

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



EVALUACIÓN ANTIMICROBIANA DEL GEL DE PAPAÍNA EN DIENTES

TEMPORALES

Por

María Estefanía Betancourt Camarena

Como requisito parcial para obtener el Grado de

**Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Odontopediatría**

Agosto, 2022

**Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Odontopediatría,**  
**EVALUACIÓN ANTIMICROBIANA DEL GEL DE PAPAÍNA EN DIENTES**  
**TERMPORALES**

**María Estefanía Betancourt Camarena**

**Comité de Tesis**

---

Presidente

---

Secretario

---

Vocal

## Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Odontopediatría

EVALUACIÓN ANTIMICROBIANA DE GEL DE PAPAÍNA EN DIENTES  
TEMPORALES

---

TESISTA

MARÍA ESTEFANÍA BETANCOURT CAMARENA

Comité de Tesis



---

DIRECTOR DE TESIS


Dra. Maria Teresa Pérez Quintero



---

CODIRECTOR DE TESIS

Dra. Marcela Montes Villarreal



---

ASESOR METODOLÓGICO

Dr. Enrique Nieto Ramirez



---

ASESOR METODOLÓGICO

Dra. Myriam Angélica de la Garza Ramos

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Dios por permitirme estar en este camino.

A mis papás, que sin todo el apoyo que siempre me han brindado no hubiera tenido todas estas oportunidades de superarme, gracias por su apoyo incondicional para ayudarme a lograr todo lo que me propongo siempre, los amo.

A mi abuela, que siempre ha sido un ejemplo de superación para mí.

A mis hermanos, que fueron de mis primeros pacientes en la carrera, gracias por ayudarme y tenerme la confianza de atenderse conmigo.

A mi esposo David, que siempre ha tenido palabras de aliento para mí, la paciencia para escucharme y que siempre me ha apoyado e impulsado en seguir luchando por mis metas y mis sueños, te amo mucho.

A mis tías, que siempre celebran mis triunfos como propios y que siempre tienen palabras de aliento para mí, las quiero muchísimo.

## TABLA DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
AGRADECIMIENTOS	iii
LISTA DE TABLAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
NOMENCLATURA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. HIPÓTESIS	3
3. OBJETIVOS	4
3.1 Objetivo general	4
3.2 Objetivos particulares	4
4. ANTECEDENTES	5
4.1 Componentes de la cavidad oral	5
4.1.1 Labios	5
4.1.2 Lengua y piso de boca	5
4.1.3 Paladar y orofaringe	6
4.1.4 Dentición	6
4.2 Enfermedades comunes de la cavidad oral	8
4.2.1 Enfermedad periodontal	8
4.2.2 Cáncer oral	9
4.2.3 Caries dental	9
4.3 Etiología de la caries dental	10
4.4 Diagnóstico de caries por radiografías	12
4.5 Odontología de mínima invasión	13
4.5.1 Remoción química-mecánica	17
4.5.2 Papaína	18
4.6 Relación bacteria-diente	20
4.6.1 Streptococcus mutans	24
5. MÉTODOS	26
5.1 Universo de estudio	26
5.2 Recolección de piezas	26
5.3 Muestra previa a la aplicación del gel	27
5.4 Aplicación del gel a base de papaína	28
5.5 Muestras recolectadas	28
5.6 Incubadora	28
5.7 Microplate	29
5.8 Densidad óptica	29
6. RESULTADOS	30
7. DISCUSIÓN	35
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
9. LITERATURA CITADA	39
10. RESUMEN BIOGRÁFICO	48

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
I. Órgano dentario, edad y sexo de pacientes	30
II. Estadística descriptiva de las variables de estudio según el momento de aplicación	32
III. Prueba T de diferencia de medias para muestras relacionadas	33

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Recolección de pieza dental	26
Figura 2. Equipo para toma de muestra	27
Figura 3. Colocación de gel	28
Figura 4. Muestras	28
Figura 5. Incubadora	28
Figura 6. Microplate	29
Figura 7. iMark Microplate Absorbance	29
Figura 8. Órgano dentario, edad y sexo de los pacientes	31
Figura 9. Media de las variables de estudio según el momento de la aplicación	33

## NOMENCLATURA

CAMBRA	Caries Management by Risk Assessment
EPH	Ecological plaque hypothesis
ECC	Early childhood caries
TRA	Tratamiento restaurador atraumático
ICCC	International Caries Consensus Collaboration

**TESISTA: MARÍA ESTEFANÍA BETANCOURT CAMARENA**  
**DIRECTOR DE TESIS: DRA. MARIA TERESA PÉREZ QUINTERO**  
**CODIRECTOR DE TESIS: DRA. MARCELA MONTES VILLARREAL**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**EVALUACIÓN ANTIMICROBIANA DEL GEL DE PAPAÍNA EN DIENTES  
TEMPORALES**

**RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN:** La caries dental es una enfermedad localizada que causa una destrucción en el diente de los tejidos duros, esto es causado por ácidos que son producidos por la fermentación de los carbohidratos de la comida, uno de los factores de riesgo incluye bacterias orales, las cuales pueden ser eliminadas o disminuir usando productos como es el gel de papaína. **OBJETIVO:** Determinar la capacidad bactericida del gel de papaína en lesiones cariosas en dientes temporales. **METODOLOGÍA:** se recolectaron 30 dientes temporales que presentaban lesiones cariosas, recolectados de pacientes que acudieron al posgrado de odontopediatría de la UANL, a cada diente se le tomo una muestra previa a la aplicación del gel de papaína y otra muestra después de la aplicación del gel, ambas muestras se incubaron a 37 grados por 24 horas y se contaron las bacterias de cada muestra. **RESULTADOS:** los resultados de esta investigación demostraron que la cantidad promedio variable de bacterias presentes en las lesiones cariosas variable antes de la aplicación fue de  $0.098 \pm 0.055$ , mientras que en la evaluación final fue de  $0.074 \pm 0.040$ , observándose que existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.0001$ ). **CONCLUSIÓN:** Los resultados de este estudio con el método químico-mecánico usando el gel de papaína indican que es un método seguro y efectivo para la eliminación de caries en dentina y las bacterias presentes en estas.

**TESISTA: MARÍA ESTEFANÍA BETANCOURT CAMARENA**  
**DIRECTOR DE TESIS: DRA. MARIA TERESA PÉREZ QUINTERO**  
**CODIRECTOR DE TESIS: DRA. MARCELA MONTES VILLARREAL**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**EVALUACIÓN ANTIMICROBIANA DEL GEL DE PAPAÍNA EN DIENTES  
TEMPORALES**

**ABSTRACT**

**INTRODUCTION:** Dental caries is a localized disease that causes a destruction in the tooth of hard tissues, this is caused by acids that are produced by the fermentation of carbohydrates from food, risk factors include oral bacteria, high intake of Fermentable carbohydrates as a substrate for cariogenic bacteria and long enough for the formation of cavities. **OBJECTIVE:** To analyze which treatment is best accepted in pediatric patients, as well as which one generates less fear and anxiety, if the conventional treatment with anesthesia and high-speed part or the treatment with papain-based gel. **METHODOLOGY:** 30 temporary teeth that presented carious lesions were collected, collected from patients who attended the postgraduate course in pediatric dentistry of the UANL, a sample was taken from each tooth prior to the application of the papain gel and another sample after the application of the gel, both samples were incubated at 37 degrees for 24 hours and the bacteria in each sample were counted. **RESULTS:** The results of this research demonstrated that the variable average amount of bacteria present in the variable carious lesions before application was  $0.098 \pm 0.055$ , while in the final evaluation it was  $0.074 \pm 0.040$ , observing that there is a statistically significant difference ( $p = 0.0001$ ). **CONCLUSION:** The results of this study with the chemical-mechanical method using papain gel indicate that it is a safe and effective method for eliminating dentinal cavities and the bacteria present in them.

## 1.- INTRODUCCIÓN

La caries dental es una enfermedad localizada que causa una destrucción en el diente de los tejidos duros, esto es causado por ácidos que son producidos por la fermentación de los carbohidratos de la comida, los factores de riesgo incluyen bacterias orales, como *Streptococcus mutans*, ingesta alta de carbohidratos fermentables como sustrato para bacterias cariogénicas y el tiempo suficiente para la formación de caries, es la enfermedad más común a nivel mundial y la más recurrente entre todas las enfermedades bucales.

La mala higiene bucal produce placa bacteriana o también llamada biopelícula, esta constituye un indicador en la presencia de caries ya que está relacionado con la presencia de sustancias fermentables y bacterias cariogénicas, esto conduce a una desmineralización y por lo tanto a la caries dental. Comienza con una pequeña rugosidad en la superficie o una desmineralización superficial, progresando a lo que se conoce como cavidad, entonces si no es tratada puede causar un compromiso pulpar, abscesos, hinchazón y riesgo de extracción de la pieza.

Actualmente se acepta que una ingesta excesiva de azúcares agregados, que son definidos como azúcares que se encuentran comúnmente en alimentos que no son cereales, verduras, frutas y leche conduce a caries dental y a otros problemas de salud sistémicos como la diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares.

Los nuevos avances en la odontología restauradora se han centrado en el desarrollo de procedimientos y materiales que sean mínimamente invasivos para la eliminación de caries y la preservación de tejido dental sano. Los métodos químico-mecánicos para la eliminación de caries se han estudiado cada vez más, siendo una opción confiable para el tratamiento de caries mínimamente invasivo. Recientemente se ha desarrollado un gel con base de papaína, destinado también a la eliminación químico-mecánica de caries, este producto contiene una enzima, la papaína, que es una proteasa de actividad proteolítica y es extraída de las hojas y frutos del árbol de la papaya carica. La acción de la papaína es romper las moléculas de colágeno que están parcialmente degradadas, rompe las cadenas polipeptídicas y también hidroliza los enlaces cruzados de las fibrillas del colágeno, al aparecer burbujas en la superficie y el blanqueamiento del gel durante el procedimiento son indicios de que se está produciendo la degradación y se está liberando oxígeno, con

esto se demuestra que el proceso de eliminación ha comenzado, luego el tejido ablandado se elimina con instrumentos de punta que no cortan, como una cucharilla de dentina.

La eliminación de caries se ha realizado tradicionalmente con instrumentos rotatorios e instrumentos afilados que son efectivos, pero tienen algunas desventajas como que es difícil establecer la cantidad de dentina exacta que se debe de eliminar debido a la posibilidad de una eliminación innecesaria de estructura dental sana y también se necesita de anestesia local para evitar el dolor e incomodidad que se pueda causar por este método. Se han desarrollado métodos de eliminación de caries que son menos invasivos y pueden generar menores molestias en los pacientes pediátricos como es el uso del gel con base de papaína para la eliminación de tejido con caries, pero existe la pregunta de qué tan confiables son estos procedimientos en cuanto la limpieza de la cavidad y la eliminación de bacterias presentes en ellas.

Antes de obturar cualquier cavidad, debemos de tener la seguridad que esta lo más limpia posible para evitar una recolonización de bacterias, ¿Qué tan efectivo en la eliminación de bacterias es el gel a base de papaína?

Se realizó esta investigación con el fin de evaluar el número de bacterias presentes previo a la aplicación y después de utilizar el gel de papaína.

El objetivo principal de este trabajo fue determinar la capacidad bactericida del gel a base de papaína en las lesiones cariosas en dientes temporales.

La metodología que se utilizó para medir la cantidad de bacterias antes y después de la aplicación del gel fue tomando muestras de las lesiones cariosas de los dientes, utilizando cucharillas de dentina estériles se tomó muestra antes de la aplicación del gel y se colocó en un caldo de cerebro corazón para incubarlo, se colocó el gel según las indicaciones del fabricante (durante 3 minutos), se retiró y se tomó otra muestra del tejido. Ambas muestras se cultivaron durante 24 horas a 37 grados. Se realizó el conteo de bacterias utilizando densidad óptica.

## **2.- HIPÓTESIS**

El gel a base de papaína posee capacidad bactericida frente a bacterias presentes en un diente temporal con lesión cariosa.

### **3.-OBJETIVOS**

#### 3.1- Objetivo General

Evaluar la capacidad bactericida del gel de papaína (papacarie) en lesiones cariosas presentes en dientes temporales mediante densidad óptica.

#### 3.2.-Objetivos específicos

1.- Evaluar el número de bacterias presentes en la lesión cariosa en dientes temporales previo a la aplicación del gel a base de papaína (papacarie).

2.- Evaluar si el gel a base de papaína (papacarie) inhibe o disminuye el número de bacterias presentes en la lesión cariosa en dientes temporales posterior a la aplicación del gel.

3.- Comparar el número de bacterias presentes en la lesión cariosa previo a su aplicación y después del uso del gel a base de papaína (papacarie).

## 4.- ANTECEDENTES

### 4.1 Componentes de la cavidad oral

El examen clínico completo de la cavidad oral es un área que normalmente recibe menos énfasis en los estudios médicos, se puede obtener información importante a través de una evaluación de los tejidos orales blandos y duros, aunque el principal objetivo es distinguir entre la salud y la enfermedad, un examen oral completo junto con el historial médico puede proporcionar valiosa información sobre la salud general del paciente (Madani et al., 2014).

#### 4.1.1 Labios

Los labios son estructuras musculo-fibrosas que son fundamentales para hablar, comer, silbar, tragar, así como para comunicarnos. Los labios están compuestos por cuatro capas de tejido: cutáneo, muscular, glandular y mucoso (Jones 1989). Las áreas del labio inferior y superior se encuentran en la comisura de la boca y se llaman comisuras labiales, las comisuras son importantes tanto como para la apariencia facial y para funciones como sonreír (Jones 1989).

#### 4.1.2 Lengua y piso de boca

La lengua ocupa la mayor parte de la cavidad oral y también de la orofaringe, esta tiene diversas funciones que incluyen el habla, la masticación, la deglución y el gusto. Los movimientos de la lengua ayudan también a eliminar restos de comida de la boca. La superficie de la lengua se encuentra cubierta por las papilas linguales, hay cuatro tipos de papilas: foliadas, circunvaladas, fungiformes y filiformes (Madani et al., 2014).

El piso de la boca se encuentra en el límite inferior de la cavidad oral, en su sección anterior se encuentra el frenillo lingual, el cual conecta los músculos de la lengua con los tejidos gingivales. En el piso de boca posterior, debajo de la lengua, se encuentran los pliegues sublinguales, estos albergan glándulas sublinguales con múltiples conductos pequeños para drenar la saliva en la boca (Madani et al., 2014).

#### 4.1.3 Paladar y orofaringe

El paladar es el techo en forma de U de la cavidad bucal, la sección anterior es el paladar duro el cual separa la cavidad oral de las nasales. La línea media de sutura del paladar duro se denomina como palatino o rafe medio. Las crestas transversales, también llamadas rugosidades forman el paladar anterior (Canaan y Meehan, 2005).

El paladar blando forma la sección posterior del paladar, junto con la úvula constituye la orofaringe y también separa de la nasofaringe, esta parte del paladar controla la acción de tragar y también evita la regurgitación de los alimentos a la cavidad nasal. A los lados de la úvula se encuentran unos arcos conocidos como pilares palatinos anterior y posterior, las amígdalas palatinas se encuentran entre estos dos arcos (Canaan y Meehan, 2005).

#### 4.1.4 Dentición

Por lo general, se encuentran 32 dientes presentes en boca en un adulto y 20 dientes primarios en la boca de un niño. Los dientes se clasifican en incisivos, centrales, laterales, caninos, premolares y molares, no hay premolares ni terceros molares en la dentición temporal. Los terceros molares suelen erupcionar a finales o mediados de la adolescencia (Yadav y Sonkurla, 2013).

Cada diente se divide en dos partes que son la corona y la(s) raíz(es). La parte exterior de la corona se encuentra cubierta por esmalte que es la sustancia más dura del cuerpo. La dentina, se encuentra debajo de la capa del esmalte y forma la mayor parte del diente. El tejido blando que contiene el suministro de nervios al diente, también llamado pulpa, se encuentra dentro de la dentina y se extiende desde la punta de la raíz hasta la corona, una capa de cemento cubre la raíz, lo que ayuda que se unan el diente y el alvéolo óseo (Yadav y Sonkurla, 2013).

La dentición primaria y la dentición permanente son dos etapas diferentes en el desarrollo de los dientes en seres humanos, algunas de las principales diferencias son:

1. Momento de aparición: la dentición primaria, también conocida como “dientes de leche” o dentición decidua, comienza su erupción alrededor de los 6 meses de edad y se completa alrededor de los 2-3 años de edad. La dentición permanente, comienza alrededor de los 6 años de edad y se completa a los 17-25 años, cuando los terceros molares hacen erupción (Innes et al., 2016).

2. Número de dientes: la dentición primaria consta de 20 dientes en total: 8 incisivos (4 superiores y 4 inferiores), 4 caninos (2 superiores y 2 inferiores) y 8 molares (4 inferiores y 4 superiores). La dentición permanente consta de 32 dientes en total: 8 incisivos (4 superiores y 4 inferiores), 4 caninos (2 superiores y 2 inferiores), 8 premolares (4 superiores y 4 inferiores) y 12 molares (6 superiores y 6 inferiores) (Innes et al., 2016).

3. Tamaño y forma de los dientes: los dientes de la dentición primaria son más pequeños y de forma más redondeada en comparación de los dientes permanentes, ya que estos tienen una forma más angular y cúspides más prominentes (Yadav y Sonkurla, 2013).

4. Muda dental: los dientes de la dentición primaria son temporales y eventualmente exfolian para dar paso a los dientes permanentes, a medida que los dientes permanentes comienzan a erupcionar, las raíces de los dientes primarios se comienza a reabsorber y se caen naturalmente. Los dientes permanentes no se reemplazan, por lo tanto es importante cuidarlos y mantener una adecuada higiene oral (Yadav y Sonkurla, 2013).

## 4.2. Enfermedades comunes de la cavidad oral

Una boca sana es un componente integrado de la salud general y la calidad de vida, además de que debe de considerarse un derecho humano básico, la boca es el punto de contacto con el entorno externo del individuo, ya que la masticación, el habla, la digestión y la deglución de los alimentos comienza ahí, además de que la boca es vital para la producción de sonido y la apariencia física de un individuo (Glick et al., 2012). Sin embargo, la salud oral se ve afectada por diversas enfermedades, principalmente por caries dental, enfermedad periodontal, cáncer oral y enfermedades de las mucosas. Estos trastornos orales son las enfermedades crónicas más comunes en la población, con un gran impacto en la autoestima, las funciones orales vitales, la salud, la calidad de vida y el bienestar en general de la persona, actualmente se reconoce que las enfermedades orales son una epidemia a nivel mundial, y también un problema importante de salud pública (Beaglehol et al., 2011).

### 4.2.1 Enfermedad periodontal

La enfermedad periodontal es un grupo de enfermedades inmuno-inflamatorias que afectan a las estructuras de soporte de los dientes, categorizados como periodontitis y gingivitis (Armitage, 1999).

La gingivitis es una inflamación de la mucosa gingival que no tiene pérdida del hueso alveolar subyacente, mientras que en la periodontitis implica cambios inflamatorios, también la destrucción del ligamento periodontal y del hueso alveolar de soporte (Jin, 2015).

Clínicamente, la gingivitis es caracterizada por edema, sangrado y eritema durante el examen periodontal, estas condiciones también ocurren con la periodontitis, con signos adicionales como aumento de la bolsa periodontal, una pérdida de inserción y la reabsorción del hueso alveolar que se puede ver en las radiografías, así como recesión gingival y una hipersensibilidad, movilidad dental y abscesos periodontales, que eventualmente pueden llevar a la pérdida de dientes (Jin, 2015).

#### 4.2.2 Cáncer oral

El cáncer oral afecta generalmente a hombres de mediana edad y mayores, pero en las últimas décadas ha habido una creciente incidencia de cáncer de lengua y orofaríngeo en ambos sexos entre personas menores de 45 años. Las principales causas del cáncer oral son el consumo de tabaco, el consumo de nuez de areca y un consumo excesivo de alcohol, todos son factores de riesgo que se pueden modificar (Sperandio et al., 2013).

Aproximadamente en una cuarta parte de los jóvenes afectados por el cáncer oral la ausencia de factores etiológicos que sean conocidos hace difícil la predicción de un individuo susceptible. El cáncer oral de células escamosas surge a partir del revestimiento mucoso del piso de boca, labio, encías, paladar, lengua y la mucosa bucal. El sitio más común en países de ingresos altos es en el margen lateral de la lengua (Sperandio et al., 2013).

El cáncer invasivo temprano se presenta inicialmente como una úlcera única pequeña, que es indolora, con márgenes, placa roja y nodular, una característica es la presencia de induración en la base de una lesión persistente, estos signos se pueden detectar a través de una inspección de la cavidad oral y una palpación oral, se debe de realizar una biopsia de diagnóstico para poder confirmar la malignidad y el grado (Scully, 2014).

#### 4.2.3 Caries dental

La caries dental es una enfermedad localizada que causa una destrucción en el diente de los tejidos duros, esto es causado por ácidos que son producidos por la fermentación de los carbohidratos de la comida (Pachoński et al., 2020), los factores de riesgo incluyen bacterias orales, como *Streptococcus mutans*, ingesta alta de carbohidratos fermentables como sustrato para bacterias cariogénicas y el tiempo suficiente para la formación de caries (Novotna et al., 2015), es la enfermedad más común a nivel mundial y la más recurrente entre todas las enfermedades bucales.

La caries dental en niños y bebés ha recibido varios nombres en el pasado, incluido el de caries de biberón, hoy en día se utiliza el término de caries de la primera infancia (Tinanoff y O'Sullivan, 1997).

La Academia Americana de Odontología Pediátrica define a la caries de la primera infancia como caries en uno o más dientes temporales en un niño de 71 meses de edad o menor. La etapa inicial de la caries de la primera infancia se puede identificar fácilmente como superficies opacas o una marca de aspecto blanquecino cerca del margen gingival de los incisivos primarios superiores, en etapas posteriores, los dientes empiezan a parecer amarillos debido al colapso del esmalte y esto provoca la exposición de dentina (Mathur y Dhillon, 2018).

La caries de la primera infancia puede llegar a tener graves consecuencias en la cavidad bucal y en la salud en general, las secuelas van desde un dolor leve al comer, una privación del sueño debido al dolor hasta una negativa a consumir alimentos lo que conduce a la desnutrición, la propagación de la infección puede provocar linfadenopatía, celulitis, abscesos e incluso dañar los gérmenes dentales de los dientes permanentes, además de que puede causar una mala estética y problemas en el desarrollo del lenguaje; ambos pueden causar un impacto negativo en el desarrollo psicológico del niño (Ayhan et al., 1996; Thomas et al., 2002).

La mala higiene bucal produce placa bacteriana o también llamada biopelícula, esta constituye un indicador en la presencia de caries ya que está relacionado con la presencia de sustancias fermentables y bacterias cariogénicas, esto conduce a una desmineralización y por lo tanto a la caries dental (Corrêa et al., 2016).

Comienza con una pequeña rugosidad en la superficie o una desmineralización superficial, progresando a lo que se conoce como cavidad, entonces si no es tratada puede causar un compromiso pulpar, abscesos, hinchazón y riesgo de extracción de la pieza (Mathur y Dhillon, 2018).

#### 4.3 Etiología de la caries dental

La relación normalmente sinérgica entre la microbiota residente y el huésped es dinámica y puede ser perturbada por alteraciones en la biología de la boca o el estilo de vida, estos cambios pueden predisponer a los diversos sitios a la enfermedad (Mathur y Dhillon, 2018). Los factores de riesgo para la caries incluyen un consumo frecuente de carbohidratos fermentables (sobre todo sacarosa) y/o un flujo reducido de saliva (Sheiham y James, 2014).

Los microorganismos con rasgos que pueden ser relevantes para la caries pueden estar presentes en biopelículas en el esmalte sano, pero con un nivel que es muy bajo como para ser relevante clínicamente (Marsh 2003).

La caries es una consecuencia de un cambio que es desfavorable para el equilibrio de la microbiota que reside e impulsada por cambios en el entorno dental (Marshall 2015).

La exposición regular de la placa a azúcares dietéticos da como resultado condiciones que son repetidas de bajo pH en las biopelículas, las cuales favorecen el metabolismo y el crecimiento de bacterias que toleran los ácidos, mientras se inhiben los organismos benéficos que crecen en un pH neutro (Marsh 2003).

La etiología de la caries dental en la infancia se asocia con hábitos alimentarios, un cepillado irregular y también a indicadores socioeconómicos, los niños de familias vulnerables económicamente tienen una mayor tasa de prevalencia de caries, lo mismo ocurre con los niños cuyas madres tienen un nivel bajo de educación (Moimaz et al., 2014), así como también implica interacciones entre la estructura del diente, los azúcares, el biofilm que se forma en la superficie del diente y las influencias genéticas y salivales (Dye et al., 2017). El proceso consiste en periodos alternados de desmineralización y remineralización de los dientes, lo que, si se llega a producir una desmineralización neta por un tiempo suficiente, resulta en el inicio de lesiones de caries, es importante equilibrar los factores patológicos y también los protectores que influyen en el inicio y en la progresión de la caries dental (Dye et al., 2017).

Actualmente se acepta que una ingesta excesiva de azúcares agregados, que son definidos como azúcares que se encuentran comúnmente en alimentos que no son cereales, verduras, frutas y leche conduce a caries dental y a otros problemas de salud sistémicos como la diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares (Marshall 2015).

La caries dental no es un ejemplo de enfermedad clásica infecciosa, sino que es una consecuencia de un cambio ecológico en el equilibrio de la microbiota oral que es normalmente beneficiosa, impulsada por un cambio en el entorno oral y en el estilo de vida (Marsh 2003).

#### 4.4 Diagnóstico de caries por radiografías

La caries dental comúnmente es una causa de dolor y posteriormente, de pérdida de dientes, a pesar de que la caries es prevenible y tratable, una detección temprana y adecuada de la caries dental puede llegar a ser fundamental para lograr un tratamiento adecuado (Lian et al., 2021).

Las cavidades de tamaño grande y que son claramente visibles pueden ser detectadas mediante la inspección visual y el uso de una sonda dental y un espejo intraoral, estos métodos de detección de caries también son eficaces para las caries parcialmente oscurecidas pero que son accesibles (Grill 2016). Las radiografías panorámicas, interproximales y periapicales son tres tipos comunes de radiografías que son utilizadas en la práctica clínica.

Las radiografías interproximales y periapicales se concentran en detalles de los dientes, pueden ser uno o más, mientras que las radiografías panorámicas capturan todos los dientes presentes y otros tejidos duros de la región maxilofacial (Schwendicke y Tzschoppe, 2015). La radiografía con ala de mordida es una de las más utilizadas para detectar las lesiones cariosas y poder evaluar su profundidad, ya que tienen una alta sensibilidad y especificidad, pero no pueden realizar una detección completa de lesiones que podrían estar presentes en boca, en cambio las radiografías panorámicas se toman fuera de la boca y tienden a tener una mejor aceptación por parte de los pacientes, debido a su evidencia diagnóstica, las imágenes panorámicas se consideran la herramienta radiológica más importante para la detección de enfermedades dentales, su diagnóstico y el plan de tratamiento (Rushton 1999).

Durante el tratamiento y el diagnóstico de las enfermedades orales, los dentistas deben de interpretar las radiografías, así como también registrar los síntomas que presentan los pacientes, para hacer esto requieren de una amplia formación y tiempo para realizar interpretaciones que sean precisas en radiografías de rayos x (Geibel et al., 2017).

#### 4.5 Odontología de mínima invasión

Es un concepto o filosofía que intenta garantizar que los dientes se mantengan funcionales en boca de por vida, su desarrollo fue facilitado por diversos estudios que se han realizado sobre temas relacionados con caries dental desde el año de 1940, que incluyen biopelícula dental, fluoruro, materiales dentales adhesivos, etc. Estas investigaciones habían demostrado que el manejo de las caries dentales podría lograrse mejor si se aleja de un enfoque quirúrgico tradicional y se enfoca mejor en un manejo “biológico” (Frencken et al., 2012). Este nuevo enfoque del manejo de la lesión cariosa se denominó odontología de mínima invasión (Mount 1991).

La odontología de mínima invasión, que en un inicio fue denominada por Dawson y Makinson, es una filosofía del cuidado oral que como objetivo tiene mantener los dientes funcionales y sanos a lo largo de la vida de una persona (Dawson y Makinson, 1992) recomienda preservar no solamente los tejidos sanos del diente, sino también los tejidos que tienen potencial para remineralizarse con el fin de maximizar el potencial de cicatrización del diente (Frencken et al., 2012). Incorporando esta filosofía, el tratamiento restaurador atraumático (TRA), que apareció por primera vez a finales de la década de 1980 evolucionó y se hizo conocido como el enfoque TRA a principios de 1990, este es uno de los enfoques quirúrgicos mínimamente invasivos para el manejo de las lesiones cariadas cavitadas (Jiang et al., 2021).

Estos procedimientos implican la eliminación de los tejidos dentales con lesión cariosa usando solamente instrumentos manuales, y rara vez se necesita el uso de anestesia local, la cavidad se limpia, posteriormente se restaura con un material dental adhesivo, comúnmente se usa un cemento de ionómero de vidrio de alta viscosidad, y las fosas y fisuras de los dientes adyacentes se sellan al mismo tiempo (Holmgren et al., 2013).

TRA se define con un enfoque de atención de mínima intervención con el objetivo de prevenir el desarrollo de lesiones cariosas, así como detener su progresión hacia la dentina. Un segundo objetivo es el de restaurar las lesiones cariosas de la dentina de forma mínimamente invasiva, TRA consta de dos componentes: un componente preventivo y un componente restaurador (Frencken et al., 2012).

Este enfoque abarca varias estrategias que apuntan a mantener los dientes libres de lesiones cariosas, las cuales son: detección temprana de lesiones cariosas y evaluación del riesgo de caries con diversos instrumentos, remineralización de esmalte y dentina que se encuentren desmineralizados, óptimas medidas de prevención de caries, retiros a la medida de las lesiones cariosas, intervenciones mínimamente invasivas y reparación en lugar de reemplazo de restauraciones (Frencken et al., 2012). A partir de estas estrategias la odontología de mínima invasión no equivale a cortar cavidades más pequeñas que antes, como habían pensado inicialmente muchos dentistas (Burke, 2008).

Hay varias ventajas de un manejo TRA, en primer lugar, sin el ruido ni las vibraciones de las piezas de mano y con una necesidad menor de anestesia local, se cree que el TRA es un tratamiento agradable para el paciente, sobre todo para los niños (Leal et al., 2009). En segundo lugar, debido a que no se requiere agua ni electricidad, es una buena opción para brindar atención dental en un entorno con recursos limitados, y en tercer lugar, no requiere mucho equipo por lo que es fácil y factible capacitar a los dentistas para que adquieran la técnica (Dyer et al., 2014).

Manejo de las lesiones cariosas del esmalte:

Se han investigado y desarrollado varios enfoques no quirúrgicos, diseñados para evitar una progresión de las lesiones del esmalte hacia una cavitación, uno de los más usados para el control de las lesiones cariosas del esmalte es el uso de flúor en sus diferentes formas de presentación como barniz, pasta dental y gel (Frencken et al., 2012).

Manejo de las lesiones cariosas de dentina:

Las actividades enfocadas al manejo de lesiones cariosas dentinarias deben de estar dirigidas a un control e inactivación del proceso de la enfermedad, una preservación del tejido duro dentinario y la preservación del diente el mayor tiempo posible (Schwendicke et al., 2016).

La inactivación de la lesión cariosa se puede lograr controlando la frecuencia y la cantidad de la ingesta diaria de azúcar y eliminando la biopelícula diariamente de las superficies dentales, esto permite a la dentina desmineralizada remanente remineralizarse, el ciclo de restauración repetido se puede evitar si la cavidad que se encuentra limpia se

restaura con condiciones óptimas clínicas con un adecuado material de restauración que sea adecuado (Simonsen y Stallard, 1977).

La filosofía de la odontología de mínima invasión busca preservar el tejido natural dental el mayor tiempo posible al no eliminar la dentina y el esmalte cariados innecesariamente y apoyar la remineralización de la dentina y esmalte desmineralizados, por lo tanto los tratamientos no restauradores ocupan lugar en el manejo de lesiones cariosas de la dentina dentro de la odontología de mínima invasión (Schwendicke et al., 2016). Ejemplos de tratamientos no restaurativos de lesiones cariosas de dentina que se encuentra cavitada incluyen la aplicación de sdf y la técnica de Hall (Innes et al., 2011).

Principios para la remoción de dentina cariada desmineralizada:

En febrero del año 2015 un grupo de 21 cariólogos de 12 países se reunió en Bélgica y se formó la Colaboración Internacional de Consenso de Caries (ICCC) y se acordaron las siguientes pautas para la eliminación del tejido cariado (Schwendicke et al., 2016):

- Preservar el tejido no desmineralizado y que sea remineralizable.
- Lograr un adecuado sellado colocando una restauración periférica sobre esmalte y/o dentina sanos, controlando así la lesión cariada e inactivando las bacterias que puedan quedar remanentes.
- Evitar el dolor y la incomodidad, así como la ansiedad dental, ya que tienen un impacto en la planificación y los resultados del tratamiento. Son más recomendados los métodos que tienen menos probabilidades de provocar ansiedad dental.
- Mantener la salud de la pulpa preservando la dentina residual evitando irritaciones pulpares innecesarias y previniendo la exposición de la pulpa, es decir dejar la dentina blanca cerca de la pulpa si esto es necesario.
- Maximizar la longevidad de la restauración que se colocará eliminando suficiente dentina para colocar una restauración que sea duradera.

¿Cuánto tejido se debe de eliminar?

Diversos estudios han investigado el estado de la dentina desmineralizada que se encuentra debajo de restauraciones bien selladas y los resultados confirman que no es necesario eliminar toda la dentina desmineralizada (Frencken et al., 2012).

La eliminación de toda la dentina desmineralizada impide que el tejido se remineralice y por lo tanto debilita innecesariamente la estructura del diente. La cantidad del tejido cariado que debe de eliminarse y cuánto queda depende de la profundidad y del tamaño de la lesión, así como de exposición pulpar (Frencken et al., 2012).

Según la ICCC la dentina blanda y suave se debe de eliminar y se conserva la dentina firme y desmineralizada. Suave se puede definir como el tejido que se deforma cuando se presiona un instrumento duro sobre él y que se levanta fácilmente con aplicación de poca fuerza y “firme” como el tejido que es resistente físicamente a la excavación manual y se necesita ejercer presión a través de un instrumento para levantarlo (Innes et al., 2016).

Según lo recomendado por el ICCC, para poder evitar la exposición pulpar en cavidades que son profundas, es recomendable dejar un poco de dentina blanda sobre el piso de la cavidad (Whitworth et al., 2005).

¿Qué método de eliminación del tejido cariado en dentina es preferible?

La mayor parte de los estudios que han investigado la eficacia de los métodos de eliminación del tejido cariado han utilizado diferentes criterios de valoración para delimitar la dentina descompuesta, estos criterios de valoración no pueden relacionarse con las estrategias que son sugeridas por el ICCC para la eliminación del tejido cariado en dentina (Celiberti et al., 2006). Sin embargo, utilizando los resultados disponibles de los estudios in vitro sobre este tema, parece ser que las fresas metálicas giratorias de forma redonda tienden a sobrepasar las cavidades y también que las técnicas de láser no preparan adecuadamente las cavidades, también se ha descubierto que las fresas auto limitantes de polímero y cerámica preparan menos las cavidades (Celiberti et al., 2006). Los métodos de eliminación del tejido cariado de dentina más apropiados en estos estudios utilizaron un gel que se aplica quimio-mecánicamente o una cucharilla de dentina (Celiberti et al., 2006).

Otro principio que es cada vez más importante es evitar el desarrollo de dolor y ansiedad, la ansiedad dental desarrollada en una edad temprana puede llevar a evitar la atención profesional y esto lleva a una mala salud bucal, los instrumentos manuales parecen causar menos ansiedad dental en niños y se ha demostrado que son selectivos para eliminar tejidos cariados, se debe preferir una excavación manual a una rotatoria cuando se eliminan los tejidos cariados en dentina (Leal et al., 2009).

#### Restauración de una cavidad limpia

La forma en que es restaurada una cavidad contribuye a la esperanza de vida del diente, es vital evitar o reducir las microfiltraciones en la interfase entre la restauración y el diente, por lo tanto todos los procedimientos de restauración mínimamente invasivos deben de garantizar la presencia de un sellado hermético del material de restauración en la cavidad de dentina y esmalte (De Amorim et al., 2018). Esto requiere que la parte coronal de la cavidad debe de estar lo más libre posible de dentina blanda, esto es para obtener una unión que sea segura del material adhesivo con la estructura dental, se obtiene un aumento adicional en el tiempo de vida del diente al sellar los márgenes de la restauración y las fisuras y fosas cuando estén indicados y disponibles (Tedesco et al., 2017).

#### 4.5.1 Remoción química-mecánica

La odontología mínimamente invasiva en la actualidad ha sido desarrollada para el diagnóstico, la interceptación, la detección y el tratamiento de la caries dental de una manera más conservadora, con menos inconvenientes para los pacientes que pueden ser molestos como son la necesidad de utilizar anestesia y los posibles efectos que podrían ser adversos para la pulpa debido al calor y la presión ejercidos por la pieza de mano (Murdoch-Kinch y McLean, 2003).

La eliminación de caries químico-mecánica fue introducida hace casi tres décadas y es considerada una alternativa no invasiva para la eliminación de dentina cariada, el objetivo principal de esta es eliminar la porción que está más externa de la capa infectada para así reparar y remineralizar la dentina desmineralizada (Kuboki et al., 1977). Este método de eliminación de caries satisface la mayoría de los criterios para una técnica ideal

de eliminación de caries, ya que es una técnica no invasiva que elimina a los tejidos infectados, preservando las estructuras dentales que están sanas, evitando así la irritación pulpar y las molestias al paciente (En esta técnica se aplica una solución químico mecánica sobre lo que es el tejido cariado, induciendo así una degradación parcial del colágeno y rompiendo los enlaces de hidrógeno) (Maragakis et al., 2001). Una manera de hacer este tipo de remoción es mediante el uso del gel a base de papaína, su eficacia en la eliminación de caries que en comparación con la eliminación de caries rotatoria convencional, ha sido confirmada mediante microscopía electrónica de barrido, microdureza tisular, número residual de bacterias cariogénicas y la evaluación clínica a largo plazo ha dado muy buenos resultados (Matsumoto et al., 2013).

Se considera que la eliminación completa del tejido cariado es un paso esencial para el tratamiento de las lesiones cariosas dentinarias ya que también se supone que el éxito de un tratamiento restaurador depende de una eliminación completa de bacterias (Weerheijm et al., 1999). El abordaje invasivo de una extirpación parcial del tejido cariado está destinado a mantener la más profunda capa de la dentina cariada que está poco infectada y que puede remineralizarse (Kato y Fusayama, 1970). Además, el sellado posterior de la cavidad después del tratamiento contribuye a que se formen la dentina terciaria y la esclerosis de los túbulos dentinarios, así evitando la innecesaria exposición de la pulpa (Kidd, 2004). En comparación con la extirpación completa del tejido cariado, esta técnica produce resultados similares en cuanto a la progresión de la lesión y la longevidad de las restauraciones, además de que es superior en términos de preservación del tejido pulpar (Ricketts et al., 2006).

#### 4.5.2 Papaína

Los nuevos avances en la odontología restauradora se han centrado en el desarrollo de procedimientos y materiales que sean mínimamente invasivos para la eliminación de caries y la preservación de tejido dental sano. Los métodos químico-mecánicos para la eliminación de caries se han estudiado cada vez más, siendo una opción confiable para el tratamiento de caries mínimamente invasivo (Bussadori 2011).

Recientemente se ha desarrollado un gel con base de papaína, destinado también a la eliminación químico-mecánica de caries, este producto contiene una enzima, la papaína, que es una proteasa de actividad proteolítica y es extraída de las hojas y frutos del árbol de la papaya carica (Gianini et al., 2010; Khattab et al., 2012).

En un estudio realizado por Flindt, la papaína actúa solamente en el tejido dañado, esto es por la ausencia de una proteasa anti-plasmática llamada alda-1-antitripsina que dificulta la acción proteolítica en los tejidos que se consideran normales, la ausencia de esta permite a la papaína romper las moléculas parcialmente degradadas (Flindt 1979). Dawkins demostró que la papaína contiene propiedades bacteriostáticas y bactericidas que inhiben el crecimiento de bacterias gram positivas y gram negativas (Dawkins et al., 2003).

Papacarie es un gel que está compuesto por papaína y cloramina el cual tiene propiedades desinfectantes, la papaína es una cisteína proteasa que es de origen vegetal, extraída de la papaya, con alta actividad proteolítica y con similitudes con la pepsina humana, esta combinación actúa como bacteriostática y bactericida y presenta propiedades que son antiinflamatorias actuando como un agente desbridante que no daña a los tejidos sanos (Bussadori et al., 2005).

Las cloraminas ayudan al proceso de curación y también reducen el tiempo de reparación de los tejidos, además de que tienen el potencial de disolver la dentina cariada por medio de la cloración del colágeno parcialmente degradado, esto hace que se altere la estructura del colágeno, se disuelvan los enlaces de hidrógeno y ayuda a eliminar los tejidos (Dawkins et al., 2003).

La acción de la papaína es romper las moléculas de colágeno que están parcialmente degradadas, rompe las cadenas polipeptídicas y también hidroliza los enlaces cruzados de las fibrillas del colágeno, al aparecer burbujas en la superficie y el blanqueamiento del gel durante el procedimiento son indicios de que se está produciendo la degradación y se está liberando oxígeno, con esto se demuestra que el proceso de eliminación ha comenzado (Bittencourt et al., 2010), luego el tejido ablandado se elimina con instrumentos de punta que no cortan, como una cucharilla de dentina.

Actualmente en Brasil y en otros países de América del sur, papacarie ha tenido una amplia respuesta de aplicaciones en odontología, esto debido por la disponibilidad en el mercado, su aplicabilidad clínica y su costo relativamente bajo, siendo actualmente uno de los métodos conservadores más usados en esas regiones (Lopes et al., 2007).

Un punto de controversia del gel de papaína es que si este gel reduce las colonias de bacterias que se encuentran presentes en los túbulos dentarios de la dentina afectada, estos productos bacterianos son perjudiciales para la pulpa, sobre todo en cavidades que son profundas donde la fina capa restante de dentina es menos rígida y si se llega a eliminar en exceso existe una posibilidad de exposición dental (Silva et al., 2016). Cuando las bacterias y sus productos como el ácido entran en contacto con la pulpa generan un proceso inflamatorio que afecta los fibroblastos y odontoblastos (Silva et al., 2016).

Las bacterias pueden persistir en las cavidades dentales independientemente de las técnicas que son utilizadas para la eliminación de las caries, las bacterias que persisten en la dentina inmediatamente después de una eliminación completa del tejido cariado siguen estando viables y pueden llegar a proliferar (Gupta et al., 2013).

Se hizo un cambio en la composición del gel de papaína con el fin de mejorar sus propiedades y su aplicación, de manera que también pudiera ser utilizado como agente para remoción de tejido dentinario necrótico y a la vez como agente antimicrobiano (Betsy et al., 2014). Este cambio se realizó por la adición de un fotosensibilizador que podía ser activado por la luz en la terapia fotodinámica y la interacción entre el gel y la luz, respecto a la cual se hipotetizaba que para que el efecto antimicrobiano de la papaína fuera mayor se añadía el azul de metileno (Betsy et al., 2014).

Una frecuencia mediana de Streptococcus y el recuento total de las bacterias después del sellado sugiere que hay recolonización de la cavidad, por lo tanto es necesario un agente que contenga propiedades antimicrobianas para una eliminación completa de las bacterias antes de sellar la cavidad con un material de restauración (Lula et al., 2009).

#### 4.6 Relación bacteria-diente

La boca, como otras superficies del cuerpo, se encuentra colonizada desde el nacimiento por una gama diversa de microorganismos (conocidos como microbiota oral).

El grupo más común son las bacterias, pero también pueden estar presentes virus, protozoos, levaduras, etc. (Devine et al., 2015). La microbiota oral tiene una relación de tipo mutualista con el huésped, los microorganismos orales residentes se benefician de un hábitat nutritivo y cálido que es proporcionado por el huésped y a cambio actúan para poder repeler a microorganismos invasores, ayudan a las defensas del huésped y se comunican para regular las respuestas inflamatorias que causan las bacterias excesivas (Devine et al., 2015).

La saliva tiene un papel importante en el mantenimiento de la microbiota ya que amortigua el entorno oral a un pH neutro, el cual es óptimo para el crecimiento de la mayor parte de la microbiota oral, así como también proporciona proteínas como nutrientes, la microbiota oral crece en superficies como comunidades que son organizadas funcional y estructuralmente de especies que interactúan entre sí, que son denominadas placa dental (Nobbs et al., 2011).

La placa dental es un ejemplo de biopelícula, cuya formación tiene varias etapas (Wright et al., 2013).

La superficie de los dientes se encuentra cubierta por una película acondicionadora de proteínas, que es adquirida y que deriva principalmente de la saliva, pero también contiene componentes bacterianos y los productos de estos, comida y sangre (Scannapieco, 1994). La película adquirida proporciona los sitios de unión para crear la adherencia de los primeros colonizadores bacterianos de la superficie de los dientes, lo cual lleva a una formación de biopelículas dentales y a su vez actúa como una barrera física la cual evita la difusión del ácido (Hara y Zero, 2010).

Las bacterias pueden mantenerse cerca de la superficie por las fuerzas de van der Waal, entre la película acondicionadora y las capas externas de la bacteria, la unión se vuelve más fuerte y más permanente si ocurren interacciones entre las moléculas de la bacteria y los receptores complementarios de la película (Nobbs et al., 2011).

Las especies colonizadoras secundarias se adhieren a los primeros colonizadores en una co-adhesión y así aumenta la complejidad de la biopelícula, la biopelícula madura y a la vez se producen numerosas interacciones microbianas antagónicas y sinérgicas (Jakubovics et al., 2014). Se forma una matriz que está compuesta por exopolímeros bacterianos (polímeros secretados por el ambiente externo), están incluidos los

polisacáridos que son derivados del metabolismo del azúcar y del ADN; la matriz ayuda para retener la biopelícula en las superficies y puede influir en la penetración y en el movimiento de las moléculas dentro de la biopelícula (Jakubovics et al., 2014; Klein et al., 2015). La biopelícula protege a las bacterias contra agentes antimicrobianos, la composición de las biopelículas puede variar en diferentes superficies del diente debido a diferencias en las condiciones ambientales locales (Klein et al., 2015).

Los conceptos actuales de la etiología y patogénesis de la caries dental están enfatizados en un enfoque que es mixto bacteriano-ecológico como el responsable del inicio y de la progresión de la lesión (Kleinberg, 2002).

En lugar de ser considerada como una enfermedad infecciosa causada por un organismo en específico, ahora se sabe que la caries dental es una enfermedad mediada por biofilm.

Las lesiones cariosas se desarrollan por un desbalance ecológico en la flora bacteriana del biofilm de la placa dental, haciendo que se pierda el equilibrio fisiológico entre el mineral del diente y el líquido de la biopelícula, haciendo que se incline hacia la desmineralización y la formación de lesiones cariosas (Marsh, 2003).

Según la hipótesis de la placa ecológica (EPH), los factores que son críticos que desencadenan un aumento del componente acidúrico/acidógeno del microbioma oral son las condiciones locales como son la disfunción salival o la exposición frecuente al azúcar en la dieta, por lo cual la caries dental puede ser considerada como una infección endógena que puede ocurrir cuando los miembros de la flora que es residente obtienen una ventaja sobre las otras especies, esto interrumpe el equilibrio homeostático de la biopelícula y por el cual inicia el proceso de la enfermedad (Marsh y Martin, 1999).

Aún y en la etapa altamente acidúrica, la pérdida de minerales y la composición microbiana se pueden revertir, siempre y cuando las propiedades acidógenas y acidúricas de la biopelícula se modifiquen con medidas preventivas que sean eficaces, por ejemplo, minimizando la exposición al azúcar.

La importancia del modelo de EPH es que no sólo es el genotipo bacteriano, sino las características fenotípicas (propiedades acidogénicas y acidúricas) y los parámetros reguladores que son relevantes para causar un cambio ecológico microbiano que lleva a la formación de caries. Actualmente existe un consenso donde cualquier especie

bacteriana puede participar en lo que es el proceso de caries, siempre que sea dominante y acidúrica (Philip et al., 2018).

Estos conceptos ecológicos de las lesiones cariosas han sido confirmados por estudios basados en ADN y ARN donde se ha descubierto un ecosistema microbiano muy diverso donde mutans representa una pequeña fracción de la comunidad bacteriana que está implicada en el proceso de las caries (Simon y Mira., 2015).

Los microbiólogos orales han ampliado las especies bacterianas principales en microbiomas asociados a caries de las bacterias cariogénicas tradicionales aisladas en cultivos como *S. mutans*, *Lactobacillus*, *Actinomyces* y *S. sobrinus* para incluir especies bacterianas como *Scardovia wiggsiae*, *Prevotella*, entre otras.

Además, las asociaciones bacteriano-fúngicas también pueden mejorar sinérgicamente la virulencia de la biopelícula cariogénica, *Candida albicans* es detectada en grandes cantidades con frecuencia en la placa dental de niños con caries en la primera infancia (ECC) (Tanner et al., 2016).

Estudios recientes han demostrado que existe una relación simbiótica entre *S. mutans* y *C. albicans*, la cual es mediada por la influencia de glucosiltransferasas derivadas de bacterias, lo que contribuye al aumento de la gravedad de la ECC (Kim et al., 2017).

En general las bacterias que quedan en la dentina inmediatamente después de una eliminación completa del tejido cariado permanecen viables y pueden proliferar, sin embargo sólo un grupo pequeño de estreptococos mutans y *Lactobacillus* spp son detectables después de que se realiza un sellado de la cavidad, lo que sugiere una ausencia de actividad de la lesión cariosa, una mayor frecuencia de *Streptococcus* y el total de microorganismos encontrados después del sellado en algunas muestras sugiere una recolonización de la cavidad (Mejàre et al., 1979). Las probables explicaciones de que esto pase son la microfiltración en las restauraciones de resina compuesta y la proliferación de bacterias que se adaptan al medio ambiente (Paddick et al., 2005).

En varios estudios se observaron reducciones cuantitativas y cualitativas después del sellado en las cavidades que fueron tratadas mediante una remoción parcial, en este sentido una reducción significativa de bacterias acidúricas como pueden ser los *Lactobacillus* spp y los estreptococos mutans, además se observó en el grupo experimental

que después del sellado el microambiente restaurado era menos ácido (Paddick y col., 2005).

Tomando estos datos en conjunto se apoya la opinión de que un sellado después de la eliminación parcial del tejido cariado puede modificar el crecimiento de las bacterias y puede reducir la presencia de bacterias cariogénicas.

#### 4.6.1 Streptococcus mutans

En el año de 1924 J. Clarke aisló microorganismos de lesiones cariosas, a los cuales llamó Streptococcus mutans, porque pensó que las formas ovaladas que observaba eran formas mutantes de estreptococos (Clarke, 1924).

A finales de la década de 1950 mutans obtuvo una amplia atención dentro de la comunidad científica y en la década de 1960, los estudios describieron a S. mutans como un importante agente etiológico en la caries dental (Loesche, 1986).

El hábitat natural de mutans es la cavidad oral humana, siendo específicos en la placa dental, que es una biopelícula multiespecie que se forma en las superficies duras del diente.

Ha sido ampliamente aceptado que el potencial cariogénico de mutans son tres atributos centrales: su capacidad de sintetizar cantidades grandes de polímeros extracelulares de glucano a partir de sacarosa que ayudan en la colonización de superficies duras y en el desarrollo de la matriz polimérica extracelular in situ, la capacidad de transportar y metabolizar una gama amplia de carbohidratos en ácidos orgánicos, y la capacidad de prosperar en condiciones de estrés ambiental como un pH bajo (acidez) (Lemos y Burne, 2008).

S. mutans no actúa solo en el desarrollo de la caries dental, pero puede alterar el entorno local para formar así un rico entorno de pH bajo, siendo esto favorable para que prosperen otras especies de bacterias acidogénicas y acidúricas (Lemos et al., 2019).

Como patógeno humano S. mutans está implicado también en la endocarditis bacteriana subaguda, que es una inflamación potencialmente mortal de las válvulas del corazón, mientras que un subconjunto de cepas ha estado relacionado con otras patologías extraorales, como son nefropatía por IgA, aterosclerosis y microhemorragias cerebrales (Lemos et al., 2019).

Las cepas de *S. mutans* se clasifican en cuatro grupos serológicos diferentes que son: c, e, f y k, en función con la composición del polisacárido de ramosa-glucosa de su superficie celular, con -75% de las cepas aisladas de la placa dental, las cuales pertenecen al serotipo c, -20% al e, y el 5% restante está clasificado como serotipos f o k (Nakano y Ooshima, 2009).

Como una bacteria del ácido láctico, *S. mutans* exclusivamente se basa en la glucólisis para la producción de energía, una característica que tiene este organismo es su capacidad para metabolizar una gran variedad de carbohidratos (Ajdic et al., 2002). La sacarosa es un disacárido que está ligado a  $\beta 2$ , que es un compuesto de glucosa y fructosa que ha demostrado, por diversas razones, ser el más cariogénico de todos los carbohidratos, *S. mutans* ha desarrollado múltiples vías para catabolizar la sacarosa para la producción de ácido (Zeng y Burne, 2013), y varias enzimas glicosiltransferasa convierten la sacarosa en un glucano polimérico extracelular que es similar al pegamento que promueve una acumulación de biopelículas mediante la unión celular a las superficies de los dientes y otros microorganismos orales (Bowen y Koo, 2011).

Como el agente etiológico de la caries dental humana, *S. mutans* principalmente vive en la biopelícula de la superficie de los dientes, llamada placa dental, las cepas de *S. mutans* pueden producir hasta tres glucosiltransferasas, GtfB, -C y -D, las cuales utilizan el resto de la glucosa de la sacarosa como un sustrato para sintetizar polímeros de glucosa de glucanos, que son conocidos también como mutans (Bowen y Koo, 2011). GtfB sintetiza los glucanos insolubles en agua ricos en enlaces  $\alpha(1-3)$ , GtfC produce una mezcla de glucanos solubles que son ricos en enlaces  $\alpha(1-6)$  y glucanos insolubles, y GtfD principalmente produce glucanos solubles, que son a menudo llamados dextrano (Bowen y Koo, 2011).

Estos polímeros, son los principales constituyentes de las matrices de biopelículas de la placa dental, además, *S. mutans* codifica varias proteínas de unión a glucanos asociadas a la superficie, GbpA, -B, -B y -D, junto con los glucanos adhesivos sirven como un andamiaje integrado para la formación de la biopelícula dependiendo de sacarosa, que es fundamental para la cariogenicidad de este organismo al promover la acumulación local de células microbianas mientras forma una matriz que limita la difusión y protege a las bacterias que se incrustan (Lemos et al., 2019).

## 5.- MÉTODOS

### 5.1 Universo de estudio

El universo de estudio son 30 dientes temporales cariados en esmalte y dentina, extraídos de pacientes que acuden al posgrado de Odontopediatria en la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Nuevo León, a cada diente se le tomo una muestra previa a la aplicación del gel de papaína y otra muestra después de la aplicación del gel, ambas muestras se incubaron a 37 grados por 24 horas y se contaron las bacterias de cada muestra utilizando el iMark microplate absorbance reader.

### 5.2 Recolección de piezas.

Se realizó la recolección de 30 piezas que fueron indicadas para extracción, el criterio de inclusión fueron piezas temporales que presentaran lesiones cariosas. Los dientes se recolectaron de acuerdo con las pautas establecidas por el comité de ética de la Facultad de Odontología.

Al realizar la extracción el diente se colocó en suero fisiológico para evitar que se deshidratara y se incrustaron en un troquel en el mismo día de la recolección, sin dejar pasar más de dos horas, para poder tener una mejor manipulación, asegurando que la corona y la lesión cariosa fuera visible.



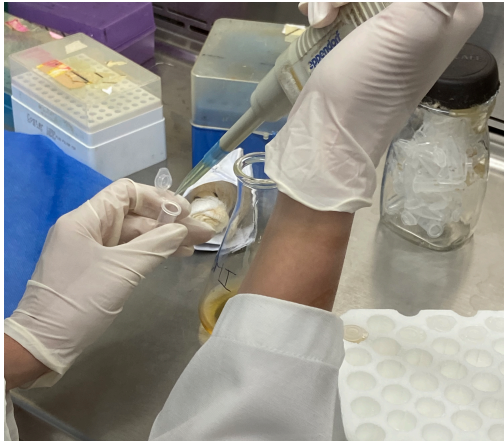
**Figura 1.** Recolección de pieza dental

### 5.3 Muestra previa a la aplicación del gel.

Se tomó una muestra del tejido cariado usando una cucharilla número 17 estéril, dentro de una campana de flujo laminar para tener un ambiente estéril controlado y se colocó en el tubo de ensayo que contenía mil microlitros de caldo de corazón cerebro recolectado con una micropipeta de la marca eppendorf.



**Figura 2.** Equipo para toma de muestra



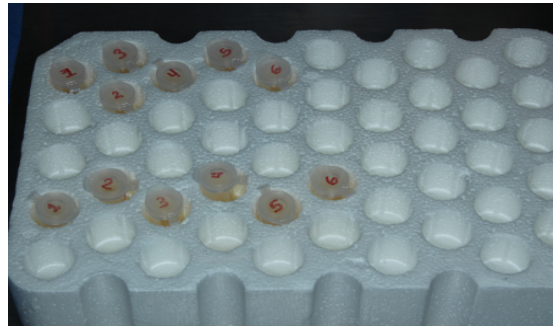
**Figura 3.** Colocación de gel

#### 5.4 Aplicación del gel a base de papaína.

Se colocó el gel a base de papaína y se dejó actuar durante 3 minutos según la indicación del fabricante, posteriormente se retiró el gel usando algodón estéril, se tomó otra muestra usando una cucharilla estéril #17 y se colocó en otro tubo de ensayo con mil microlitros de caldo de cerebro corazón.

#### 5.5 Muestras recolectadas.

Se marcaron los tubos de ensayo para poder tener un control de las muestras, previo a la aplicación del gel y posterior a la aplicación.



**Figura 4.** Muestras

#### 5.6 Incubadora.

Ambas muestras se pusieron a incubar por 24 horas a una temperatura de 37 grados centígrados.

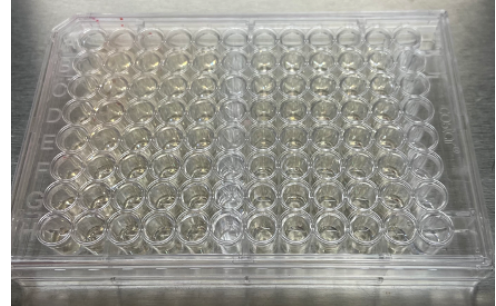


**Figura 5.** Incubadora

## 5.7 Microplate

Transcurridas las 24 horas de la incubación, con la ayuda de una pipeta de la marca eppendorf se colocaron 50 microlitros de agua estéril y 50 microlitros del caldo con las bacterias previamente incubadas.

Se hicieron 5 repeticiones de cada diente previo a la aplicación del gel y después de haber aplicado el gel.



**Figura 6.** Microplate.



**Figura 7.** iMark Microplate Absorbance.

## 5.8 Densidad óptica

Se utilizó el iMark microplate absorbance reader con una densidad óptica de 550 nanómetros para realizar las mediciones de las muestras, una medición previa a la aplicación del gel y otra medición posterior a la aplicación del gel.

## 6.- RESULTADOS

Se hizo registro del número de órgano dentario del cual se tomaron las muestras, así como también el sexo y edad del paciente del cual fueron extraídos los órganos dentarios.

Tabla 1.

*Órgano dentario, edad y sexo de los pacientes*

		Frecuencia	Porcentaje
Órgano dentario	51	1	3.33
	52	2	6.67
	54	4	13.33
	55	3	10.00
	61	1	3.33
	64	4	13.33
	74	5	16.67
	75	2	6.67
	84	5	16.67
	85	3	10.00
Sexo	Femenino	15	50.00
	Masculino	15	50.00
Edad	4 años	5	16.67
	5 años	13	43.33
	6 años	9	30.00
	7 años	3	10.00
Total		30	100

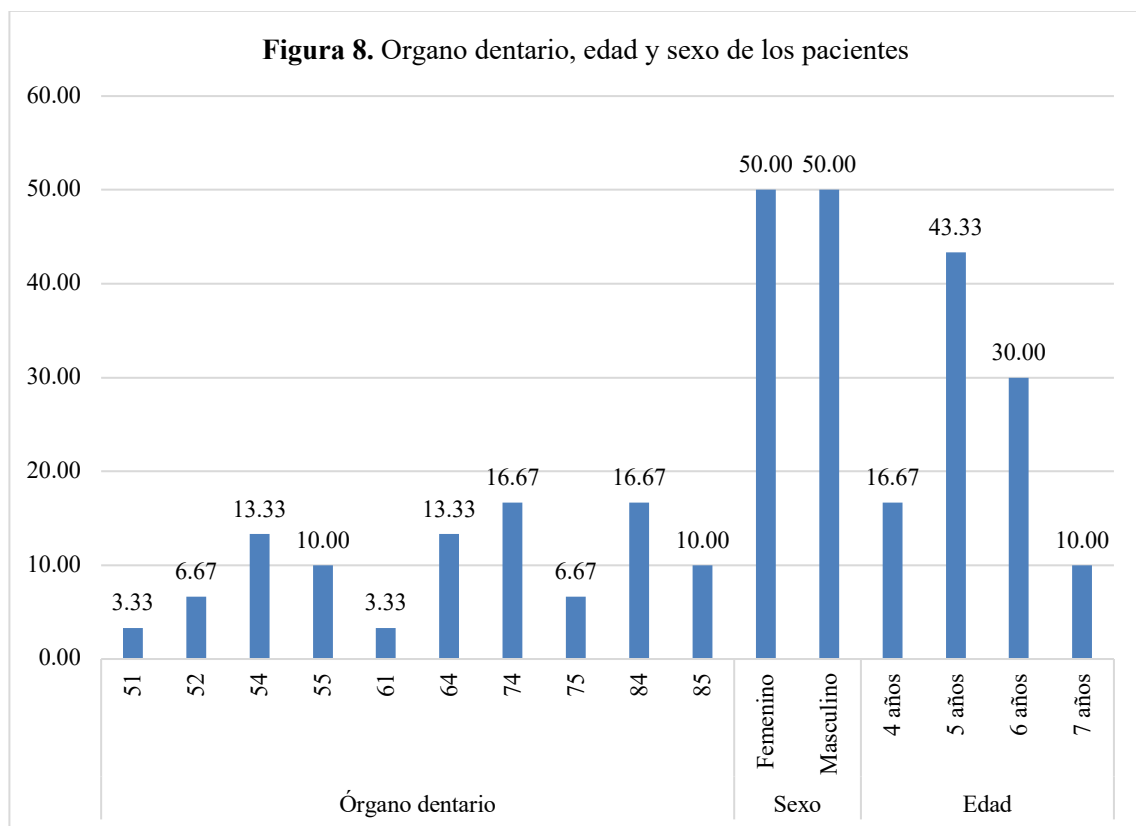
Se recopilaron datos de los pacientes de los cuales las muestras fueron recolectadas, entre los cuales se registró el órgano dentario, el sexo del paciente y la edad.

El tamaño de la muestra fue de 30 órganos dentarios.

Entre la población de la cual se tomaron las muestras se encontró que el 16.67% correspondía a los órganos dentarios 84 y 74 dando una frecuencia de 5 ambas piezas, seguidos por un 13.33% de los órganos 54 y 64 con una frecuencia de 4 en ambos órganos dentarios, el 10% fue de los órganos 55 y 85 con una frecuencia de 3 en ambos, el 6.67% corresponde a los órganos dentarios 52 y 75 ambos con una frecuencia de 2, mientras que el 3.33% fue de los órganos dentarios 51 y 61 con una frecuencia de 1, dando un total del 100%.

En cuanto al sexo, 50% eran del género femenino con una frecuencia de 15 y 50% del sexo masculino con frecuencia de 15.

En términos de edad, se encontró que el 43.33% tenían 5 años de edad con una frecuencia de 13, seguido por un 30% de 6 años de edad con frecuencia de 9, 16.67% tenían 4 años de edad con 5 de frecuencia y un 10% tenían 7 años de edad con un 3 de frecuencia.



La figura 8 representa un gráfico donde se muestran las comparaciones de donde se obtuvieron las muestras, se observa fue un 50% tanto de pacientes masculinos como femeninos.

La edad de los pacientes de donde se obtuvieron las muestras; un 16.67% tenían cuatro años de edad al momento de la recolección, 43.33% 5 años de edad, 30% 6 años de edad y 10% 7 años de edad.

En cuanto al número de órgano dentario, se observa que el 3.33% fue la pieza 51, el 6.67% fue el órgano 52, el 13.33% fue el órgano 55, un 3.33% corresponde al órgano 61, un 16.67% es del órgano 84 y el 10% es del órgano 85, dando al final un total del 100%.

Tabla 2.

*Estadística descriptiva de las variables de estudio según el momento de la aplicación*

	Antes	Después	Control Negativo
Media	0.098	0.074	0.099
Mediana	0.084	0.064	0.085
Moda	0.090	0.049	0.090
Desviación estándar	0.055	0.040	0.055
Varianza	0.003	0.002	0.003
Mínimo	0.050	0.036	0.050
Máximo	0.482	0.254	0.482
Rango	0.432	0.218	0.432
IC 95%	0.089	0.068	0.090
	0.107	0.081	0.108

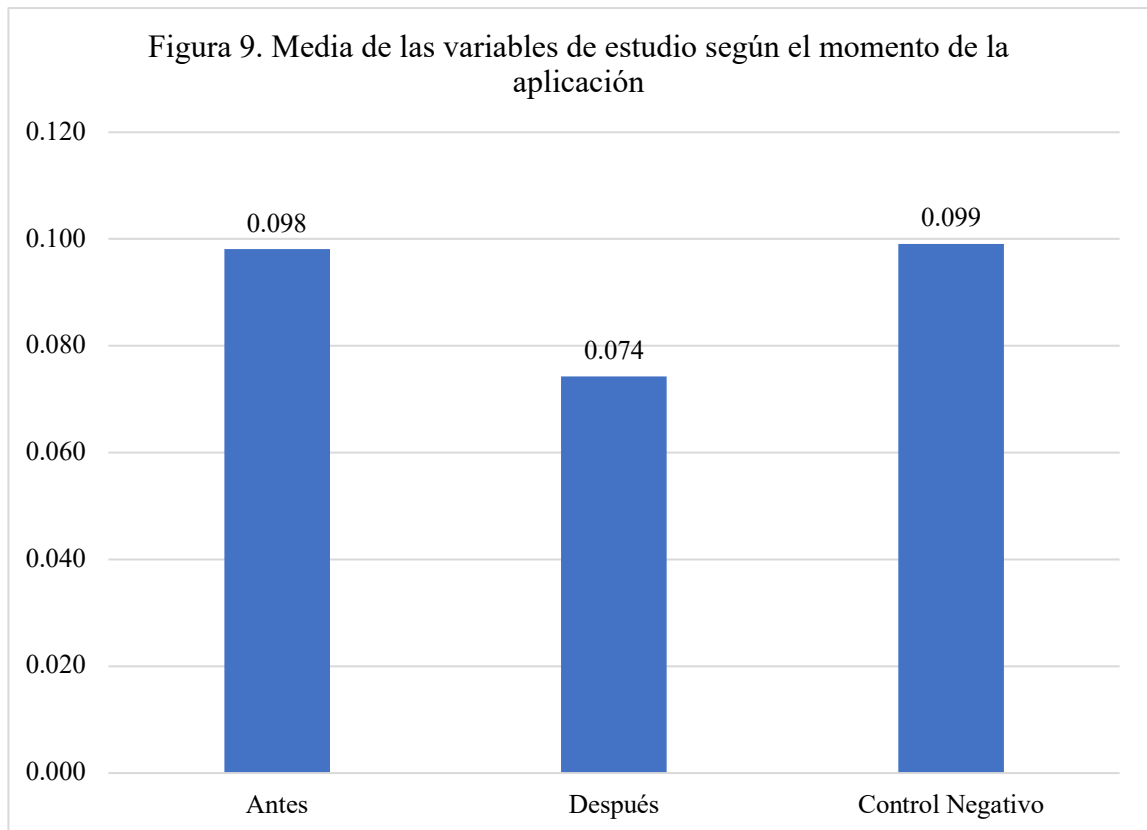


Tabla 3.

*Prueba t de diferencia de medias para muestras relacionadas*

	Media	Desviación Estándar	Prueba t	Valor p
Previo - Posterior	0.024	0.034	8.46	0.0001
Previo - Control Negativo	-0.001	0.001	-8.78	0.0001
Posterior - Control Negativo	-0.025	0.034	-8.82	0.0001

Las tablas 2 y 3 proporcionan la estadística descriptiva de los tres grupos de datos, siendo estos previo, posterior y control negativo. Esta estadística ayuda a resumir y comprender las características de cada conjunto de datos, siendo este el análisis de las variables de estudio basado en la tabla proporcionada:

En la tabla 2 se observa que el promedio de la variable previo a la aplicación fue de  $0.098 \pm 0.055$ , mientras que en la evaluación final fue de  $0.074 \pm 0.040$ , observándose que existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.0001$ ).

La mediana de la variable previo a la aplicación del producto fue de  $0.084 \pm 0.055$ , mientras que al momento de la evaluación final fue de  $0.064 \pm 0.040$ , se observa que hay una diferencia estadísticamente significativa.

En la moda de las variables previo a la aplicación se observa un valor de  $0.090 \pm 0.055$  y al momento de la evaluación final fue de  $0.049 \pm 0.040$ , encontrándose una diferencia estadísticamente significativa.

En la dispersión de los datos se refleja una varianza de 0.003 previo a la aplicación, en comparación con posterior de la aplicación que fue de 0.002, lo cual es poco representativo.

El valor mínimo de las variables previo a la aplicación fue de 0.050, mientras que en la evaluación final fue de 0.036, observándose una disminución en el conteo de bacterias de 0.014.

El valor máximo de las variables previo a la aplicación fue de 0.482, en la evaluación final fue de 0.254, encontrándose una disminución de 0.228 en el conteo final.

En cuanto al rango, previo a la aplicación fue de 0.432-0.089, mientras que en la evaluación final fue de 0.218-0.068, con un intervalo de confianza del 95%.

## 7.- DISCUSIÓN

Los métodos nuevos para la eliminación de caries han sido siempre un objetivo importante para los odontólogos que buscan una posible alternativa a los métodos convencionales que existen dentro del campo de la odontología pediátrica.

Kidd et al., utilizaron un procedimiento para toma de muestras de la dentina residual en el cual utilizaron una fresa redonda. En este estudio, se optó por una cucharilla de dentina para poder tener mejor control sobre la muestra.

Varios investigadores han demostrado que a menudo queda un número bajo de microorganismos residuales en la dentina clínicamente dura que esta sana a pesar de una reducción significativa en el recuento bacteriano (Subramaniam et al.). Las bacterias residuales no pueden ser consideradas como las únicas responsables de la aparición de la caries secundaria, ya que los factores de cada individuo como los hábitos en la dieta y la higiene bucal también tienen un papel considerable en la progresión de la caries. Los resultados del estudio son comparables con los de Kidd et al ya que los valores bacterianos no son totalmente nulos, pero si disminuyeron.

Bussadori et al., observaron a través del micsorcopio electrónico de barrido que en el método con Papacarie se encontraba más preservación de la estructura dentinaria, en este estudio, el método con Papacarie fue útil para preservar más cantidades de tejido dental sano sientó mínimamente invasivo.

Recientemente han surgido avances en la odontología que proporcionan técnicas menos invasivas para un manejo correcto y menos traumático de la eliminación de caries, uno de ellos es el uso del gel a base de papaína, en un estudio realizado por Flindt, la papaína actúa solamente en el tejido dañado, esto es por la ausencia de una proteasa anti-plasmática llamada alfa-1-antitripsina que dificulta la acción proteolítica en los tejidos que se consideran normales, la ausencia de esta permite a la papaína romper las moléculas parcialmente degradadas (Flindt 1979). En este estudio se utilizó un gel a base de papaína para eliminar el tejido cariado y poder comparar el número de bacterias presentes en la cavidad antes y después del uso del gel a base de papaína.

Se tiene conocimiento de que la duración de los procedimientos dentales puede llegar a afectar directamente el comportamiento de los pacientes pediátricos, dificultando el tratamiento y pudiendo llegar a provocar algún trauma psicológico.

Seligman et al., mencionan que es importante evitar experiencias que sean desagradables en las citas dentales de los niños, no sólo para poder tener éxito en el tratamiento, sino también para poder evitar las fobias dentales que típicamente pueden surgir durante la infancia y que están asociadas con la evitación futura de la atención dental.

Diversas revisiones sistemáticas (Schwendicke 2018; Deng et al 2018) muestran que a pesar de que se usan los métodos químico mecánicos para facilitar la eliminación selectiva de los tejidos cariados ablandados, los productos a base de papaína tienden a requerir de citas dentales más largas que los instrumentos que son rotatorios, pero también pueden llegar a considerarse una opción que es más rápida a cuando se utiliza de forma aislada frente a la excavación manual.

## 8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La primera infancia es una etapa que es clave en el desarrollo físico y emocional de los individuos. Utilizar métodos de remoción de caries que sean indoloros y eficientes en niños es de suma importancia para poder proporcionar una cita con el odontólogo que no genere miedo ni ansiedad y que sea agradable para el paciente.

Los resultados de este estudio con el método químico-mecánico usando el gel de papaína indican que es un método seguro y efectivo para la eliminación de caries dentinaria. Como se ha documentado in vitro la eficacia del gel activo es buena para la eliminación de bacterias presentes en las lesiones cariosas.

Al capacitar al odontólogo en el uso de estos nuevos materiales es vital, ya que debemos de mantenernos actualizados y proporcionar una atención de calidad que además resulte en una visita placentera al paciente, causando la menor incomodidad posible, pero que además resulte eficiente en la eliminación bacteriana.

Los odontólogos somos responsables de los tratamientos que usamos con nuestros pacientes, siendo un factor clave la limpieza de las cavidades dentales para una restauración exitosa.

En este estudio tuvimos como resultado una diferencia significativa en la eliminación bacteriana de cavidades dentales, comparando la cavidad dental antes de la aplicación del gel de papaína y después de la aplicación de este producto.

El valor promedio en la medición bacteriana de las cavidades fue de  $0.098 \pm 0.055$ , mientras que en la evaluación final fue de  $0.074 \pm 0.040$ , observándose que existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.0001$ ).

El uso de nuevos métodos para remoción de lesiones cariosas, que además puedan dejar una cavidad con la menor cantidad de bacterias es algo que se debería de implementar por los odontólogos, siendo un área de oportunidad en odontopediatría, ya que el uso del gel de papaína para remoción de caries no necesita el uso de anestesia, siendo una ventaja para el odontopediatra.

Los resultados de este estudio con el método químico-mecánico indican que es un método seguro y efectivo para la eliminación de caries dentinaria.

Como se ha documentado in vitro la eficacia del gel activo es buena para la eliminación de bacterias en las lesiones cariosas.

Se puede emplear con éxito para tratar pacientes médicamente comprometidos, que se encuentren postrados en cama y con edades escolares. Por lo tanto este método parece ser una alternativa prometedora para el futuro en el uso con pacientes pediátricos.

Se recomienda seguir realizando estudios sobre el tema y capacitar a los odontólogos en el uso del gel de papaína para implementar más métodos no invasivos en la remoción de lesiones cariosas.

## 9.- LITERATURA CITADA

- 1- Ajdić D, McShan WM, McLaughlin RE, Savić G, Chang J, Carson MB, Primeaux C, Tian R, Kenton S, Jia H, Lin S, Qian Y, Li S, Zhu H, Najjar F, Lai H, White J, Roe BA, Ferretti JJ. Genome sequence of *Streptococcus mutans* UA159, a cariogenic dental pathogen. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2002 Oct 29;99(22):14434-9.
- 2- Ayhan H, Suskan E, Yildirim S. The effect of nursing or rampant caries on height, body weight and head circumference. *J Clin Pediatr Dent* 1996; 20:209–12.
- 3- Bittencourt ST, Pereira JR, Rosa AW, Oliveira KS, Ghizoni JS, Oliveira MT. Mineral content removal after Papacarie application in primary teeth: a quantitative analysis. *J Clin Pediatr Dent*. 2010 Spring;34(3):229-31.
- 4- Bowen WH, Koo H. Biology of *Streptococcus mutans*-derived glucosyltransferases: role in extracellular matrix formation of cariogenic biofilms. *Caries Res*. 2011;45(1):69-86.
- 5- Burke FJ. Minimal intervention isn't just small cavities! *Dent Update*. 2008 Oct;35(8):509.
- 6- Bussadori SK, Castro LC, Galvão AC. Papain gel: a new chemo-mechanical caries removal agent. *J Clin Pediatr Dent*. 2005 Winter;30(2):115-9.
- 7- Bussadori SK, Guedes CC, Bachiega JC, Santis TO, Motta LJ. Clinical and radiographic study of chemical-mechanical removal of caries using Papacárie: 24-month follow up. *J Clin Pediatr Dent*. 2011 Spring;35(3):251-4.
- 8- Cardoso M, Coelho A, Lima R, Amaro I, Paula A, Marto CM, Sousa J, Spagnuolo G, Marques Ferreira M, Carrilho E. Efficacy and Patient's Acceptance of Alternative Methods for Caries Removal-a Systematic Review. *J Clin Med*. 2020 Oct 23;9(11):3407.
- 9- Celiberti P, Francescut P, Lussi A. Performance of four dentine excavation methods in deciduous teeth. *Caries Res*. 2006;40(2):117-23.
- 10- Clarke JK. 1924. On the bacterial factor in the etiology of dental caries. *Brit J Exp Pathol* 5:141–147.

- 11- Corrêa-Faria P, Paixão-Gonçalves S, Paiva SM, Pordeus IA. Incidence of dental caries in primary dentition and risk factors: a longitudinal study. *Braz Oral Res.* 2016 May 20;30(1): S1806-83242016000100254.
- 12- Dawkins G, Hewitt H, Wint Y, Obiefuna PC, Wint B. Antibacterial effects of *Carica papaya* fruit on common wound organisms. *West Indian Med J.* 2003 Dec;52(4):290-2.
- 13- Dawson AS, Makinson OF. Dental treatment and dental health. Part 1. A review of studies in support of a philosophy of Minimum Intervention Dentistry. *Aust Dent J.* 1992 Apr;37(2):126-32.
- 14- De Amorim RG, Frencken JE, Raggio DP, Chen X, Hu X, Leal SC. Survival percentages of atraumatic restorative treatment (ART) restorations and sealants in posterior teeth: an updated systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2018 Nov;22(8):2703-2725.
- 15- Devine DA, Marsh PD, Meade J. Modulation of host responses by oral commensal bacteria. *J Oral Microbiol.* 2015 Feb 6; 7:26941.
- 16- Dorri M, Martinez-Zapata MJ, Walsh T, Marinho VC, Sheiham Deceased A, Zaror C. Atraumatic restorative treatment versus conventional restorative treatment for managing dental caries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017 Dec 28;12(12):CD008072.
- 17- Dye BA, Vargas CM, Fryar CD, Ramos-Gomez F, Isman R. Oral health status of children in Los Angeles County and in the United States, 1999-2004. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2017 Apr;45(2):135-144.
- 18- Dyer TA, Brocklehurst P, Glenny AM, Davies L, Tickle M, Issac A, Robinson PG. Dental auxiliaries for dental care traditionally provided by dentists. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014 Aug 20;(8):CD010076.
- 19- Flindt M. Health and safety aspects of working with enzymes. *Process biochemistry* 1979; 3-7.
- 20- Frencken JE, Peters MC, Manton DJ, Leal SC, Gordan VV, Eden E. Minimal intervention dentistry for managing dental caries - a review: report of a FDI task group. *Int Dent J.* 2012 Oct;62(5):223-43.

- 21- Geibel M.A., Carstens S., Braisch U., Rahman A., Herz M., Jablonski-Momeni A. Radiographic diagnosis of proximal caries-influence of experience and gender of the dental staff. *Clin. Oral Investig.* 2017; 21:2761–2770.
- 22- Gianini RJ, do Amaral FL, Flório FM, Basting RT. Microtensile bond strength of etch-and-rinse and self-etch adhesive systems to demineralized dentin after the use of a papain-based chemomechanical method. *Am J Dent.* 2010 Feb;23(1):23-8.
- 23- Gill J. Dental Caries: The Disease and its Clinical Management, Third Edition. *Br. Dent. J.* 2016; 221:443.
- 24- Gupta S, Singh C, Yeluri R, Chaudhry K, Munshi AK. Clinical and microbiological evaluation of the carious dentin before and after application of Papacarie gel. *J Clin Pediatr Dent.* 2013 Winter;38(2):133-8.
- 25- Holmgren CJ, Roux D, Doméjean S. Minimal intervention dentistry: part 5. Atraumatic restorative treatment (ART)--a minimum intervention and minimally invasive approach for the management of dental caries. *Br Dent J.* 2013 Jan;214(1):11-8.
- 26- Innes NP, Evans DJ, Stirrups DR. Sealing caries in primary molars: randomized control trial, 5-year results. *J Dent Res.* 2011 Dec;90(12):1405-10.
- 27- Innes NP, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, Van Landuyt K, Banerjee A, Campus G, Doméjean S, Fontana M, Leal S, Lo E, Machiulskiene V, Schulte A, Splieth C, Zandona A, Schwendicke F. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Terminology. *Adv Dent Res.* 2016 May;28(2):49-57.
- 28- Ismail AI, Sohn W, Tellez M, Amaya A, Sen A, Hasson H, Pitts NB. The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2007 Jun;35(3):170-8.
- 29- Jiang M, Fan Y, Li KY, Lo ECM, Chu CH, Wong MCM. Factors affecting success rate of atraumatic restorative treatment (ART) restorations in children: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2021 Jan;104:103526.
- 30- Kato S, Fusayama T. Recalcification of artificially decalcified dentin in vivo. *J Dent Res.* 1970 Sep-Oct;49(5):1060-7.

- 31- Khattab NM, Omar OM. Papain-based gel for chemomechanical caries removal: influence on microleakage and microshear bond strength of esthetic restorative materials. *J Am Sci* 2012;8:391–399.
- 32- Kidd EA. How 'clean' must a cavity be before restoration? *Caries Res.* 2004 May-Jun;38(3):305-13.
- 33- Kim D, Sengupta A, Niepa TH, Lee BH, Weljie A, Freitas-Blanco VS, Murata RM, Stebe KJ, Lee D, Koo H. *Candida albicans* stimulates *Streptococcus mutans* microcolony development via cross-kingdom biofilm-derived metabolites. *Sci Rep.* 2017 Jan 30;7:41332.
- 34- Kleinberg I. A mixed-bacteria ecological approach to understanding the role of the oral bacteria in dental caries causation: an alternative to *Streptococcus mutans* and the specific-plaque hypothesis. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2002;13(2):108-25.
- 35- Kuboki Y, Ohgushi K, Fusayama T. Collagen biochemistry of the two layers of carious dentin. *J Dent Res.* 1977 Oct;56(10):1233-7.
- 36- Leal SC, Abreu DM, Frencken JE. Dental anxiety and pain related to ART. *J Appl Oral Sci.* 2009;17 Suppl(spe):84-8.
- 37- Lemos JA, Burne RA. A model of efficiency: stress tolerance by *Streptococcus mutans*. *Microbiology (Reading).* 2008 Nov;154(Pt 11):3247-3255.
- 38- Lemos JA, Palmer SR, Zeng L, Wen ZT, Kajfasz JK, Freires IA, Abranches J, Brady LJ. The Biology of *Streptococcus mutans*. *Microbiol Spectr.* 2019 Jan;7(1):10.
- 39- Lian L, Zhu T, Zhu F, Zhu H. Deep Learning for Caries Detection and Classification. *Diagnostics (Basel).* 2021 Sep 13;11(9):1672.
- 40- Loesche WJ. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol Rev.* 1986 Dec;50(4):353-80. doi: 10.1128/mr.50.4.353-380.1986.
- 41- Lopes MC, Mascarini RC, da Silva BM, Florio FM, Basting RT. Effect of a papain-based gel for chemomechanical caries removal on dentin shear bond strength. *J Dent Child* 2007; 74:93–97.
- 42- Lula ECO, Monteiro-Neto V, Alves CMC, Ribeiro CCC. Microbiological Analysis after Complete or Partial Removal of Carious Dentin in Primary Teeth: A Randomized Clinical Trial. *Caries Res,* 43:354–358,2009.

- 43- Maragakis GM, Hahn P, Hellwig E. Chemomechanical caries removal: a comprehensive review of the literature. *Int Dent J.* 2001 Aug;51(4):291-9.
- 44- Maragakis GM, Hahn P, Hellwig E. Clinical evaluation of chemomechanical caries removal in primary molars and its acceptance by patients. *Caries Res.* 2001 May-Jun;35(3):205-10.
- 45- Marsh P, Martin M V. The resident oral microflora. In *Oral Microbiology*. pp. 17–33. Woburn: Reed Educational and Professional Publishing Ltd, 1999.
- 46- Marsh PD. Are dental diseases examples of ecological catastrophes? *Microbiology (Reading)*. 2003 Feb;149(Pt 2):279-294.
- 47- Marshall TA. Nomenclature, characteristics, and dietary intakes of sugars. *J Am Dent Assoc.* 2015 Jan;146(1):61-4. doi: 10.1016/j.adaj.2014.11.007. Epub 2014 Dec 18.
- 48- Mathur VP, Dhillon JK. Dental Caries: A Disease Which Needs Attention. *Indian J Pediatr.* 2018 Mar;85(3):202-206.
- 49- Matsumoto SF, Motta LJ, Alfaya TA, Guedes CC, Fernandes KP, Bussadori SK. Assessment of chemomechanical removal of carious lesions using Papacarie Duo™: randomized longitudinal clinical trial. *Indian J Dent Res.* 2013 Jul-Aug;24(4):488-92.
- 50- Mejàre B, Mejàre I, Edwardsson S: Bacteria beneath composite restorations – a culturing and histobacteriological study. *Acta Odontol Scand* 1979;37:267–275.
- 51- Moimaz SAS, Fadel CB, Lolli LF, Garbin CA, Garbin AJ, Saliba NA. Social aspects of dental caries in the context of mother-child pairs. *J Appl Oral Sci* 2014;22(1):73-8.
- 52- Motta LJ, Martins MD, Porta KP, Bussadori SK. Aesthetic restoration of deciduous anterior teeth after removal of carious tissue with Papacarie®. *Ind J Dent Res*, 20(1):117-120,2009.
- 53- Mount GJ. Minimal treatment of the carious lesion. *Int Dent J.* 1991 Feb;41(1):55-9.
- 54- Murdoch-Kinch CA, McLean ME. Minimally invasive dentistry. *J Am Dent Assoc.* 2003 Jan;134(1):87-95.

- 55- Nakano K, Ooshima T. Serotype classification of *Streptococcus mutans* and its detection outside the oral cavity. *Future Microbiol.* 2009 Sep;4(7):891-902.
- 56- Nobbs AH, Jenkinson HF, Jakubovics NS. Stick to your gums: mechanisms of oral microbial adherence. *J Dent Res.* 2011 Nov;90(11):1271-8.
- 57- Novotna M, Podzimek S, Broukal Z, Lencova E, Duskova J. Periodontal Diseases and Dental Caries in Children with Type 1 Diabetes Mellitus. *Mediators Inflamm.* 2015;2015:379626.
- 58- Pachoński M, Jarosz-Chobot P, Koczor-Rozmus A, Łanowy P, Mocny-Pachońska K. Dental caries and periodontal status in children with type 1 diabetes mellitus. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab.* 2020;26(1):39-44. English.
- 59- Paddick JS, Brailsford SR, Kidd EAM, Beighton D: Phenotypic and genotypic selection of microbiota surviving under dental restorations. *Appl Environ Microbiol* 2005; 71: 2467–2472.
- 60- Philip N, Suneja B, Walsh L. Beyond *Streptococcus mutans*: clinical implications of the evolving dental caries aetiological paradigms and its associated microbiome. *Br Dent J.* 2018 Feb 23;224(4):219-225.
- 61- Pitts N. "ICDAS"--an international system for caries detection and assessment being developed to facilitate caries epidemiology, research and appropriate clinical management. *Community Dent Health.* 2004 Sep;21(3):193-8.
- 62- Ricketts DN, Kidd EA, Innes N, Clarkson J. Complete or ultraconservative removal of decayed tissue in unfilled teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006 Jul 19;(3)
- 63- Rushton V. The quality of panoramic radiographs in a sample of general dental practices. *Br. Dent. J.* 1999;186:630–633.
- 64- Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, Van Landuyt K, Banerjee A, Campus G, Doméjean S, Fontana M, Leal S, Lo E, Machiulskiene V, Schulte A, Splieth C, Zandona AF, Innes NP. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal. *Adv Dent Res.* 2016 May;28(2):58-67.
- 65- Schwendicke F., Tzschoppe M. Radiographic caries detection: A systematic review and meta-analysis. *J. Dent.* 2015;43:924–933.

- 66- Simón-Soro A, Mira A. Solving the etiology of dental caries. *Trends Microbiol.* 2015 Feb;23(2):76-82.
- 67- Simonsen RJ, Stallard RE. Sealant-restorations utilizing a diluted filled composite resin: one year results. *Quintessence Int Dent Dig.* 1977 Jun;8(6):77-84.
- 68- Tanner AC, Kressirer CA, Faller LL. Understanding Caries From the Oral Microbiome Perspective. *J Calif Dent Assoc.* 2016 Jul;44(7):437-46.
- 69- Tedesco TK, Calvo AF, Lenzi TL, Hesse D, Guglielmi CA, Camargo LB, Gimenez T, Braga MM, Raggio DP. ART is an alternative for restoring occlusoproximal cavities in primary teeth - evidence from an updated systematic review and meta-analysis. *Int J Paediatr Dent.* 2017 May;27(3):201-209.
- 70- The American Academy of Pedodontics and The American Academy of Pediatric Dentistry. Policy on Early Childhood Caries (ECC): classifications, consequences, and preventive strategies. *Oral Health Policies. Reference Manual. Am Acad Pediatr Dentistry.* 2014;37:50–2.
- 71- Thomas C, Primosch R. Changes in incremental weight and well-being of children with rampant caries following complete dental rehabilitation. *Pediatr Dent* 2002;24:109–13.
- 72- Weerheijm KL, Kreulen CM, de Soet JJ, Groen HJ, van Amerongen WE. Bacterial counts in carious dentine under restorations: 2-year in vivo effects. *Caries Res.* 1999;33(2):130-4.
- 73- Whitworth JM, Myers PM, Smith J, Walls AW, McCabe JF. Endodontic complications after plastic restorations in general practice. *Int Endod J.* 2005 Jun;38(6):409-16.
- 74- Zeng L, Burne RA. Comprehensive mutational analysis of sucrose-metabolizing pathways in *Streptococcus mutans* reveals novel roles for the sucrose phosphotransferase system permease. *J Bacteriol.* 2013 Feb;195(4):833-43.
- 75- Wright CJ, Burns LH, Jack AA, Back CR, Dutton LC, Nobbs AH, Lamont RJ, Jenkinson HF. Microbial interactions in building of communities. *Mol Oral Microbiol.* 2013 Apr;28(2):83-101.
- 76- Scannapieco FA. Saliva-bacterium interactions in oral microbial ecology. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1994;5(3-4):203-48.

- 77- Hara AT, Zero DT. The caries environment: saliva, pellicle, diet, and hard tissue ultrastructure. *Dent Clin North Am.* 2010 Jul;54(3):455-67.
- 78- Jakubovics NS, Yassin SA, Rickard AH. Community interactions of oral streptococci. *Adv Appl Microbiol.* 2014;87:43-110.
- 79- Klein MI, Hwang G, Santos PH, Campanella OH, Koo H. Streptococcus mutans-derived extracellular matrix in cariogenic oral biofilms. *Front Cell Infect Microbiol.* 2015 Feb 13;5:10.
- 80- Sheiham A, James WP. A reappraisal of the quantitative relationship between sugar intake and dental caries: the need for new criteria for developing goals for sugar intake. *BMC Public Health.* 2014 Sep 16;14:863.
- 81- Silva ZS Jr, Huang YY, de Freitas LF, França CM, Botta SB, Ana PA, Mesquita-Ferrari RA, Santos Fernandes KP, Deana A, Lima Leal CR, Prates RA, Hamblin MR, Bussadori SK. Papain gel containing methylene blue for simultaneous caries removal and antimicrobial photoinactivation against Streptococcus mutans biofilms. *Sci Rep.* 2016 Sep 19;6:33270.
- 82- Betsy J, Prasanth CS, Bajju KV, Prasanthila J, Subhash N. Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy in the management of chronic periodontitis: a randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2014 Jun;41(6):573-81.
- 83- Kidd EA, Joyston-Bechal S, Beighton D. Microbiological validation of assessments of caries activity during cavity preparation. *Caries Res.* 1993;27(5):402-8.
- 84- Subramaniam P, Babu KL, Neeraja G. Comparison of the antimicrobial efficacy of chemomechanical caries removal (Carisolv) with that of conventional drilling in reducing cariogenic flora. *J Clin Pediatr Dent.* 2008 Spring;32(3):215-9.
- 85- Bussadori SK, Guedes CC, Hermida Bruno ML, Ram D. Chemo-mechanical removal of caries in an adolescent patient using a papain gel: case report. *J Clin Pediatr Dent.* 2008 Spring;32(3):177-80.
- 86- Madani M, Berardi T, Stoopler ET. Anatomic and examination considerations of the oral cavity. *Med Clin North Am.* 2014 Nov;98(6):1225-38.
- 87- Jones JA. Integrating the oral examination into clinical practice. *Hosp Pract (Off Ed).* 1989 Oct 30;24(10A):23-7, 30

- 88- Canaan TJ, Meehan SC. Variations of structure and appearance of the oral mucosa. *Dent Clin North Am.* 2005 Jan;49(1):1-14, vii.
- 89- Yadav SS, Sonkurla S. Sarjeev's supernumerary tooth notation system: a universally compatible add-on to the Two-Digit system. *Indian J Dent Res.* 2013 May-Jun;24(3):395-6.
- 90- Glick M, Monteiro da Silva O, Seeberger GK, Xu T, Pucca G, Williams DM, Kess S, Eiselé JL, Séverin T. FDI Vision 2020: shaping the future of oral health. *Int Dent J.* 2012 Dec;62(6):278-91.
- 91- Beaglehole R, Bonita R, Horton R, Adams C, Alleyne G, Asaria P, Baugh V, Bekedam H, Billo N, Casswell S, Cecchini M, Colagiuri R, Colagiuri S, Collins T, Ebrahim S, Engelgau M, Galea G, Gaziano T, Geneau R, Haines A, Hospedales J, Jha P, Keeling A, Leeder S, Lincoln P, McKee M, Mackay J, Magnusson R, Moodie R, Mwatsama M, Nishtar S, Norrving B, Patterson D, Piot P, Ralston J, Rani M, Reddy KS, Sassi F, Sheron N, Stuckler D, Suh I, Torode J, Varghese C, Watt J; Lancet NCD Action Group; NCD Alliance. Priority actions for the non-communicable disease crisis. *Lancet.* 2011 Apr 23;377(9775):1438-47.
- 92- Armitage GC. Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. *Ann Periodontol.* 1999 Dec;4(1):1-6.
- 93- Jin L. Group E. Initiator paper. Interprofessional education and multidisciplinary teamwork for prevention and effective management of periodontal disease. *J Int Acad Periodontol.* 2015 Jan;17(1 Suppl):74-9.
- 94- Sperandio M, Brown AL, Lock C, Morgan PR, Coupland VH, Madden PB, Warnakulasuriya S, Møller H, Odell EW. Predictive value of dysplasia grading and DNA ploidy in malignant transformation of oral potentially malignant disorders. *Cancer Prev Res (Phila).* 2013 Aug;6(8):822-31.
- 95- Scully C. Challenges in predicting which oral mucosal potentially malignant disease will progress to neoplasia. *Oral Dis.* 2014 Jan;20(1):1-5.

## **10.- RESUMEN BIOGRÁFICO**

María Estefanía Betancourt Camarena

Candidato para el Grado de

Maestro en Ciencias Odontológicas en el área de Odontopediatría.

Tesis: ALTERACIONES HISTOQUÍMICAS EN PLACENTAS A TÉRMINO DE MUJERES DIABÉTICAS Y MUJERES NORMALES DE 30-35 AÑOS DE EDAD

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud

Datos Personales: Nacida en Monterrey, Nuevo León el 14 de enero de 1994

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido Cirujano Dentista en 2019