



UNIVERSIDAD DE IXTLAHUACA CUI

LICENCIATURA DE CIRUJANO DENTISTA

“EFECTIVIDAD DE DOS MARCAS COMERCIALES DE MTA A LA FILTRACIÓN BACTERIANA EN PERFORACIONES ENDODÓNTICAS”

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL TITULO DE
CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA:

OSCAR OMAR GONZÁLEZ CRUZ
GUSTAVO CRUZ GONZÁLEZ

ASESOR DE TESIS

E. EN. E. NANCY AIDE HERNANDEZ VALDES

IXTLAHUACA, ESTADO DE MEXICO, 11 DE NOVIMBRE DEL 2019





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

1. Antecedentes	1
1.1 Usos generales.....	1
1.2 Composición química del MTA.....	2
1.3 Aplicación clínica.....	3
1.4 Mecanismo de acción	7
2. Planteamiento del problema.....	8
3. Justificación.....	9
4. Hipótesis.....	10
5. Objetivos	11
5.1 Objetivo general	11
5.2 Objetivos específicos	11
6. Materiales y métodos	12
6.1 Diseño de estudio	12
6.2 Población y Universo estudiado	12
6.3 Muestreo	12
6.4 Criterios de inclusión, exclusión y eliminación	12
7. Variables de estudio.....	13
7.1 Variables dependientes.....	13
7.2 Variables independientes.....	13
8. Procedimiento	15
8.1 Obtención y selección de los especímenes	15
8.2 Preparación de las muestras	15
8.3 Preparación del conducto y obturación.....	16

8.4 Perforación de los especímenes	17
8.5 Colocación del MTA	18
8.6 Laboratorio	19
9. Resultados	24
10. Discusión.....	26
11. Conclusiones.....	32
12. Consideraciones bioéticas.....	33
15. Referencia bibliografica	34
16. Anexos	37
17. Oficios	59

1. ANTECEDENTES

Con el paso de los años la odontología se ha estudiado para resolver las probables situaciones que se nos presentan a lo largo de la elaboración de un tratamiento con la finalidad de devolver la salud óptima al paciente. Hoy en día las opciones han incrementado de manera radical, la tecnología y los materiales de uso odontológico se han diversificado tanto que tenemos un campo bastante amplio para lograr mantener una pieza dental el mayor tiempo posible en boca sin pensar en la extracción como primera opción. Se ha vuelto un reto el conseguir un material que logre cumplir con efectividad propiedades físicas, químicas, biológicas y mecánicas dentro de la cavidad bucal (1).

Se realizó el descubrimiento de un material que es posible cumplir con tales propiedades y se considera una evolución en el área odontológica. El MTA fue reportado por primera vez en 1993 por Lee y Torabinejad, es un derivado del cemento Portland (cemento hidráulico que fragua y endurece al reaccionar con el agua conformando una masa resistente y duradera usada en arquitectura y construcción). Se elaboró en la Universidad de Loma Linda California, Estados Unidos, con la finalidad de sellar la comunicación entre la zona periradicular y el interior del diente, como material de retroobtusión y en perforaciones radiculares (2-4).

En 1998 la FDA norteamericana (U.S. Food And Drugs Administration) evaluó y aprobó el MTA y fue analizado comercialmente en 1999 como ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Denta Oklahoma-USA) (2-4).

1.1 Usos Generales

El agregado de trióxido mineral (MTA) es un nuevo material desarrollado para endodoncia. Sus principales indicaciones son para el tratamiento pulpar en dientes vitales (pulpotomias, recubrimiento pulpar directo e indirecto), apicoformaciones (barrera apical), cirugía endodóntica, reparación de perforaciones furcales, laterales y las provocadas por las reabsorciones. El MTA favorece la formación de hueso y

cemento y puede facilitar la regeneración del ligamento periodontal sin provocar inflamación (2, 4, 5).

1.2 Composición química del MTA

El MTA es un polvo que consta de partículas finas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad. La hidratación del polvo genera un gel coloidal que forma una estructura dura (6).

Componentes fundamentales del MTA.

75%	Silicato tricálcico: 3CaO-SiO_2	
	Aluminato tricálcico: 3CaO-SiO_2	
	Silicato dicálcico: 2CaO-SiO_2	
	Aluminato férrico tetracálcico: $4\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$	
20%	Oxido de Bismuto: Bi_2O_3	
4.4%	Sulfato de calcio dihidratado: $\text{CaSO}_4\text{-2H}_2\text{O}$	
0.6%	Residuos Insolubles	Sílica cristalina
		Oxido de calcio
		Sulfato de potasio y sodio

Cuadro 1. Componentes del MTA Fuente: Rodriguez-Villalobo, 2011 (6)

Se le ha adicionado también óxido de bismuto que le proporciona la radiopacidad (7).

Se comercializaba en 2 formas: GMTA (MTA gris) y WMTA (MTA blanco), se introdujo en primera instancia un color gris y fue comercializado con el nombre de ProRoot MTA (Dentsply, Tulsa Dental Products, Tulsa OK) actualmente se encuentra en desuso por su pigmentación, por lo que se desarrolló WMTA en 2002 (1,8).

La diferencia entre WMTA y GMTA se basa en la concentración de óxido de hierro, el cual se encuentra en menor cantidad o nula en WMTA, hay mayor concentración de aluminio y magnesio que en GMTA (9).

1.3 Aplicación clínica

Como tratamiento en pulpa dental:

El recubrimiento pulpar directo e indirecto sólo está indicado en dientes con ápices inmaduros cuando se expone la pulpa y se quiere mantener su vitalidad. Estos tratamientos están contraindicados si existe sintomatología de pulpitis irreversible. El MTA ha demostrado que estimula la formación de puentes de dentina adyacente a la pulpa dental. Esta formación de dentina puede dar la capacidad de sellado, alcalinidad y biocompatibilidad (4, 5, 9).

Pulpotomía:

Se ha demostrado que es un material biocompatible que presenta un pH básico de 12.5 y que tiene una gran capacidad de sellado, características que favorecen el proceso de curación pulpar, la reducción de infección bacteriana y la formación de dentina reparativa; además de poseer otras propiedades tales como su radiopacidad, que permite su control radiográfico, un nivel de resistencia a la compresión suficiente para ser material de relleno de la cámara pulpar siempre que esta sea sellada con otro material, lo que permitiría su permanencia en el tiempo de forma estable en la cámara pulpar (7).

Retro-obturación del conducto radicular:

El MTA se asocia con la formación de cemento y la regeneración de tejidos periradiculares (1).

MTA como una barrera apical de los dientes con pulpas necróticas y ápice abierto:

El MTA puede utilizarse como barrera apical en dientes con ápice inmaduro y pulpa necrótica. Este material estimula la formación de tejido duro sin producir inflamación en el área adyacente al ápice de las raíces inmaduras (4).

Reparación de perforaciones dentales:

Se ha intentado colocar diversos materiales en una perforación dental, ubicadas en diferentes zonas del órgano dentario, pero no han sido tan efectivas. Reportes a 20 meses de la colocación de MTA en furca demostraron la reparación de tejidos y que en comparación con otros materiales el MTA presenta mayor solubilidad que otros materiales como el IRM (1,5).

Reparación de reabsorción radicular externa o interna:

Varios estudios in vitro, han demostrado que el MTA es un material adecuado para la reparación de estos defectos de reabsorción (4,5).

Obturaciones a retro en cirugía endodóntica:

La realización de una apicectomía y de una cavidad a retro y la posterior obturación de la misma con un material de obturación apical está indicada para conseguir un buen sellado apical y así prevenir la penetración de irritantes desde el conducto a los tejidos periradiculares, y viceversa. Se ha demostrado que el MTA se asocia a una menor inflamación de los tejidos adyacentes, una formación de cemento adyacente al MTA y una buena regeneración de los tejidos periradiculares (5).

Barrera durante el blanqueamiento dental:

El blanqueamiento interno de los dientes puede causar resorción externa radicular. Ningún material es capaz de prevenir la filtración de los agentes blanqueadores (24). Debido a que el MTA provee un sellado efectivo en contra de la penetración de colorantes y bacterias, y de sus metabolitos como endotoxinas, se puede utilizar como material de barrera coronaria (3 a 4mm) después de la obturación del conducto y antes del blanqueamiento interno (4).

Otras aplicaciones:

El MTA se ha utilizado en anomalías dentales como diente invaginado, son pocos los casos clínicos pero se ha colocado en reparación de fracturas verticales, el MTA provee un sellado efectivo contra la penetración de colorantes y bacterias y sus metabolitos como endotoxinas, puede ser utilizado como sellador coronal (3-4mm) después de completar la obturación de los conductos radiculares. Como material de obturación temporal, se coloca una torunda de algodón en la cámara pulpar, y se rellena el resto de la cavidad de acceso con MTA colocando una gasa húmeda entre la superficie oclusal del diente y el diente adyacente (4,5).

3. Propiedades físicas generales:

Las propiedades físicas y químicas de los cementos utilizados en odontología juegan un importante papel para el éxito del tratamiento.

- **Tiempo de fraguado**

Las características del tiempo de fraguado del MTA dependen del tamaño de la partícula, de la proporción polvo líquido, temperatura, presencia de agua y aire comprimido, en diversos artículos se estima un tiempo de fraguado de 3 a 4 horas, por esto el MTA es uno de los materiales que tarda mayor tiempo en solidificar (4,6,9,10,11).

El MTA nacional tiene un tiempo de fraguado de 4 a 21 horas, un tiempo excesivo puede traer como consecuencia una mayor solubilidad y por lo tanto microfiltración, este es uno de los grandes problemas del MTA (11).

- **Resistencia a la compresión.**

Es importante realizar una mezcla adecuada, con la dosificación correcta que nos indica el fabricante, para asegurar que el material obtenga propiedades físicas óptimas. La fuerza compresiva del MTA inicialmente es de 40Mpa, pero a los 21 días es de alrededor de 70Mpa, este es comparable a la del IRM 60Mpa y Súper-EBA 65Mpa, sin embargo comparado con la amalgama es significativamente menor ya que es de 311 Mpa (1, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13).

- Solubilidad

La falta de solubilidad es una particularidad ideal en un material de obturación para obtener un adecuado sellado. El MTA presenta una solubilidad entre 0.1% y el 1.0% incluso después de 21 días inmerso en el agua, por lo que se le considera un material ligeramente soluble ya que el requisito de ISO para la solubilidad es menor de 3% (1, 4, 6).

- Radiopacidad

Un material de obturación dentro de sus características debe ser más radio-opaco que sus estructuras limitantes cuando se coloca en una cavidad. El óxido de bismuto es el que le da la propiedad de radiopacidad al MTA, permitiendo controlarlo radiográficamente. La medida de radiopacidad del MTA es de 7.17mm, equivalente al espesor del aluminio. Por lo que es más radiopaco que otros materiales de obturación apical como: IRM 5.30mm, Súper EBA 5.16mm, gutapercha 6.14mm y más que la dentina que tiene una radiopacidad de 0.70mm, facilitando la distinción del material radiográficamente (1, 5, 6, 7, 9,14).

- pH

El MTA tiene un pH de 10.2 inicialmente después de ser mezclado, posterior a las 3 horas aumenta a 12.5 siendo similar al cemento Hidróxido de Calcio por lo que facilita efectos antibacterianos (4, 6, 10).

Torabinejad y col. en Maroto (2004) dedujeron que al presentar el MTA un pH semejante al hidróxido de calcio, podría usarse como material de obturación apical, teniendo resultados antibacterianos, promoviendo la formación de tejido duro al igual que sucede con el hidróxido de calcio (6).

- Biocompatibilidad

El MTA es un cemento biocompatible, inductor de formación de dentina reparativa, mantiene la calidad de la pulpa radicular, promueve la regeneración del tejido original, si mantiene el contacto con el tejido pulpar y periapical. Previene las microfiltraciones y forma puente dentinario. Además, Camilo y Col (2006) en el artículo de revisión de los componentes y las propiedades biológicas del MTA concluyen que es biocompatible (6).

- Erosión ácida

En diversos estudios se encontró que entre más tiempo pasa en contacto con ácido el material se vuelve más poroso, disminuye tanto su resistencia a la compresión como su micro dureza (1).

1.4 Mecanismo de acción

Estudios experimentales con MTA demuestran que libera iones en el siguiente orden: calcio, sílice, bismuto, hierro, aluminio y magnesio, se forma una capa blanca entre MTA y las paredes del conducto, con un análisis de dispersión de energía de rayos X se reveló que esta estructura está compuesta de calcio, fósforo y oxígeno y es similar a la Hidroxiapatita. La matriz formada es mineralizada, produce de inicio ósteodentina y es seguida por una formación de dentina terciaria (1).

El MTA cuando es colocado directamente en el tejido humano hace lo siguiente:

- 1.- Forma hidróxido de calcio que libera iones de calcio para la unión y la proliferación.
- 2.- Crea un ambiente antibacteriano por su pH alcalino.
- 3.- Regula la producción de citosinas.
- 4.- Aumenta la proliferación de células productoras de tejido duro.
- 5.- Forma Hidroxiapatita o apatita carbonada en la superficie del MTA y hace un sello biológico (1).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El MTA ha demostrado ser una alternativa en procedimientos donde la pulpa del órgano dentario se encuentra en riesgo. No obstante, existe una variedad no muy amplia de casas comerciales que cuentan con este material dado el uso mínimo por parte del profesional de la salud (1).

A pesar de que existen artículos fiables, en la actualidad no se cuenta con suficiente investigación sustentada para el uso y la colocación del MTA en dientes con pronóstico reservado cuando se ha hecho contacto con el tejido vasculo-nervioso o bien cuando se está próximo al mismo lo que ha provocado que el clínico dude en la utilización de este (2-3).

El hecho de sobrepasar los límites de los tejidos que podemos remplazar con materiales que no son tan invasivos, hace que el tratamiento cambie de manera radical, sin duda alguna, esto provoca que tanto el paciente como el profesional de la salud se vean obligados a cambiar el panorama y realizar un nuevo plan de tratamiento el cual probablemente cambie los tiempos estimados, los costos y la extensión sobre los tejidos al momento de realizar un procedimiento de mayor dificultad. Por ello, realizar un control periódico de un material como el MTA ayudará a que disminuyan los tratamientos de mayor agresividad para la integridad del tejido dental dando como resultado mejor manejo y seguimiento de un tratamiento mínimamente invasivo (2-6).

Se ha puesto a prueba el Agregado de Trióxido Mineral (MTA) de distintas casas comerciales pero no existen evidencias de un control sobre el producto de marcas nacionales que ha tenido un uso mínimo al no haber publicaciones que sustenten su calidad y eficacia en contra parte con marcas extranjeras. Por lo que surge la siguiente pregunta de investigación; **¿Cuál es la efectividad de dos marcas comerciales de MTA a la filtración bacteriana en perforaciones endodónticas?** (1-8).

3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente existen diversos estudios que hablan de las propiedades físicas, químicas y el grado de efectividad en tratamientos dentales de los diferentes cementos a base de silicato tricálcico. Sin embargo, existen pocos artículos que expongan la efectividad de marcas mexicanas (2-9).

El agregado de trióxido mineral derivado del cemento Portland, ha demostrado ser una opción más para el mantenimiento prolongado de dientes con afectación severa a causa de la caries dental, el fabricante nos comenta que sus principales usos son: para sellar perforaciones ya sea por reabsorción interna o externa, por una perforación durante el tratamiento, como barrera entre la cámara pulpar y el conducto en blanqueamiento interno y como recubrimiento pulpar directo e indirecto (2-11).

En México, los materiales y las investigaciones de esta índole son escasas, por lo cual es de vital importancia incrementar el campo de estudio y optimizar las posibilidades de rehabilitación dental antes de cualquier procedimiento que ponga en riesgo las estructuras del diente (2-6).

La importancia de realizar el estudio comparativo sobre dos marcas comerciales de MTA radica en aportar nuevos conocimientos sobre el material y dar a conocer la eficiencia del sellado del producto poniéndolo a prueba en dientes con perforaciones simuladas (2-6).

La elaboración de este proyecto de investigación puede ayudar a tener otras opciones en la rehabilitación de un diente afectado, una vez que éste ha sufrido una perforación endodóntica, que por lo general, no tiene otra alternativa más que la extracción. Conocer la efectividad de dos marcas comerciales de MTA en el sellado bacteriano, podría ayudar a elegir el mejor biomaterial en relación costo/beneficio (1-8).

4. HIPÓTESIS

H₁.- El agregado de trióxido mineral de la marca nacional es más efectivo que el MTA de la marca extranjera en el sellado y reparación de perforaciones endodónticas, impidiendo la filtración bacteriana.

H₀.- El agregado de trióxido mineral de la marca nacional es menos efectivo que el MTA de la marca extranjera en el sellado y reparación de perforaciones endodónticas, impidiendo la filtración bacteriana.

H_A.- El agregado de trióxido mineral de la marca nacional es igualmente efectivo que el MTA de la marca extranjera en el sellado y reparación de perforaciones endodónticas, impidiendo la filtración bacteriana.

5. OBJETIVOS

5.1 General

- Determinar la efectividad de dos marcas comerciales de MTA para evitar la filtración bacteriana de *Enterococcus faecalis* en perforaciones endodónticas.

5.2 Específicos

- Determinar la efectividad de la marca comercial mexicana a la filtración bacteriana por *Enterococcus faecalis* en perforaciones endodónticas.
- Determinar la efectividad de la marca comercial extranjera a la filtración bacteriana por *Enterococcus faecalis* en perforaciones endodónticas.
- Determinar que producto presenta mayor efectividad en evitar la filtración bacteriana por *Enterococcus faecalis*.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Diseño de estudio:

Estudio experimental, in vitro.

6.2 Población y Universo estudiado:

70 Dientes sanos extraídos sin caries en la porción radicular.

6.3 Muestreo:

No probabilístico por conveniencia.

6.4 Criterios de selección de muestra:

Criterios de inclusión

Dientes que hayan sido extraídos por caries sin involucrar la porción radicular.

Dientes extraídos por indicación ortodóntica.

Dientes extraídos por enfermedad periodontal.

Dientes que tengan días, meses incluso años de haber sido extraídos, pero se encuentren suspendidos sobre solución fisiológica.

Criterios de exclusión

Dientes con traumatismos que ponga en riesgo su calidad estructural.

Dientes que en el momento de ser extraídos hayan sufrido fracturas radiculares.

Criterios de eliminación

Dientes que no estén expuestos a la solución durante el tiempo fijado en la investigación.

Piezas que sufran alteraciones al instante de la elaboración de la perforación.

Dientes donde no se haya llevado a cabo el protocolo de colocación de MTA, según marcas de los fabricantes, durante el protocolo de investigación.

7. VARIABLES DE ESTUDIO

7.1 Variables dependientes

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Sellado del MTA	Consiste en la colocación de un material para evitar el paso de organismos patógenos a la cavidad.	Observación a través de microscopio electrónico.	Cualitativa	Nominal

7.2 Variables independientes

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Perforación del órgano dentario	Las perforaciones endodónticas son aperturas artificiales que resultan en la comunicación del sistema de conductos radiculares con los tejidos periradicales o con la cavidad bucal.	Se llevará a cabo con pieza de alta velocidad y fresa de bola.	Cualitativa	Nominal

Colocación del MTA	El agregado de trióxido mineral es un material a base de polvo usado para sellar las vías de comunicación entre el sistema de conductos y los tejidos periradiculares.	Mediante la compactación en la perforación con instrumental especializado.	Cualitativa	Nominal
Medio de suspensión del espécimen (solución buffer)	Un sistema buffer o solución reguladora es una solución que tiene la característica de mantener casi constante su pH, a pesar del agregado de un ácido o de una base.	Uso de saliva artificial en los especímenes.	Cualitativa	Nominal

8. PROCEDIMIENTO

8.1 Obtención y selección de los especímenes

Para la recopilación de las piezas dentales que se utilizaron para el estudio se dio a la tarea de acudir a consultorios particulares y clínicas de atención odontológica para la obtención de los órganos dentarios permanentes (premolares superiores e inferiores) bajo nuestro protocolo de obtención que después de que cada órgano dentario fuera extraído, se colocara inmediatamente en Cloruro de Sodio al 0.9% para evitar la deshidratación del órgano dentario. Se hizo la adquisición de dientes que hayan sido extraídos o estuviese próxima su extracción a causa de procesos cariosos que no involucren la raíz del mismo, indicación ortodóntica, erupción ectópica, enfermedad periodontal severa (15-16).

Los dientes extraídos fueron seleccionados y cumplieron con las siguientes características:

- A) Dientes sin tratamientos pulpares.
- B) Piezas con procesos cariosos donde no estaba afectada la porción de la raíz.
- C) Dientes sin fracturas radiculares.
- D) Dientes sin alteraciones congénitas que pongan en compromiso la solidez de los tejidos.

8.2 Preparación de las muestras

Se ocuparon setenta órganos dentarios permanentes, premolares superiores e inferiores uniradiculares, extraídos por indicación ortodóntica, enfermedad periodontal u otra causa (15,16).

Los dientes se almacenaron en solución salina al 0.9% para mantenerlos hidratados durante todo el experimento (15,16).

El ligamento periodontal se removió de los dientes con curetas 11/12, 1/2, 3/4 también se eliminó el cálculo dental (15,16).

Para la desinfección de los órganos dentarios se usó NaClO al 0.5% por 30 minutos para su desinfección superficial para evitar y disminuir contaminación cruzada (15,16).

Es importante mencionar que los agentes desinfectantes no fueron excesivamente corrosivos ya que esto pudo poner en riesgo la composición de las estructuras dentarias y así alterar los resultados (15,16).

Se tomó radiografía periapical en el plano mesiodistal y bucolingual de cada órgano dentario para eliminar la posibilidad de fractura y que el conducto fuera permeable (15,16).

Los especímenes se esterilizaron en autoclave a 121°C por 15 minutos (15,16).

8.3 Preparación del conducto y obturación.

El acceso al sistema de conducto se realizó con una fresa de bola carburo del No 3 con pieza de alta e irrigación continua (15,16).

La longitud de trabajo fue establecida a 1mm del foramen apical, una vez teniendo nuestra lima inicial #10 o #15 se instrumentó el conducto con técnica de Step Back hasta la lima #40, se realizó constante irrigación del conducto con una jeringa hipodérmica y NaClO, se utilizaron limas tipo K (15,16).

Posteriormente se realizó retroceso con técnica de Step Back hasta la lima #80, con irrigación de NaClO (15,16).

Se secó el conducto con puntas de papel estériles Hygienic. Los conductos se obturaron con puntas de gutapercha del #40 y puntas FF Y MF Hygienic y cemento Sealapex. Se cortó el cono y se condensó para realizar un óptimo sellado (15,16).

Se limpió la cavidad con alcohol para eliminar la liberación de oxígeno del hipoclorito de sodio y así obtener mejor adaptación de las restauraciones a la estructura dentaria. Todos los dientes fueron instrumentados y obturados de la misma forma por dos operadores (15,16).

Se tomó una radiografía periapical para verificar la obturación (15,16).

Se colocaron 3 capas de esmalte de uñas en la estructura externa del órgano dentario posteriormente se colocó cera pegajosa en el ápice (15,16).

8.4 Perforación de los especímenes

Una vez realizada la desinfección de las piezas dentarias se procedió a realizar la perforación con pieza de mano de alta velocidad y una fresa de bola estéril del número No 3 (15,16).

El abordaje fue por la cara oclusal y posteriormente la simulación del defecto estructural se realizó en la pared proximal, por debajo de la línea cervical del diente dando como apariencia la perforación con instrumentos endodónticos rotatorios al momento de acceder a las vías de los conductos poniendo en exposición la estructura interna del diente con los tejidos periradiculares (15,16).

Los dientes fueron divididos aleatoriamente en 3 grupos de 20 dientes y 2 grupos control de 5 dientes cada uno.

Grupo 1: obturados con gutapercha, colocación de MTA nacional, con ionómero de vidrio fotopolimerizable tipo II (G1) 20 dientes sellados a nivel apical con cera pegajosa y 3 capas de esmalte de uñas.

Grupo 2: obturados con gutapercha, colocación de MTA extranjero, con ionómero de vidrio fotopolimerizable tipo II (G2) 20 dientes sellados a nivel apical con cera pegajosa y 3 capas de esmalte de uñas.

Grupo 3: Obturados con gutapercha sin colocación de ionómero de vidrio y MTA (G3) 20 dientes sellados a nivel apical con cera pegajosa y 3 capas de esmalte de uñas.

Grupo 4: Control negativo- 5 dientes obturados con gutapercha y con ionómero de vidrio fotopolimerizable tipo II (G4), sellado con 3 capas esmalte de uñas, sin colocación de MTA.

Grupo 5: Control positivo- 5 dientes sin colocación de MTA, ni colocación de ionómero de vidrio (G5), dejando expuesta la perforación.

8.5 Colocación del MTA

MTA Nacional

En una loseta de vidrio estéril se realizó la mezcla de MTA con agua bidestilada de acuerdo a las proporciones que dicta el fabricante (espatular durante 30 segundos el contenido de 1 sobre de MTA o una cuchara de polvo y una 1 gota de agua bidestilada sobre la loseta de vidrio) (2-4).

Una vez obtenido una consistencia arenosa y semisólida, se llevó al órgano dentario con un empacador de MTA colocándolo únicamente en la perforación realizada con un grosor aproximado de 1mm, se hidrató con una torunda de algodón estéril y solución salina al 0.9% durante 15 minutos (2-4).

MTA Extranjero

En una loseta de vidrio estéril se realizó la mezcla de MTA con agua bidestilada de acuerdo a las proporciones que dicta el fabricante (espatular durante 30 segundos el contenido de 1 sobre de MTA o una cuchara de polvo y una 1 gota de agua bidestilada sobre la placa de vidrio) (2-4).

El cemento obtenido tuvo consistencia arenosa, se llevó al órgano dentario con un empacador de MTA colocándolo únicamente en la perforación realizada con un grosor aproximado de 1mm, se hidrató con una torunda de algodón estéril y solución salina al 0.9% durante 15 minutos (2-4).

Obturación Final de la Cavidad

Para la obturación de la cavidad del Grupo 1 y Grupo 2, posterior a la colocación de MTA se colocó ionómero de vidrio fotopolimerizable tipo II, el material se llevó a la cavidad permitiendo un sellado periférico adecuado, se fotopolimerizó durante 20 segundos de acuerdo a las indicaciones del fabricante (15,16).

Infusión en agente buffer

Posterior a la colocación del MTA y selección de nuestros grupos se procedió a sumergir los especímenes en una solución buffer que fue saliva artificial, la cual

simuló las características de la cavidad oral y permitió evaluar el comportamiento del material en un medio similar al diente in vivo (15,16).

Otro de los objetivos, además de aparentar las características de la cavidad oral, la saliva artificial se usó para mantener el MTA con sus principales propiedades ya que es importante destacar que el agregado de trióxido mineral debe estar en condiciones húmedas constantes para lograr su fraguado (15,16).

8.6 Laboratorio

Se colocó cada grupo de estudio en una caja Petri de cristal con tapa, se agregó la saliva artificial cubriendo en su totalidad los órganos dentarios, se colocó una marca en la caja Petri para conocer el volumen inicial e ir agregando la pérdida de saliva artificial con el paso de los días, posteriormente se colocaron en una incubadora que fue proporcionada por el laboratorio de microbiología de la Universidad de Ixtlahuaca, CUI durante un periodo de 6 semanas (15,16).

Se colocaron en la incubadora a $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas, posterior a ese tiempo se realizó la primera toma de muestra, se sumergió un hisopo estéril sobre la solución buffer de cada grupo para verificar que la saliva esté libre de microorganismos y evitar una contaminación (15,16).

Se inoculó la muestra en medio de cultivo previamente preparado, se utilizó agar sangre (AS), tripticasa soya (TSI) e infusión cerebro corazón (BHI), la inoculación se realizó por estría en tapete (15,16).

Los cultivos se colocaron en la incubadora a $37^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, para observar si existía o no crecimiento de algún microorganismo, se esperaba obtener un resultado negativo (15,16).

En la prueba realizada los agares de cada grupo mostraron crecimiento de colonias, se realizó tinción de Gram de cada agar para poder observar al microscopio el microorganismo que estaba presente en nuestro estudio (15,16).

Se observó un bacilo Gram negativo, para determinar el tipo de microorganismo y determinar si aún podíamos seguir con nuestro estudio se realizaron pruebas

bioquímicas, las cuales fueron: prueba de oxidasa, catalasa, citrato de Simmons, caldo de malonato, LIA, TSI, MIO, citrato de urea.

Se realizó un cultivo directo del envase que contiene la saliva artificial en agar sangre para determinar si nuestros grupos de estudios se habían contaminado durante las perforaciones o en la colocación del MTA, ionómero de vidrio o bien provenía directamente de la saliva.

El resultado obtenido después de incubar durante 24 horas fue que el microorganismo era propio del producto de la saliva artificial.

Una vez realizada la lectura de las pruebas bioquímicas se identificó el microorganismo como una *Pseudomona spp*, el cual no afectaría nuestro estudio.

Se continuó con el procedimiento, con un asa bacteriológica realizamos la inoculación a cada grupo de estudio el agente patógeno *Enterococcus faecalis*. Se incubó a 37° +-2°C durante 48 horas para poder realizar una toma de cada grupo de control (15, 16).

Pasadas las 48 horas con un hisopo estéril, se tomó una muestra de cada grupo de estudio y se realizó tinción de Gram para observar al microscopio electrónico si existía presencia de *Enterococcus faecalis* y efectivamente en la tinción de los 5 grupos se observó la presencia de *Enterococcus faecalis* y *Pseudomona spp* (15, 16).

Se dejaron pasar 5 días dejando nuestros grupos de estudio en la incubadora y midiendo el volumen de saliva cada tercer día, agregando la saliva faltante (15,16).

Pasado los 5 días se realizó nuestro primer cultivo de cada grupo en agar sangre, tripticasa soya y agar infusión cerebro-corazón, se incubaron a 37°+-2°C durante 24 horas para permitir el crecimiento del microorganismo (15,16).

Pasadas las 24 horas se observó formación de colonias en todos los agares de los de los 5 grupos. Se realizó tinción de Gram de un agar de cada grupo y se observó al microscopio electrónico, donde se observó la presencia de *Enterococcus faecalis* y *Pseudomona spp* (15.16).

Se realizó nuestro segundo cultivo a los 7 días en agar sangre, tripticasa soya y agar infusión cerebro-corazón se incubaron a $37^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas para permitir el crecimiento del microorganismo (15,16).

Pasadas las 24 horas se observó formación de colonias en todos los agares de los de los 5 grupos. Se realizó tinción de Gram de 1 agar de cada grupo y se observó al microscopio electrónico, donde se observó la presencia de *Enterococcus faecalis* y *Pseudomona spp* (15,16).

Realizamos nuestro tercer cultivo a los 7 días de haber realizado el segundo, se realizó de la misma manera y se observó en el microscopio presencia de *Enterococcus faecalis* y *Pseudomona spp* (15,16).

Estos cultivos se realizaron con la finalidad de verificar que en la saliva artificial donde se colocaron los especímenes exista la presencia y desarrollo de *Enterococcus faecalis* y aparte de la *Pseudomona spp* no se desarrollara otra bacteria (15,16).

En el período de incubación cada tercer día de la semana se revisaron las cajas Petri de los grupos de estudio para verificar que el nivel de saliva se mantuviera estable y poder agregar el volumen faltante. Durante todo el procedimiento se tuvo control y registro de temperatura para evitar que afectara en los resultados (15,16).

Posteriormente pasadas las 4 semanas de incubación realizamos nuestro cuarto cultivo antes de retirar los órganos dentarios. Se realizó en agar sangre, tripticasa soya y agar infusión cerebro-corazón se incubaron a $37^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas para permitir el crecimiento del microorganismo (15,16).

Pasadas las 24 horas se observó formación de colonias en todos los agares de los de los 5 grupos. Se realizó tinción de Gram de 1 agar de cada grupo y se observó al microscopio electrónico, donde se observó la presencia de *Enterococcus faecalis* y *Pseudomona spp* (15,16). Ese mismo día se eligieron aleatoriamente 2 órganos dentarios de cada grupo experimental, este procedimiento se realizó en las condiciones más estériles posibles, para evitar una contaminación y alteración de nuestros resultados (15,16).

De cada órgano dentario se retiró el esmalte de uñas con una cureta ½, los 2 órganos dentarios elegidos aleatoriamente de los grupos G1, G2 Y G4 se observaron con la lupa del cuenta colonias, verificando que el material no estuviese desprendido de la zona donde se colocó (15,16).

De los órganos dentarios elegidos de los grupos G1 Y G2, con un micromotor y fresa de bola vástago largo del No 3 se retiró el ionómero de vidrio y el MTA colocados en la perforación. Con un hisopo estéril se tomó una muestra de la perforación, posteriormente se colocaron los hisopos en tubos de ensayo de 13 x 100 con solución salina al 0.9% y se dejaron por 5 minutos (15,16).

Los órganos dentarios del grupo G3, solo se tomó la muestra de la perforación con el hisopo estéril y se colocaron en tubos de ensayo de 13 x 100 con solución salina al 0.9% y se dejaron por 5 minutos (15,16).

Del grupo G4 con un micromotor y fresa de bola de vástago largo del No 3 se retiró el ionómero de vidrio colocado en la perforación y con un hisopo estéril se tomó una muestra se colocaron en tubos de ensayo de 13 x 100 con solución salina al 0.9% y se dejaron por 5 minutos (15,16).

Los órganos dentarios del grupo G5, se retiró el cono y se tomó la muestra de la perforación con el hisopo estéril y se colocaron en tubos de ensayo de 13 x 100 con solución salina al 0.9% y se dejaron por 5 minutos (15,16).

Después de transcurrir los 5 minutos, directamente de la solución salina se realizaron los cultivos con un asa bacteriológica. Se utilizaron 3 agares diferentes; agar sangre, tripticasa soya, agar infusión cerebro-corazón, de cada órgano dentario se realizó 3 cultivos en 3 diferentes agares en forma estriada, para así obtener 6 cultivos de cada grupo y tener un total de 30 cultivos, se incubaron durante 48 horas a una temperatura de 36°C±2°C. A las 24 horas se revisaron los cultivos si presentaban crecimiento de colonias, solo presentaron las del grupo G3 y G5 (15,16).

A las 48 horas se retiraron de la incubadora los cultivos para ser analizados y obtener nuestros resultados finales de la investigación. En los grupos G1, G2 y G4

no hubo crecimiento en los 3 diferentes agares obteniendo resultados negativos al crecimiento de *Enterococcus faecalis*, lo cual nos expresa que no hubo filtración bacteriana. En los grupos G3 y G5 obtuvimos resultados positivos donde los tres medios de cultivo de cada órgano dentario, presentaron crecimiento bacteriano, realizando la tinción de Gram y observando al microscopio electrónico se observaron colonias de *Enterococcus faecalis* (15,16).

9. RESULTADOS

Dentro del proyecto de investigación se usaron 70 dientes los cuales se dividieron en 5 grupos; tres grupos de 20 órganos dentarios (G1, G2, G3) y dos grupos más de control positivo y negativo de 5 dientes cada uno (G4, G5).

El estudio se realizó en un periodo de 37 días en los cuales los órganos dentarios fueron sumergidos en Saliva Artificial, expuestos a *Enterococcus faecalis* realizando cultivos de seguimiento enfocados al crecimiento y desarrollo de la bacteria problema.

Cuadro 1. Crecimiento de *Enterococcus faecalis* en los diferentes medios de cultivo, según grupos

n =		Cultivos	Filtración bacteriana, según órgano dentario evaluado	
Grupo 1	6 cultivos	AS	-	-
		TSI	-	-
		BHI	-	-
Grupo 2	6 cultivos	AS	-	-
		TSI	-	-
		BHI	-	-
Grupo 3	6 cultivos	AS	+	+
		TSI	+	+
		BHI	+	+
Grupo 4	6 cultivos	AS	-	-
		TSI	-	-
		BHI	-	-
Grupo 5	6 cultivos	AS	+	+
		TSI	+	+
		BHI	+	+

Simbología: AS (Agar Sangre), TSI (Agar Triplicase Soya), BHI (Agar Infusión Cerebro-Corazón)

Fuente: directa

Se tomaron 2 órganos dentarios aleatoriamente de cada grupo realizándoles 3 cultivos en 3 diferentes agares, para así obtener 6 cultivos de cada grupo y tener un total de 30 cultivos. En los grupos G1, G2 y G4 obtuvimos resultados negativos al crecimiento de *Enterococcus faecalis*, lo cual nos expresa que no hubo filtración bacteriana. En los grupos G3 y G5 obtuvimos resultados positivos donde los tres medios de cultivo de cada órgano dentario, presentaron crecimiento bacteriano, realizando la tinción de Gram y observando al microscopio electrónico se observaron colonias de *Enterococcus faecalis*.

10. DISCUSIÓN

Se realizó un estudio experimental sobre dos marcas comerciales de MTA una marca nacional y una marca extranjera. Este estudio comparativo radica en aportar nuevos conocimientos sobre el material y dar a conocer la efectividad del sellado del producto de marca nacional contra el producto extranjero líder en el mercado. Al ser un material de reciente comercialización, la información sobre su efectividad en el sellado microbiológico es escasa, de igual forma, la casa comercial del producto no ofrece suficiente evidencia científica. Por ese motivo, se realizó este estudio, esperando valorar las propiedades de sellado de este cemento en comparación con el MTA extranjero, poniéndolo a prueba en dientes con perforaciones simuladas (1-16).

En este estudio se realizaron perforaciones endodónticas en los órganos dentarios previamente extraídos por indicaciones ortododónticas y por enfermedad periodontal severa, tratando de emular las características de una perforación durante el tratamiento dental. Como lo establecen estudios previos la zona con mayor frecuencia de perforaciones en órganos dentarios uniradiculares es la zona lateral por debajo de la línea cervical, en la zona proximal. Realizando la perforación con instrumento rotario (pieza de alta velocidad y fresa de bola de carburo No 3) (17).

El pronóstico a largo plazo del tratamiento de conductos radiculares depende del adecuado sellado y mantenimiento de la restauración para prevenir la filtración bacteriana (15).

El MTA es un polvo que consta de partículas finas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad. La hidratación del polvo genera un gel coloidal que forma una estructura dura. Esto es una característica del material que lo hace ideal para el sellado y reparación de perforaciones endodónticas (6). Juárez y col. mencionan que el MTA previene las microfiltraciones y forma puentes dentinarios (3).

Por lo cual, en el estudio después de realizar la colocación del MTA en las perforaciones de los órganos dentarios, se colocó una torunda de algodón con agua

bidestilada sobre el biomaterial para hidratarlo y estimular las partículas hidrofílicas para su fraguado.

Parirokh y col. menciona que el MTA es un material prometedor para la reparación de perforaciones, terapia pulpar vital y la formación de la barrera apical de los dientes con pulpas necróticas (6). Esto se debe a que es un material de sellado que no provoca irritación pulpar, inflamación del ligamento periodontal, es biocompatible para la formación de tejidos duros como hueso y cemento.

Sharad R.Kokate y Ajinkya M.Pawar, realizaron un estudio comparativo entre MTA, cemento de ionómero de vidrio y Silicato tricálcico en el cual evaluaron el sellado marginal de los mismos, encontrando que todos los materiales presentaron algún grado de microfiltración, pero en menor porcentaje Silicato de calcio (0,13 mm) el cual presentó una diferencia significativa en comparación con MTA (0,73 mm) y cemento de Ionómero de vidrio (1.49 mm) (18).

En este estudio se utilizó ionómero de vidrio en conjunto con MTA simulando el protocolo clínico, ya que nos ayuda a tener un mejor pronóstico en nuestra restauración del órgano dentario, reduciendo la filtración bacteriana y con mejor seguridad en el pronóstico del tratamiento.

Se utilizó ionómero de Vidrio fotopolimerizable tipo II con las características de ser un material radiopaco, el cual proporciona una prolongada liberación de fluoruro y debido al contenido de zinc y monómeros especiales, proporciona propiedades antibacterianas (5). Por otra parte, al ser fotopolimerizable, no altera el estudio ya que no tenemos que realizar una mezcla y esperar en tiempos variados para su polimerización. En este estudio el tiempo de fotopolimerizado fue de 20s de acuerdo a la indicación del fabricante.

Se utilizaron 70 órganos dentarios los cuales se dividieron aleatoriamente en 3 grupos de 20 dientes y 2 grupos control de 5 dientes cada uno.

Grupo 1 (G1): 20 dientes obturados con gutapercha, colocación de MTA nacional, con ionómero de vidrio.

Grupo 2 (G2): 20 dientes obturados con gutapercha, colocación de MTA extranjero, con ionómero de vidrio.

Grupo 3 (G3): 20 dientes obturados con gutapercha sin colocación de ionómero de vidrio y MTA.

Grupo 4 (G4): 5 dientes obturados con gutapercha y con ionómero de vidrio.

Grupo 5 (G5): 5 dientes sin colocación de MTA dejando expuesta la perforación.

Los órganos dentarios se sumergieron en saliva artificial en un tiempo de 37 días, esto fue para permitir el desarrollo del *Enterococcus faecalis* y poder obtener un mayor tiempo de exposición de la bacteria junto con el material, ya que el *Enterococcus faecalis* se desarrolla en un periodo de 48 horas y estudios previos demuestran que materiales como la amalgama, hidróxido de calcio, IRM presentaron filtración bacteriana a partir del sexto día a la exposición de *Enterococcus faecalis* (18).

Los órganos dentarios de los grupos G3 Y G5 presentaron filtración bacteriana de *Enterococcus faecalis*, ya que los del grupo 3 no presentaban sellado en la perforación lateral y el grupo 5 no se colocó ningún material de obturación, dejando expuesto el conducto. Aunque variablemente la filtración bacteriana en el grupo 3 fue menor que en el grupo 5.

Los resultados sin duda muestran que los grupos con MTA nacional (G1) y el MTA de marca extranjera (G2) cumplieron con la característica de no presentar filtración bacteriana de *Enterococcus faecalis*, esto se debió probablemente a la combinación con el ionómero de vidrio tipo II, que se colocó como material restaurador de la perforación. Sin embargo, como lo mencionan estudios previos el ionómero de vidrio es un biomaterial que cuenta con un sellado marginal aceptable, pero no absoluto, es un material hidrófobo por lo que, la combinación de estas terapias, MTA y ionómero de vidrio de ambas marcas demostraron ser efectivas para evitar la filtración de microorganismos y poder sellar la perforación. La limitante de este estudio es que no puede medir la efectividad terapéutica, por lo que, futuros

estudios podrían indagar en la efectividad clínica de los dos tipos de MTA estudiados.

Se utilizó *Enterococcus faecalis* para realizar el estudio por ser de las principales bacterias encontradas en conductos radiculares con patología periapical, siendo el responsable del 80 al 90% de los fracasos en el tratamiento de conductos. Su importancia en este tipo de infecciones está dada por su capacidad de sobrevivir en el conducto radicular como mono infección y a su eficiente bomba de protones para controlar su pH interno, además presenta un tamaño adecuado para invadir los túbulos dentinarios, soportar prolongados periodos sin alimento y ser formador de ácido (16).

Durante el tiempo de investigación se observó y se aisló una bacteria propia de la sustancia buffer que se usó para la suspensión de los dientes con la intención de que el medio fuera similar a la cavidad oral. Dicha bacteria se sometió a pruebas bioquímicas (MIO, LIA, TSI, C. Simmons, C. Urea, Caldo de Malonato, prueba de Oxidasa y Catalasa) lo cual nos llevó a identificarla como: una *Pseudomona spp*; un bacilo Gram negativo, aeróbico, móvil por flagelos con cierta fluorescencia a causa de su secreción de pioverdina que se encuentra principalmente en el suelo, en los compuestos orgánicos en descomposición, en la vegetación, en el agua, soluciones intravenosas contaminadas, humidificadores, jabones, gotas para los ojos, también presentes en animales y humanos. Su cultivo y crecimiento se genera a una temperatura óptima de 37 °C, incluso pueden crecer en temperaturas de 4-42 °C; Es sensible a calor húmedo (121 °C durante 15 minutos) y a calor seco (160-170 °C durante 1 hora) también es capaz de sobrevivir varios meses en agua con nutrientes mínimos (19).

Estas bacterias son oportunistas, lo que quiere decir que pueden causar infecciones en personas inmunocomprometidas que padecen VIH, fibrosis quística, diabetes, cáncer y en personas hospitalizadas (20).

Las infecciones que pudiera provocar la *Pseudomona spp* son septicemia, bacteriemia, neumonía, sinusitis e infecciones urinarias. Es necesario reportar a la empresa fabricante de saliva artificial que su producto cuenta con una

contaminación de *Pseudomona spp* y puede repercutir en pacientes inmunocomprometidos sistémicamente ya sea que se haya propagado en un lote o esté presente desde su producción.

Es importante realizar un reporte a COFEPRIS (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios) para evitar posibles complicaciones en pacientes con enfermedades sistémicas que utilicen saliva artificial y contenga *Pseudomonas spp*.

El microorganismo de *Pseudomona spp* no afectó para la realización del estudio ya que junto con *Enterococcus faecalis* puede producir sinergismo para el desarrollo del *Enterococcus faecalis*, produciendo algunos nutrientes para su desarrollo.

En este estudio se utilizaron tres agares semisólidos; 1)Agar Sangre (AS) y 2)Agar Tripticasa Soya (TSA) que son un medio de cultivo altamente nutritivo, adecuado para el cultivo de una gran variedad de microorganismos incluyendo aquellos de mayores exigencias para su desarrollo (19).

3) Agar Infusión Cerebro-Corazón (BHI) apropiado para el cultivo de bacteria y hongos incluyendo los de difícil desarrollo (19).

Tanto el MTA extranjero como el MTA nacional obtuvieron la misma confiabilidad al evitar la filtración bacteriana dentro de la investigación a corto plazo, pero es correcto mencionar que el MTA extranjero cuenta con una mejor consistencia debido a su contenido de partículas hidrofílicas de menor tamaño que nos da un producto de mayor plasticidad en comparación con el MTA nacional, lo cual hace que el profesional se sienta más cómodo con su uso y manipulación al momento de llevarlo a la perforación, por otro lado, si tomamos en cuenta que hay una diferencia significativa en costos dados por las dos casas comerciales habría que considerar que se obtienen resultados semejantes cuando se trata de rehabilitar a causa de perforaciones endodónticas, que acorde a los resultados obtenidos, el profesional como el paciente disminuyan gastos en el tratamiento.

Otro factor a considerar es que el MTA de casa comercial nacional no proporciona instructivo, ni una dosificación del material para poder ser mezclado. Por lo que,

para realizar el estudio proporcionamos las cantidades de acuerdo a la dosificación que nos proporciona el fabricante del MTA extranjero.

El proyecto de investigación se deja abierto a modificaciones en cuestión de tiempo de exposición del material en conjunto con la bacteria patógena y exposición del MTA sin colocación de ionómero de Vidrio.

Se sugiere el uso de otras técnicas complementarias como la microscopia electrónica de barrido para evaluar la microfiltración, además de poder observar la adaptación marginal de los cementos a la pared dentinaria.

Se sugiere al fabricante de MTA nacional proporcionar un instructivo detallado sobre, usos, composición química, proporción, tiempo de mezclado y tiempo de trabajo del material.

11. CONCLUSIONES

Tanto el MTA extranjero como el MTA nacional en conjunto con Ionómero de vidrio tipo II fotocurable son efectivos en contra de la filtración bacteriana en perforaciones laterales ocurridas durante el tratamiento endodóntico generando así una mayor seguridad en la aplicación de los dos materiales ofreciendo un incremento en el tiempo de permanencia del órgano dentario en boca e incrementando la tasa de éxito en los tratamientos.

El MTA extranjero presenta una mejor manipulación debido a sus partículas hidrofílicas.

En la saliva artificial utilizada en el estudio se encontró *Pseudomona spp*, lo cual puede ser un gran problema en pacientes que realicen el uso de este producto y sean pacientes inmunocomprometidos sistémicamente, este producto debe estar libre de bacterias y debe ser completamente estéril y confiable para su uso.

12. CONSIDERACIONES BIOÉTICAS

Se realizó este trabajo con base a las consideraciones que dicta el REGLAMENTO de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, de acuerdo al ARTICULO 17 nuestra investigación se clasifica en riesgo mínimo. Se consideró la norma ISO 6876 "Materiales selladores para conductos radiculares".

15. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- 1.- Torres-Aguilar M.F. Evaluación de la radiopacidad, solubilidad, resistencia a la compresión, erosión ácida y tiempo de fraguado del cemento MTA Viarden (tesis). México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de odontología división de estudios de posgrado e investigación, posgrado de endodoncia; 2016.
- 2.- Miñana-Gómez M. El Agregado de Trióxido Mineral (MTA) en Endodoncia. RCOE. 2002;7(3); 283-89.
- 3.- Maroto-Edo M, Barbería-Leache E, Planells-Del Pozo P. Clinical study of mineral trioxide aggregate in pulpotomy procedures on primary molars: a 15 months pilot study. RCOE. 2004; 9(1); 23-30.
- 4.- Pereira J.C, Esteves-Barata T.J, Costa L.C, Ramos-De Carvalho C.A, Ribeiro-De Mattos M.C, Pagani-Calabria M, Hermoza-Novoa M. Recubrimiento pulpar directo e indirecto: mantenimiento de la vitalidad pulpar. Acta Odontológica Venezolana. 2004; 49(1).
- 5.- Proaño-De Casalino D, López-Pinedo M. Los cementos ionómeros de vidrio y el mineral trióxido agregado como materiales biocompatibles usados en la proximidad del periodonto. Revista Estomatológica Herediana. 2006; 16(1):59-63.
- 6.- Rodríguez-Villalobo P, Bolaños-López V, Propiedades y Usos en Odontopediatria del MTA (Agregado de Trióxido Mineral). Costa Rica: Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica; 2011:13.
- 7.- Alain M, Chaple G, Lien-Herrero H. Generalidades del agregado de trióxido mineral (mta) y su aplicación en odontología: revisión de la literatura. Fundación Acta Odontológica Venezolana. 2007; 45(3): 1-8.
- 8.- Callejas-Ospina A, Jaramillo-Builes W.A. Apexogénesis de un molar inferior permanente joven con MTA. Revista Nacional de Odontología. 2013; 9(16): 93-97.

- 9.-** Cedrés C, Giani A, Laborde J. Una Nueva Alternativa Biocompatible: Biodentine. *Actas Odontológicas*. 2016; 11(1):11-15.
- 10.-** Parirokh M, Torabinejad M. Propiedades físicas y químicas de un nuevo material de relleno final de la raíz. *Journal of Endodontics*. 2010; 21: 349-353.
- 11.-** Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review—Part I: Chemical, Physical, and Antibacterial Properties. *Journal of Endodontics*. 2010; 36: 16-27.
- 12.-** Torabinejad M, Parirokh M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review—Part II: Leakage and Biocompatibility Investigations. *Journal of Endodontics*. 2010; 36: 190-202.
- 13.-** Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review—Part III: Clinical Applications, Drawbacks, and Mechanism of Action. *Journal of Endodontics*. 2010; 36: 400-413.
- 14.-** Grech L, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dental Materials*. 2013; 29(1): 20-28.
- 15.-** Rodríguez G.C.I, Jácome M.J.L, Perea M.L.M. Estudio comparativo de filtración microbiana coronal con tres diferentes materiales de restauración provisional en dientes obturados con Guttaflow. *Revista Odontológica Mexicana*. 2010; 14(1): 21-31.
- 16.-** Silva-Leon G, Velásquez-Huamán Z.A, Maúrtua-Torees D.J. Evaluación “in vitro” de la resistencia a la penetración bacteriana usando dos técnicas de obturación y dos selladores endodónticos frente a una cepa de *Enterococcus faecalis*. *Revista Estomatológica Herediana*. 2015; 25(1): 18-26.

17.- Hargreaves K.M, Berman L.H. VÍAS de la PULPA. 10ª. Barcelona: ELSERVIER; 2016

18.- José Carlos Laborde, Cecilia Cedrés; Andrea Giani. A new biocompatible alternative: Biodentine. Actas Odontológicas.2014; 10 (1):11-16.

19.- Winn, Allen, Konemman, Janda, Diagnóstico microbiológico Texto y Atlas en color. 6a. México: panamericana; 2013

20.- Negrori M. Microbiología Estomatológica Fundamentos y guía práctica. 2a. Panamericana. 2009: 345-379.

16. ANEXOS



Fig. 1: Obtención de los órganos dentarios



Fig.2: Representa la colocación de esmalte de uñas.



Fig. 3: Colocación de cera pegajosa sellando el ápice.



Fig. 4: Perforación lateral del órgano dentario.

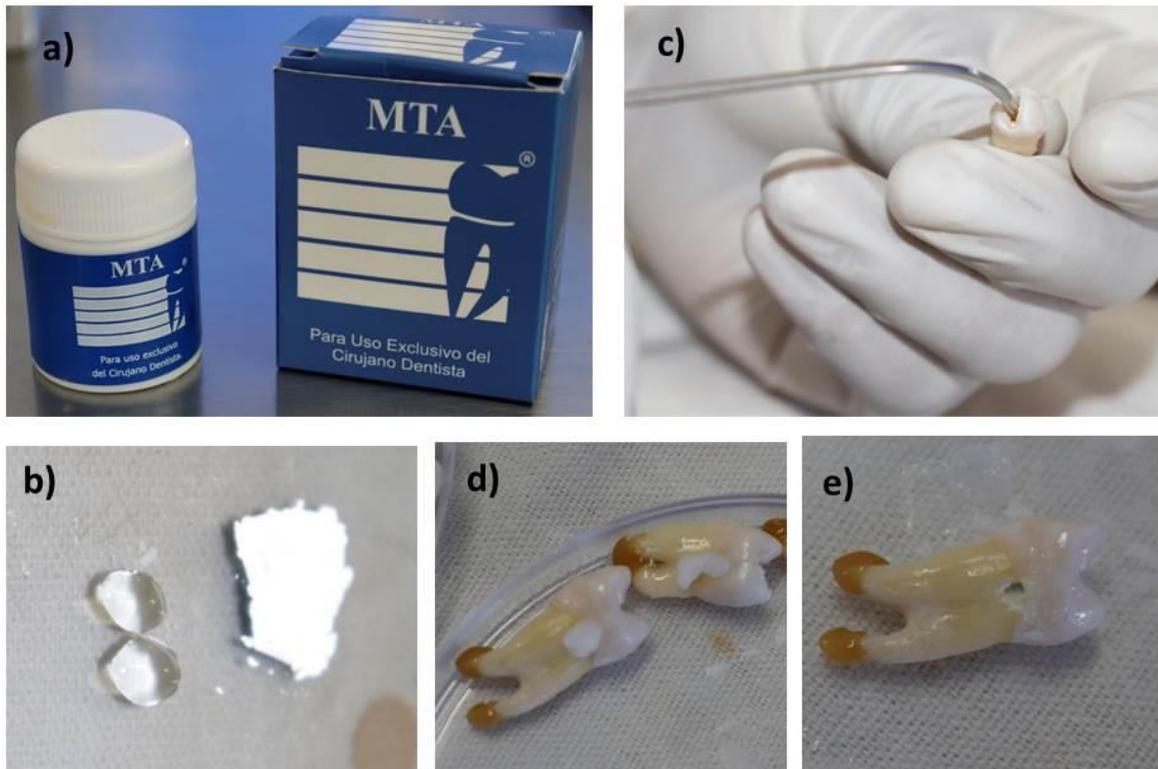


Fig. 5: Imagen que representa a) producto utilizado para valorar su eficacia, b) dosificación de MTA, c) colocación de MTA en la perforación con empacador, d) colocación de torunda de algodón humectada, e) perforación del órgano dentario sellado con MTA.

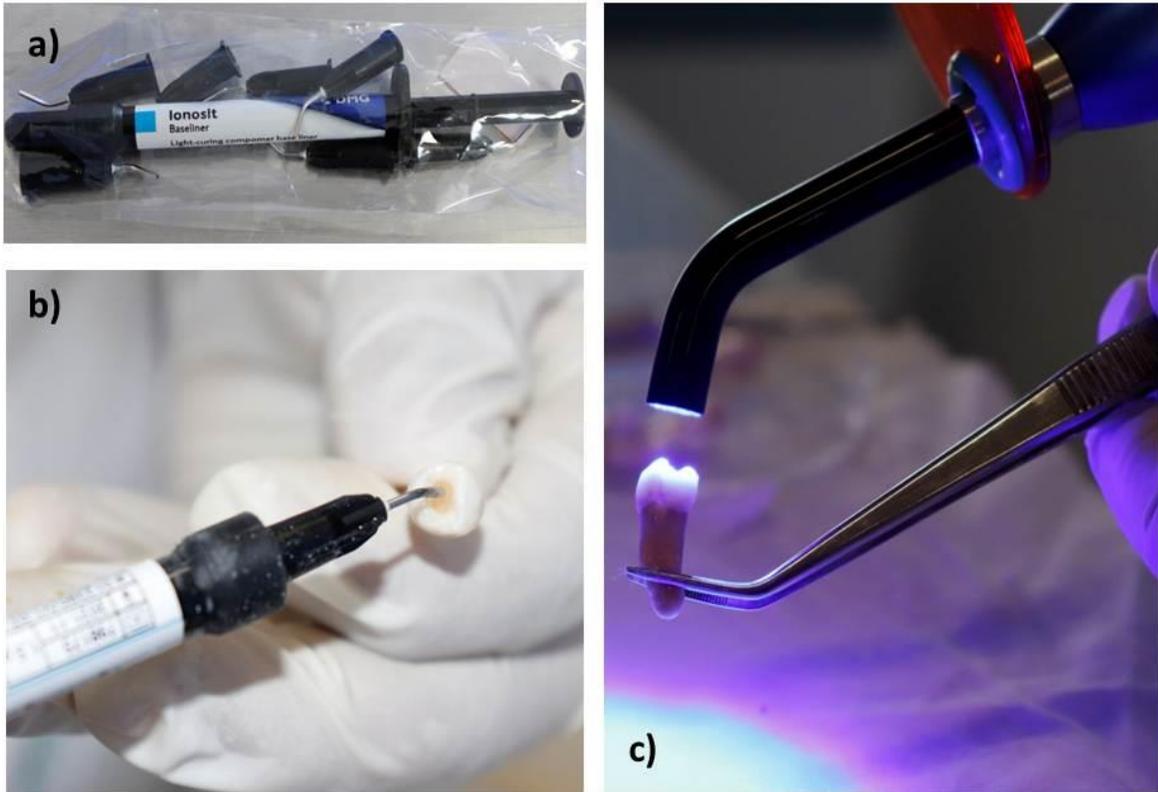


Fig. 6: Imagen que representa a) ionómero de vidrio fotopolimerizable tipo II utilizado, b) colocación de ionómero en la perforación, c) fotopolimerización por 20s.

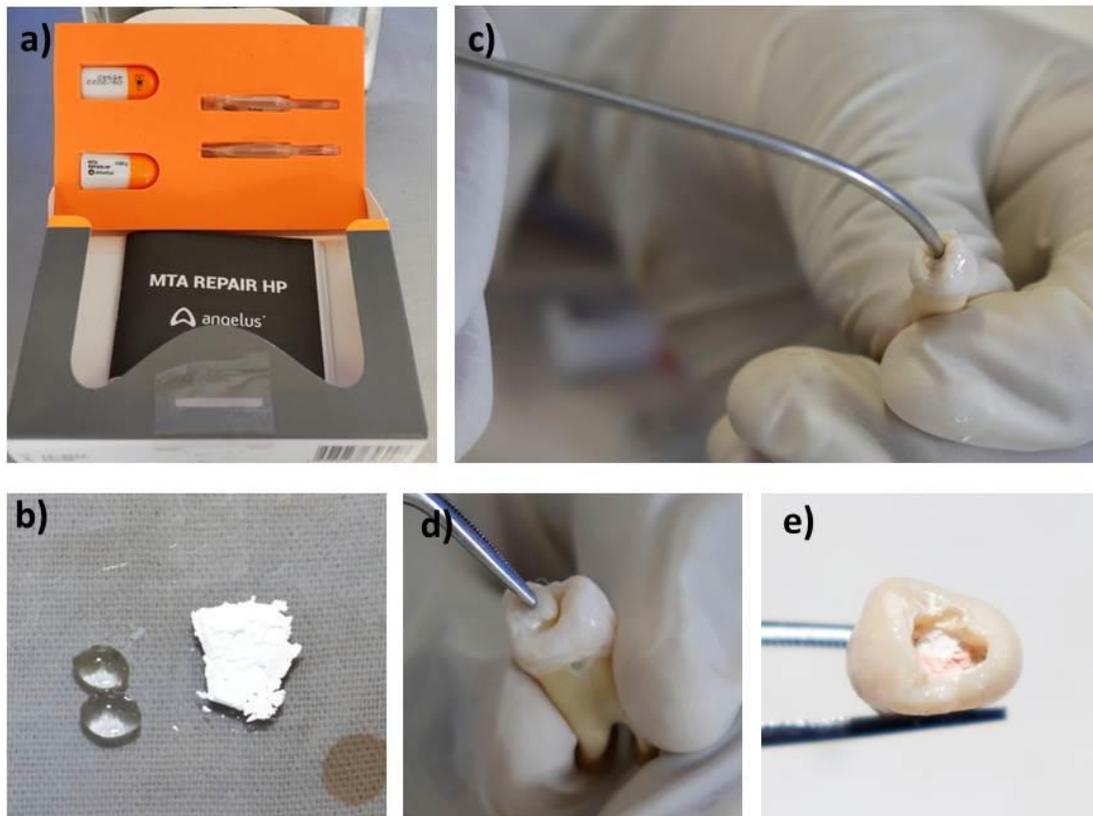


Fig. 7: Imagen que representa a) producto de MTA extranjero utilizado para valorar su eficacia, b) dosificación de MTA, c) colocación de MTA en la perforación con empacador, d) colocación de torunda de algodón humectada, e) perforación del órgano dentario sellado con MTA.

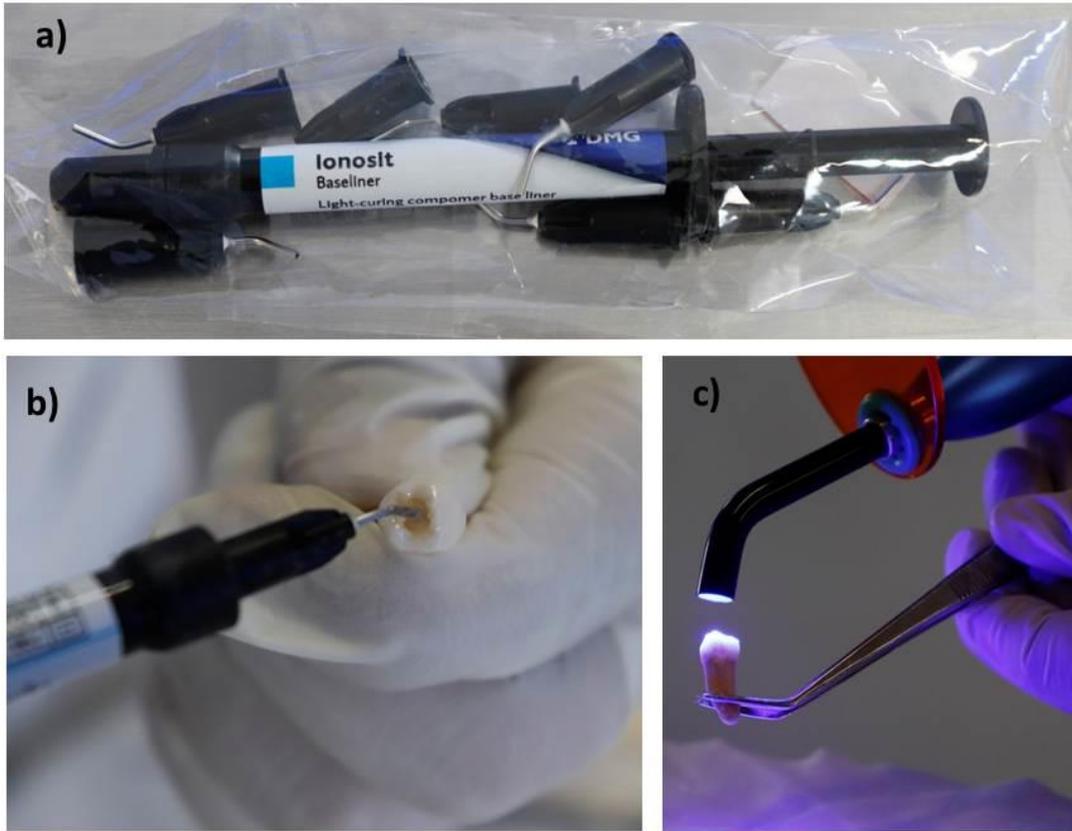


Fig. 8: Imagen que representa a) ionómero de vidrio fotopolimerizable tipo II utilizado, b) colocación de ionómero en la perforación, c) fotopolimerización por 20s.

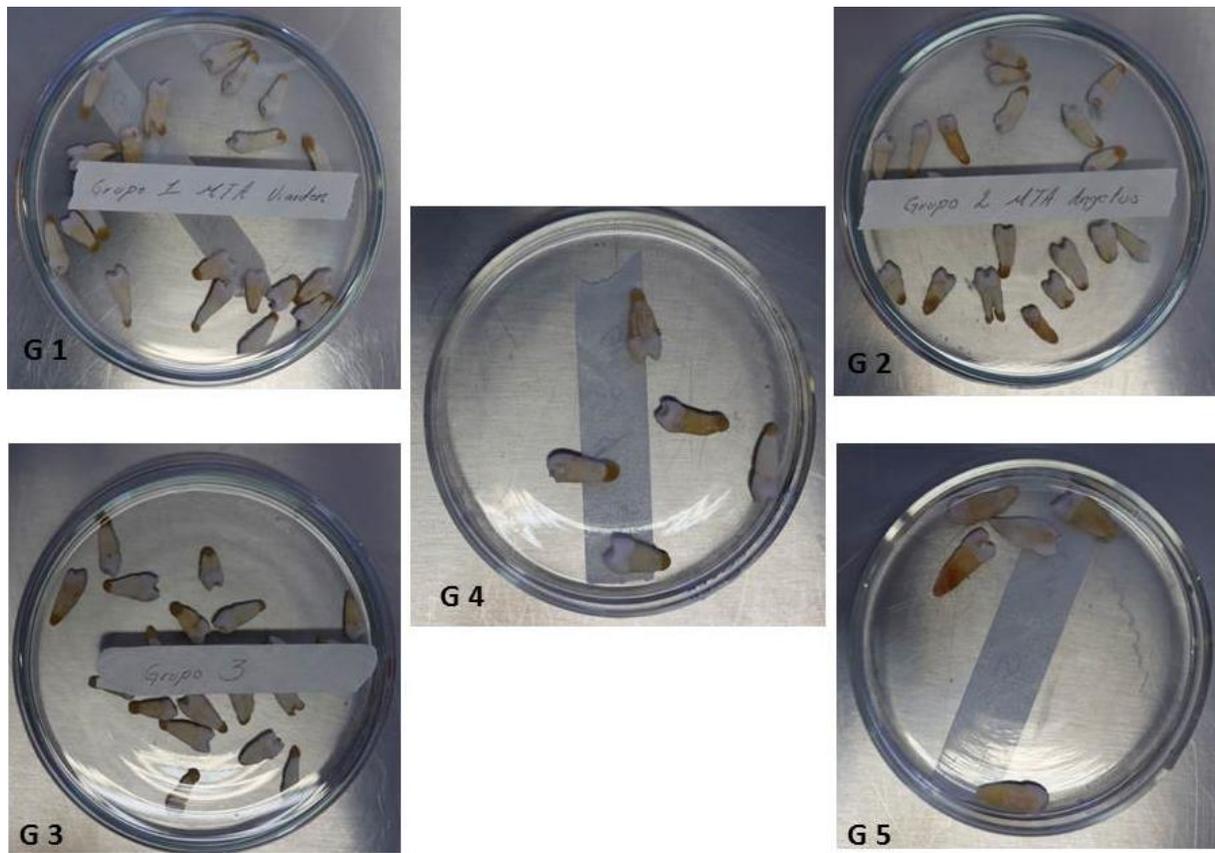


Fig. 9: colocación de cada grupo de estudio en cajas Petri de cristal.



Fig. 10: a) Saliva artificial utilizada, b) colocación de saliva artificial en cada uno de los grupos de estudio.



Fig. 11: Imagen que representa a) Incubación de los grupos de estudio b) temperatura en la que se incubaron los grupos.

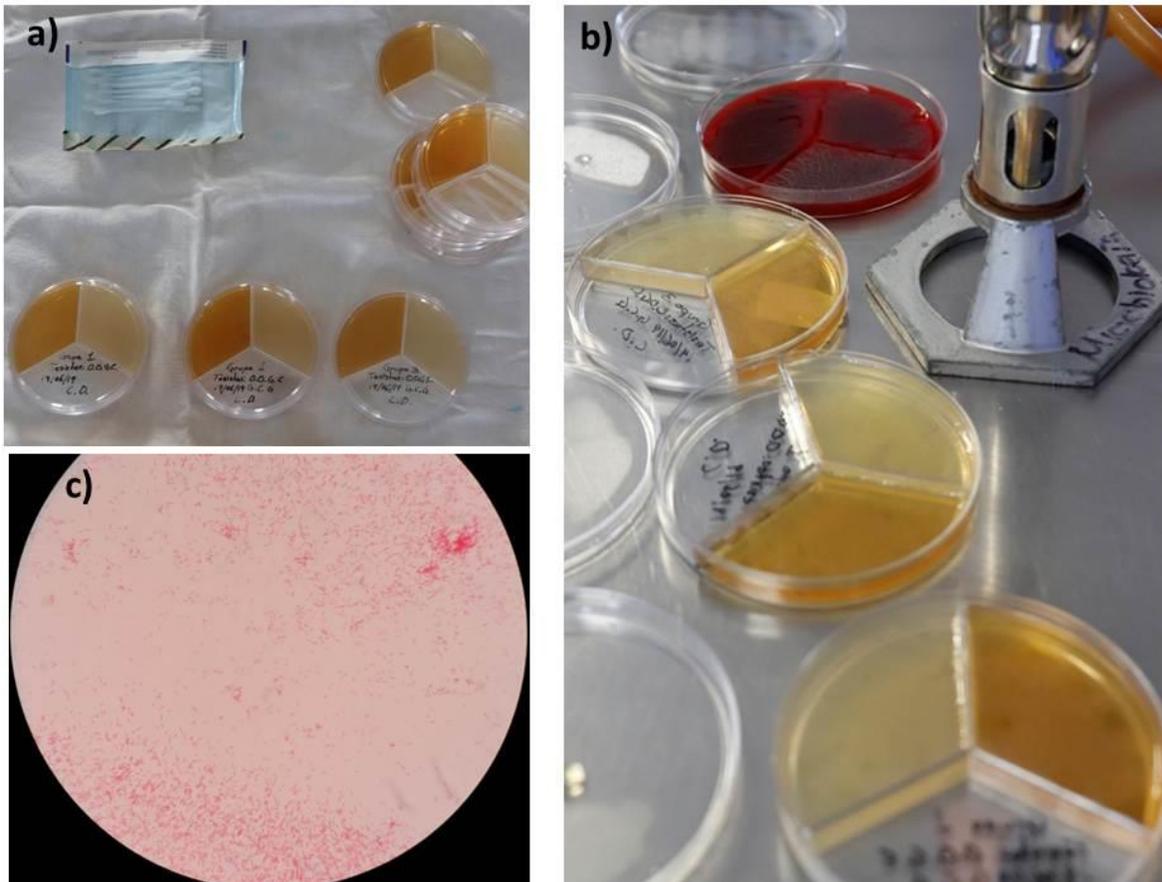


Fig. 12: Imagen que representa a)Primer cultivo en agar tripticaasa soya e Infusión cerebro- corazón, sin *Enterococcus faecalis* en el medio buffer, b) lectura de los cultivos a las 24horas de su incubación, donde se observa crecimiento de colonias c) tinción de Gram del primer cultivo, se observa un Bacilo Gram (-).

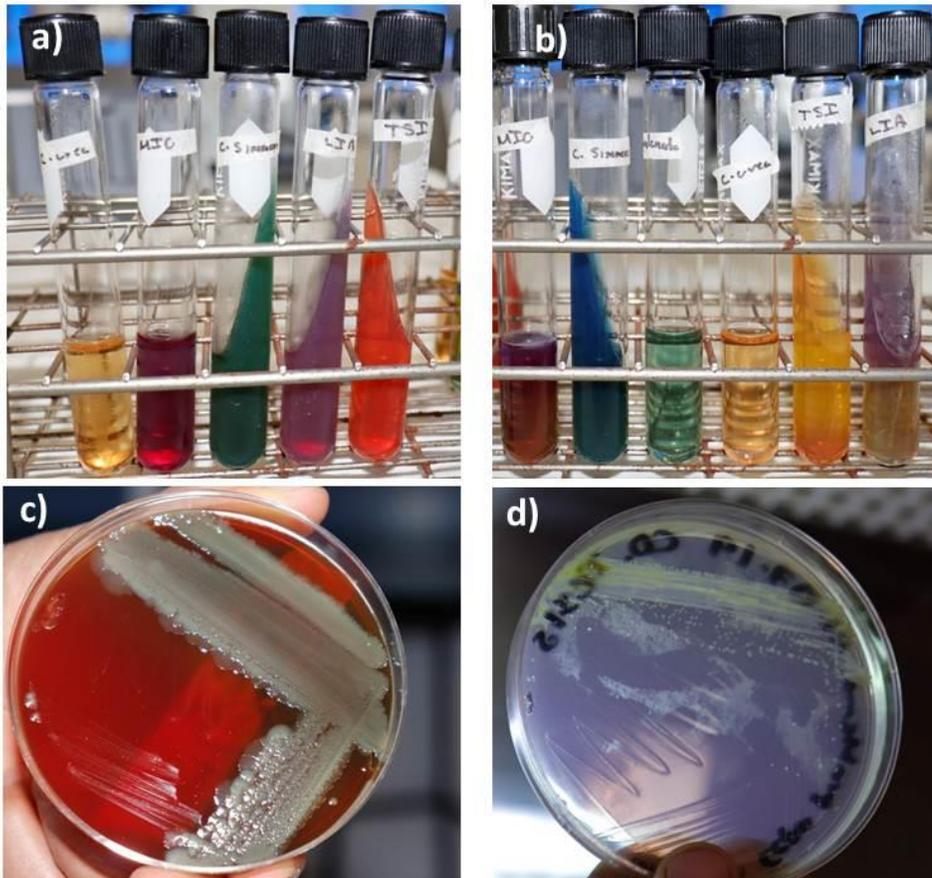


Fig. 13 Imagen que representa a)realización de pruebas bioquímicas b) lectura de pruebas bioquímicas a las 24 horas, c) crecimiento del Bacilo Gram (-) en agar sangre y olor característico a tortilla húmeda d) observación bajo luz fluorescente.

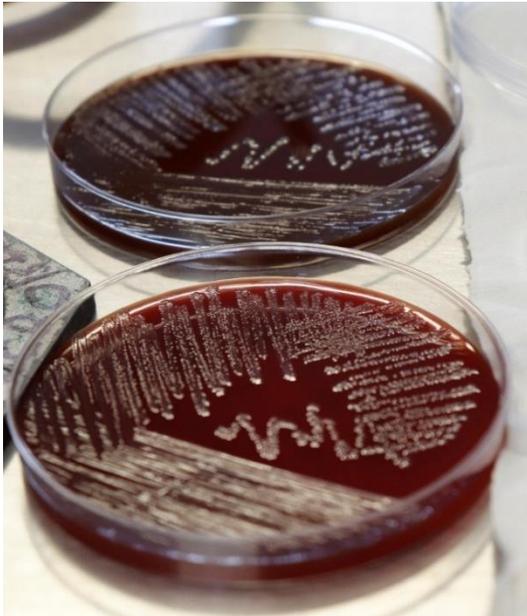


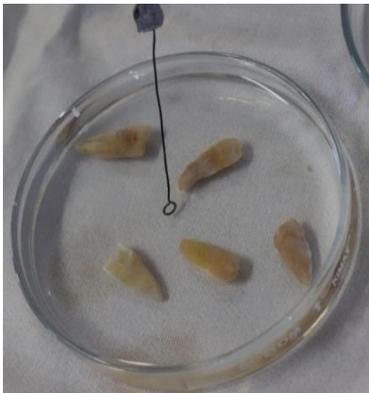
Fig. 14: Cepa de *Enterococcus faecalis* utilizada para el estudio



a)

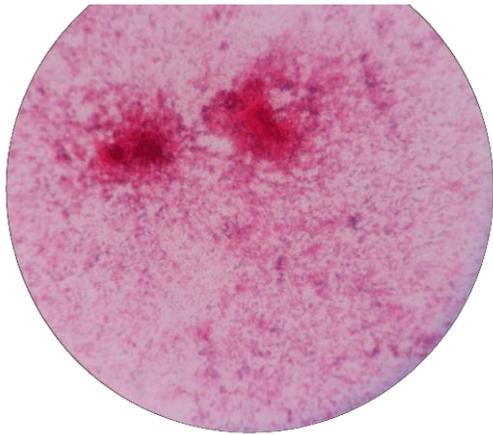


b)

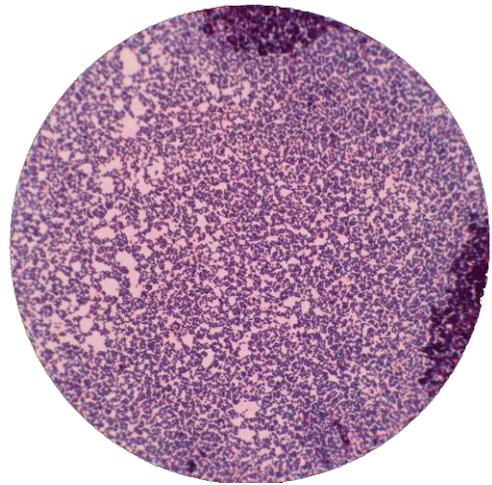


c)

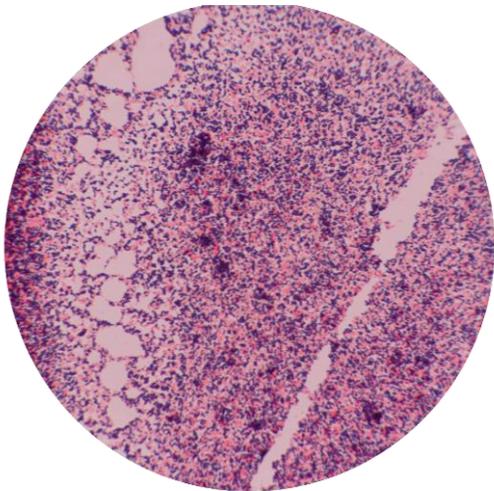
Fig. 15: Inoculación de *Enterococcus faecalis*



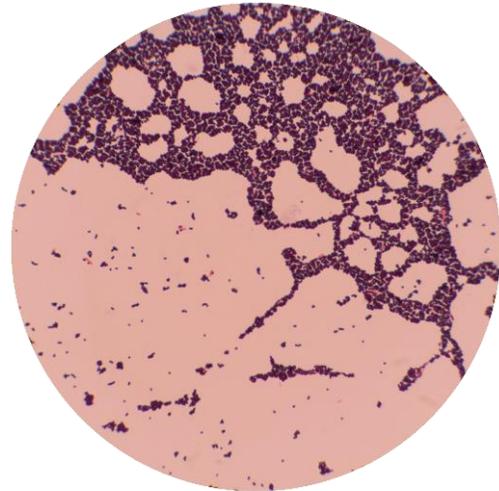
a) G1



b) G2



c) G3



d) G4

e) G5

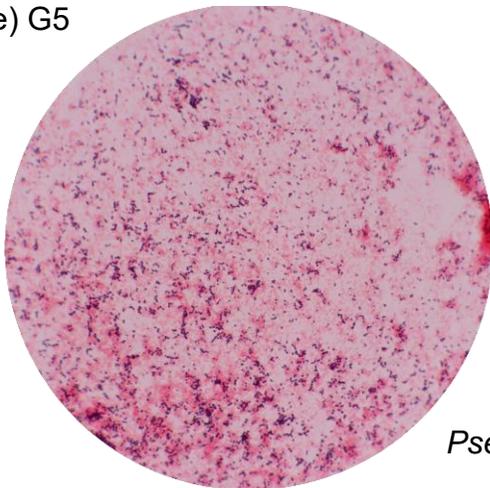
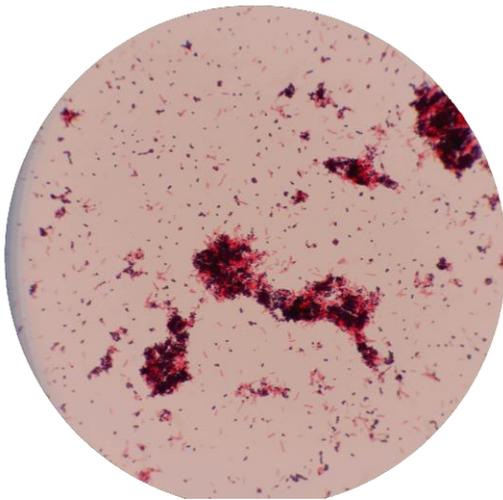
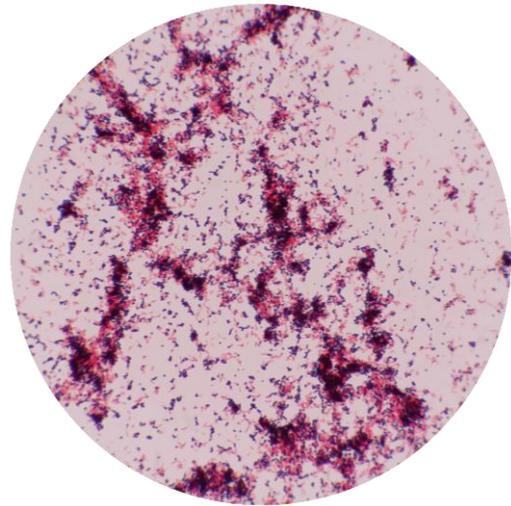


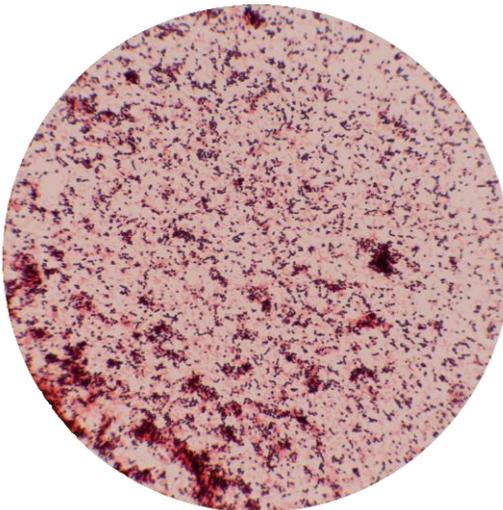
Fig. 16: Primer cultivo y tinción de Gram realizada a los 5 días inoculación de *Enterococcus faecalis*. Se observa en el microscopio electrónico en tono azul cocos Gram (+) que son colonias de *Enterococcus faecalis* y en tono rosa Bacilos Gram (-) que son *Pseudomonas spp.*



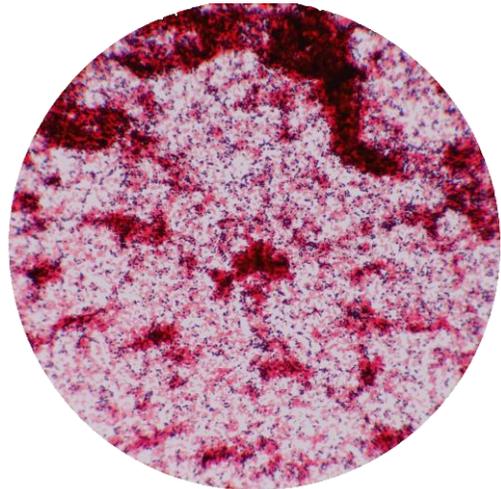
a) G1



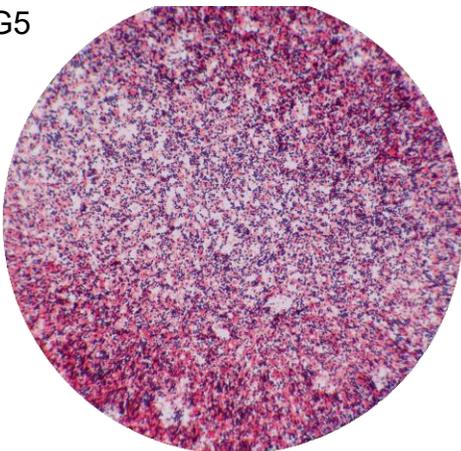
b) G2



c) G3

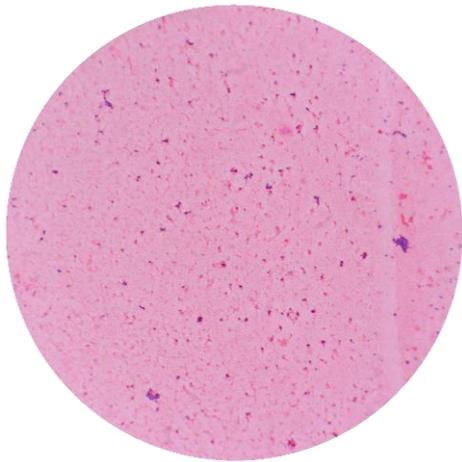


d) G4



e) G5

Fig. 17: Segundo cultivo y tinción de Gram. Se observa en el microscopio electrónico en tono azul cocos Gram (+) que son colonias de *Enterococcus faecalis* y en tono rosa Bacilos Gram (-) que son *Pseudomonas spp.*



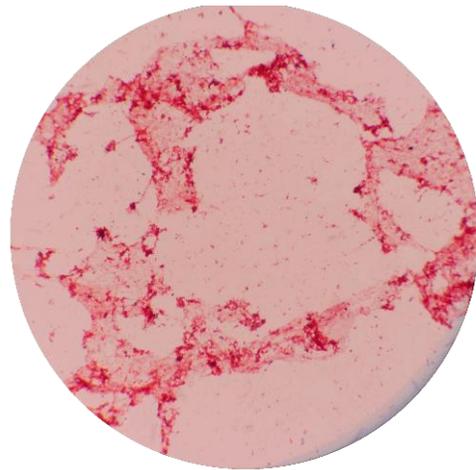
a) G1



b) G2



c) G3



d) G4

e) G5

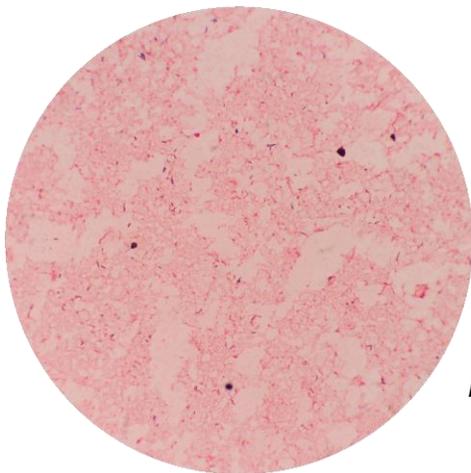


Fig. 18: Tercer cultivo realizado de la saliva artificial y tinción de Gram. Se observa al microscopio electrónico en tono azul cocos Gram (+) que son colonias de *Enterococcus faecalis* y en tono rosa Bacilos Gram (-) que son *Pseudomonas spp.*

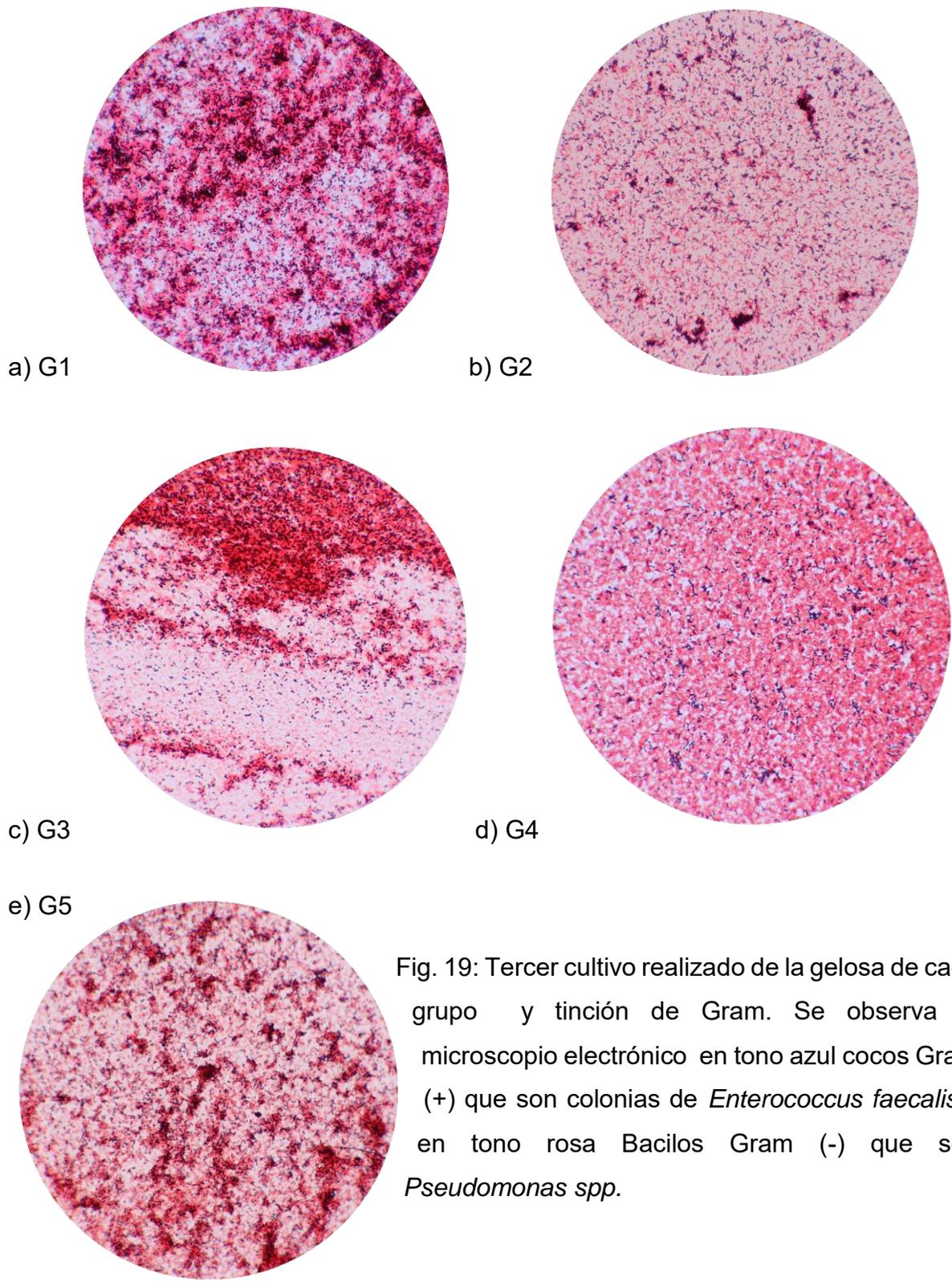


Fig. 19: Tercer cultivo realizado de la gelosa de cada grupo y tinción de Gram. Se observa al microscopio electrónico en tono azul cocos Gram (+) que son colonias de *Enterococcus faecalis* y en tono rosa Bacilos Gram (-) que son *Pseudomonas spp.*

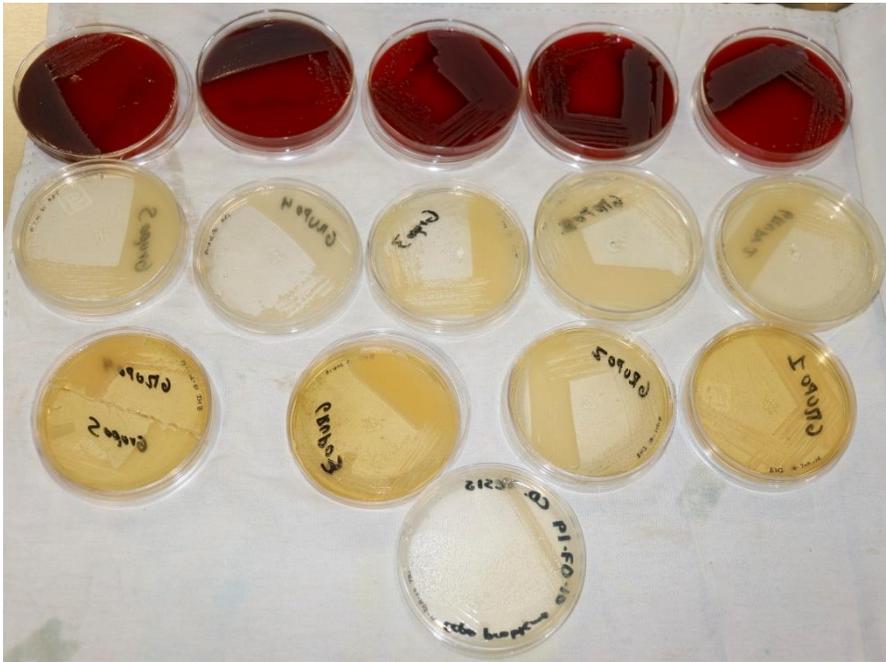
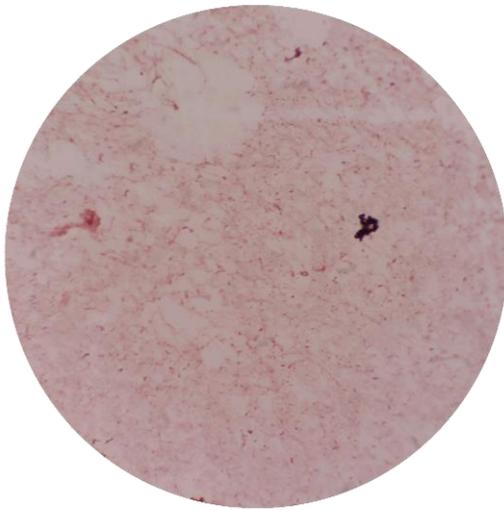
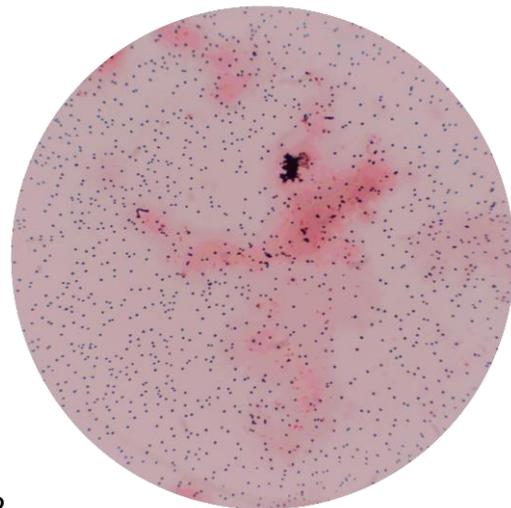


Fig. 20: Cuarto cultivo de nuestros grupos de estudio en agar sangre, tripticasa soya e infusión cerebro-corazón.



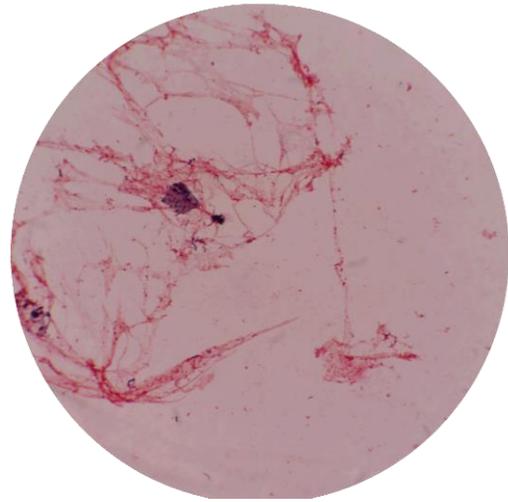
a) G1



b) G2



c) G3



d) G4

e) G5

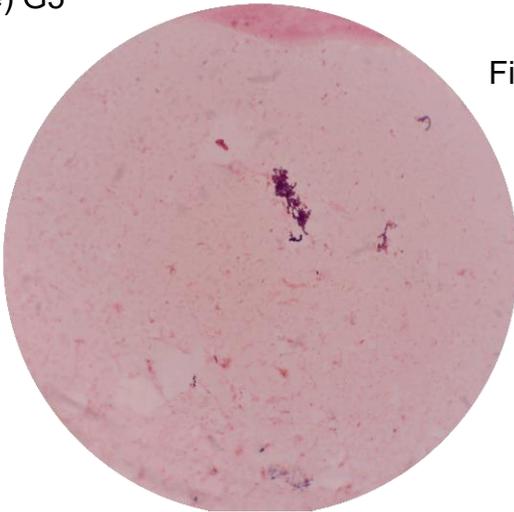
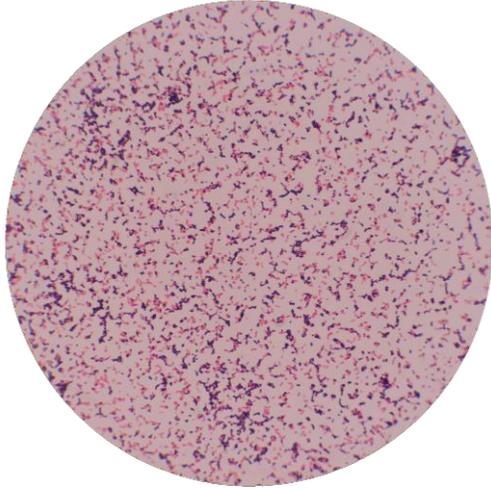
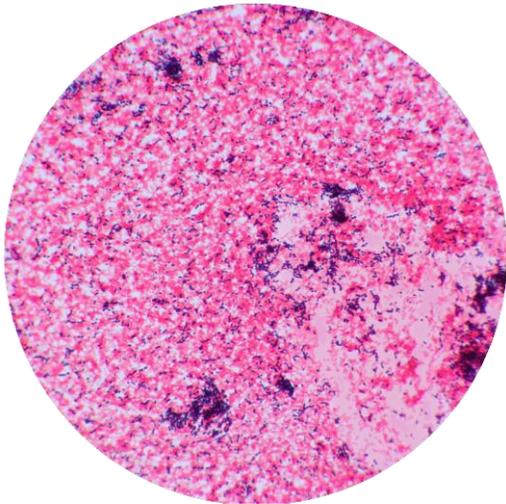


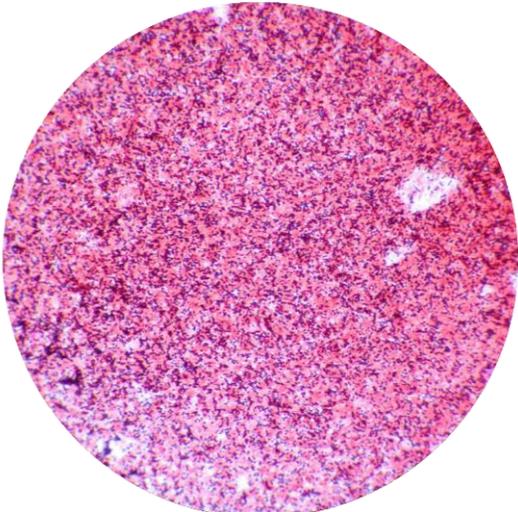
Fig. 21: Cuarto cultivo realizado de la saliva artificial y tinción de Gram. Se observa al microscopio electrónico en tono azul cocos Gram (+) que son colonias de *Enterococcus faecalis* y en tono rosa Bacilos Gram (-) que son *Pseudomonas spp*, existe en mayor cantidad *Enterococcus faecalis*.



a) G1



b) G2



c) G3



d) G4

e) G5

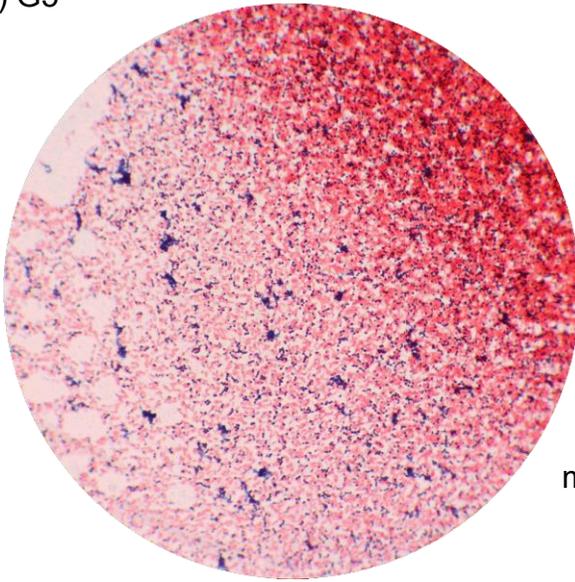


Fig. 22: Cuarto cultivo realizado de las gelosas de cada grupo de estudio y tinción de Gram. Se observa al microscopio electrónico en tono azul colonias de *Enterococcus faecalis* y en tono rosa *Pseudomonas spp*, existe en mayor cantidad *Enterococcus faecalis*.

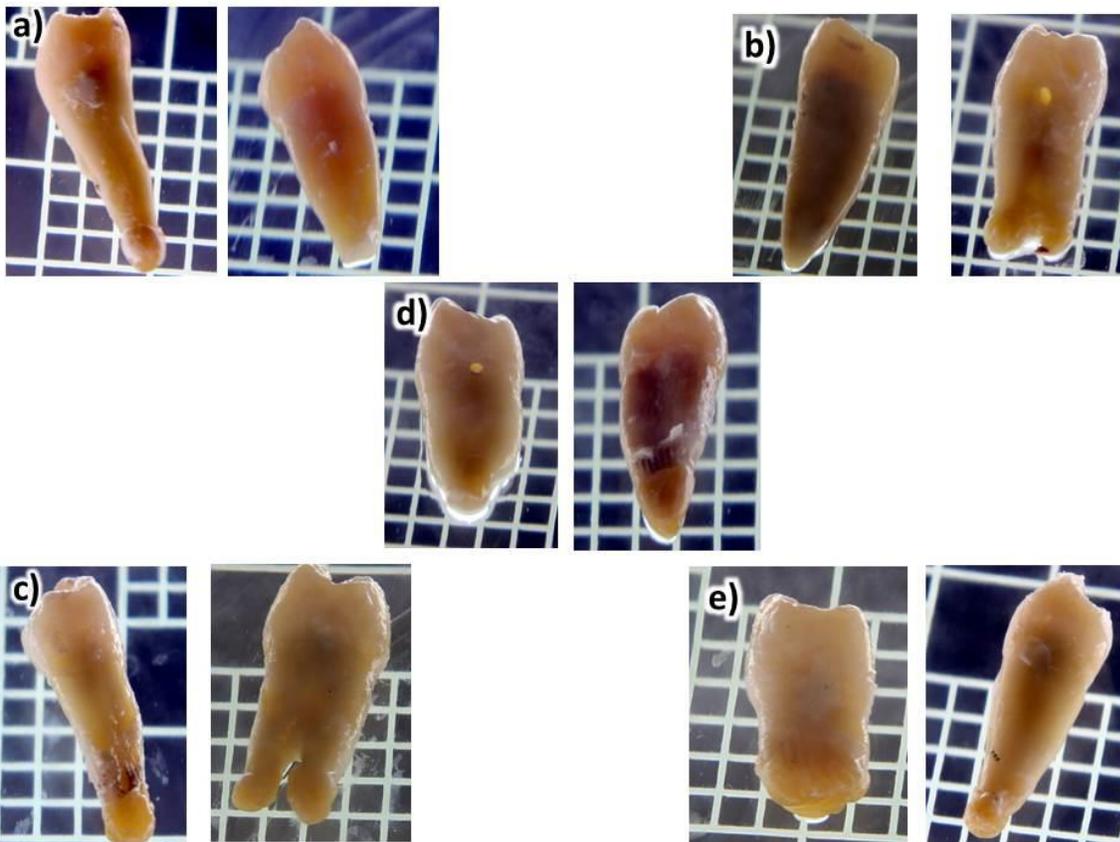


Fig. 23: Imagen que representa los 2 órganos dentarios seleccionados aleatoriamente de cada grupo de estudio, colocados en la lupa del cuentacolonia a) grupo 1 b) grupo 2 c) grupo 3 d) grupo 4 y e) grupo 5.



a)



b)

Fig. 24: Toma de muestra de la perforación de los órganos elegidos aleatoriamente de cada grupo.

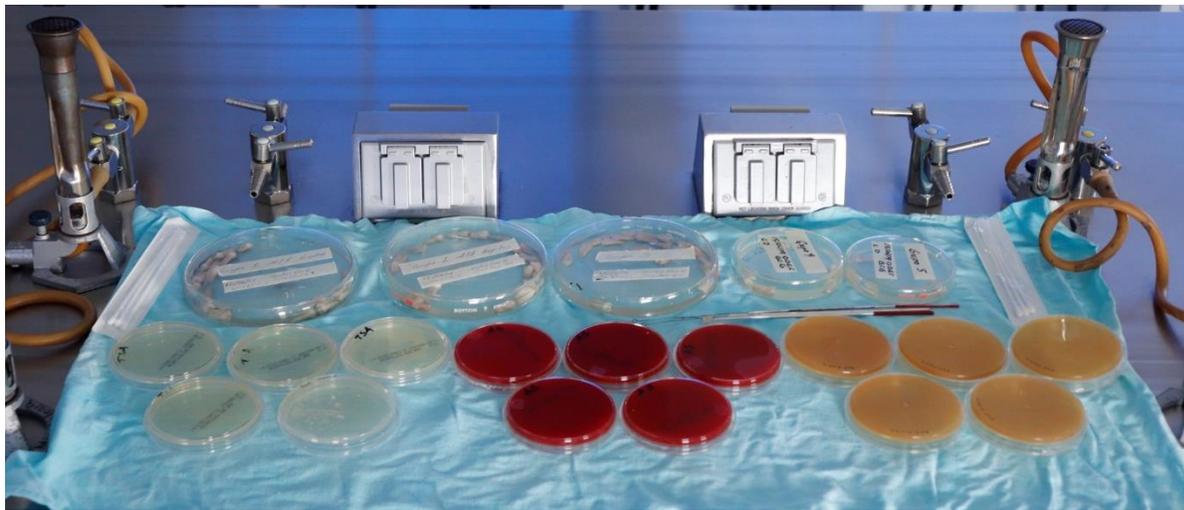


Fig. 25: Cultivo de las perforaciones de los órganos dentarios elegidos aleatoriamente de cada grupo.

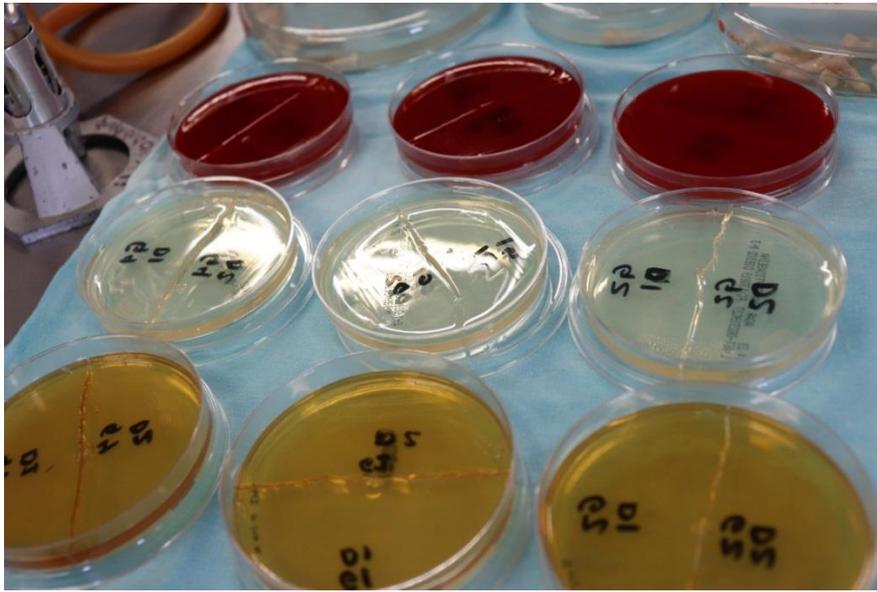


Fig. 26: En los grupos G1, G2 y G4 obtuvimos resultados negativos al crecimiento de *Enterococcus faecalis*, lo cual nos expresa que no hubo filtración bacteriana.

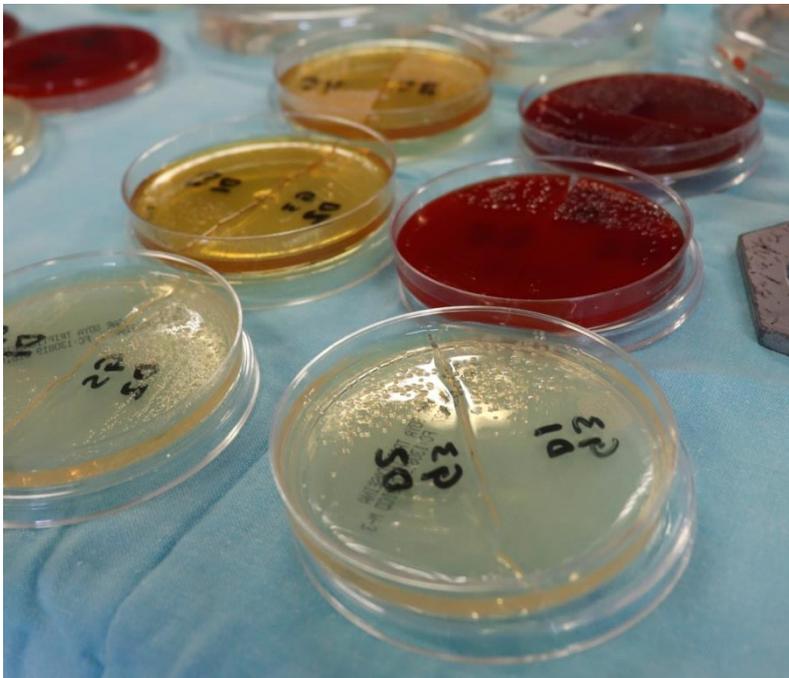


Fig. 27: En los grupos G3 y G5 obtuvimos resultados positivos donde los tres medios de cultivo de cada órgano dentario, presentaron crecimiento bacteriano, realizando la tinción de Gram y observando al microscopio electrónico se observaron colonias de *Enterococcus faecalis*.

17. OFICIOS



Ixtlahuaca, México 05 de Marzo de 2019.
Asunto: Autorización de Proyecto de Tesis

Dr. en C. Biom. Daniel Leocadio Victoria
Coordinador de Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica de la Universidad de Ixtlahuaca CUI

PRESENTE:

Los que suscriben P.C.D. Oscar Omar González Cruz y P.C.D. Gustavo Cruz González; nos dirigimos a usted de la manera más atenta para solicitar nos sea permitido, realizar dentro de las instalaciones de la Universidad de Ixtlahuaca CUI hacer uso del laboratorio de Microbiología I para el desarrollo del proyecto de investigación enfocado en la "Efectividad de dos marcas comerciales de MTA a la filtración bacteriana en perforaciones endodónticas", autorizado y asesorado por la M. en C. Elizabeth Sánchez Gutiérrez, la E. en E. Nancy Aidé Hernández Valdés y por el M. en C. Leopoldo Javier Díaz Arizmendi.

La presente solicitud se hace con el objetivo de optimizar el tiempo de trabajo en la institución, así como el avance del estudio clínico para la obtención de grado.

Sin más por el momento agradecemos su atención y quedamos de usted en espera de cualquier comentario al respecto.

Dr. en C. Biom. Daniel Leocadio Victoria

M. en C. Elizabeth Sánchez Gutiérrez

M. en C. Leopoldo Javier Díaz Arizmendi

E. en E. Nancy Aidé Hernández Valdés

Q.B.P. Olga Mateos Salazar

Observaciones:

- 1) Las alumnas en todo momento deben de ser acompañadas por un docente responsable.
- 2) Las alumnas deben de apearse a las normas del referido laboratorio

MATERIAL Y REACTIVOS

Cantidad	Material
1	Mechero de Bunsen
1	Microscopio electrónico
1	Incubadora
1	Pipeta graduada de 1ml
1	Pipeta graduada de 5ml
1	Matraz Erlenmeyer 100ml
1	Gradillas
1	Asa bacteriológica
1	Tubos de ensaye 13x100c/TR
1	Puente de tinción
1	Pipeta Pasteur
9	Cubreobjetos
9	Portaobjetos
9	Papel filtro
1	Marcador permanente
1	Masking tape
1	Encendedor
2	Paquetes Cajas Petri estériles sin divisiones
8	Paquetes de Cajas Petri estériles con 3 divisiones.
20	Hisopos esterilizados
1	Recipiente para tinciones
3	Pinzas de madera

REACTIVOS

<ul style="list-style-type: none"> Batería de tinción de Gram Colorante de cristal violeta Colorante de safranina Mordente lugol Decolorante alcohol- acetona
Aceite de inmersión
Agua destilada

MEDIOS DE CULTIVO

12 Cajas Petri con agar sangre (comprar por el tesista).
12 Cajas Petri con agar BHI.
12 Cajas Petri con agar tripticasa soya.
Tubo con solución salina estéril

CEPA

<i>Enterococcus faecalis</i>



Ixtlahuaca, México 12 de Marzo de 2019
Asunto: Autorización de Proyecto de Tesis

M. en C. Elizabeth Sánchez Gutiérrez
Coordinadora de la Licenciatura en Cirujano Dentista de la Universidad de Ixtlahuaca CUI

PRESENTE:

Los que suscriben P.C.D. Oscar Omar González Cruz y P.C.D Gustavo Cruz González; nos dirigimos a usted de la manera más atenta para solicitar nos sea permitido el uso de las instalaciones de radiología de la Licenciatura de Cirujano Dentista de la Universidad de Ixtlahuaca CUI para el desarrollo del proyecto de investigación enfocado en la **"Efectividad de dos marcas comerciales de MTA a la filtración bacteriana en perforaciones endodónticas"** autorizado y asesorado por la E. en E. Nancy Aidé Hernández Valdés y por el M. en C. Leopoldo Javier Díaz Arizmendi.

La presente solicitud se hace con el objetivo de optimizar el tiempo de trabajo en la institución, así como el avance del estudio clínico para la obtención del grado.

Sin más por el momento agradecemos su atención y quedamos de usted en espera de cualquier comentario al respecto.

M. en C. Leopoldo Javier Díaz Arizmendi

E. en E. Nancy Aidé Hernández Valdés

P.C.D. Oscar Omar González Cruz

P.C.D Gustavo Cruz González

Coordinadora de la Licenciatura en Cirujano Dentista
M. en C. Elizabeth Sánchez Gutiérrez