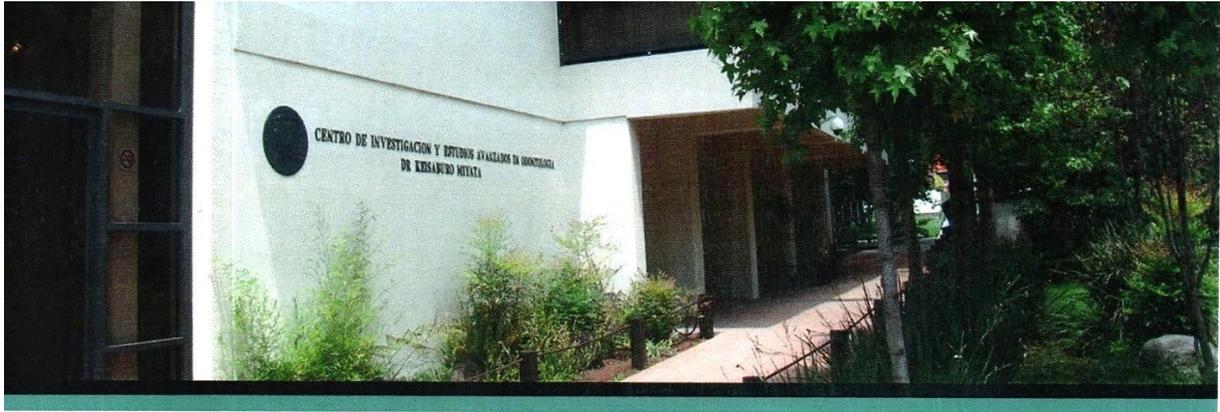
Firma del Investigador o la persona que proporciona la información y el consentimiento:

Testigo 1

Testigo 2

SI TIENE ALGUNA DUDA O PREGUNTA ACERCA DE LA INVESTIGACIÓN PREGUNTE AL INVESTIGADOR O LA PERSONA QUE PROPORCIONA LA INFORMACIÓN ANTES DE FIRMAR ESTA FORMA DE CONSENTIMIENTO, NO FIRME A MENOS QUE LEA Y ENTIENDA POR COMPLETO EL DOCUMENTO.

Anexo 3. Presentación en eventos académicos.



La Universidad Autónoma del Estado de México a través de la
Facultad de Odontología,
el Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología y el Cuerpo Académico Salud • Enfermedad Bucal

otorga la presente

Constancia

A: Arlete González Sotelo, Rosalía Contreras Bulnes y Laura Emma Rodríguez Vilchis

Por su presentación del trabajo en modalidad **MAESTRÍA** titulado:
"Efectividad del láser Er:YAG, barnices fluorados y combinación de ambos en esmalte temporal"

VIII Coloquio Nacional Salud • Enfermedad Bucal

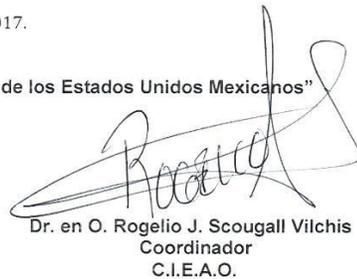
Toluca, Estado de México a 8 de febrero de 2017.

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO

"2017 Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"


M. en C. S. Julio B. Robles Navarro
Director
Facultad de Odontología




Dr. en O. Rogelio J. Scougall Vilchis
Coordinador
C.I.E.A.O.



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS
AVANZADOS EN ODONTOLOGIA



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Odontología
Coordinación de Educación Continua



Otorga la presente



A **ARLETE GONZÁLEZ SOTELO**

POR SU PARTICIPACIÓN CON EL TRABAJO:
"EFECTO DEL LASER ER: YAG Y BARNICES FLUORADOS EN ESMALTE
TEMPORAL"



PRESENTADO EN LA EXPOSICIÓN DE CARTELES DURANTE
**EL CONGRESO NACIONAL E INTERNACIONAL
DE SALUD PÚBLICA BUCAL 2017**

Coautores:

ROSALÍA CONTRERAS BULNES, LAURA EMMA RODRÍGUEZ VILCHIS

Atentamente

"Por mi raza hablará el espíritu"

Ciudad Universitaria, 23 y 24 de febrero de 2017.

Mtro. José Arturo Fernández Pedrero
Director

Mtro. Enrique Navarro Bori
Coordinador de Educación Continua

Anexo 4. Oficio de solicitud del alumno.



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Odontología

Toluca, México, 11 de octubre de 2017

DR. EN E.P. VÍCTOR HUGO TORAL RIZO
Coordinador de Posgrado de la Facultad de Odontología
Universidad Autónoma del Estado de México
PRESENTE

La que suscribe **E.OP. Arlete González Sotelo**, alumna egresada del programa Maestría en Ciencias Odontológicas, solicito a usted de la manera más atenta la autorización para llevar a cabo la impresión de la tesis **“Cambios en la mineralización de esmalte temporal posterior a la irradiación con láser Er:YAG, en combinación con barnices fluorados”**, proyecto que se realizó bajo la dirección de Dra. en O. Rosalía Contreras Bulnes y Dra. en C.S Laura Emma Rodríguez Vilchis, para así continuar con los trámites de obtención del grado.

Sin más por el momento, agradezco la atención otorgada.

Atentamente
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
“2017, Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”



E.OP. Arlete González Sotelo



Jesús Carranza esq. Paseo Tollocan,
C.P. 50130, Toluca, Estado de México
Tel. (722) 2 17 69 07 y 2 17 90 70
Ext. 5060



Anexo 5. Oficio de votos aprobatorios de tutores de tesis.



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Odontología

Toluca, México, 11 de octubre de 2017

DR. EN E.P. VÍCTOR HUGO TORAL RIZO
Coordinador de Posgrado de la Facultad de Odontología
Universidad Autónoma del Estado de México
PRESENTE

Reciba un cordial saludo, al tiempo hacemos de su conocimiento que se ha llevado a cabo la revisión del manuscrito de tesis **“Cambios en la mineralización de esmalte temporal posterior a la irradiación con láser Er:YAG, en combinación con barnices fluorados”**, realizado por la alumna E.OP. Arlete González Sotelo del programa de Maestría en Ciencias Odontológicas bajo nuestra tutoría y dirección. Manifestamos estar de acuerdo con el contenido del manuscrito, consideramos que el trabajo cumple con las características y requerimientos necesarios para que la alumna pueda continuar con los trámites administrativos y se programe la fecha para la sustentación del examen y obtención del grado correspondiente.

Sin más por el momento, agradezco la atención otorgada.

Atentamente
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
“2017, Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”




Dra. en O. Rosalía Conteras Bulnes
Tutor Académico


Dra. en C.S. Laura Emma Rodríguez
Vilchis
Tutor Adjunto

Jesús Carranza esq. Paseo Tollocan,
C.P. 50130, Toluca, Estado de México
Tel. (722) 2 17 69 07 y 2 17 90 70
Ext. 5060



Anexo 6. Solicitud de autorización de impresión de tesis.



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Odontología

Toluca, México, octubre 19 de 2017.

L.E ARLETE GONZÁLEZ SOTELO
ALUMNO EGRESADO DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS
P R E S E N T E

El que suscribe Dr. en P.M.B Víctor Hugo Toral Rizo, Coordinador de Posgrado de la Facultad de Odontología por medio de la presente, manifiesto que la alumna de la Maestría en Ciencias Odontológicas; **L.E. ARLETE GONZÁLEZ SOTELO**, ha concluido su tesis titulada "Cambios en la mineralización de esmalte temporal posterior a la irradiación con láser Er:YAG, en combinación con barnices fluorados", por lo que se puede continuar con los trámites correspondientes para su impresión y administrativos de examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, me despido.

ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2017, Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"

Dr. en P.M.B Víctor Hugo Toral Rizo
Coordinador de Posgrado
Facultad de Odontología



c.c.p. Archivo

Jesús Carranza esq. Paseo Tollocan,
C.P. 50130, Toluca, Estado de México
Tel. (722) 2 17 69 07 y 2 17 90 70
Ext. 5060

