Eficacia del gel termosensible de Pluronic F-127 a base de una matriz vegetal (papaya) – papaína y L-arginina como coadyuvante para la remoción de cálculo dental: investigación in vitro

Sandra Tatiana Polania Peña cód. 20571623807 y Any Yeraldin Angarita Gutiérrez cód. 20571621790. Programa de Odontología, Universidad Antonio Nariño

Asesor Temático: Dr. Daniel Ricardo Delgado

Asesora Metodológica: Dra. Claudia Lorena García Rojas Msc.

Neiva-Huila, 2023

Nota De Aceptación

El trabajo de grado titulado **Eficacia del gel termosensible de Pluronic F-127 a base de una matriz vegetal (papaya) - papaína y L-arginina como coadyuvante para la remoción de cálculo dental: investigación in vitro** Cumple con los requisitos para optar al título de Odontólogo.

_____

Firma del tutor temático

_____

Firma de la tutora metodológica

_____

Firma jurado

_____

Firma jurado

Neiva, 24 de abril de 2023

Tabla de contenido

Lista de tablas 6

Dedicatoria 8

Agradecimientos 4

Resumen 5

Abstract 6

Introducción 7

Antecedentes 10

Planteamiento del problema 15

Formulación del problema 21

Justificación 22

Objetivos 24

Objetivo general 24

Objetivos específicos 24

Marco Teórico 25

Placa como Biofilms 25

Placa calcificada 26

Formación del cálculo dental 26

Clasificación del cálculo dental 28

Composición del cálculo dental 28

Sustancias químicas empleadas para control de placa dental 29

Métodos para evitar la formación del cálculo dental 30

Cepillado 30

Hilo dental 30

Profilaxis 30

Técnicas para remoción del cálculo dental (Raspado y alisado radicular) 31

Mecánica (Cavitron) 32

Gel 32

Fibras Vegetales 32

Pluronic® F-127 34

Matriz vegetal 35

L - Arginina 35

Papaína 35

Metodología 38

Tipo de Investigación 38

Enfoque Metodológico del Estudio 38

Población y Muestra del Estudio 38

Criterios de inclusión y exclusión 38

Instrumentos y Técnicas 39

Errores intro e intra del estudio. 39

Variables 40

Técnica de procedimiento para la recolección de los datos 40

Plan de Análisis 43

Consideraciones Éticas del Estudio 44

Desarrollo de la etapa experimental: proceso de obtención resultados 45

Selección de la muestra para ensayo 45

Inmersión piezas dentales 45

Preparación concentraciones geles 46

Desarrollo experimental 48

Resultado de las muestras 49

Resultados 51

Desarrollar y evaluar el comportamiento el comportamiento del gel termosensible de Pluronic F-127 a base de papaína y L-arginina sobre las piezas dentales. 51

Medir la capacidad del gel termosensible de Pluronic F-127 a base de una matriz vegetal (papaya) y L-arginina como coayudante para la remoción del cálculo dental. 55

Discusión 60

Conclusiones 62

Recomendaciones 65

Bibliografía ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Lista de tablas

Tabla 1. *Plantilla registro datos* 39

Tabla 2. *Preparación de muestra por ensayo.* 44

Tabla 3. *Prueba no paramétrica Kruscal Wallis para tiempo ensayo.* 56

Tabla 4. *Resultados test de Fisher para Tiempo ensayo* 57

Tabla 5. *Prueba Kruscal wallis para tipo ensayo (E)* 58

Tabla 6. *Resultados test de Fisher para tipo ensayo (E)* 58

Tabla 7. *Varianza de dos factores*..... 59

Lista de figuras

Figura 1. *Cálculo en pieza dental* 27

Figura 2. *Clasificación de fibras naturales*..... 33

Figura 3. *Estructura Pluronic F-127* 37

Figura 4. *Proceso de preparación inicial de matriz vegetal en estadio de madures y de inmadurez*..... 41

Figura 5. *Preparación de Gelificación termo gel* 42

Figura 6. *Piezas dentales para ensayo.*..... 45

Figura 7. *Inmersión piezas dentales.*..... 46

Figura 8. *Preparación de termo geles.*..... 46

Figura 9. *Homogenización y estabilización de la concentración.* 47

Figura 10. *Mezclado y gelificación.*..... 47

Figura 11. *Inmersión piezas dentales.*..... 48

Figura 12. *Verificación microscópica antes y después de aplicación termo gel* 48

Figura 13. *Inmersión al 10%, E1.* 49

Figura 14. *Inmersión al 20%.* 50

Figura 15. *Resultados del raspado, E3.* 50

Figura 16. *Efecto de las concentraciones, antes y después del tratamiento a base de termogel* . 55

Dedicatoria

A Dios como primera medida, a nuestras familias, mis padres Henry Polania Vera y Luz Marina Peña Castro, a mi esposo Alex Arbey Lozano Díaz, mis hijos Karithza Tatiana Lozano Polania, Alex David Lozano Polania y Samuel Mathias Lozano Polania; a mis padres Audelino Angarita Mora y María Ilva Gutiérrez Martínez, a mi hijo Dylan Arias Angarita por su gran apoyo, esfuerzo, dedicación y comprensión a través del tiempo; a nuestros asesores los doctores Daniel Delgado y Claudia García por su gran ayuda, dedicación, a su fe y buenos deseos de ayudarnos a alcanzar nuestros objetivos.

Agradecimientos

A nuestros tutores **Msc.** Dr. **Daniel Delgado** y la **Dra. Claudia Lorena García Rojas**, por ese apoyo y aporte constante, a su dedicación y entrega, a sus consejos y buenas formas de dirigir este proyecto; a la Universidad Cooperativa de Colombia por dejarnos trabajar en sus laboratorios cuando necesitábamos hacer las pruebas del gel, a todos y cada uno de los profesores que con sus conocimientos aportaron en la construcción de nuestro proceso de formación profesional.

Resumen

Introducción: La mayoría de los métodos para el control del cálculo dental implican el uso de coadyuvantes de tipo químico para la remoción del cálculo dental. **Objetivo:** Evaluar la eficacia del gel termosensible de Pluronic F-127 a base de una matriz vegetal (papaya) – papaína y L-arginina como coadyuvante para la remoción de cálculo dental. **Materiales y Métodos:** La presente investigación se presenta como un estudio de profundidad, de carácter experimental in vitro a 45 piezas dentarias, las cuales se distribuyeron tres grupos en según concentraciones al 10%, 20% y 30% de la matriz vegetal (papaya) – papaína, 6 gr. de Pluronic F-127, L-Arginina. **Resultados:** La concentración al 30 % (E3) mostró una mayor efectividad en los tiempos de exposición de las piezas dentarias logrando el retiro total del cálculo a partir de los 60 minutos. **Conclusiones:** El uso del gel termosensible de Pluronic F-127 a base de una matriz vegetal (papaya) y L-arginina en concentraciones cuya relación es de: 6 gr Pluronic + 30 % pulpa de papaya (papaína) 30 gr. + L-arginina (0,5 gr), es efectiva como agente coadyuvante para la remoción del cálculo dental.

Palabras clave: Matriz Vegetal, Papaína, Pluronic F-127, L-Arginina, Cálculo dental.

Abstract

Introduction: Most methods for the control of dental calculus involve the use of chemical type adjuvants for the removal of dental calculus. **Objective:** To evaluate the efficacy of Pluronic F-127 Thermosensitive Gel based on a vegetable matrix (papaya) and L-arginine as an adjuvant for the removal of dental calculus. **Materials and Methods**: The present investigation is presented as an in-depth study of experimental character in vitro to 45 dental pieces, which were distributed in three groups according to concentrations of 10%, 20% and 30% of Pluronic F-127 Gel, L-arginine and papain pulp. **Results:** The 30% concentration (E3) showed greater effectiveness in the exposure times of the teeth, achieving total removal of the calculus after 60 minutes. **Conclusions:** The use of Pluronic. Papain and L-arginine in concentrations whose ratio is 6 gr Pluronic + 30 % pulp paine (30 gr) + l-arginine (0.5 gr), is effective as a coadjuvant agent for the removal of dental calculus.

Key words: Vegetable Matrix, Papain, Pluronic F-127, L-Arginine, Dental calculus

Introducción

El presente trabajo de investigación busca evaluar la eficacia del gel termosensible de Pluronic F-127 a base de una matriz vegetal de (papaya) – papaína y L-arginina como coadyuvante para la remoción de cálculo dental.

El biofilm dental es responsable de la formación de caries dental, el cálculo dental, la gingivitis y la enfermedad periodontal.; de acuerdo con ello estas patologías se han convertido en una problemática de salud pública que afecta a millones de personas en el mundo, siendo mayor en algunos rangos etarios; sin embargo, varios estudios establecen que la aparición del cálculo dental y caries está asociada a una deficiente higiene oral en la población.

La formación del cálculo viene siempre precedida por el desarrollo de la biopelícula bacteriana. La matriz intermicrobiana y las bacterias propiamente dichas proveen la matriz para la calcificación que se realiza por precipitación de sales minerales. La placa supragingival se mineraliza por precipitación de sales minerales presentes en la saliva, mientras que la placa subgingival se mineraliza debido a la presencia de sales minerales en el exudado inflamatorio que proviene desde la bolsa. Por lo tanto, es evidente que el cálculo subgingival es un producto secundario de la infección y no es la causa de la periodontitis. La mineralización comienza en los focos de cristalización en la matriz intermicrobiana (intercelular) y en las paredes bacterianas y finalmente procede en el interior de las bacterias (Lindhe & Lang, 2017). La detección de lactato deshidrogenasa, las actividades de la fosfatasa ácida y alcalina y las diversas proteínas de la matriz extracelular sugieren que la formación del cálculo no es un mero proceso de mineralización pasiva. Las enzimas bacterianas, la supersaturación del fosfato de calcio, los componentes de la membrana

celular la inactivación de los inhibidores de nucleación. En conjunto pueden participar en la iniciación y la regulación de la calcificación (Lindhe & Lang, 2017).

El cálculo dental se adhiere por lo general con tenacidad a las superficies dentarias. Por ello, se puede pensar que la eliminación del cálculo es bastante difícil. La razón de esta unión firme a la superficie del diente es porque la película que se halla debajo de la placa bacteriana también se calcifica. Esto a su vez genera un contacto estrecho con el esmalte, el cemento o los cristales de la dentina. Además, los cristales del cálculo penetran también las irregularidades de la superficie y así el cálculo queda virtualmente trabado sobre el diente. Este es en particular el caso que se da en el cemento de la raíz expuesta donde hay pequeñas fosas e irregularidades en los sitios donde previamente se insertaban las fibras de Sharpey. Las superficies radiculares irregulares pueden ser el resultado de lesiones cariosas y pueden haberse perdido áreas pequeñas de cemento debido a la resorción cuando el ligamento periodontal todavía estaba fijado a la superficie radicular. En estas condiciones puede ser sumamente difícil eliminar todos los depósitos de cálculo sin sacrificar ciertos tejidos duros de la raíz (Lindhe & Lang, 2017)

La mayoría de los métodos para el control del cálculo dental implican el uso de inhibidores, que son sustancias químicas destinadas a matar bacterias de la placa, pero pueden afectar el sentido del gusto y manchar los dientes; estos tratamientos han sido objeto de debate sobre el uso excesivo de los últimos años; métodos mecánicos de remoción o el uso de diferentes enjuagues bucales o tratamientos caseros cuya efectividad carece de validación experimental.

Diferentes elementos de limpieza se han usado en diversas culturas (cepillos dentales, palillos de mascar, esponjas para masticar, ramitas de árbol, tiras de lino, plumas de pájaro, huesos de animales, y otros. En la actualidad, el cepillado dental es la medida de higiene bucal más usada para limpiar la boca. Cuando el cepillo se usa adecuadamente no tiene efectos colaterales, su uso

es fácil y no es caro. Usado con pasta quita las manchas y es el vehículo de sustancias terapéuticas que hay en la pasta. Según el Índice de Invención de Lemelson-MIT (2003), el cepillo dental fue seleccionado como la invención N.° 1 sin el cual los estadounidenses no podrían vivir; cuando se les solicitó que escogieran entre cinco opciones cepillo dental, automóvil, computadora personal, teléfono celular y microondas más de un tercio de los adolescentes (34%) y casi la mitad de los adultos (42%) citaron el cepillo dental. Sin embargo, el cepillo dental solo no provee la limpieza interdental adecuada porque únicamente puede alcanzar las superficies vestibulares, linguales y oclusales de los dientes. Se ha sugerido que el resultado del cepillado dental depende 1) del diseño del cepillo, 2) la destreza del individuo que usa el cepillo,3) la frecuencia del cepillado y 4) la duración del cepillado (Lindhe & Lang, 2017).

El siguiente proyecto tiene como objetivo evaluar la acción de un gel termosensible para ser usado como un coadyuvante para la remoción de placa a partir de un proceso experimental in-vitro en dientes extraídos, en el que se usarán sustancias químicas como el Pluronic-127 y sustancias naturales como la matriz vegetal (Papaya) y L-arginina.

.

Antecedentes

Bastos et al. (2019), mostró en su investigación, que la gel a base de papaína tiene propiedades antimicrobianas en la eliminación químico-mecánica de caries; por otro lado los efectos sobre las células de la pulpa dental y los macrófagos siguen siendo en gran parte desconocidos; el estudio tuvo como objetivo determinar si el gel a base de Papaína (Papacarie Dúo), actuaba como inmunomoduladores en macrófagos activados por lipopolisacáridos (LPS) y sus efectos sobre las células de la pulpa dental; los resultados mostraron que el gel a base de papaína presentó una citotoxicidad dependiente de la concentración, es decir un efecto inhibidor sobre la diferenciación de las células pulpares pero moduló la activación de los macrófagos estimulados con LPS (Bastos, y otros, 2019).

Por su parte, Arenas (2019) concluyó que la técnica de papaína es muy útil en odontopediatría para la eliminación de caries, por su compuesto a base de enzimas, además de su efectividad en la remoción de bacterias residuales en los túbulos dentinarios. Puede ser útil también en la reducción de la cantidad de bacterias residuales al excavar lesiones profundas, donde la dentina se encuentra infectada, evitando la exposición pulpar y así evitando complicaciones mayores.

También encontró que la eliminación de caries con la técnica químico-mecánica, es un procedimiento con altas expectativas, especialmente en pacientes jóvenes ansiosos, además de ser el preferido por los niños de 5 a 12 años.

Huang et al. (2016), evaluaron los efectos de un gel de papaína con un pigmento absorbente de luz roja (azul de metileno - MB) para mediar la terapia fotodinámica (TFD) contra las biopelículas de Streptococcus mutans, el método propuesto empleo esponjas de membrana de colágeno tipo I bioabsorbible a un gel a base de papaína, se irradiaron con láser y se analizaron

sobre su integridad mediante ATR-FTIR; los resultados indicaron que los efectos germicidas de la papaína sobre las biopelículas demostraron ser capaces de reducir S. mutans , esto debido posiblemente a la estimulación de la actividad mitocondrial y que la triple hélice del colágeno no se ve afectada; de igual forma se comprobó su eficacia en la destrucción de biopelículas de S. mutans.

Por otra parte, la L-arginina, aminoácido esencial que se encuentra presente en las proteínas de origen animal, se convierte en su degradación en óxido nitroso, que sirve como coadyuvante al mejoramiento del flujo sanguíneo, por lo que se ha vinculado principalmente a estudios sobre su utilización para tratar anginas de pecho, disfunción eréctil, hipertensión y otras afecciones (Medline Plus, 2021).

Además de los anteriores usos y los estudios encontrados sobre su utilización en rendimiento deportivo y musculación, se ha vinculado como coadyuvante en diferentes procedimientos dentales, que se describen a continuación.

Kolderman (2015) indica que el aminoácido L-arginina es un agente que inhibe la coagregación bacteriana, participa en la señalización célula-célula y altera el metabolismo bacteriano en una amplia gama de especies presentes en la cavidad oral humana; son muchos los efectos de la L-arginina en las bacterias, entre ellos el de alterar y desarmar el desarrollo de biopelículas orales de diferentes especies; otro efecto se enfoca en que este aminoácido actúa de forma eficaz como adyuvante para retirar el cálculo. El método empleado en el estudio incluye una biopelículas de micro placa estática en la cual se depositaron biopelículas orales de múltiples especies derivadas de saliva; el análisis del cultivo demostró que la L-arginina monohidratado (LA HCl 500 mm) alteró sustancialmente la composición de las especies de biopelículas: la proporción de especies de *Streptococcus* y *Veillonella* aumentó y la proporción de bacterias Gram negativas

como *Neisseria* y *Aggregatibacter* especie se redujo, al igual que las biopelículas preformadas en su biovolumen, como conclusión del estudio la incidencia de la HCl actúa como un componente moderador en el desarrollo de biopelículas orales de múltiples especies (Kolderman, 2015).

Por otro lado, Herrera-Guardiola y Valencia (2021), exponen que El uso de los andamios de quitosano con L-arginina concede mejorías en las diferentes funciones biológicas estudiadas, comparado el no uso de los mismos; sin embargo, no hay forma de comparar si características como el grado de desacetilación o el peso molecular del quitosano pueden influenciar procesos como la cicatrización, angiogénesis, bactericida o aceleración metabólica. En los andamios que se adicionan algún aminoácido como la L-arginina, tienen, en comparación con aquellos que no lo presentan, mejores características en las funciones comparadas. En odontología el uso de dichos hidrogeles puede ser muy favorable por tratarse de enfoques poco invasivos.

Sobre el mismo tema, Medina (2020) plantea como propósito de su investigación, sintetizar y caracterizar un hidrogel de quitosán como sistema de liberación prolongada de L-arginina para su posterior uso en ortodoncia acelerada, concluyendo que, la liberación de L-arginina fue de manera constante durante más de 24 horas, por lo que si se pretende utilizar este gel de manera tópica no es necesario realizar aplicaciones constantes, reduciendo así los costos que estos pudieran generar en un futuro. También concluyó que los hidrogeles de quitosán/L-arginina al 30% y 40% liberan L-arginina, también presentan características ideales de hinchamiento. El hidrogel de quitosán/L-arginina al 30% presentó una cinética de liberación homogénea en función del tiempo.

Por su parte, González, Granda, Pancho y Paredes (2022), evaluaron el efecto erosivo exógeno de las bebidas gaseosas, sobre el tejido dentario mediante el proceso de termociclado in vitro, en el que se sometieron 50 premolares extraídos a la experiencia de exposición a una bebida

gaseosa, bajo condiciones de experimentación, resultando una diferencia significativa entre el peso inicial pre termociclado en cada pieza y el peso final obtenido después del proceso, lo cual demuestra el efecto negativo del consumo de bebidas gaseosas. En ese mismo sentido, y como parte de esta investigación, se evaluó los efectos beneficiosos de los probióticos como la L-arginina como suplemento de las bacterias beneficiosas a la salud bucal como el Lactobalilos rhamnosus GG que logran detener el avance de bacterias patógenas y oportunistas como el Streptococcus mutans. Los resultados mostraron que a medida que aumenta la concentración del probiótico, mayor es la disminución del número de unidades formadoras de colonias y de las biopelículas de Streptococcus mutans.

Desde otro ángulo, se investigó la L-arginina como coadyuvante en el alivio del dolor por tratamientos bucales y odontológicos, al asociarlo con ibuprofeno, como se evidencia en el artículo publicado por Nevot (2021), quien argumentó que el dolor bucodental es muy frecuente y puede provocar abandono de tratamientos de mediana o larga duración. Los fármacos analgésicos más utilizados por los profesionales de la odontología para el alivio del dolor de origen odontológico son los antiinflamatorios no esteroideos como el ibuprofeno. Para aumentar la rapidez de su acción, se ha formulado la asociación con l-arginina, mejorando a su vez el perfil de seguridad del fármaco. En el estudio se presenta una breve revisión de la asociación ibuprofeno-arginina en relación a dolor dental.

Castañeda & Salas (2021), elaboraron un estudio para preparar un gel termosensible con componentes antinflamatorios, antioxidante, bactericida y cicatrizante; quien se encargará de dar solución a cada una de las manifestaciones orales presentadas en cada uno de los individuos que padezcan de gingivitis inducida por placa y pertenezca a la población estipulada del presente estudio; empleando los siguientes índices: MGI (Índice Gingival Modificado), MQH (Quigle-Hein

modificada) y GBI(índice de hemorragia gingival), el estudio es de tipo experimental, los resultados indicaron que el gel *Caléndula Officinalis y* Pluronic F-127 sirve como tratamiento de la gingivitis asociada a placa por su acción , eficacia y mejora observada en los dos índices propios de esta patología, sin embargo es necesario realizar un tratamiento con esta sustancia por más días para obtener mejores resultados confiables (Portillo & salas, 2021).

Para finalizar, se analizó el estudio de Razeghian-Jahromi, *et al*. (2022) en el que realizaron un ensayo clínico, para identificar los efectos del dentífrico que contenía 8,0 % de L-arginina sobre S. mutans en la biopelícula dental alrededor de los brackets de ortodoncia fijos y comparó los resultados con la eficacia del dentífrico regular con flúor. Es bien sabido que durante el tratamiento de ortodoncia fija aumenta la prevalencia de S. mutans y lactobacilos en la placa y la saliva, lo que puede aumentar el riesgo de desmineralización del esmalte y lesiones de manchas blancas. Dentro de los hallazgos, encontraron que la arginina, como compuesto orgánico a base de prebióticos, en combinación con compuestos de fluoruro y calcio, proporciona importantes beneficios anticaries en comparación con formulaciones que contienen fluoruro solo. También informaron que la arginina redujo la biomasa de las biopelículas polimicrobianas y de S. mutans debido a su efecto sobre las sustancias poliméricas extracelulares insolubles en agua y que, una pasta desensibilizante que contenía un 8 % de arginina tenía efectos inhibidores significativos sobre la formación de biopelículas de S. mutans en los discos de dentina además, se demostró que una pasta de dientes con arginina al 8 % reduce la producción de ácido láctico en las placas in situ sin cambiar la actividad metabólica, la proporción de bacterias vivas/muertas y la biomasa total del biofilm.

Planteamiento del problema

La biopelícula dental se forma por medio de una secuencia ordenada de mecanismos que establecen una biopelícula microbiana de muchas especies con estructura y funciones organizadas. Los diferentes pasos en la formación de la biopelícula son: (Lindhe- Lang 2017)

1. Adsorción de una película acondicionante (película adquirida)

2. Adhesión reversible entre las células microbianas y la superficie de la película adquirida

3. Adhesión más estable mediante interacciones entre moléculas específicas de la superficie microbiana (adhesivas) y las moléculas complementarias (receptores) de la película acondicionante salival

4. Coadhesión, en la cual los colonizadores secundarios se adhieren a los receptores de las bacterias presentes, lo que induce un incremento de la diversidad microbiana

5. Multiplicación de las células adheridas que aumenta la biomasa y la síntesis de exopolímeros para formar la matriz de la biopelícula (maduración de la placa)

6. Desprendimiento de células adheridas para promover la colonización a distancia.

La mineralización de la placa varía mucho según los individuos y en el individuo mismo. Como se señaló, varía en las diferentes zonas de la cavidad bucal. No solo la tasa de formación de placa bacteriana (cantidad de placa bacteriana por tiempo y superficie dentaria) está sujeta a una gran variabilidad sino también la tasa de formación de cálculos (período de tiempo durante el cual se calcifica la placa supragingival recién depositada con un peso en ceniza de 5-10% y arroja un peso en ceniza aproximadamente de 80%). En ciertos sujetos, el tiempo requerido para que se forme el cálculo supragingival es de 2 semanas, período en el que se depositó aproximadamente 80% del material inorgánico que se halla en el cálculo maduro (Lindhe- Lang, 2017)

Las bacterias se encuentran normalmente en la boca, las cuales convierten los alimentos, principalmente los azúcares y almidones, en ácidos; esto a su vez al combinarse con residuos de comida y saliva forman placa calcificada, a partir de la aparición de bacilos gram-negativo, bacterias filamentosas en la II fase de la formación de la placa bacteriana. En la maduración de esta placa se produce el crecimiento y coalescencia de colonias originales; crecimiento continuado mediante agregación y coagregación de bacterias e incremento de la complejidad de la flora. También hay acumulación de sales inorgánicas con conservación de placa en cálculos, que se convierten en un factor potencial para la aparición de la gingivitis y periodontitis; una de las características de la placa radica en que su proceso de acumulación empieza a los 20 minutos después de comer; así mismo si esta no se retira comenzará a endurecerse y se convertirá en placa calcificada que puede contener por una diversidad importante de microorganismos, entre los que se pueden destacar los más importantes como: Streptococcus sanguis y Streptococcus mutans, Actinomyces naeslundii, Streptococcus mitis, Oralis, Sobrinus, Neisseria flava y Subflava, Rothia dentocariosa, Corynebacterium difteroides, Algunas especies de Candida (Medline plus, 2020).

El cálculo dental o tártaro representa placa bacteriana mineralizada, aunque se puede inducir formación de cálculos en animales libres de gérmenes como resultado de la precipitación de sales minerales que se originan en la saliva. La ubicación del cálculo supra- gingival es coronal al margen gingival mientras que el cálculo subgingival se halla apical al margen gingival. El cálculo supragingival y el subgingival poseen características propias. Señalemos que el cálculo aloja permanentemente placa bacteriana viable. Y distribución En el área supragingival, el cálculo se reconoce como una masa de color cremoso blanquecino o hasta parda de dureza moderada. (Lindhe - Lang 2017).

El grado de formación de cálculos no solo depende de la cantidad de placa sino también de la secreción de las glándulas salivales. Por consiguiente, el cálculo supragingival se halla predominantemente en la adyacencia de los conductos excretores de las glándulas salivales mayores, como en la cara lingual de los dientes anteroinferiores y en la cara vestibular de los primeros molares superiores, donde desembocan los conductos de la glándula parótida en la cavidad bucal. La abertura de salida de los conductos de las glándulas submaxilares se localiza en la primera región citada. Aspecto clínico En el sector subgingival encontramos el cálculo por exploración táctil, ya que se forma apical al margen gingival y por eso no se ve a simple vista (Lindhe y Lang 2017).

En la instrumentación, si el margen gingival se separa con el chorro de aire o lo separa con un instrumento, puede ver una masa irregular dura de color café y negro. Aquí también esta masa mineralizada refleja sobre todo acumulaciones bacterianas mezcladas con productos del líquido del surco gingival y sangre. Por consiguiente, se encuentran cálculos subgingivales en la mayoría de las bolsas periodontales y, por lo general, se extiende desde la unión amelocementaria hasta el fondo de la bolsa. Sin embargo, hay a menudo una banda de unos 0,5 mm coronales a la extensión apical de la bolsa periodontal. En esta zona no hay depósitos mineralizados porque el líquido del surco gingival se exuda desde los tejidos blandos periodontales y actúa como gradiente contra la acumulación bacteriana. Esta zona sin cálculos se observa también en cortes histológicos. Al igual que el cálculo supragingival, el subgingival también provee un sustrato ideal para la adhesión bacteriana (Lindhe & Lang, 2017). En realidad, y hay evidencia de mineralización al cabo de unos pocos días. Sin embargo, la formación del cálculo dental con la composición cristalina madura del cálculo viejo puede insumir entre meses y años (Lindhe & Lang, 2017)

Dentro de las técnicas y materiales empleados para retirar el cálculo se encuentran como primera fase la educación, motivación y mantenimiento de salud bucal esta se basa sobre conductas adecuadas como el autocontrol regular de la placa dental, La higiene bucal inadecuada, tienen un efecto destructivo sobre los tejidos periodontales. La prevención y el control de la enfermedad periodontal deben encararse tanto a nivel de la población general como a nivel individual. La comunidad odontológica que interviene en la atención de la salud bucal debe comprender los efectos sanitarios de las conductas inapropiadas para orientar con éxito la prevención y la eliminación de la enfermedad. Por consiguiente, los servicios de prevención primaria y secundaria a nivel individual orientados hacia una modificación de las conductas inadecuadas forman parte de la responsabilidad profesional de todos los prestadores de la atención sanitaria bucal. Los datos de los estudios epidemiológicos revelan en forma regular la prevalencia de la enfermedad en más del 50% de la población adulta (Lindhe & Lang, 2017).

Las personas se cepilla los dientes por una serie de razones: sentirse fresco y confiado, tener una linda sonrisa y evitar el mal aliento y enfermedades. La limpieza bucal es importante para conservar la salud bucal porque elimina la placa bacteriana y así impide que se acumule sobre los dientes y la encía. La placa dental es una biopelícula bacteriana que se elimina con facilidad de la superficie de los dientes. Las biopelículas consisten en comunidades complejas de especies bacterianas que residen sobre las superficies dentarias o los tejidos blandos. Se ha estimado que en algún momento entre 400 y 1 000 especies pueden colonizar las biopelículas bucales. En estas comunidades bacterianas hay asociaciones observables entre bacterias específicas debido en parte a las relaciones sinérgicas o antagónicas y en parte a la naturaleza de las superficies disponibles para la colonización o la disponibilidad de nutrientes. Se sabe que los productos bacterianos de la biopelícula inician una cadena de reacciones que conducen a la protección del huésped, pero

también a la destrucción de los tejidos. La placa puede ser supragingival o subgingival y puede estar adherida o no al diente o a los tejidos blandos. Además, la composición bacteriana de la placa varía según las personas y los sitios dentro de la misma boca. El mantenimiento del control efectivo de la placa es la base de todo intento por prevenir y controlar la enfermedad periodontal. De hecho, sin la colaboración continua de los pacientes, el tratamiento periodontal tiene poco éxito y los resultados obtenidos no perduran. La placa supragingival está expuesta a la saliva compleja y a las fuerzas fisiológicas naturales existentes en la cavidad bucal. Los mecanismos naturales de auto-limpieza incluyen el movimiento de la lengua, por el pueden cual la lengua toca las caras linguales de los dientes posteriores y en menor medida también limpia sus superficies vestibulares (Lindhe & Lang, 2017).

El mantenimiento de la salud bucal ha sido un objetivo del ser humano desde los albores de la civilización. La Organización Mundial de la Salud definió el autocuidado como todas las actividades que el individuo emprende para prevenir, diagnosticar y tratar la mala salud personal mediante actividades de autosostén o derivación a profesionales de la salud para el diagnóstico y el cuidado. Higiene bucal personal se refiere a los esfuerzos del paciente por eliminar la placa supragingival. Los procedimientos usados para quitar la placa supragingival son tan antiguos como la historia documentada. El uso de elementos mecánicos para limpiar los dientes data del antiguo Egipto 5 000 años atrás, cuando se hacían cepillos abriendo las puntas de ramitas (Lindhe & Lang, 2017).

Actualmente, cepillos de diferentes clases son auxiliares importantes de la eliminación mecánica de la place (biopelícula dental). Más aún, un dentífrico fluorado es un componente integral del cui- dado casero diario. Durante los últimos 50 años, la higiene bucal ha mejorado; en los países industrializados, el 80-90% de la población cepilla sus dientes una o dos veces al día. El

uso de elementos interdentales, enjuagatorios y otros complementos de la higiene bucal está menos documentado, pero las pruebas disponibles tienden a sugerir que solo un pequeño porcentaje de la población usaría estos recursos adicionales en forma constante. Los beneficios de las medidas de control de placa caseras óptimas son la oportunidad de mantener una dentadura funcional durante toda la vida, la reducción del riesgo de perder la inserción periodontal, la optimización de los valores estéticos como el aspecto y la frescura del aliento, y el menor riesgo de afrontar atención odontológica compleja, incómoda y cara. Hay una creciente toma de conciencia del público acerca del valor de la costumbre de la buena higiene bucal. Este hecho está probado por un incremento registrado del gasto público en productos de higiene bucal (más de 3,2 mil millones de dólares al año en los Estados Unidos) y de la inversión de los fabricantes en publicidad relacionada con el consumidor (Lindhe & Lang, 2017).

La instrumentación no quirúrgica de la bolsa/ raíz es liberar la raíz de depósitos bacterianos y de cálculos. Sin embargo, varios estudios in vitro como los escritos por los autores Rateitschak-Pluss y cols. en 1992; Breininger y cols. en 2001 y estudios in vivo documentado por los autores Waerhaug en 1978; Ea- ton y cols. en 1985; Caffesse y cols. 1986; Sherman y cols. en 1990; Wylam y cols. en 1993) revelaron que la eliminación completa de los depósitos duros y blandos no es un objetivo posible de la instrumentación de la bolsa/raíz incluso con los procedimientos de raspado y alisado radicular (RAR) más minuciosos. Sin embargo, el RAR no quirúrgico es una modalidad de tratamiento de la enfermedad periodontal muy eficaz, como lo demuestra la notable reducción de los signos y síntomas clínicos de la enfermedad después del tratamiento. En conjunto, estas observaciones indican que puede existir un umbral individual de carga bacteriana después de la instrumentación, por debajo del cual el huésped puede afrontar la infección remanente, y por consiguiente la finalidad del desbridamiento no quirúrgico de la bolsa/raíz es quedar por debajo

de ese umbral en todos los sitios dentarios enfermos. En este sentido, además de la cantidad y la calidad de la biopelícula remanente, es preciso conocer los factores relacionados con el huésped y los factores ambientales modificables como, por ejemplo, la diabetes, el estrés y el tabaquismo (Lindhe & Lang, 2017).

Una alternativa común a la instrumentación de mano para hacer el tratamiento no quirúrgico es el uso de instrumentos sónicos y ultrasónicos. Los dispositivos sónicos usan la presión del aire para crear vibraciones mecánicas que a su vez vibra la punta del instrumento; La frecuencia de vibración varía entre 2,000 y 6,000 Hz. En la captura eléctrica, la corriente eléctrica causa alternativamente los cambios en las dimensiones en la pieza de mano que se transmite al extremo activo como vibración. En los caprigers magnetoesivos, la corriente eléctrica produce un campo magnético en la mano que se expande y contrae insertos a lo largo de la longitud y al mismo tiempo lo hace vibrar.

Formulación del problema

De acuerdo con lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es la eficacia que tiene el gel termosensible a base de una matriz vegetal (papaya) – papaína y L-arginina como coadyuvante para la remoción de cálculo dental: investigación in vitro?

Justificación

La no eliminación del cálculo dental tras la ingesta de comidas puede acumularse sobre los dientes, entre éstos y la encía provocando la aparición de cálculo dental que, de no tratarse de forma eficiente, oportunamente o mediante una buena higiene oral puede provocar daños irreparables a nivel dental e incluso a nivel fisiológico.

Los efectos a los que conlleva esto son entre otros, inflamación e irritación de las encías (gingivitis), mal aliento (halitosis), caries producidas por las bacterias de la placa, periodontitis la cual afecta la estructura morfológica del hueso y como consecuencia la movilidad y la pérdida de las piezas dentales; otras consecuencias se relacionan con problemas digestivos y enfermedades sistémicas, como por ejemplo enfermedades cardiovasculares (MedlinePlus, 2019).

La constante búsqueda de alternativas para el tratamiento de estas patologías conlleva a que se evalúen gran variedad de alternativas, como en el caso de productos naturales que no traigan consecuencias para los tejidos periodontales; los métodos farmacológicos actuales han mostrado una gran efectividad en el tratamiento del cálculo dental, pero sin duda su carácter químico implica o validan el hecho de desarrollar productos más naturales.

La evidencia científica demuestra que el uso de la papaína permite facilitar la remoción del cálculo dental (Bastos, y otros, 2019); de otro lado a partir del polímero Pluronic F-127 se desarrollan geles termosensibles (cambios de la viscosidad en función de la temperatura). La combinación de matrices vegetales que contienen papaína con Pluronic-127 permitirá ofrecer al paciente una alternativa eficaz para retirar los cálculos dentales sin dolor. El gel termosensible de Pluronic F-127 aumenta su viscosidad al aumentar su temperatura mayor a 30°C (según las concentraciones del Pluronic F-127) esto permite garantizar un mayor tiempo de contacto de la matriz vegetal con el diente mejorando la eficacia del gel; adicionalmente se incorpora la L-

arginina por su comprobada efectividad para la sensibilidad dental, permitiendo un el retiro de los cálculos dentales menos traumático en pacientes con esta patología dental.

La conveniencia del proyecto se basa en la aplicación de productos con sustancias naturales que han demostrado tener capacidad inhibidora en la formación de la placa bacteriana y/o cálculo dental, por ende, se busca a partir de la elaboración del termo-gel a base de las mismas, determinar de forma científica su incidencia en la eliminación de dichas patologías.

La papaína es una endoproteína semejante a la pepsina humana, la cual posee actividad bactericida, bacteriostática y antiinflamatoria, proveniente del látex de las hojas y del fruto de la papaya verde y madura; En relación a las otras enzimas naturales, la papaína posee algunas ventajas como: calidad y actividad enzimática; estabilidad en condiciones desfavorables de temperatura, humedad y presión atmosférica; encontrándose en alta concentración en el látex extraído de la cáscara de la papaya y conteniendo un elevado valor comercial debido a la diversidad de usos que presenta.

La papaína actúa sobre el tejido lesionado debido a la ausencia de una α_1-anti-tripsina, que impide su acción proteolítica en tejidos sanos, puesto que inhibe la digestión de proteínas. En tejidos lesionados la papaína contribuirá a la degradación y eliminación de la "placa" formada; además de remover el cálculo dental mediante mecanismos enzimáticos, disminuyendo en gran medida las posibles molestias como dolor especialmente en pacientes con hipersensibilidad.

Otra de las razones para la elaboración del proyecto se fundamenta en que este proceso de investigación experimental sirve como aporte al conocimiento específico del programa de odontología de la universidad Antonio Nariño.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la eficacia del gel termosensible de Pluronic F-127 a base de una matriz vegetal (papaya)- papaína y L-arginina como coadyuvante para la remoción de cálculo dental: investigación In vitro en 45 piezas dentales.

Objetivos específicos

- Desarrollar y evaluar el comportamiento del gel termosensible de Pluronic F-127 a base de matriz vegetal (papaya)- papaína y L-arginina sobre las 45 piezas dentales.
- Describir los resultados del proceso experimental in vitro a partir de las concentraciones diseñadas para la remoción del cálculo dental.
- Relacionar el tiempo de tratamiento y el tiempo de raspaje.
- Analizar el comportamiento de las concentraciones preparadas para seleccionar cuál obtuvo mayor desempeño como coadyuvante en la remoción del cálculo dental.

Marco Teórico

Placa como Biofilms

Un biofilms es la forma de crecimiento más frecuente de las bacterias y se definió en un principio como una comunidad de bacterias adheridas a una superficie sólida e inmersa en un medio líquido (Costerton 1987). Posteriormente, Costerton definió el biofilm como: «una comunidad bacteriana inmersa en un medio líquido, caracterizada por bacterias que se hallan unidas a un substrato o superficie, o unas a otras, que se encuentran embebidas en una matriz extracelular producida por ellas mismas, y que muestran un fenotipo alterado en cuanto al grado de multiplicación celular o la expresión de sus genes».

Esta definición caracteriza las propiedades del biofilm y se diferencia de la desarrollada por Costerton en 1987: bacterias o comunidades bacterianas unidas o fijadas a una superficie en un medio ambiente acuático, embebidas en una matriz o glicocálix. Se puede encontrar bacterias que crecen en superficie de agar con estas características pero que, en cambio, no muestran las propiedades de resistencia típicas de los biofilms; del mismo modo, se pueden encontrar «fragmentos» procedentes de un biofilms que no se encuentran unidos a una superficie, pero que mantienen todas las características propias de los biofilms.

Un primer estadio o fase I, en la que se formaría una biopelícula sobre la superficie limpia del diente. Esta biopelícula estaría compuesta fundamentalmente por glicoproteínas.

- Un segundo estadio o fase II. En esta fase se observa la adhesión de unos determinados tipos de bacterias a la biopelícula previamente formada.

- Fase III. Se produce multiplicación bacteriana.

- Fase IV. Debido a la multiplicación bacteriana de la fase anterior y a la aparición de nuevas condiciones, se produce la coagregación de nuevas especies bacterianas.

Se llama placa dental o placa bacteriana a una sustancia blanca pegajosa formada por un conjunto variado de microorganismos, fundamentalmente bacterias, que se deposita y adhiere sobre los dientes, la encía y otras superficies orales, cuando no se practican métodos adecuados de higiene bucal. La placa bacteriana no es visible a simple vista necesitamos teñirla para evidenciarla. Su importancia radica en que las bacterias que la forman son la principal causa de las enfermedades más frecuentes de la boca: la caries y las enfermedades periodontales.

No la debemos confundir con otros depósitos que se ven y que se eliminan fácilmente con agua como restos alimentarios o la materia alba (una pasta amarillenta grosera que contienen además de microorganismos otros tipos de células.

Placa calcificada

La placa es un biofilms incoloro y pegajoso que contiene bacterias que se acumulan de forma natural en las superficies de los dientes, sobre todo a lo largo de la línea de las encías entre las cuatro y doce horas posteriores al cepillado. Los azúcares de los alimentos y las bebidas se combinan con la placa bacteriana para liberar ácidos. Estos ácidos atacan y descomponen el esmalte dental, lo que allana el terreno para la formación de caries (Jakubovics, 2021).

Formación del cálculo dental

El cálculo proporciona a la placa una superficie más extensa donde crecer y más pegajosa donde adherirse, lo cual deriva en afecciones más graves como caries y enfermedades de las encías como se indica en la figura; una de las razones principales para la aparición del cálculo dental está relacionada con el pH de la saliva; si el pH es ácido (menor a 5), la placa se adherirá con mayor facilidad a los dientes y encías, sobre todo donde existe bolsas periodontales. (Salagaray, 2019).

Figura 1.

Cálculo en pieza dental

Fuente: Tomado de (Clinicajavierzaplana, 2020).

El cálculo es una sustancia muy dura que se adhiere fuertemente al esmalte de los dientes por lo que una vez formado solo se podrá eliminar adecuadamente con una limpieza en la consulta dental; además tiene una superficie rugosa que facilita el que se vayan acumulando más partículas y por lo tanto se crea un círculo vicioso que acelera la formación del depósito (Clinicadentalsieiro, 2020).

Se considera peligroso porque favorece la proliferación de bacterias que atacan a los dientes y las encías, dando paso a una gingivitis (inflamación de las encías); en caso de que nuestro sistema inmunológico no es capaz de eliminar estas bacterias que atacan al diente y a la encía se produce una periodontitis; la cual afecta gravemente a los tejidos que sostienen nuestros dientes y si no se trata desemboca irremediablemente en la pérdida definitiva de nuestros dientes (Clinicaferrusbratos, 2020).

Clasificación del cálculo dental

Hayashizaki et al establecieron que la composición química de los cálculos es muy variable en cristalinidad, talla de las partículas de cristalización entre otras; de acuerdo con lo anterior el cálculo puede ser:

El cálculo supragingival, se encuentra más frecuentemente cerca de las glándulas salivales principales y su composición química varía en las distintas zonas de la boca, es de un color blancuzco o amarillento, es duro pero friable y se elimina fácilmente con la remoción del cálculo sobre la superficie dental (Badal, 2020).

El cálculo subgingival se refiere a los cálculos formados dentro de la bolsa periodontal y por lo tanto debajo del margen gingival. Son de color oscuro, negro o verdoso, a veces pueden ser de color blanquecino; son densos y duros, de consistencia pétrea y de forma chata; se localizan en cualquier cara y diente, y pueden tomar una de las siguientes formas: nodular, nodular con prolongaciones, islotes aislados y rebordes.

Composición del cálculo dental

Tiene de 70 a 90% de material inorgánico, principalmente fosfato de calcio y en menor proporción carbonato de calcio y vestigios de fosfato de magnesio. Las dos terceras partes del material inorgánico se encuentra en forma de cristales, principalmente de hidroxiapatita y en menor proporción de whitlockita, fosfato octacálcico y brushita. La parte orgánica, que comprende del 10 al 30% está constituida por una matriz de mucopolisacáridos y células epiteliales descamadas, además de leucocitos, bacterias y hongos.

El desarrollo del cálculo dental es un proceso dinámico que comienza con una biopelícula no mineralizada que finalmente se calcifica. El biofilm dental no mineralizado atrapa partículas de la cavidad oral, incluidas grandes cantidades de bacterias orales, proteínas humanas, virus y restos

de alimentos, y conserva su ADN. El proceso de mineralización involucra actividades metabólicas de las colonias bacterianas y fortalece la unión de biopelículas no mineralizadas a la superficie del diente. Desde un punto de vista clínico, el cálculo dental siempre alberga una biopelícula viva, no mineralizada, que pone en peligro la integridad de la unidad dentogingival o implanto-mucosa (Akcali, 2020).

Sustancias químicas empleadas para control de placa dental

Dentro de las sustancias químicas empleadas para control de cálculo dental se tienen:

Una sustancia química de uso reciente es el Detartrol, el cual según Portnov (2018), quien reconoce que el uso de este producto u otros que sirvan para limpiar la placa endurecida de los dientes, tienen unas ventajas y unas desventajas definidas de la siguiente manera: Primero, este procedimiento es completamente indoloro. El proceso no produce ningún sonido aterrador, no siente ninguna presión sobre las encías, mientras que el cálculo se ablanda y se retrasa fácilmente detrás del diente. En segundo lugar, el procedimiento requiere un mínimo de tiempo, por lo que esta opción es adecuada para personas que no toleran categóricamente las consultas dentales. En tercer lugar, los ácidos afectan el esmalte dental, blanqueándolo por 2-3 tonos, y si existen manchas por fumar o tomar café, entonces el método químico para eliminar el cálculo aliviará perfectamente este problema. Bueno, en cuarto lugar, este es un bajo costo de este método. Al parecer, de lo anterior, podemos concluir que, probablemente el método químico para limpiar los dientes de la placa blanda endurecida, esta es la forma ideal. Pero en cada barril de miel, desafortunadamente, hay una mosca en la pomada, que discutiremos a continuación.

La desventaja del método químico para eliminar el cálculo es solo uno, pero es muy significativo. El hecho es que los ácidos reaccionan muy agresivamente al esmalte de los dientes, eliminando los iones de calcio y flúor, destruyendo por completo la capa protectora de la superficie

del diente. El esmalte dental se vuelve sensible y poroso y cualquier sustancia agresiva como agua caliente y fría, alimentos dulces y salados pueden causar dolor severo. Por lo tanto, la aplicación de productos químicos requiere gran cuidado y estricta observancia del tiempo de acción. El método químico de limpieza de los dientes no se puede utilizar para eliminar una placa blanda en los espacios interdentales, ya que no interfiere con el efecto de los ácidos sobre el esmalte (Portnov, 2018).

Métodos para evitar la formación del cálculo dental

Dentro de las técnicas empleadas para eliminar el cálculo dental se tienen:

Cepillado

Implica un cepillado correcto para su eliminación; de acuerdo a variables como sensibilidad, se debe seleccionar un cepillo que se adapte a nuestra necesidad; la frecuencia de cepillado debe ser como mínimo, 2 veces al día, siendo muy importante cepillarse los dientes por la mañana, ya que por la noche es cuando la salivación se reduce al mínimo y cuando las bacterias presentan mayor actividad; el cepillo debe de hacer movimientos circulares y no tener miedo de aplicar una cierta presión; de acuerdo a esto se evitara que la placa bacteriana pueda llegar a mineralizar, convirtiéndose en placa dental (Salagaray, 2019).

Hilo dental

El hilo dental es un complemento del cepillado, su frecuencia de uso es después de cada comida y puede llegar a cualquier parte del diente con el fin de retirar material orgánico como comida (Salagaray, 2019).

Profilaxis

En primer lugar, se coloca la punta de ultrasonidos para eliminar los depósitos de cálculo; gracias a esto, la emisión de una vibración y al uso del agua a presión, se retira el cálculo; para

posteriormente usar la seda dental para pasarla por la superficie de las piezas; en tercer lugar, las tiras de pulir y la pasta de profilaxis eliminan cualquier mancha superficial que afecte a la estética de la sonrisa; si el paciente presenta tinciones más resistentes, se utilizará un aeropulidor con spray de bicarbonato; por último se fortalece la pieza mediante flúor dental; se considera un proceso indoloro para el paciente, siendo su única contraindicación es la aparición de cierta sensibilidad dental (Serrano & Herrera, 2005).

Técnicas para remoción del cálculo dental (Raspado y alisado radicular)

También conocido como curetaje dental, es un procedimiento que se realiza en clínica para el tratamiento de la periodontitis; consiste en el desbridamiento de todas las bacterias causantes de la enfermedad periodontal, el cálculo dental que se encuentra tanto por encima como por debajo de la línea de la encía; este se realiza mediante un procedimiento de limpieza con ultrasonidos y, a continuación, con el uso de unos instrumentos manuales llamados Curetas, las cuales permiten limpiar el tejido que se encuentra por debajo de las encías de una manera más detallada y profunda; de aquí que el raspado y alisado radicular está indicado en aquellos pacientes que presentan periodontitis; pos tratamiento el paciente puede presentar dolor los cuales son controlados a partir de la ingesta de analgésicos (Coral, 2015)

El raspaje es un procedimiento necesario para retirar los depósitos duros y suaves de la superficie dental, coronal al epitelio de unión, placa bacteriana, cálculo y endotoxinas bacterianas causantes del problema (Adriaens y col., 1.988; Pattison y Pattison, 1.979); la eliminación del cálculo supragingival puede realizarse por medio de instrumentos de mano exclusivamente o por ultrasonidos, debiendo terminarse en este último caso con instrumental de mano.

Mecánica (Cavitron)

Gel

Los geles son formulaciones semisólidas en las cuales una fase líquida es atrapada dentro de una red tridimensional formando una estructura supramolecular, pudiendo absorber disolvente. Las interacciones responsables de la absorción del disolvente corresponden a fuerzas de capilaridad, ósmosis e interacciones moleculares polímero/disolvente entre otras, y son lo suficientemente fuertes como para ejercer una influencia considerable en la estructura del gel (Bermudez & Alllemandi, 2014).

Estos geles se pueden clasificar en hidrogeles (componente líquido polar) y organogeles (componente apolar). Los hidrogeles tienen grandes aplicaciones dentro de la rama de la salud, mientras que los organogeles están en proceso de investigación. Para la formación de los geles es necesario el uso de polímeros, que deben cumplir la condición de mucoadhesividad. En función del tipo de enlace entre sus componentes se clasifican en:

- Geles químicos: son aquellos en los que la red está formada a través de enlaces covalentes. Este tipo de enlace es muy fuerte y su ruptura conduce a la degradación del gel. Este tipo de enlaces da lugar a un proceso de gelificación fuerte (Gelesfarmaciaucr, 2020).
- Geles físicos: presentan una red tridimensional formada por uniones que no son completamente estables, sino que están asociadas a una reacción de enlace- no enlace, que se puede dar en los dos sentidos. Generalmente, las uniones son del tipo de van der Waals, muchos más débiles que las uniones covalentes (Gelesfarmaciaucr, 2020).

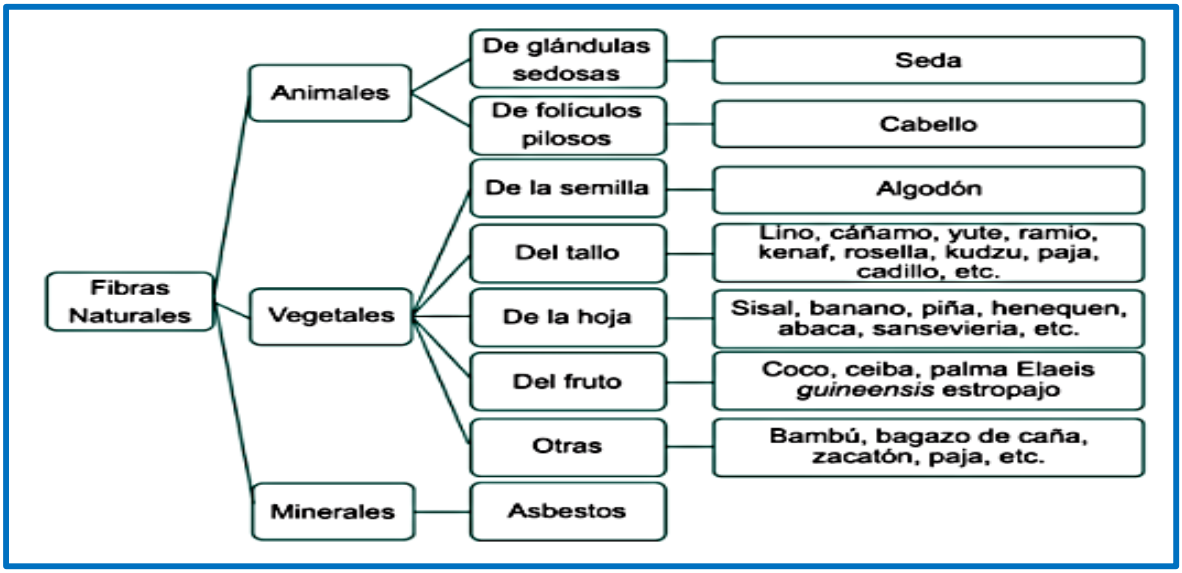
Fibras Vegetales

Las fibras vegetales se están convirtiendo en una alternativa realmente llamativa para aplicaciones industriales por su bajo costo, peso ligero y por ser una materia prima renovable con

propiedades superiores a otros materiales cuando se utiliza como refuerzo en materiales compuestos de matriz polimérica; de acuerdo con su clasificación estas pueden ser (Velázquez, 2015):

Figura 2.

Clasificación de fibras naturales



Fuente: (Deaquiz & Liliana, 2016)

La celulosa es el componente estructural más importante en la mayoría de las fibras naturales de origen vegetal, presentándose en forma de microfibrillas cristalinas alineadas a lo largo la longitud de la fibra (Satyanarayana et al., 2009). Es resistente al hidrólisis y a agentes oxidantes, pero puede degradarse parcialmente cuando se expone a ácidos fuertes (Thakur, 2013).

Las microfibrillas de la celulosa están recubiertas por la hemicelulosa, una estructura de cadenas lineales ramificadas compuestas por polisacáridos de peso molecular inferior, que permiten el enlace de las fibras de celulosa con la pectina. La hemicelulosa es hidrófila y puede ser fácilmente hidrolizada por ácidos y bases diluidas.

Pluronic® F-127

El Pluronic® F127 tiene una buena capacidad de solubilización, baja toxicidad y por lo tanto es considerado como un buen medio para los sistemas de administración de fármacos además es un producto comercial. El Pluronic® F127 es un gel termorreversible el cual se mantiene en solución líquida a temperaturas inferiores a 25 °C, mientras que a temperaturas cercanas a 35 °C aumenta su viscosidad, con una dosis letal (DL 50>5000 mg/Kg (BASF, 2013). A su vez, es un tensoactivo no iónico compuesto de polióxido de etileno y polióxido de propileno, el cual a bajas concentraciones forma micelas monomoleculares, pero a altas concentraciones da como resultado agregados multimoleculares que consisten en un núcleo central hidrófobo con cadenas hidrófilas de polióxido etileno hacia el medio externo. La micelización se produce en soluciones diluidas de copolímeros de bloque en determinados solventes por encima de la CMC. A concentraciones más altas, por encima de una concentración crítica de gel, las micelas se pueden ordenar en una red (Li, 2020). El Pluronic® F-127, ha tenido usos variados en la industria farmacéutica, siendo algunos ejemplos de su utilización los siguientes: como un tensioactivo de copolímeros no iónico calificado para su uso en aplicaciones de cultivo de células de insectos como agente antiespumante. Pluronic® F-127 se utilizó para recubrir un cubreobjetos siliconado para contener un extracto de huevo en un estudio. Se añadió Pluronic® F-127 a solución salina tamponada con fosfato (PBS) para reducir la adhesión de células y proteínas inespecíficas a un dispositivo de microfluidos basado en PDMS. Un estudio informa su uso como vehículo de liberación para transportar lipopolisacáridos perivascular (LPS) en dosis bajas en injertos de vena de ratón. PLGA/Pluronic F127 se puede utilizar para fabricar conductos de guía nerviosa (NGC) para la regeneración de nervios periféricos. Se informó sobre la fabricación de compuestos de vidrio de poli(lactida-co-

glicolida) (PLGA) — Pluronic F127. Se utilizó Pluronic F-127 para el marcaje fluorescente de vasos sanguíneos, astrocitos y neuronas (Merck, s.f.).

Matriz vegetal

Son los arreglos de n filas y m columnas denotados Me, en donde cada fila corresponde a un estado de madurez de la fruta que ha sido establecido de acuerdo con los cambios de coloración de la superficie externa de la fruta y cada columna corresponde a valores de las variables de maduración (f: físicas - q: químicas - v: componentes volátiles - n: contenidos nutricionales - r: intensidades respiratorias) organizadas de acuerdo con el comportamiento natural que exhibe la fruta durante las diferentes fases; las matrices vegetales son fuentes fundamentales de agua, vitaminas (vitamina C vitaminas del grupo B, provitamina A), fibra dietaría, minerales y fitoquímicos significativos para la dieta humana y para ensayos de tipo experimental (De Armas, 2020).

L - Arginina

La L-arginina es un aminoácido que se encuentra naturalmente en las carnes rojas, las aves, el pescado y los lácteos. Es necesario para producir proteínas y se usa comúnmente para la circulación.

La L-arginina se convierte en el cuerpo en una sustancia química llamada óxido nítrico; puede elaborarse en un laboratorio y utilizarse en suplementos, actualmente no existe una buena evidencia científica que respalde estos en otros usos.

Papaína

La papaína es una enzima extraída del fruto llamado papaya que pertenece a una familia de proteínas que incluye endopeptidasa, aminopeptidasas, dipeptidil peptidasas y otras enzimas con actividades tanto exopeptolíticas como endopeptolíticas. También posee propiedades

antiinflamatorias cuando es consumida directamente, por lo que los frutos que la contienen han sido usados como medicamento natural. Un entorno alcalino con pH mayor de 8, o una temperatura mayor de 37ºC desnaturaliza la papaína rápidamente (Henríquez, 2006).

La papaína se vende en forma líquida y pulverizada. La papaína se mide en Unidades de Tirosina (TU). De acuerdo con uno de los distribuidores en Inglaterra, la papaína líquida de TU se usa comúnmente en las cerveceras. Sin embargo, algunos compradores requieren fuerzas de hasta 500-700 TU (González, 2017).

La papaína es una proteína que se compone de 212 aminoácidos con un peso molecular de 23,000 daltons, en la unión de su cadena doblada se encuentra el sitio activo. La papaína además de hidrolizar las proteínas, también lo hace con pequeños péptidos, aminas, ésteres, carbohidratos y grasas (Alvarado, 2011).

Se encuentran enrollados en 2 partes separadas por un puente que tiene un lugar activo con un grupo tiol (SH) libre. Es una enzima de baja especificidad que hidroliza tanto las proteínas como los péptidos de pequeño tamaño, amidas y ésteres. Preferentemente actúa sobre los aminoácidos básicos, La papaína es extraída de la papaya es una enzima proteolítica, es decir, con capacidad para digerir las proteínas de los alimentos. Similar a la pepsina, una enzima que está en nuestro jugo gástrico (Alvarado, 2011).

Papaína como inhibidor de cálculo dental

Papaína es una endopeptidasa extraída del látex de frutos de papaya ampliamente empleada en las industrias alimentaria y farmacéutica. Es muy utilizada como biocatalizador en la síntesis de péptidos y otros derivados. Los surfactantes derivados de arginina son una familia de tensioactivos catiónicos con propiedades antimicrobianas interesantes como preservativos para formulaciones farmacéuticas y alimentarias (Fait, 2014).

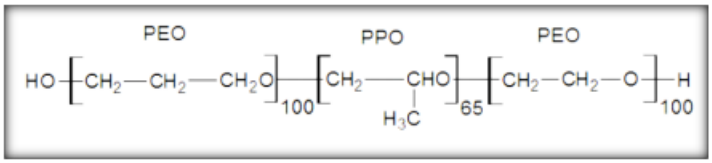
Pluronic F-127

El copolímero de bloque o Pluronic F127 también conocido como Polaxamero 407, tiene la fórmula química PEO100-PPO65-PEO100 cuya estructura se indica en la figura

La estructura química se representa en la Figura 2.10.

Figura 3.

Estructura Pluronic F-127



Fuente: (Cao, 2021)

El Pluronic F127 tiene una buena capacidad de solubilización, baja toxicidad y por lo tanto es considerado como un buen medio para los sistemas de administración de fármacos además es un producto comercial. El Pluronic F127 es un gel termorreversible el cual se mantiene en solución líquida a temperaturas inferiores a 25 °C, mientras que a temperaturas cercanas a 35 °C aumenta su viscosidad, con una dosis letal (DL 50>5000 mg/Kg (BASF, 2013), a su vez es un tensoactivo no iónico compuesto de polióxido de etileno y polióxido de propileno, el cual a bajas concentraciones forma micelas monomoleculares, pero a altas concentraciones da como resultado agregados multimoleculares que consisten en un núcleo central hidrófobo con cadenas hidrófilas de polióxido etileno hacia el medio externo. La micelización se produce en soluciones diluidas de copolímeros de bloque en determinados solventes por encima de la CMC. A concentraciones más altas, por encima de una concentración crítica de gel, las micelas se pueden ordenar en una red (Li, 2020).

Metodología

Tipo de Investigación

La presente investigación se presenta como un estudio de profundidad, de carácter experimental in vitro.

Enfoque Metodológico del Estudio

El presente proyecto tendrá un enfoque cuantitativo, con aplicación de estadística a los resultados, para la relación entre las variables de estudio.

Población y Muestra del Estudio

Para el estudio se emplearon 45 piezas dentarias, las cuales se distribuyeron en tres grupos según concentraciones al 10%, 20% y 30% de gel Pluronic F-127 6 gr., L-arginina 0,5 gr. y matriz vegetal (papaya) – papaína 10 gr., 20 gr., 30 gr.

Criterios de inclusión y exclusión

Teniendo en cuenta lo anterior, se establecieron los siguientes criterios de inclusión para la selección de la muestra:

- Dientes extraídos en pacientes de la unidad de urgencia de la ESE Carmen Emilia Ospina y diferentes consultorios odontológicos.
- Dientes permanentes.

Para realizar una correcta relación entre las variables a estudiar, se estipularon algunos criterios de exclusión para la selección de la muestra, esto debido a las posibles desviaciones que se pueden presentar en el estudio.

- Dientes que no hayan tenido proceso de desinfección en su extracción y recolección de los mismo. (dejados en alcohol al 75%).
- Dientes que no presenten cálculo dental y con caries radicular.

Instrumentos y Técnicas

El instrumento empleado para la recolección de información consiste en un formato en Excel impreso en donde se registrará datos como fecha, # muestras, descripción del experimento, tiempo y las variables cuantitativas como la Fuerza de raspaje, tiempo de raspaje y clasificación remoción como se indica a continuación en la tabla 1.

Tabla 1.

Plantilla registro datos

	Fuerza raspada	FR		**Diente A**	**Placa calcificada**			# MUESTRAS	45	
	Tiempo raspado	TR		**Diente B**	**Cálculo marrón y/o amarilla**					
	Clasificación			**Diente C**	**Cálculo café y/o negro**					
				Diente D	**Retiro total cálculo**					
			30			60			480	
Ensayo	**# pieza**	**T1**			**T2**			**T3**		
		FR	**TR**	**Clasificación**	**FR**	**TR**	**% RASPADO**	**FR**	**TR**	**% RASPADO**

Nota. la tabla 1 presentada describe las variables de análisis según las concentraciones y el tiempo de raspado mecánico empleado para retirar el cálculo (Ensayo, # pieza, FR= fuerza de raspaje, TR= tiempo de raspaje, Clasificación para tiempo= (T1, T2 y T3).

Errores intro e intra del estudio.

Para el registro de los datos resultantes del proceso in vitro, el raspado y registro de datos se realiza por un investigador permitiendo reducir el sesgo de error en el registro diseñado para tal fin como lo indica la plantilla de la tabla 1. Por ende, se reduce el error intro del proceso experimental.

En cuanto al error intra en el laboratorio este parte de la organización y codificación de los ensayos en el laboratorio, este proceso se ejecutó en tres fases dadas en función de la concentración y los tiempos de exposición de la muestra; las 45 piezas dentales presentan cálculo dental, lo cual asegura que la inmersión de las piezas sea homogénea en cuanto a la patología a tratar.

Variables

Para el desarrollo de esta investigación se determinó una variable dependiente (Cálculo dental) y una serie de variables independientes (Concentraciones de gel termosensible), las cuales presentan un orden cuantitativo.

Variables cuantitativas:

- Concentraciones de ensayos.
- Clasificación remoción.

Técnica de procedimiento para la recolección de los datos

Para poder realizar el procedimiento de recolección de datos a partir de los ensayos propuestos mediante estudio in vitro se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones, las cuales corresponden a procesos necesarios y procedimentales para llevar a cabo los ensayos:

Proceso 1- Alistamiento de piezas dentales

1. Recepción de dientes
2. Enjuague: las piezas fueron lavadas son una solución de agua destilada durante 1 minuto
3. Desinfección: dejar las piezas dentales en una solución de alcohol al 70% durante 1 día.
4. Secado: A temperatura ambiente durante 12 horas
5. Almacenamiento de piezas dentales en bolsa tipo zipper

Proceso 2- Preparación de matriz vegetal papaína

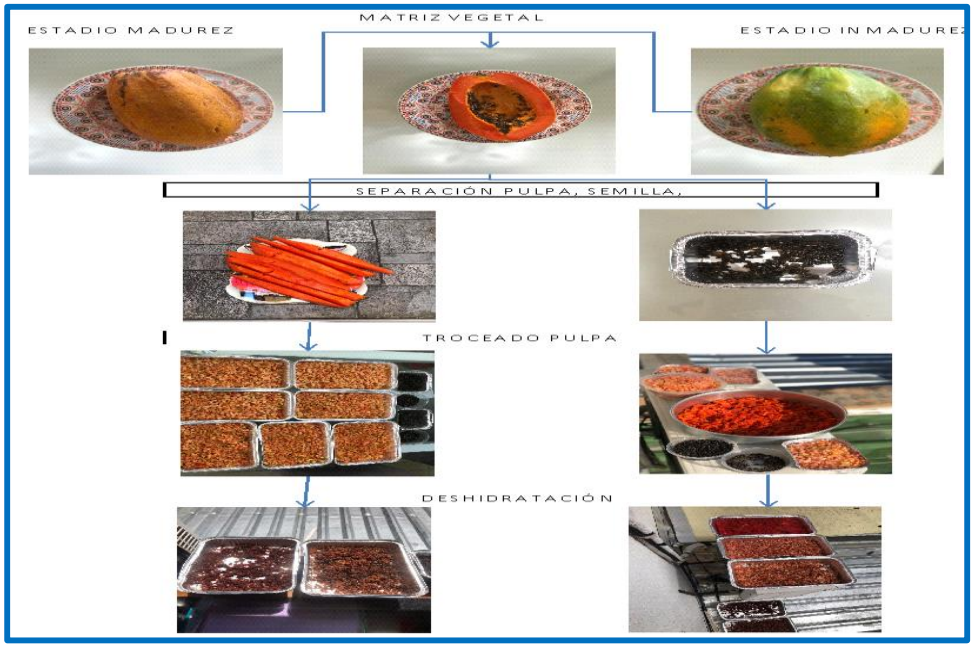
1. Compra de la matriz vegetal en estadio maduro
2. Lavado de matriz
3. Separación de semilla y pulpa
4. Troceado de matriz vegetal en estado de madurez (tamaño cuadrantes 1 cm).

5. Separación de matriz en estado de madurez para proceso de deshidratación en moldes desechables de aluminio.
6. Proceso de secado natural inicial (8 días)
7. Mezclado de pulpa para homogenización del proceso de deshidratación
8. Proceso de secado natural (8 días).
9. Después de que la matriz está bien seca se procede a molerla con

En la figura 2 se describen de forma esquemática el proceso de preparación de la matriz vegetal.

Figura 4.

Proceso de preparación inicial de matriz vegetal en estadio de madures y de inmadurez



Nota. En la figura se muestra el paso a paso de la preparación de la matriz vegetal de papaína. Las imágenes son de las autoras del estudio. Fotos de autoras.

Proceso 3. Preparación del Gel

Para la preparación del gel se efectuó el siguiente procedimiento:

Ensayo y error para gelificación

Tomando en cuenta que el Pluronic es una sustancia termosensible, las pruebas se realizaron a una temperatura de -5.0°C como se muestra en la figura, de manera que se pudiera manipular estando en estado líquido, y después de la mezcla, hiciera la gelificación a temperatura ambiente. Teniendo en cuenta lo anterior, se utilizaron las siguientes cantidades de producto:

Se agrega 1 gr de Pluronic a una probeta + 20 ml de agua, no se gelifico.

Se agrega 3 gr de Pluronic a una probeta + 20 ml de agua, no se gelifico.

Se agrega 6 gr de Pluronic + 20 ml de agua, se gelifico el Pluronic para el ensayo.

Figura 5.

Preparación de Gelificación termo gel

Nota. Se deja constancia de la temperatura de (-5.0°C), a la que se expone el Pluronic para su correcta manipulación. Fotos de autoras.

Preparación concentraciones 10%, 20% y 30%.

Con la proporción en gramos que alcanza la gelificación se procede a preparar las soluciones gelificadas a concentraciones del 10% (10gr.), 20% (20gr.) y 30% (30gr.) de papaya - papaína y L-arginina 0,5 gr. de acuerdo con la siguiente proporción de mezcla.

# probetas	1 ensayo
3	6 gr Pluronic + 10 % pulpa paina (10 gr) + l-arginina (0,5 gr)
	2 ensayo
3	6 gr Pluronic + 20 % pulpa paina (20 gr) + l-arginina (0,5 gr)
	3 ensayo
3	6 gr Pluronic + 30 % pulpa paina (30 gr) + l-arginina (0,5 gr)

Las variables evaluadas comprenden los siguientes ensayos con:

E1= 10% - E2= 20% - E3= 30%.

Factor temperatura

La temperatura es un factor que determina el estado de la materia (Textura) en cuanto a su gelificación bajo un proceso de adhesión molecular, es decir incide en que esta, esté solida o liquida, según lo anterior al realizar el proceso de preparación de las concentraciones mostradas anteriormente se tiene en cuenta esta variable como factor regulador, dada su condición termosensible porque su textura depende de esta variable, a temperaturas bajas (-5.0°C) el gel disminuye la viscosidad y a temperaturas altas aumentan la viscosidad.

Plan de Análisis

Una vez obtenidas las concentraciones que equivalen a los 3 ensayos (10%, 20% y 30%) se realiza el siguiente procedimiento.

Fase de inmersión: Con las concentraciones (E1, E2 y E3) preparadas, se alistan por ensayo 3 cajas Petri con 5 dientes con cálculo dental para ser evaluadas en tres tiempos dientes correspondientes a 30, 60 y 480 minutos respectivamente.

Una vez inmersas las piezas dentales y cumplido los tiempos de aplicación de las concentraciones, se procede a realizar el raspado mecánico registrando los valores de los datos en la tabla 1.

Tabla 2.

Preparación de muestra por ensayo

Fase 1: inmersión dientes		
Tiempo		
30 MIN	60 MIN	480 MIN
E1=5	E2=5	E3=5
E2=5	E2=5	E2=5
E3=5	E3=5	E3=5

Nota. Disposición de las piezas y preparación de cajas de Petri. E1= ensayo 1, E2= ensayo 2, E3= ensayo 3.

Fase de raspaje:

Comprende las siguientes actividades realizadas por el investigador:

- Se realiza el raspaje de los dientes con la concentración al 10 % donde se evidenció que el cálculo dental no se retira con facilidad.
- Se realiza el raspaje del cálculo dental y fue más fácil el retiro utilizando menos fuerza al 20%.
- Se hace el raspaje, aquí el cálculo estaba reblandecido, razón por la cual se puede retirar el cálculo dental al 30%.

Consideraciones Éticas del Estudio

La presente investigación aplico las disposiciones éticas y legales establecidas en la Resolución 8430 (1993), por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas

para la investigación en salud; la investigación correspondiente es tipo I, ya que el estudio no implica trabajo con humanos, pero si se hará con microorganismos que no representan o afectan la salud durante el proceso experimental in vitro (MINSALUD, 1993).

Desarrollo de la etapa experimental: proceso de obtención resultados

El proceso se compone de las siguientes etapas:

Selección de la muestra para ensayo

Como se explicó en la metodología, se seleccionaron 45 piezas dentales para el ensayo, las cuales se distribuyeron en tres grupos según concentraciones y 3 de tiempo de exposición, por lo que se alistaron 9 cajas de Petri con 5 piezas dentarias en cada una.

Figura 6.

Piezas dentales para ensayo.

Nota. Piezas seleccionadas para el ensayo (muestra). Fotos de autoras.

Inmersión piezas dentales

Las muestras se sumergieron en saliva artificial para mantenerlos en el medio más parecido en boca.

Figura 7.

Inmersión piezas dentales en saliva artificial.

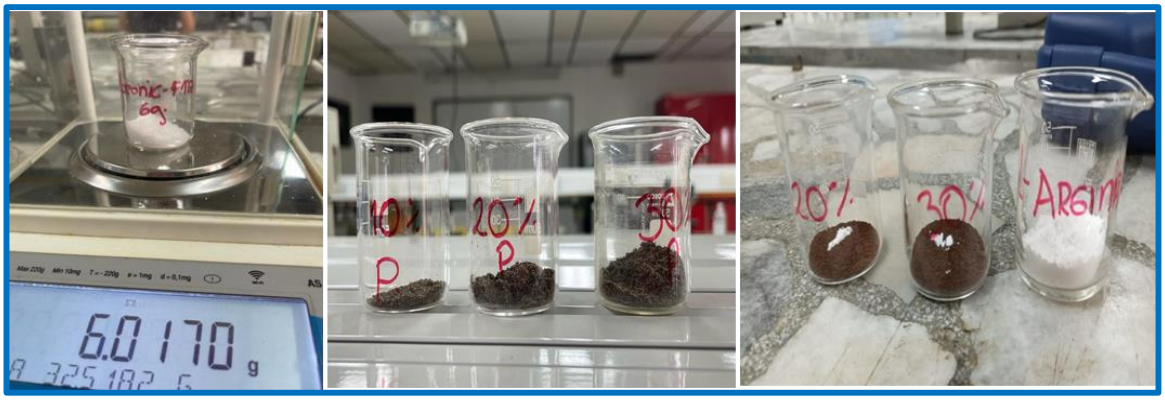
Fotos de autoras.

Preparación concentraciones geles

Se pesaron las concentraciones de Pluronic 6 gr- matriz de la pulpa papaya 10, 20 y 30 gr y l-Arginina 0.5 gr.

Figura 8.

Preparación de termo geles.



Nota. Probetas con las concentraciones especificadas y escogidas para el ensayo. Fotos de autoras.

Preparación del gel Pluronic f-127: 6gr con 20 ml de agua y colocación en el termostato manejando temperatura baja (-5.0°c) para disolver.

Figura 9.

Homogenización y estabilización de la concentración.

Nota. Mezclado para homogenización: mezcla de los productos y textura del gel

La temperatura para la correcta manipulación del Pluronic es a -5°C, dato recogido del termostato empleado al estabilizar la preparación, su viscosidad bajó tornándose más líquida. A 32 °C, el gel presenta una viscosidad alta lo que permite la gelificación del producto. Fotos de autoras.

Figura 10.

Mezclado y gelificación.

Nota. Se muestra el estado de la sustancia a las diferentes temperaturas de manejo. Fotos de autoras.

Desarrollo experimental

Una vez listo el gel, se sumergen los dientes en el producto con diferentes concentraciones de la preparación, en los siguientes tiempos: 30 min - 60 min y 480 min (8 horas).

Figura 11.

Inmersión piezas dentales.

Fotos de autoras.

Visualización microscopio: con estereoscopio se realiza una imagen más cerca y microscópica de cada diente antes y después del raspaje con los diferentes porcentajes de concentración utilizados.

Figura 12.

Verificación microscópica antes y después de aplicación termo gel

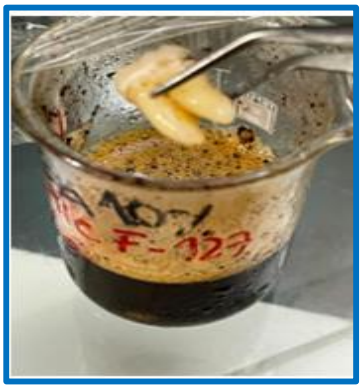
Fotos de las autoras.

Resultado de las muestras

Inmersión piezas dentales al 10%: Se sumergieron los dientes en la mezcla del 10% de papaína en cada tiempo 30, 60 y 480 minutos. Luego se sacaron en los tiempos acordados y se procedió hacerse el raspaje de cada diente, logrando determinar que así se dejara hasta los 480 minutos, la concentración del 10% es menos efectiva porque no removió sino un 20% del cálculo que puede llevar en el diente entre 2 y 3 semanas.

Figura 13.

Inmersión al 10%, E1.



Nota. Apariencia de la pieza dentaria durante la inmersión al 10%. Foto de autora.

Inmersión pieza dental al 20%: Se sumergieron los dientes en la mezcla del 20% de papaína en cada tiempo 30, 60 y 480 minutos. Luego se sacaron en los tiempos acordados y se procedió hacerse el raspaje de cada diente; logrando determinar que, si se dejaba hasta los 480 minutos en la concentración, el 20% es un poco más efectiva que la anterior, removiendo el 40% del cálculo que puede llevar en el diente entre 2 y 3 semanas. Se ejerció una fuerza de raspado menor a la ejercida en la concentración del 10% y también se pudo observar que en 60 y/o 480 minutos no cambia el resultado, siendo menos efectivo si se deja solo a 30 minutos.

Figura 14.

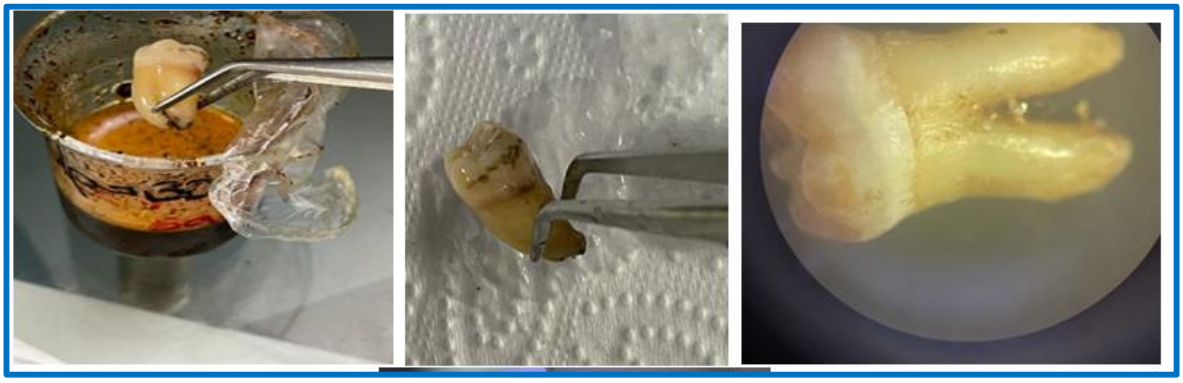
Inmersión al 20%.

Nota. Apariencia de la pieza dentaria durante la inmersión al 20%. Foto de autora.

Se sumergieron los dientes en la mezcla del 30% de papaína en cada tiempo 30, 60 y 480 min. Luego se sacaron en los tiempos acordados y se procedió hacerse el raspaje de cada diente. Se logró determinar que, en el tiempo de inmersión de 60 minutos, la concentración del 30% es más efectiva dado que el cálculo que puede llevar en el diente entre 2 y 3 semanas estaba reblandecido y se pudo retirar con una fuerza mucho menor a los casos de las concentraciones anteriores.

Figura 15.

Resultados de inmersión del raspaje al 30%.



Nota: Apariencia de la pieza dentaria antes y después de la inmersión al 30%.

Resultados

Desarrollar y evaluar el comportamiento el comportamiento del gel termosensible de Pluronic F-127 a base de papaína y L-arginina sobre las piezas dentales.

Una vez obtenidas las diferentes concentraciones a partir del proceso experimental los resultados de la acción de las concentraciones de los ensayos sobre las piezas dentales muestran los siguientes aspectos:

De acuerdo a la relación de ensayos (E1, E2 y E3) y la frecuencia de ensayos sobre 5 piensas dentales al sumergirse a 30 min, 60 min y 480 min.

Ensayo 1 (E1)

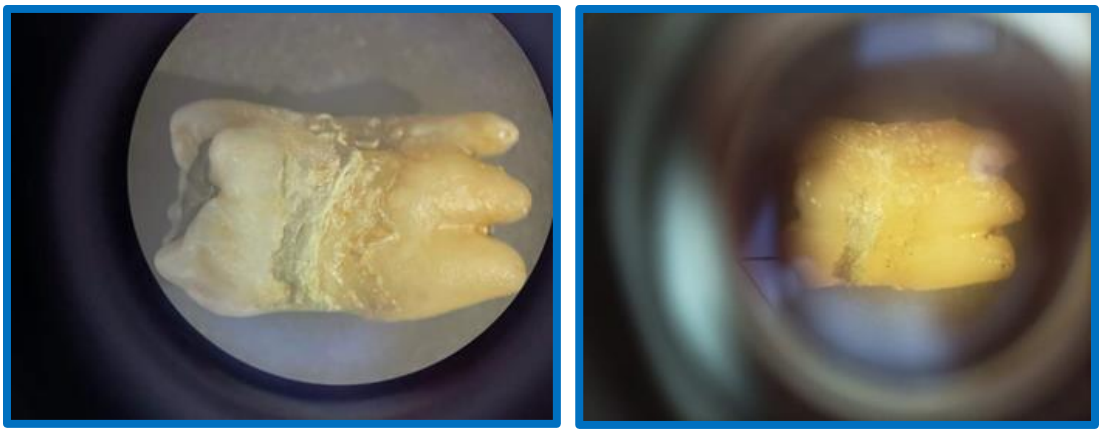
Se evidencia que en la concentración al 10 % (E1) se requiere de una mayor fuerza y tiempo de raspado cuando se somete las piezas dentales a 30 (T1) y 60 (T2) minutos en la cual se evidencia presencia de placa calcificada (clasificación A) y cálculo marrón (B); en cuanto al resultado en donde las piezas se someten a los 480 minutos, no se identifican cambios en la composición del cálculo, esto permite inferir que la concentración al 10 % compuesta por 6 gr Pluronic + 10 % papaya - papaína (10 gr) + l-arginina (0,5 gr), no es eficiente como coadyuvante en la remoción del cálculo de las piezas dentales empleadas a nivel experimental.

Con respecto a los valores de la fuerza aplicada, se pudo establecer que a una concentración del 10 %, la fuerza de raspado no varía con respecto a los 30”, 60” y 480”, por lo que es claro indicar que este hecho validad su nula acción como coadyuvante en la remoción del cálculo.

Al analizar el tiempo empleado se evidencia que a los 30 minutos de inmersión el tiempo de raspado es mayor a 40”, mientras que en los ensayos 60” y 480” pese a que el tiempo disminuyo y se mantuvo una fuerza de raspado casi igual a los 60” y 480”, esto no retiro el cálculo.

Figura 16.

Efecto de la concentración 10%, antes y después del tratamiento a base de termogel.



Nota: Antes: clínicamente se observa un molar de tres raíces con placa calcificada en zona supragingival de color blanquecino desmineralizado, en tercio apical radicular o zona subgingival se observa presencia de cálculo dental de color marrón y/o negro y zonas con cambios de amarillo ámbar que se extiende hasta el tercio apical. Después: se observa en el proceso de la inmersión con concentración del gel al 10% durante 480 min., que solo se logró la remoción de la placa calcificada en la zona supragingival de color blanquecino utilizando mayor fuerza, donde no fue posible la remoción del cálculo subgingival de color marrón y/o negro.

Ensayo 2 (E2)

Se observa que en la concentración al 20% (E2) se requiere de una menor fuerza y tiempo de raspaje cuando se somete las piezas dentales a 30 (T1) y 60 (T2) minutos, en la cual se evidencia presencia de cálculo café y/o negro (clasificación C) para ambos tiempos; en cuanto al resultado en donde la piezas se someten a los 480 minutos, se identifican cambios en la composición del cálculo, esto permite inferir que la concentración al 20% compuesta por 6 gr Pluronic + 20 % papaya - papaína (20 gr) + l-arginina (0,5 gr), es poco eficiente como coadyuvante en la remoción

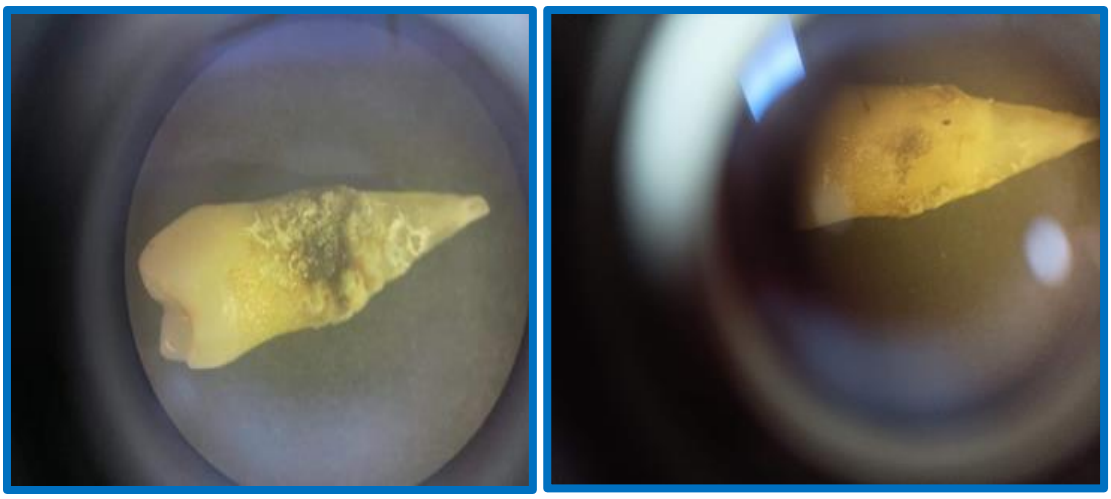
del cálculo de las piezas dentales empleadas a nivel experimental ya que el tiempo requerido para su estado de clasificación D es mayor a 480 minutos.

Con respecto a los valores de la fuerza aplicada se puede establecer que a una concentración del 20 % la fuerza de raspado presenta una variación mínima con respecto a los 30”, 60”, mientras que a los 480” esta es menor a la ejercida en la concentración al 10%. Pese a lo anterior, esta concentración presenta muy baja efectividad como coadyuvante en la remoción del cálculo, toda vez que el tiempo de exposición es mayor a 8 horas.

Al analizar el tiempo empleado se evidencia que, a los 30 minutos de inmersión, el tiempo de raspaje está en un rango entre los 30” y los 36”, el cual es menor al ensayo (E1), mientras que en los ensayos a 60” y 480” pese a que el tiempo disminuyo y se mantuvo una fuerza de raspaje menor a los 60”, solo hasta los 480” se logra retirar el cálculo.

Figura 17.

Efecto de la concentración 20%, antes y después del tratamiento a base de termogel.



Nota: Antes: clínicamente se observa premolar con una sola raíz, presencia de placa calcificada en zona supragingival de color blanquecino, en el tercio cervical radicular o zona subgingival observamos presencia de cálculo dental de color marrón y/o negó y a su vez zonas con

cambios de amarillo ámbar que se extiende en el tercio medio. Después: se observa en el proceso de la inmersión con concentración del gel al 20% durante 480 min., que solo se logró la remoción de la placa calcificada en la zona supragingival y/o cálculo subgingival ejerciendo fuerza.

Ensayo 3 (E3)

Se observa que en la concentración al 30% (E1) se requiere de una menor fuerza y tiempo de raspaje cuando se somete las piezas dentales a 30 (T1) minutos en la cual se evidencia presencia de cálculo café y Marrón (clasificación C), caso contrario sucede cuando a las piezas se les aplica el termogel a 60"y 480", cuyos resultados muestran una remoción total del cálculo, esto permite inferir que la concentración al 30% compuesta por 6 gr Pluronic + 30 % papaya - papaína (30 gr) + l-arginina (0,5 gr), es eficiente como coadyuvante en la remoción del cálculo de las piezas dentales empleadas a nivel experimental.

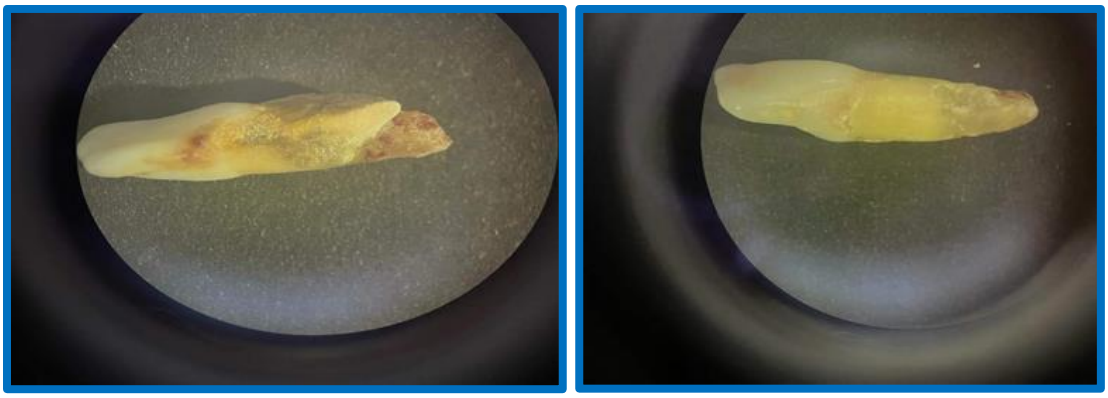
Con respecto a los valores de la fuerza aplicada se puede establecer que a una concentración del 30%, la fuerza de raspaje varia con respecto a los 30", 60" y 480 ", por lo que es claro indicar que este hecho valida su efectividad en la acción como coadyuvante en la remoción del cálculo.

Al analizar el lapso empleado en el raspaje, se evidencia que a en cada uno de los tiempos (30", 60" y 480") de aplicación del gel, el periodo disminuye.

Este comportamiento se puede observar en la tabla 3 de registro de datos, donde se relaciona la fuerza de raspaje, el tiempo de raspaje y los ensayos.

Figura 18.

Efecto de la concentración 30%, antes y después del tratamiento a base de termogel.



Nota: Nota: Antes: clínicamente se observa incisivo lateral con una sola raíz, con presencia de placa calcificada en zona supragingival de color blanquecino, en el tercio cervical radicular o zona subgingival observamos presencia de cálculo dental de color marrón y/o negó y a su vez zonas con cambios de amarillo ámbar que se extiende en el tercio medio. Después: se observa en el proceso de la inmersión con concentración del gel al 30% durante 60 min., que solo se logró la remoción de la placa calcificada en la zona supragingival y/o cálculo dental subgingival en menos tiempo y ejerciendo menos fuerza.

Medir la capacidad del gel termosensible de Pluronic F-127 a base de una matriz vegetal (papaya) y L-arginina como coayudante para la remoción del cálculo dental.

Según los resultados obtenidos del estudio, para determinar el grado de efectividad del termo gel para remover el cálculo dental se realizaron pruebas no paramétricas con el fin de establecer el nivel de relación de las variables determinantes en el proceso como la concentración del ensayo, tiempo de raspaje (Tr), la fuerza raspaje (Fr) y la clasificación del resultado final del raspaje.

Se realiza un análisis descriptivo inicialmente de los datos, dado que las variables eran cuantitativas, por lo que se calcularon medianas y rangos cuartílicos; adicionalmente se realizó un análisis bivariado con el fin de comparar los grupos en el tiempo del ensayo y se aplicó la prueba de Kruscal Wallis la cual permite comparar los tiempos de ensayo con respecto a cada una de las variables. Esta prueba, es de tipo no paramétrica, permite comparar una variable cuantitativa con una cualitativa cuando los grupos de análisis son iguales o mayores a 3. Según lo anterior como se dieron 3 tiempos de ensayo según concentraciones preparadas, estos se compararon con la Fuerza de raspaje (Fr) y el tiempo de raspaje (Tr).

Según lo anterior se tiene:

Análisis de tiempo inmersión vs fuerza y tiempo de raspaje

Hipótesis- Ho=Fr=Te

Tabla 3.

Prueba no paramétrica Kruscal Wallis para tiempo ensayo.

Tiempo de ensayo	T1	T2	T3	Kw *	P
Fr * (n=45)	12 (9-16)	10 (6-13)	10 (6-13)	3,379	0,185
Tr * (n=45)	36 (16-42)	31 (19-34)	18 (10-24)	11,383	0,003

Nota. la tabla 3 Fr = Fuerza de raspaje. Tr = Tiempo de raspaje. T1, T2, T3 = Tiempo de exposición. Prueba de Kruscal Wallis: se aplica porque cuentan con dos variables cuantitativas y tienen más de dos grupos. Se analiza que de acuerdo al Fr (fuerza de raspaje) no hay gran diferencia porque P es mayor de 0,05 esta no influye. En Tr (tiempo de raspaje) si hay diferencia si se encuentras diferencias estadísticamente significativas. Este si influye.

De acuerdo con el resultado de la tabla 3, la hipótesis nula se rechaza para el tiempo de raspaje dado que $p< 0.05$, por lo tanto, las medianas para el caso del tiempo de raspaje no son iguales, indicando que existen diferencias significativamente estadísticas entre el tiempo y la fuerza de raspaje.

Análisis de tiempo inmersión vs clasificación

Para este análisis se empleó el teste de Fisher la cual se usa para variables cualitativas, para determinar el grado de asociación entre las variables cualitativas o significancia estadística, según lo anterior los resultados indican:

Tabla 4.

Resultados test de Fisher para Tiempo ensayo

Tiempo ensayo/Clasificación	T1 (%)	T2(%)	T3 (%)	Fisher	P
A	3	0	0	30,224	0,000
B	2	5	3		
C	10	5	0		
D	0	5	12		
Total	15	15	15		

Nota. Resultados de test exacto de Fisher y el valor de p.

De la tabla anterior se concluye que existen diferencias significativas dado que $p<00,5$ por lo tanto el tiempo de exposición es un factor incidente sobre la efectividad de la acción del termogel de acuerdo con la clasificación.

Análisis de tipo ensayo vs fuerza y tiempo de raspado

Tabla 5.

Prueba Kruscal Wallis para tipo ensayo (E)

Tiempo de ensayo	E1		E2		E3	Kw *	P
Fr * (n=45)	14 (13-16)		10 (10-11)		6 (5-7)	30,059	0,000
Tr * (n=45)	36 (25-43)		31 (19-35)		15 (10-18)	12,055	0,000

Nota. E1, E2, E3 = Concentraciones del ensayo %. Prueba de Kruscal Wallis tenemos dos variables cuantitativas. Analiza que de acuerdo a las concentraciones encontramos diferencias estadísticamente significativas en los dos grupos Fr y Tr.

Corresponde al análisis de Kruscal Wallis para determinar la relación entre el tipo de ensayo y la fuerza y tiempo de raspaje.

De acuerdo con el resultado de la tabla 5, se concluye que existen diferencias estadísticas significativas, por lo que el porcentaje de concentración es diferente en su eficacia con respecto a la fuerza, el tiempo de raspaje.

Análisis de tipo ensayo vs clasificación

Tabla 6.

Resultados test de Fisher para tipo ensayo (E)

Clasificación/Ensayo	E1 (%)	E2(%)	E3 (%)	Fisher	P
A	3	0	0	41,765	0,000
B	10	0	0		
C	0	10	5		
D	2	5	10		
Total	15	15	15		

Nota. Resultados de test exacto de Fisher y el valor de p en función del grado de concentración del ensayo.

De la tabla anterior se concluye que existen diferencias significativas entre el tipo de ensayo y la clasificación de la muestra, dado que p<00,5, por lo tanto, el grado de concentración

es un factor incidente sobre la efectividad de la acción del termogel de acuerdo con la clasificación.

Análisis de la varianza

Tabla 7.

Varianza de dos factores

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	473,377778	2	236,688889	179,008403	1,9687E-19	3,25944631
Columnas	69,9111111	2	34,9555556	26,4369748	8,6199E-08	3,25944631
Interacción	12,3555556	4	3,08888889	2,33613445	0,07395411	2,63353209
Dentro del grupo	47,6	36	1,32222222			
Total	603,244444	44				

De la tabla anterior, donde se analiza la varianza de tiempo, con relación a la efectividad de cada muestra, se evidencia que, si hay diferencias significativas en la efectividad de cada preparación, de acuerdo al tiempo de exposición de la muestra.

Discusión

El gel termosensible obtenido, es un coadyuvante que facilita los procedimientos periodontales en concentraciones del 30 % durante 60 minutos, lo cual facilita la maniobra del raspaje y alisado mecánico.

De acuerdo con Cryado & Flórez (2019), la alta demanda Detartrol obedece a su efectividad en la remoción del cálculo dental en concentraciones mayores al 10 %; sin embargo su composición implica una desventaja debido al hecho de que los ácidos reaccionan muy agresivamente al esmalte de los dientes, eliminando los iones de calcio y flúor, destruyendo por completo la capa protectora de la superficie del diente; de acuerdo a lo anterior se debe considerar el uso de este termogel como una sustancia natural cuyos efectos secundarios no representan riesgos para la salud de pacientes con contraindicaciones médicas.

En cuanto a la eficacia del termogel se estableció que tanto el tiempo y fuerza de raspaje ejercida fue menor en concentraciones aplicadas a las piezas dentales al 20% y 30%, de aquí el tiempo de tratamiento cuando es mayor a 60 minutos permite retirar totalmente el cálculo dental; estos resultados de acuerdo con la evidencia biográfica buscada coinciden con los de Corella (2016), quien logro establecer que uso de la papaína en tiempos mayores a una hora puede eliminar el cálculo en un 99% (Correla, 2016).

Con respecto al proceso de preparación del gel, el uso de Pluronic F-127 como copolímero no iónico termosensible, calificado para uso efectivo en aplicaciones farmacéuticas fue un éxito como base para la preparación, respetando las condiciones contraladas de temperatura, ya que al dejarse a temperatura ambiente dicha gel se solidifica lo que conlleva a aumentar la temperatura para alcanzar punto de gelificación.

Con respecto al protocolo de uso del termo gel se evidencia que el tiempo de tratamiento base es de 60 minutos, dado que, al evaluar el efecto de la concentración a 480 minutos el resultado es el mismo; de lo anterior se toma el menor tiempo como parte del proceso de intervención antes del proceso mecánico.

Conclusiones

Como resultado del desarrollo del gel, se evidenció en su comportamiento que, es más efectivo en concentraciones del 30%, compuesto por 6 gr Pluronic + 30 % papaya - papaína (30 gr) + l-arginina (0,5 gr), dado que logró remover el cálculo totalmente, tomando una medida de fuerza y tiempo de raspaje más reducida para retirar el cálculo, como consecuencia del alisado mecánico, por ende concentraciones al 30 % de la gel termosensible elaborada es eficaz como coadyuvante para la remoción del cálculo solo si es usada durante un tiempo de aplicación es mayor a 60 minutos.

Se evidenció que en concentraciones del 10% de gel termosensible elaborado, no es eficaz como coadyuvante para la remoción del cálculo, no logró remover el cálculo, con el alisado mecánico. También se ejecutó con una concentración al 20 %, que solo logró remover el cálculo a los 480", con una fuerza y tiempo de raspaje menor como consecuencia del alisado mecánico; por ende, es contraproducente y metodológicamente inviable si se parte del hecho de que es una tasa de intervención muy alta.

En el proceso de preparación de las diferentes concentraciones se identificó que, en los ensayos en donde se emplearon cantidades menores a 5 gr de Pluronic F-127 agregadas en soluciones de 20 ml de agua no se gelificó, y la concentración igual o mayor a 6 gramos, si alcanzó el estado de gelificación esperado. Por lo anterior, se usó como base para la preparación del termogel a base de papaína; esta última agregada al 10, 20 y 30 % (10 gr, 20 gr y 30 gr) y de l-arginina de 0,5 gr a los 3 ensayos.

Para logra la estabilización de los ensayos es necesario asegurar la cadena de frio (Temperatura a -5.0°C) como parte del proceso de gelificación, ya que a temperatura ambiente no se dan condiciones para que se presenten cambios de estado en los materiales empleados.

Se presenta un retiro total del cálculo dental cuando se usan concentraciones al 30 % de termo gel a base de base de Pluronic F-127 a Base Papaína y L-arginina, dicha proporción corresponde a la relación 6 gr Pluronic + 10 % pulpa paina (10 gr) + l-arginina (0,5 gr).

Con respecto al protocolo de uso del termo gel, según la evidencia se establece como tiempo de preparación 60 minutos, el cual parte de la eficacia en la evidencia encontrada.

En cuanto al análisis estadístico se concluye que las variables de tiempo y fuerza de raspaje son determinantes en la medición de la efectividad del termo-gel; sin embargo, el nivel de concentración es la base del grado de actuación de la misma como sustancia ideal para el retiro del cálculo previa intervención mecánica.

Para concluir, como respuesta al objetivo general de este estudio, al evaluar la eficacia del gel termosensible de Pluronic F-127 a base de una matriz vegetal (papaya)- papaína y L-arginina como coadyuvante para la remoción de cálculo dental, se demostró que es altamente eficiente como agente para para el tratamiento del cálculo de forma no invasiva, esto permite a nivel procedimental, tener unas mejores alternativas para el paciente evitando dolor y estrés en este tipo de procedimientos. Adicionalmente, por ser un producto natural no tiene ninguna contraindicación que pueda desarrollar efectos secundarios en los pacientes.

Recomendaciones

- Ampliar la muestra de estudio y los rangos de intervención en función del tiempo.
- Considerar ensayos experimentales con variación de las proporciones para determinar variantes en los componentes que reduzcan el tiempo de aplicación.
- Diseñar el método o algoritmo de preparación y ensayo del proceso experimental a partir de nuevos estudios con estos materiales.
- Ampliar el espectro de materiales manteniendo como base el Pluronic F-127.

Bibliografía

Akcali, A. (2020). *Dental calculus: the calcified biofilm and its role in desease development.* Singapore: Pubmed.

Alvarado, J. (2011). *Extracción, concentración y cuantificación de la actividad enzimática de la papaína a partir de la papaya (carica papaya).* . Quito: UTA.

Arenas, A. (2019). *Eficacia de la papaína en la remoción química-mecánica de la caries.* Obtenido de Repositorio Universidad Privada Tacna: https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2240

Badal, C. (2020). *Analysis of Predisposing Factors for Rapid Dental Calculus Formation.* . Valencia (España): Pubmed.

Bastos, L., Silva, F., Thomé, J., Arnez, M., Faccioli, L., & Silva, P. (2019). *Effects of Papain-Based Gel Used For Caries Removal on Macrophages and Dental Pulp Cells. Braz Dent.* . Roma (Italia): Pubmed.

Bermudez, J., & Alllemandi, D. (2014). *Pharmaceutical Technology Recientes avances sobre hidrogeles termosensibles utilizados como sistemas de liberación de fármacos.* Bogota: Researchgate.

Clinicadentalsieiro. (2020). *Clinicadentalsieiro*. Obtenido de https://www.clinicadentalsieiro.es/sarro-en-los-dientes/

Clinicaferrusbratos. (2020). *Clinicaferrusbratos*. Obtenido de https://www.clinicaferrusbratos.com/higiene/quitar-sarro-dientes/

Clinicajavierzaplana. (2020). *Clinicajavierzaplana*. Obtenido de https://clinicajavierzaplana.es/blog/sarro-en-los-dientes

Coral, C. (2015). *Examinar la utilidad del raspado y alisado radicular en la periodontitis crónica.* Guayaquil (Ecuador): UGuayaquil.

De Armas, C. (2020). *Firma o signatura de los estados de madurez de las frutas climatéricas tropicales.* Bogotá: U. Central.

Deaquiz, O., & Liliana, M. (2016). *PRODUCTION AND VEGETABLE FIBRE BIOSYNTHESIS. A REVIEW.* Pereira: UTP.

Fait, M. (2014). *Production of an antimicrobial agent with potential surfactant activity by means of eco-friendly technologies.* Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata.

Gelesfarmaciaucr. (2020). *Gelesfarmaciaucr*. Obtenido de http://gelesfarmaciaucr.blogspot.com/p/clasificacion-de-los-geles.html

González, G. (2017). *Determinación del pH Y Abrasión de dentrificos a base de prodcutos naturales.* . Toluca (México): UAEM.

Herrera-Guardiola, S., & Valencia, M. (2021). Andamios de quitosano con L-Arginina para su aplicación en salud dental. *Revista Nacional de Odontología*, 1-21.

Huang, Y., Santos, S., F., F. d., & Miranda, F. (2016). *Papain gel containing methylene blue for simultaneous caries removal and antimicrobial photoinactivation against Streptococcus mutans biofilms.* Boston: Pubmed.

Jakubovics, N. (2021). *The dental plaque biofilm matrix.* Regensburg (Alemania): Pubmed.

Kolderman, E. (2015). *L-Arginine Destabilizes Oral Multi-Species Biofilm Communities Developed in Human Saliva.* Freiburg (Alemania): PLoS ONE.

Lindhe, L., & Lang, N. (2017). *Periodontología clínica e implantología odontológica 6ta edición.* Panamericana.

Medina, M. (2020). *Síntesis de un hidrogel de Quitosán para liberación de L-arginina.* Obtenido de Benemérita Universidad Autónoma de Puebla: https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/12698

Medline plus. (2020). *Placa bacteriana*. Obtenido de https://www.propdental.es/caries-dental/placa-bacteriana/

MedlinePlus. (2019). *Periodontitis*. Obtenido de MedlinePlus en español: https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001059.htm

Merck. (s.f.). *Pluronic® F-127.* Obtenido de Laboratorios Merck: https://www.sigmaaldrich.com/CO/es/technical-documents/technical-article/materials-science-and-engineering/drug-delivery/electrospun-nanofibers

MINSALUD. (1993). *Resolución 8430 de 1993.* Bogota: MINSALUD.

Razeghian-Jahromi, I., Babanouri, N., Ebrahimi, Z., Najafi, H., Sarbaz, M., & Montazeri-Najafabady, N. (2022). *Effect of 8% arginine toothpaste on Streptococcus mutans in patients undergoing fixed orthodontic treatment: randomized controlled trial.* Obtenido de Dental Press Journal of Orthodontics: https://www.scielo.br/j/dpjo/a/34dp76Y7VrNkdtwXqThSLGd/?lang=en#

Salagaray. (2019). *Salagaray*. Obtenido de https://www.salagaray.com/origen-del-sarro-y-como-evitarlo/

Serrano, G., & Herrera, D. (2005). *La placa dental como biofilm: ¿Cómo eliminarlo?* Madrid: Scielo.org.