

**EFFECTO CORROSIVO DE 2 SUSTANCIAS QUÍMICAS CASERAS EN DIENTES
PERMANENTES RESTAURADOS CON FINES FORENSES.**

**Natalia Salinas Castro
Lanishell Wong Arenas**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
OPERATORIA DENTAL, ESTÉTICA Y MATERIALES DENTALES-FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
BOGOTA DC – FEBRERO 2023**

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

Universidad	El Bosque
Facultad	Odontología
Programa	Operatoria Dental, Estética y Materiales Dentales
Título:	Efecto corrosivo de 2 soluciones químicas en dientes permanentes restaurados con fines forenses.
Grupos de Investigación	Unidad de Manejo Integral de Malformaciones Craneofaciales (UMIMC) Unidad de investigación Básica Oral (UIBO)
Línea de investigación:	Línea Forense
Otra institución Participante.	Grupo de investigación UNICA- Unidad De Investigación en Caries
Tipo de investigación:	Posgrado /grupo
Estudiantes:	Natalia Salinas Castro Lanishell Wong Arenas
Director:	Dra. Martha Patricia Rojas Sánchez
Codirector	Dr. David Augusto Díaz Báez
Asesor metodológico	Dr. David Augusto Díaz Báez
Asesor estadístico:	Dr. David Augusto Díaz Báez

DIRECTIVOS UNIVERSIDAD EL BOSQUE

OTTO BAUTISTA GAMBOA	Presidente del Claustro
JUAN CARLOS LÓPEZ TRUJILLO	Presidente Consejo Directivo
MARIA CLARA RANGEL GALVIS	Rector(a)
NATALIA RUÍZ ROGERS	Vicerrector(a) Académico
RICARDO ENRIQUE GUTIÉRREZ MARÍN	Vicerrector Administrativo
GUSTAVO SILVA CARRERO	Vicerrectoría de Investigaciones.
CRISTINA MATIZ MEJÍA	Secretaria General
JUAN CARLOS SANCHEZ PARIS	División Postgrados
HERNEY ALONSO RENGIFO REINA	Decana Facultad de Odontología
MARTHA LILILIANA GOMEZ RANGEL	Secretaria Académica
DIANA MARIA ESCOBAR JIMENEZ	Director Área Bioclínica
ALEJANDRO PERDOMO RUBIO	Director Área Comunitaria
JUAN GUILLERMO AVILA ALCALÁ	Coordinador Área Psicosocial
INGRID ISABEL MORA DIAZ	Coordinador de Investigaciones Facultad de Odontología
SANDRA HINCAPIE NARVAEZ	Coordinadora Postgrados Facultad de Odontología
OLGA LUCIA ZARTA	Director del programa operatoria dental, estética y materiales dentales.

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

GUÍA DE CONTENIDO

Resumen

Abstract

	Pág.
Introducción	1
2. Marco teórico	4
3. Planteamiento del problema	13
4. Justificación	15
5. Situación Actual	17
6. Objetivos	25
6.1 Objetivo general	25
6.2 Objetivos específicos	25
7. Metodología del Proyecto	26
7.1. Tipo de estudio	26
7.2. Población y muestra	26
7.3. Métodos y técnicas para la recolección de la información	27
7.4. Hipótesis de estudio	33
7.5 Plan de tabulación y análisis.	34
8. Consideraciones éticas.	36
9.. Resultados	37
10. Discusión	54
11. Conclusiones	58
12. Referencias bibliográficas	59

LISTADO DE TABLAS

		Págs.
Tabla 1	<i>Artículos estado del arte Ácidos industriales.</i>	17
Tabla 2	<i>Artículos estado del arte Ácidos Caseros.</i>	22
Tabla 3	<i>Comparación entre sustancias y tipos de materiales restauradores (cambios en la longitud corono apical de los dientes obturados en los dos materiales restauradores diluidos en Hipoclorito de Sodio y Amoniaco).</i>	38
Tabla 4	<i>Comparación entre sustancias y tipos de materiales restauradores (cambios en la longitud Meso – distal de dientes con restauración en resina o amalgama diluidos en Hipoclorito de Sodio o Amoniaco).</i>	39
Tabla 5	<i>Comparación entre sustancias y tipos de materiales restauradores (cambios en el peso de dientes con restauración en resina o amalgama diluidos en Hipoclorito de Sodio o Amoniaco).</i>	40
Tabla 6	<i>Comparación entre tiempos para cada sustancia y tipo de material restaurador(cambios en la longitud corono apical a través de los tiempos evaluados).</i>	42
Tabla 7	<i>Comparación entre tiempos para cada sustancia y tipo de material restaurador (comparación de cambios en la longitud Meso - Distal a través de los tiempos evaluados)</i>	43
Tabla 8	<i>Comparación entre tiempos para cada sustancia y tipo de material restaurador (comparación de cambios en el peso a través de los tiempos evaluados).</i>	45
Tabla 9	<i>Efervescencia en el grupo de dientes obturados en amalgama inmersos en Hipoclorito de Sodio al 25%.</i>	46
Tabla 10	<i>Resultados de efervescencia en el grupo de dientes obturados en amalgama inmersos en Amoniaco 24.5%.</i>	47
Tabla 11	<i>Resultados de efervescencia en el grupo de dientes obturados en resina compuesta inmersos en Hipoclorito de Sodio 25%%.</i>	47
Tabla 12	<i>Resultados de efervescencia en el grupo de dientes obturados en resina compuesta inmersos en Amoniaco 24,5%%.</i>	48
Tabla 13	<i>Formación de capa blanca en tercio medio y radicular de los dientes obturados en amalgama inmersos en la solución amalgama Hipoclorito de Sodio al 25%</i>	49
Tabla 14	<i>Ausencia de capa blanca en tercio medio y radicular de los dientes obturados en amalgama inmersos en la solución en Amoniaco 24,5%.</i>	50
Tabla 15	<i>Presencia de capa blanca en tercio medio y radicular de los dientes obturados en resina compuesta inmersos en la solución a Hipoclorito de Sodio 25%</i>	50
Tabla 16	<i>Ausencia de capa blanca en tercio medio y radicular de los dientes obturados en resina compuesta inmersos en la solución en Amoniaco 24,5%</i>	52
Tabla 17	<i>Presencia de rugosidad en las restauraciones en resina compuesta inmersos en la solución acuosa de Hipoclorito de Sodio al 25% y Amoniaco al 24.4%.</i>	53
Tabla 18	<i>Comparación entre artículos con ácidos caseros y el presente estudio</i>	55

LISTADO DE FIGURAS

		Págs.
Figura 1	<i>Conservación de dientes en solución de Cloramina T. Dispuestas en el laboratorio de UNICA. Foto tomada por Natalia Salinas</i>	28
Figura 2	<i>Preparación de cavidad. A) Cavidad clase I, B) Cavidad clase II. Foto tomada por Lanishell Wong</i>	28
Figura 3	<i>Productos utilizados. A) Hipoclorito de Sodio NaCl, B) Amoniaco NH3. Foto tomada por Natalia Salinas</i>	30
Figura 4	<i>Grupo 1: 30 Dientes distribuidos al azar restaurados con resina(n=15) y amalgama (n=15) antes y después de ser sumergidos en Hipoclorito de Sodio. Fotografía tomada por Lanishell Wong.</i>	31
Figura 5	<i>Grupo 2: 30 dientes distribuidos al azar con resina (n=15) y amalgama (n=15) antes y después de ser sumergidos en Amoniaco. Fotografía tomada por Lanishell Wong</i>	31
Figura 6	<i>Medida meso-distal, fotografía tomada por Natalia Salinas</i>	31
Figura 7	<i>Medida Longitus Apico- Cornal, Fografía tomada por Natalia Salinas</i>	31
Figura 8	<i>Campana extractora de aire (Frontier ® Mono™ Laboratory Fume Hood). Disponible en laboratorio UNICA. Foto tomada por Natalia Salinas</i>	32
Figura 9	<i>Disposición final de residuos químicos y rotulados foto tomada por Natalia Salinas</i>	33
Figura 10	<i>Diente sumergido en Hipoclorito con presencia de efervescencia. Foto tomada por Lanishell Wong</i>	46
Figura 11	<i>T0 al T2 ligera de capa blanca Fotos tomadas por: Natalia Salinas</i>	49
Figura 12	<i>T3 al T5 capa blanca grueso Fotos tomadas por: Natalia Salinas</i>	49
Figura 13	<i>T0 ausencia de formación de capa blanca Fotos tomadas por: Natalia Salinas</i>	50
Figura 14	<i>T5 ausencia de formación de capa Blanca Fotos tomadas por: Natalia Salinas</i>	50
Figura 15	<i>T0 al T2 Ausencia de capa blanca en zona radicular .Fotos tomadas por: Natalia Salinas</i>	51
Figura 16	<i>T3 al T4 Presencia de estrías blancas en tercio apical de fácil retiro Fotos tomadas por: Natalia Salinas</i>	51
Figura 17	<i>T5 Presencia de capa blanca en tercio medio y apical de fácil retiro Fotos tomadas por: Natalia Salinas</i>	51
Figura 18	<i>T0 Ausencia de capa blanca en zona radicular, Fotos tomadas por: Natalia Salinas</i>	52
Figura 19	<i>T5 Ausencia de capa blanca en zona radicular, Fotos tomadas por: Natalia Salinas</i>	52
Figura 20	<i>T0 al T2 Sin cambios en la restauración oclusal, fotos tomadas por: Natalia Salinas</i>	53
Figura 21	<i>T3 y T4 Ligeramente áspera la superficie oclusal, Fotos tomadas por: Natalia Salinas</i>	53
Figura 22	<i>T5 Superficie oclusal rugosa. Fotos tomadas por: Natalia Salinas</i>	53

RESUMEN

EFFECTO CORROSIVO DE 2 SUSTANCIAS QUÍMICAS CASERAS EN DIENTES PERMANENTES RESTAURADOS CON FINES FORENSES

Antecedentes: En Colombia, la situación política y social en los últimos 60 años ha desencadenado una crisis de violencia en América Latina. La desaparición es un método que pretende ocultar un cadáver como evidencia de un crimen u homicidio, utilizando fosas comunes, incineración, pique y disolución en químicos entre otros. La odontología forense que es una práctica técnico-científica requiere del estudio de los métodos ilegales para validar su actuar. **Objetivo:** Determinar el tiempo de disolución y los cambios macroscópicos en dientes restaurados con Amalgama y resina cuando están sumergidos en Hipoclorito de Sodio NaClO 5% y Amoníaco NH₃ 25%. **Materiales y métodos:** Estudio experimental ex vivo. Aprobación comité ética CIE 2022-070. Se utilizaron 60 premolares humanos, divididos en 4 grupos: NaClO Amalgama, NaClO Resina, NH₃ Amalgama, NH₃ Resina, evaluados durante 72 horas, se evaluó reducción del tamaño, cambio de peso, rugosidad y efervescencia. Operadores e instrumentos estaban calibrados. Se utilizó el test de Shapiro-Wilk, medianas interquartiles, Kruskal-Wallis, frecuencias relativas y absolutas. **Resultados:** La comparación entre grupos mostró que la longitud corona apical de los 2 materiales restauradores en ambas soluciones evidenció diferencias estadísticamente significativas en el tiempo basal ($p=0.036$), en la longitud mesiodistal los dientes de AML_AMO mostraron diferencias estadísticamente significativos ($p=0.039$) y el grupo que mostró mayor peso fue AML_NaCl ($p=0.006$). En la comparación entre tiempos la longitud corono apical del grupo AML_NaCl presentó aumento significativo en su longitud a las 48 horas ($p=0.016$), el grupo RS_NaCl presentó un aumento del 1,7% a las 2 horas ($p=0.004$). En la longitud mesiodistal el grupo RS_AMO mostró diferencias significativas hasta las 48 horas. El grupo que reveló cambios en su peso fue RS_NaCl a los 5 minutos y a las 2 horas de sumersión. En el análisis de efervescencia el grupo AML_NaCl fue quien presentó este hallazgo y la rugosidad en ambas sustancias fue presentada en el grupo RS_NaCl. **Conclusiones:** se presentó corrosión para la longitud corono apical, dimensión mesiodistal y peso en ambos grupos de restauración y sustancia, la efervescencia se presentó en el grupo AML_NaCl y la rugosidad en los dientes restaurados con resinas de ambas soluciones.

Palabras clave: Odontología Forense, Hipoclorito sódico, Amoniaco, Hidróxido de Amonio, Disolución dental, Solubilidad, Esmalte Dental.

ABSTRACT
CORROSIVE EFFECT OF TWO HOUSEHOLD CHEMICAL
SUBSTANCES ON RESTORED PERMANENT TEETH FOR
FORENSIC PURPOSES

Background: The political and social situation in Colombia over the last 60 years has triggered a crisis of violence in Latin America. Disappearance is a method that aims to hide a corpse as evidence of a crime or homicide, using mass graves, incineration, dismemberment, and dissolution in chemicals, among others. Forensic odontology, as a technical-scientific practice, requires the study of illegal methods to validate its actions. **Objective:** To determine the dissolution time and macroscopic changes in teeth restored with amalgam and resin when submerged in 5% NaClO Sodium Hypochlorite and 25% NH₃ Ammonia. **Materials and methods:** Experimental ex vivo study. Ethics Committee approval CIE 2022-070. 60 human premolars were used, divided into 4 groups: NaClO Amalgam, NaClO Resin, NH₃ Amalgam, NH₃ Resin, evaluated for 72 hours, size reduction, weight change, roughness, and effervescence were evaluated. Operators and instruments were calibrated. The Shapiro-Wilk test, interquartile medians, Kruskal-Wallis, relative and absolute frequencies were used. **Results:** The comparison between groups showed that the apical crown length of the 2 restorative materials in both solutions presented statistically significant differences in the basal time ($p=0.036$); in the mesiodistal length the AML_AMO teeth showed statistically significant differences ($p=0.039$) and the group that presented the highest weight was AML_NaCl ($p=0.006$). In the comparison between times, the apical crown length of the AML_NaCl group showed a significant increase in its length at 48 hours ($p=0.016$), the RS_NaCl group showed an increase of 1.7% at 2 hours ($p=0.004$). In the mesiodistal length, the RS_AMO group showed significant differences up to 48 hours. The group that showed changes in their weight was RS_NaCl at 5 minutes and 2 hours of immersion. The analysis found that effervescence was present in the AML_NaCl group and the roughness in both substances was apparent in the RS_NaCl group. **Conclusions:** Corrosion was present for crown apical length, mesiodistal dimension and weight in both restoration and substance groups, effervescence was present in the AML_NaCl group and roughness in teeth restored with resins from both solutions. **Keywords:** Forensic Dentistry, Sodium Hypochlorite, Ammonia, Ammonium Hydroxide, Dental Solution, Solubility, Dental Enamel.

Introducción

La desaparición de personas constituye una de las prácticas más atroces de violación contra los derechos humanos, en el país sobresalen 2 situaciones específicas que llevan a declarar a las personas como desaparecidas; la desaparición forzada con implicación del estado y la desaparición intencional dada por la delincuencia común. La legislación colombiana en el código penal ley 599 de 2000 define la desaparición forzada como el ocultamiento privación de libertad y negación del paradero de la persona con lo cual se impide el ejercicio de las autoridades legales pertinentes (Arias et al., 2019).

Actualmente, Colombia posee una de las más altas tasas de víctimas de desaparición forzada en América latina, en el registro único de víctimas reconocido por la unidad para las víctimas del año 2018 se reportó que el territorio nacional cuenta con un total de 8.760.290 víctimas a nivel general cifras que podría verse afectada debido a las distintas causas de desaparición (Arias et al., 2019).

En los casos de los cadáveres en condición de NN, actualmente denominados como no identificados, hacen referencia a aquellos que a pesar de ser recuperados no se pueden esclarecer su entidad posiblemente por dificultades en la comparación de datos y registro durante la inspección del lugar de los hechos o incluso por el grado de descomposición del cuerpo (Sanabria et al., 2015).

Para medición de un cadáver el derecho penal requiere de la cooperación de expertos de diversas disciplinas como soporte para impartir justicia entre ellas; la Medicina, Odontología, Antropología y otras ramas con aplicación forense (Morales et al. 2009). A partir de la información que proporcionan las estructuras dentales los profesionales en odontología pretenden contribuir en la identificación de cadáveres.

Uno de los elementos utilizados para la desaparición de cadáveres son los ácidos; estos no han sido un producto nuevo al momento de accionar un crimen; la literatura reporta que el uso de los ácidos cobró fuerza a principios del siglo XVII y a finales del siglo XIX en Europa, donde se notifican los primeros casos con ácidos por infidelidad esto con el fin de generar alguna lesión en el cuerpo y que la pareja no pudiera estar relacionada con otra;

de esta forma las soluciones químicas fueron cogiendo dominio a nivel mundial, llegando a Colombia en 1996 donde han creado creando el artículo 116A del código penal (Ley 599 del 2000) <El texto adicionado es el siguiente> **Lesiones con agentes químicos, ácido y/o sustancias similares.** El que cause a otro daño en el cuerpo o en la salud, usando para ello cualquier tipo de agente químico, álcalis, sustancias similares o corrosivas que generen destrucción al entrar en contacto con el tejido humano, incurrirá en pena de prisión de ciento cincuenta (150) meses a doscientos cuarenta (240) meses y multa de ciento veinte (120) a doscientos cincuenta (250) salarios mínimos legales mensuales vigentes. (Ley 1773 del 2016).

El ácido al ser un elemento corrosivo para el cuerpo humano genera un daño irreversible a la piel donde se genera la destrucción de las células y del tejido tanto muscular como óseo, se espera que como resultado del ataque de esta comportamiento no debería ser la muerte pero se han conocido casos que involucran la utilización de ácidos y que han conllevado a la deceso de la persona; uno de ellos es la investigación de dos casos de asesinato que se presentó en 2018 donde hubo la utilización de ácido industriales como el ácido clorhídrico y sulfúrico en Estados Unidos y México(Vermeij et al., 2015).

Para lograr la identificación post mortem de un cuerpo después de la sumersión en ácidos , diversos estudios han descrito el análisis de ADN que ha sido un impacto en la ciencia forense incluida en la odontología forense (Jadhav et al.,2009) (Trapp et al 2018), debido a que los dientes han demostrado ser la estructura de mayor dureza del cuerpo humano mostrando una notable resistencia al paso del tiempo, a los cambios constantes de pH, humedad y temperatura, esto se debe a que el esmalte dental dentro de su composición presenta cristales de hidroxiapatita lo que le confiere mayor resistencia ante eventos catastróficos convirtiéndolo en un elemento importante para el reconocimiento de víctimas involucradas en distintos ambientes criminales , lo cual puede generar un aporte valioso para el cotejo y que son útiles a la administración de la justicia con el fin de establecer la identidad de una persona.(González et al. 2020).

Adicionalmente, se ha encontrado en la literatura estudios donde han utilizado los ácidos industriales con el fin de evaluar los posibles cambios morfológicos y el tiempo de

disolución que pueden presentar los dientes humanos al estar expuestos a estas soluciones y que pueden terminar siendo de gran ayuda para el proceso de identificación de una víctima, (Rajkaren et al. 2013) (Mazza et al 2005) (Jadhav et al. 2009); llama la atención que la literatura reporta también estudios en donde han evaluado la utilización de ácidos industriales en materiales restauradores como la resina compuesta, prótesis removibles o fijas, amalgamas entre otras, esperando como resultado cambios macroscópicos que de igual forma sean útiles para la odontología forense; se ha evidenciado que no solo han sido de estudio los ácidos industriales sino también sustancias químicas caseras como limpiador de inodoros, limpiador de desagüe y ácido de batería (Amerson et al. 2018) generando cambios físicos en las restauraciones. Es por eso que este proyecto pretende describir el efecto corrosivo en dientes restaurados en amalgama y resina compuesta sumergidos en 2 ácidos caseros (Hipoclorito de sodio y Amoniaco) debido a que estas dos soluciones son de fácil acceso al público, bajo costo y se usa en muchos productos de limpieza domésticos e industriales y que probablemente pueda ser de ayuda para la investigación odontológica forense.

Marco teórico

El presente proyecto se seccionó en 4 apartados con el fin de brindar información básica necesaria para su comprensión, organizado de la siguiente forma:

1. Contextualización de la desaparición intencional.
2. Lesiones personales con el uso de ácidos industriales.
3. Composición de ácidos caseros: Hipoclorito de Sodio y Amoniaco.
4. Composición de resina compuesta y amalgama.

Es importante saber que existen dos tipos de desaparición de personas; la desaparición forzada y la desaparición intencional, que pueden estar involucradas o no con el estado, en cuanto a la desaparición forzada se conoce que es una de las más graves con relación a la violación de los derechos humanos(DD.HH) mientras la desaparición intencional no tiene relación alguna con el estado y puede llegar a presentarse por situaciones de narcotráfico, mafia o personas del bien común con el objetivo de encubrir un cadáver y evadir un proceso penal, a esta modalidad se debe sumar el deterioro psicológico que provoca la ausencia e incertidumbre de no tener referencias del paradero del individuo, de esta manera no solo incurre en problemáticas de tipo psicosocial, también éticos, morales y afectando el entorno familiar (Leinden et al, 2010).

En términos generales la identificación odontológica se basa en la comparación de registros antemortem con los registros postmortem que proporcionan al odontólogo forense características distintivas suficientes para identificar a una persona. Tales características se sustentan científicamente en la individualidad morfológica de los dientes que permiten distinguir a una persona por sus rasgos propios. De esta manera es propicio decir que a través de los dientes se puede obtener información relevante para la investigación en casos de identificar un cuerpo, por ejemplo; se podría revelar la edad mediante el patrón de erupción de los dientes y el desgaste dental, el sexo; tras la obtención de ADN genómico de la pulpa dental y hasta la influencia de grupos poblacionales en la expresión y variabilidad de rasgos dentales morfológicos y métricos (Moreno et al, 2007).

Las cifras oficiales confirman que la desaparición forzada en Colombia continúa siendo una práctica masiva vigente para un total de 91.647 personas reportadas como desaparecidas entre 1995 y el 2014 según el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, aunque es necesario anotar que estas cifras no corresponden solo a casos de desaparición forzada en el marco del conflicto armado, sino también a casos aislados de desaparición de personas (Sanabria et. al, 2015).

La naturaleza del delito cambia día a día y el científico forense siempre enfrenta nuevos obstáculos en el proceso de identificación, actualmente la utilización de ácidos o sustancias cáusticas para deshacer un cuerpo es una de las técnicas a elegir por los delincuentes, esto causa gran interés a las ciencias forenses. En estos casos donde el objetivo principal es destruir cualquier evidencia que deje rastro físico de la causa de muerte y el tiempo transcurrido, los dientes toman un valor importante ya que son una fuente para obtención de ADN, su composición otorga mayor resistencia a los cambios extremos de temperatura y Ph y además se encuentran protegidos por los maxilares y músculos adyacentes. (Sowmya et al. 2013).

1. Desaparición intencional

La desaparición intencional de personas es aquella práctica que pretende ocultar un cadáver producto de un homicidio y que puede ser accionado en lugares como fosas clandestinas, enterrados en hormigones, incinerados o disueltos en soluciones químicas. consiste en ocultar o deshacer el cuerpo con el fin de encubrir el cuerpo del delito. La desaparición intencional es considerado un fenómeno asociado a la violencia común, por el cual si aumenta el número de personas reportadas como desaparecidas pero no aumenta los cadáveres sin identificar (Molano et al.2021).

Los intentos por intentar ocultar una víctima y evitar su identificación positiva por un criminal son frecuentes y puede incluir desmembramiento, extracción de sus dedos para impedir su identificación a través de huellas dactilares, extracción de dientes, incineración e incluso disolución en productos químicos de uso casero, como desinfectantes, limpiadores de desagües y químicos utilizados para lavado de piscinas y tanques(Hartnett et al, 2011).

Algunos investigadores han encontrado que no solo los huesos sino también los dientes humanos tienen proporciones predecibles de calcio y fósforo que se pueden medir con muestras muy pequeñas e incluso aquellas antiguas o dañadas , incineradas o tratadas químicamente (Jones et al., 2020) .

En el 2009 Cope et al, se interesaron por investigar la reacción de los dientes al contacto con ácidos de uso doméstico, para su estudio utilizaron 41 dientes sanos, expusieron los dientes a 8 ácidos diferentes, entre esos ácido sulfúrico, ácido fosfórico, clorhídrico y sodio de hidróxido adquiridos en ferreterías, las muestras se dejaron en un lapso de tiempo de 24 horas, resultando de la interacción del diente con el ácido fosfórico una consistencia calcárea, seguido de una textura pastosa esto a la hora de exposición y finalmente se observaron cambios drásticos en la morfología y peso del diente en el ácido clorhídrico, este último fue la sustancia más agresiva, este estudio concluye la importancia de realizar investigaciones con diferentes tipos de ácidos de uso doméstico para identificar cuanto tiempo es necesario para destruir la estructura dental e identificar la reacción producto con la composición dental , teniendo presente la dureza de este (Dupras et al,2009).

Aquí radica la importancia de contar con un odontólogo forense que logre determinar cuánto tiempo transcurre y la cantidad de ácido necesario para destruir completamente un cuerpo humano incluyendo los dientes, dando lugar a la identificación post mortem por medio de los restos dentales (Mazza et al., 2005) .

2. Lesiones personales con el uso de ácidos industriales

La violencia caracterizada por ataques con agentes químicos es un fenómeno que afecta a la población mundial, este acto se resume en el empleo de un agente químico corrosivo, lanzado sobre el cuerpo de la víctima, habitualmente en el área del rostro. Los ataques con ácido son considerados actos de violencia de género, puesto que la mayoría de sus víctimas son mujeres y tienen afectación a los derechos humanos. Si bien no ocasionan la

muerte de la víctima, tienen consecuencias graves y permanentes como la desfiguración, quemaduras, cegamiento generando aislamiento social, trastornos psicológicos y depresión sin tener presente que la recuperación de estos ataques tiene un proceso lento (Norza et al, 2019).

El ataque con ácidos, actualmente tipificado como Lesiones con agentes químicos, ácido y/o sustancias similares (Código Penal, 2000), es una conducta que se encuentra tipificada dentro del delito de lesiones personales, que como tal es un comportamiento que consiste en causar un daño en el cuerpo o en la salud de otra persona. Cabe resaltar que los motivos comenzaron a cambiar. Inicialmente, la tendencia era por violencia de género; actualmente, se evidencian motivaciones orientadas a disputas por propiedad de tierras, dinero, uso de recursos, préstamos y reembolsos, siendo en estas últimas los hombres sus principales víctimas (Beltrán et al, 2015).

En Colombia el ataque con ácido compromete una tipología nueva. El primero fue el 28 de octubre de 1996; la víctima fue Gina Potes, quien señala que su caso quedó en la completa impunidad, pero a pesar de esto ella ha seguido luchando día a día porque se haga justicia a su caso. Desde ese entonces empezó a incrementar este delito como lo muestra Medicina Legal que registró un total de 269 casos reportados del año 2004 al 2014 entre hombres y mujeres.

Las estadísticas del Instituto Nacional de Medicina Legal alrededor de dichos ataques reflejan que este tipo de agresiones han aumentado de forma alarmante desde el año 2014, en el cual se presentó el ataque con agente químico más conocido del país a Natalia Ponce de León, llegando a registrar en 2016, 85 casos de violencia interpersonal con mecanismo cáustico (Norza et al, 2019).

Asimismo, otros ácidos como el ácido nítrico y clorhídrico se usan para fertilizantes, pinturas y detergentes, siendo de fácil acceso pues los agentes químicos mencionados son materiales utilizados constantemente en labores industriales y su restricción no ha sido común. En consecuencia, limitar la facilidad para obtener el ácido como requisito del ataque, reduce en una primera instancia la comisión del delito. Sin embargo, regularlas es una labor ardua que requiere de algunas disposiciones normativas y acciones de los Estados, razón por la cual, la ausencia de restricciones para la venta o comercio han ocasionado que este tipo de violencia vaya en aumento (Norza et al, 2019).

Turner et al, en el 2018 realizaron un estudio para evaluar cual ácido diluía en menor tiempo los dientes, Los ácidos comerciales que se utilizaron fueron ácido clorhídrico al 37% (HCl), ácido nítrico al 65% (HNO₃) y ácido sulfúrico al 96% (H₂SO₄), donde se incluyeron 6, los resultados arrojaron que el ácido clorhídrico al 37% y el nítrico al 65% tuvieron un efecto rápido de disolución comparado con los demás, de aquí ellos concluyen que los cambios morfológicos presentados podrían ser un soporte para determinar la duración del tiempo de exposición (Turner, 2018).

3. Composición de ácidos caseros: Hipoclorito de sodio y Amoniaco.

Hipoclorito de Sodio

NaOCl es un compuesto de uso doméstico que se utiliza eficazmente para desinfectar el agua, además como detergente y desinfectante de superficies, blanqueador, desodorante. La solución industrial de NaOCl es transparente, de color amarillo muy pálido, con olor característico a cloro en 5,5%. Se encuentra en presentación de frasco de aproximadamente 1000 ml y su valor comercial varía según el contenido neto, puede estar entre \$7,800 a \$15,250 pesos colombianos para el año 2021. (Ponzano 2007).

En principio, la solución industrial de NaOCl es inestable y genera cloro con una velocidad que depende esencialmente de la pureza de la solución. Esta descomposición se produce por la exposición a la luz y el calor, el contacto con ácidos y la presencia de iones metálicos que provocan una rápida descomposición de la molécula de hipoclorito (Ponzano 2007).

NaOCl es un oxidante fuerte por lo tanto, es una base débil pero muy reactiva y capaz de alimentar y generar una combustión peligrosa. Estas características deben tenerse en cuenta durante el almacenamiento, transporte y uso de este compuesto químico (Ponzano 2007).

Debido a la presencia de NaOH en la solución de hipoclorito, el pH de las soluciones alcanza valores superiores a 12. Cuando el hipoclorito se disuelve en agua, produce dos formas diferentes de compuestos similares, que juegan un papel importante en su mecanismo desinfectante: HOCl extremadamente activo y el ion hipoclorito menos activo

(OCl). El pH de la solución que se produce determina las concentraciones de HOCl y OCl que están presentes(Ponzano 2007).

Amoniaco

El amoníaco se encuentra en el ambiente en el aire, el suelo y el agua, y en plantas y en animales, incluso seres humanos, este es un gas incoloro que se conoce también como anhidro, utilizado en sales aromáticas, en muchos productos de limpieza domésticos e industriales y en productos para limpiar vidrios, presenta un pH de 13,6, es un material corrosivo y es altamente tóxico, su presentación comercial en el mercado nacional se encuentra en jabón Ajax y puede llegar a costar aproximadamente \$ 12,800 pesos colombianos(Juárez et al 2005).

Es un compuesto químico cuya molécula está compuesta por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de hidrógeno (H) y cuya fórmula química es NH_3 . NH_3 Es un compuesto formado por tres átomos de Hidrógeno y uno de Nitrógeno. Es un gas incoloro, de olor característico y muy picante, muy soluble en agua, estado en que tiene carácter básico por formación de hidróxido de amonio, NH_4OH , y en el que se utiliza normalmente. Se obtiene por la combinación directa del Hidrógeno y del Nitrógeno a elevada temperatura y presión, tanto en presencia de un catalizador de hierro, o bien como subproducto de la destilación seca de la hulla(Juárez et al 2005).

Las propiedades más relevantes del amoniaco son: Punto de Ebullición: -33.35°C , Punto de Fusión: -77.7°C , Presión de Vapor (a 25°C): 6080 mm de Hg, Límites de Inflamabilidad: 16% - 25% Vol (Juárez et al 2005).

La obtención del amoníaco se lleva a cabo principalmente a partir de la reacción de Nitrógeno (N_2) e Hidrógeno (H_2), mediante procesos industriales. Pequeñas cantidades de Amoniaco se producen industrialmente como subproducto de la coquización del carbón. La mayor proporción de producción industrial de amoniaco ocurre en áreas donde el gas natural es barato y abundante ya que el Amoniaco se sintetiza usando este como materia prima (Juárez et al 2005).

El amoníaco se puede almacenar en refrigerador a presión atmosférica y aproximadamente -33°C con capacidades de 10000 a 30000 tn (hasta 50000), también

puede almacenarse en esferas o tanques a presión a temperatura ambiente y su presión de vapor con capacidades de hasta 1700 tn (Perdomo et al,2010).

4. Composición de resina compuesta y amalgama

La resina compuesta se define como un material de gran densidad de entrecruzamientos poliméricos que están reforzados por sílice amorfo, vidrio, en su composición presenta una matriz orgánica la cual se encarga del endurecimiento del material, este se compone por un grupo de monómeros básicos tales como Bis-GMA (Bisfenol Glicil Metacrilato), UDMA (dimetacrilato de uretano), TEGMA (trietileno glicol dimetacrilato), adicional presenta modificadores de viscosidad , diluyentes , inhibidores como el 4-metroxifenol, 2,6 di-terc- butil-4-metilfenol, butilado e hidroxitoulueno, estabilizadores como la benzofenonas, benzotriazoles, fenil salicilicato si no existieran estos inhibidores las resinas por naturaleza tendrían a auto activarse independientemente de su proceso de activación (foto o autocurado) ya que estas moléculas son muy reactivas y están energéticamente cargadas debido a la afinidad de los carbonos, estos inhibidores mantienen conservada la polimerización inhibiendo la formación de monómeros reactivos y permiten la estabilización de color, dentro de su matriz orgánica también presenta pigmentos como el dióxido de titano, óxido de aluminio, tiene iniciadores de polimerización siendo el más común la canforoquinona con un espectro electromagnético de 430 a 480 nm; para poderse unir esta matriz orgánica debe haber un agente de unión que dentro de su composición presenta silanos de metilo, silanos de vinilo el cual une la matriz resinosa con partículas de relleno siendo esta última la matriz inorgánica y se refiere específicamente al tamaño y tipo de partículas (cuarzo cristalino, vidrio como el litio, silicato de litio, aluminio de bario) que presenta la resina compuesta, dentro de ellas se encuentra el tamaño : macroparticulas (50 nanometros ocupando con 60% - 70% de volumen), microparticulas (5 a 50 nanometros con 40% - 80% de volumen) , híbridas (0,5 - 3 nanometros con 77% de volumen), microhíbridas (0,4 a 1 nanometro) , nanohíbridas y nanotecnología (0,1 creando partículas nanométricas y nanoclusters) (Banerjee et al,2014) y con respecto a la composición de las amalgamas éstas tienen aproximadamente 50% de mercurio, que forma compuestos intermetálicos con cobre,

plata y estaño, es utilizada extensamente para restaurar los dientes(Castellanos et al, 2013).

Ahora bien, es importante conocer que el esmalte se define como una biocerámica nanocompuesta de origen epitelial que protege al diente de agresiones tanto químicas como físicas ; al presentarse un desequilibrio en la estructura dental conocido como proceso de desmineralización se da bajo condiciones en que un cristal se detiene cuando después de salir un gran número de iones o por la adición de estos, se alcanza una alta concentración de iones en el medio alrededor del cristal quiere decir que la estructura de los cristales del esmalte la cual es la apatita carbonatada se disuelve por la presencia del ácido láctico y el ácido acético y esto conlleva a que deben aumentarse las concentraciones de iones de calcio y fosfato para mantener el equilibrio (Castellanos et al, 2013).

No siempre puede generarse un proceso de desmineralización en la estructura dental derivada de la caries por la disminución del pH, también existe la posibilidad de presentar la erosión dental la cual se conoce como la pérdida irrevocable de la estructura dental generada por un efecto directo de los ácidos sobre las superficies dentales; además la frecuencia , la exposición del ácido determinan la extensión y progresión de los efectos erosivos, estos factores incluyen en particular las propiedades de la saliva como la tasa de flujo , el pH y la composición; en cuanto a su origen puede presentarse de forma endógena o exógena, en que la primera se da por flujo gástrico ácido , enfermedades gastrointestinales , trastornos psicosomáticos como es la bulimia o la anorexia con regurgitaciones frecuentes dado que el flujo gástrico tiene un pH inferior a 2,0, por debajo del nivel crítico de pH de 5,5, y tienen el potencial de disolver los cristales de hidroxiapatita en el esmalte y causar otros síntomas en los tejidos blandos , y en cuanto a los exógenos está el consumo de alimentos que en su componente manejen el ácido (Kanzow et al, 2016).

Cuando el proceso de desmineralización logra persistir en un pH de 5.5 y este se mantiene a través del tiempo impidiendo la remineralización se puede ver comprometida la integridad del esmalte dental exigiendo un tratamiento operatorio con restitución de la

superficie afectada mediante un material restaurador, en este caso las resinas compuestas son uno de los materiales más utilizados en el campo de la odontología actualmente (Estrada et al, 2017).

En investigaciones realizados por PALAGHIAS et al, (1986) donde evaluaron la reacción de las amalgamas dentales expuestas a soluciones de cloruro de sodio, sulfuro de sodio y amoníaco, ácido acético, ácido láctico y ácido succínico en un tiempo determinado, los resultados del presente estudio sugieren que las bacterias productoras de ácidos pueden constituir un factor potencial en el deterioro de las amalgamas en la cavidad bucal, cuando las bacterias se establecen en una superficie de amalgama, se crea una celda de concentración y reducción del PH debajo de la colonia. Otro estudio realizado por el mismo autor donde continuó evaluando la interacción de los metales, amalgama en contacto con 3 ácidos; Sulfuro de sodio al 0.5%, amoníaco 0.5% y cloruro de sodio 0.5%, a partir de estos 3 especímenes de diferentes casas comerciales, sumergidos en soluciones acuosas al 0.5% de sulfuro de sodio, amoníaco y cloruro de sodio durante 6 meses, dando como resultado que en las soluciones de sulfuro se extrajeron grandes cantidades de estaño y mercurio liberados de las amalgamas mientras que los otros compuestos de las amalgamas no pudieron ser detectados (PALAGHIAS et al, 1986).

Planteamiento del problema

La Odontología Forense se conoce como aquella rama de la ciencia odontológica que aplica sus conocimientos valorando el sistema estomatognático en general, con el fin de asistir y colaborar con la justicia en beneficio de la sociedad. Tiene un papel fundamental en la valoración de lesiones y casos de responsabilidad profesional en salud odontológica.

Se define como mecanismo cáustico aquella sustancia que es utilizada de vez en cuando con fines criminales, para ser daño, o en casos de lesiones accidentales. Pueden ser sólidos o líquidos, y se pueden usar concentraciones s o en disolución. Actúan por intensa acción local ocasionando lesiones destructivas de la piel y mucosas, con repercusión grave o inmediata sobre el estado general.

La utilización de ácidos ha generado un impacto global que ha venido presentándose desde la época de la edad media especialmente en Europa donde empezaron a presentarse los primeros casos de uso de ácidos industriales; de allí se ha venido incrementando la incidencia en el empleo de este producto en distintos países (Beltrán et al, 2015) ya que el ácido genera una acción de hidrólisis de proteínas, grasas y degradación de la apatita ósea ocasionando la desintegración parcial o total del cuerpo humano (Vermeji et al 2015); acontecimientos reportados en la literatura se ha encontrado la utilización de ácido nítrico, sulfúrico, clorhídrico, muriático en diferentes concentraciones para la desaparición de un cuerpo humano, esto con el fin de evitar la fácil identificación post mortem y así mismo entrar en procesos judiciales.

Actualmente la ciencia forense ha mostrado interés en cuanto a la utilización de ácidos industriales y ha optado por realizar estudios con dientes humanos (incisivos, premolares y molares) debido a que este es el tejido más duro y resistente que puede soportar situaciones extremas de cambios en el pH, salinidad, humedad y altas temperatura tanto en frío como en calor (Silva et al, 2001), esto con el propósito de evaluar el tiempo de disolución, cambios morfológicos así como también alteraciones en las soluciones químicas (Mazza et al, 2005)

con el fin de ofrecer apoyo para la Odontología Forense logrando identificar el tiempo en el que ha estado sumergido el cuerpo humano y qué tipo de ácido fue utilizado.

Como resultado de los estudios se ha encontrado que el ácido más corrosivo para el diente ha sido el ácido clorhídrico a una concentración del 37% generando una disolución completa de los dientes durante 8 a 15 horas, seguido del ácido nítrico de 8 a 20 horas (Kumar 2017, Rajkaren 2013 Jadhav 2009, Mazza 2005). Ahora bien, si se han encontrado estudios en la inmersión de dientes sanos en ácidos industriales, en la actualidad han venido reportando estudios de dientes humanos obturados en diferentes materiales restauradores (ionómero de vidrio, coronas en metal porcelana, amalgama y resina compuesta) debido a que conservan gran parte de sus componentes estructurales (Moreno, 2008); los autores han concluido que la interacción de los materiales restauradores en un tiempo de sumersión a 30 días pueden presentar desprendimiento total al sustrato dental en la utilización de ácido nítrico, de esta manera se pone a consideración que los distintos compuestos de las restauraciones pueden retardar el tiempo de disolución lo que puede ser útil en la identificación de la sustancia utilizada así como el tiempo transcurrido (Seetapatia et al, 2019).

A raíz del uso de sustancias químicas industriales ha llamado la atención a la rama de la odontología a realizar estudios aunque muy poco reportados con sustancias químicas caseras (Cloro, ácido de batería, limpiador de inodoros y de desagües) en dientes obturados con materiales restauradores sumergidos en un tiempo de aproximadamente 11 días demostrando que la sustancia más corrosiva es el limpiador de inodoros seguida del ácido de batería creando en las restauraciones rugosidad y desorganización de las partículas en la restauración (Amerson 2018, Trapp 2018). Según la literatura observada no existen suficientes investigaciones que soporten la reacción de los ácidos domésticos en relación con las estructuras dentales restauradas, este estudio experimental ex vivo buscaba evaluar los cambios físicos macroscópicos y el tiempo de disolución de dientes obturados con amalgama y resina en contacto con dos sustancias ácidas de uso casera (Hipoclorito de sodio 35% y Amoniaco 24,5) con el fin de aportar valor científico a la línea forense.

Justificación

En un esfuerzo por promover el desarrollo de las actividades de investigación en las distintas áreas del conocimiento, en nuestro caso la facultad de Odontología de la Universidad El Bosque, pone a disposición de la comunidad universitaria los recursos necesarios para promover estudios basados en la ciencia, dado que en nuestro país la naturaleza del delito cambia día a día dificultando el proceso de identificación y con ello en aumento el número de casos forenses tratados con ácidos que involucran restos humanos vemos necesario la realización de esta investigación.

La literatura demuestra que hay suficientes estudios de casos con respecto a la desaparición forzada e incineración de víctimas pero es poca la información relacionada a la desaparición de cadáveres mediante la utilización de ácidos; uno de los casos mencionados en la literatura es el caso de “La dama del ácido” conocida con el nombre de Larissa Schuster que fue condenada en el 2008 por el asesinato de su esposo al sumergirlo con ácido clorhídrico también llamado ácido muriático, similar es el caso de Klaus Andrés que fue condenado en el 2013 por el asesinato de sus esposa cuyo cuerpo fue disuelto con la misma sustancia (Vermeij et al., 2015); respecto a la información relacionada con la sumersión de dientes con restauraciones en distintos ácidos no existe suficiente evidencia científica reportada, pero si en dientes sanos como es el estudio realizado por Kiran Jadhav y cols en el 2009 donde utilizaron 60 dientes humanos naturales sumergiéndose en 3 ácidos (ácido clorhídrico HCL, ácido nítrico HNO₃, ácido sulfúrico H₂SO₄) el cual concluyeron que el ácido clorhídrico fue el más corrosivo diluyendo completamente el tejido dental en un lapso de tiempo de 15 horas (Jadhav et al.; 2009).

La mayoría de los estudios reportados se han enfocado en realizar investigación exclusivamente en dientes humanos sanos, teniendo en cuenta que los tejidos dentales se destruyen completamente al ser expuestos a diferentes temperaturas y sustancias corrosivas, de esta manera se busca contribuir con la identificación de cadáveres mediante la práctica odontológica, es por ello el interés de analizar la afectación de las restauraciones

presentes en cada individuo teniendo presente que estos tratamientos quedan registrados en la carta dental y son únicos para cada persona; es por ello que surgen dudas si estas restauraciones sufren cambios estructurales al ser sometidas a dichas sustancias, el tiempo que tardan en disolverse por completo y los posibles residuos o precipitados que permanecen en la solución, estos podrían ser de gran aporte en la determinación del tiempo en el que cuerpo estuvo sometido a estas sustancias(Darcy et al 2009).

Estos estudios han documentado que las sustancias corrosivas sirven como un agente de eliminación común para destruir evidencia probatoria, sin embargo, los efectos de los ácidos corrosivos de uso doméstico sobre las estructuras dentales y los distintos materiales restauradores; como las resinas y las amalgamas durante un período prolongado no se han investigado de forma exhaustiva motivo por el cual surge esta investigación, otro motivo por el cual se justifica este estudio es la facilidad de adquisición de los productos por ser soluciones de bajo costo y de toxicidad mínima al ser utilizada en oficios de desinfección en los hogares. Ahora bien, este estudio podría ser aplicado en la odontología forense aportando al proceso de identificación de un occiso y las posibles soluciones ácidas domésticas que un delincuente podría utilizar al momento del crimen (Darcy et al 2009).

Situación actual

En este apartado no se mencionarán los artículos publicados antes del año 2018 debido a su antigüedad, sin embargo, se declara que se tiene conocimiento de ellos.

A continuación, se describen las investigaciones realizadas a partir del año mencionado hasta el 2021 (ver tabla 1 y 2).

Ácidos industriales:

Tabla 1. Artículos estado del arte Ácidos Industriales.

ARTÍCULO	MUESTRA	TIPO DE ÁCIDO Y CONCENTRACIÓN	TIEMPO	RESULTADOS
Kumar P, Arshi J, Bnvs S, Basnaker M, Puranik S. Original Article. 2017; 22-6	Dientes anteriores y premolares no cariados (60)- distribuidos en 6 grupos cada grupo contiene 10 dientes	Ácido clorhídrico (HCL) 37%	15 - 30 minutos- 1-3- 5 y 8 horas	La porción de esmalte del diente comenzó a disolverse en 15 min, la progresión de la disipación se observó en 30 min y al cabo de 1 hora la parte del esmalte se había perdido por completo, a finales de 8 horas se había disuelto por completo el diente.
		Ácido Nítrico (HNO ₃) 65%		Leve decoloración amarillenta en la raíz en 5 min, la disipación del esmalte se vio claramente al final de 1 hora a las 8 horas se había disuelto por completo el diente.
				No se notó cambios en los 30 minutos. A las 3 horas se observó un aspecto blanco calcáreo con disolución del esmalte, la morfología se mantuvo después de 8 horas.
		Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄) 96%		No mostraron ningún cambio en 30 minutos. Por 5 horas se observó una ligera disolución del esmalte, pero no se observó mucha alteración en la morfología del diente.
				No se notó ningún cambio en 30 minutos, a las 3 horas se observó un cambio blanco calcáreo con disolución del esmalte, la morfología se mantuvo después de 8 horas.

		Ácido Acético (no mencionan concentración)		Se observó una fisura leve en 15 min, la progresión de la fisura se observó en 30 minutos y al final de 1 hora, la morfología del diente estaba alterada y a las 8 horas la morfología se disipó
Turner M, Jasra S, Jasra P, Durocher A. Evaluation of morphological effects of commercially available acids on the human teeth. 2018; 3(1):41-65	Caninos anteriores no cariados (6)	Ácido clorhídrico (HCL) 37%	2-4-24-48-72- 96-144-192 horas	Las muestras se dividieron en tres grupos para cada ácido, primero se sumergieron durante 2 horas en el ácido correspondiente; con ácido clorhídrico se observó lo mismo con el ácido sulfúrico no hubo cambios. Luego se sumergieron a 4 horas donde el ácido clorhídrico y el nítrico comienza la desintegración en el tercio medio de la raíz , con el a. sulfúrico no hubo cambios. luego se sumergieron a 24 horas en el a. clorhídrico estaban los dientes completamente disueltos, con el a. nítrico estaban casi completamente disueltos , con el sulfúrico hubo presencia de precipitado blanco , exposición de dentina. en 48 horas los dientes se habían disueltos completamente con el a. clorhídrico y nítrico, mientras que con el sulfúrico no habían cambios , cuando las muestras se sumergieron con el a. sulfúrico a 168 horas el precipitado blanco había aumentado , presencia de fragmentos , desintegración del tercio apical y medio
		Ácido Nítrico (HNO ₃) 65%		
		Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄) 96%		
Seethapathy, T., Shylaja, S., Sekhar, M. S. M., Manthapuri, S., Ramanand, O. V., Reddy, S. K., Paul, J. B., Funato, A., Kubo, K.,	240 dientes humanos. Material obturador: amalgama y resina.	Ácido clorhídrico (HCL) 37%	30 minutos, 1,2,4,8,15,20,24 hasta completar los 30 días	Cambios visibles en los dientes: Ácido clorhídrico: Efervescencia a los 30 minutos , traslucidez a las 2 horas , y disolución completa a las 48 horas Ácido Nítrico: Efervescencia a las 2 horas, color amarillo e los

Maeda, H., & Alam, M. K. (2019b). Effect of Acids on Teeth and Restorative Materials: An Aid in Forensic Odontology. Journal of Hard Tissue Biology, 28(1), 21-30.	Liners cemento de fosfato de zinc y ionómero de vidrio	Ácido Sulfúrico 96% (H ₂ SO ₄)	dientes, disolución a las 20 horas Ácido Sulfúrico: precipitado n el fondo del recipiente a las 2 horas, disminución en la longitud del diente y disolución a las 288 horas Cambios visibles en los materiales: Amalgama HCL: desprendimiento total del diente a las 15 horas manteniéndose intactas e la solución y sin cambios morfológicos Amalgama (HNO₃):Formación de gránulos del material en el fonde del recipiente que se disolvieron a las 720 horas, solución acida se volvió verde y emisión en vapores marrones a los 30 minutos Amalgama (H₂SO₄): Desprendimiento a las 120 horas y disolución del diente a las 360 horas Resina HCL: Desprendimiento a las 2 horas cambio de color(marrón) a las 144 , disolución del diente a las 24 horas Resina (HNO₃): El 25% se desprendió la hora Cambio de color(marrón) las 96 horas, alas 312 horas las periferia de la restauración era translucida Resina (H₂SO₄):Cambio de color (amarillas) as los 30 minutos , a las nuevo cambio de color (rojo amarillento), a las 15 horas la superficie
--	--	---	---

			parecía blanda y finalmente le superficie suavizada se disolvió en el ácido se desprendieron del diente a las 48 horas , 11 restauraciones a las 720 horas no se habían disuelto pero mostraron reducción en su tamaño. En cuanto a la solución era de color rojo a las 8 horas se intensificó a un tono rojo oscuro a las 15 horas, Más tarde, a las 48 horas, la solución se volvió rosa y finalmente a un color marrón a las 96 horas y de aquí en adelante hasta las 720 horas. Ionómero de vidrio HCL: El 50% de los dientes mostraron restauraciones desalojas, desprendimiento completo del material al diente después de 4 horas convirtiéndose en polvo alojándose en el fondo del recipiente ,a las 120 horas ya no había presencia de este polvo Ionomero de vidrio en HNO3: El 50% de los dientes mostraron desalojo de las restauraciones a las 2 horas y las 4 horas del todos los dientes. Ionomero de vidrio en H2SO4: las restauraciones tomaron más tiempo en desprenderse hasta las 120 horas presentando fragilidad, A las 144 horas, el 65% de los dientes mostraban restauraciones intactas. Disolución del diente a las 288 horas.
--	--	--	---

Jones C, Bracewell T, Torabi A, Beck CC, Harvey TB. The effect of hydrochloric acid (HCl) on permanent molars: A scannig electron microscope (SEM) and energy dispersive X- ray spectroscopy (EDS) study. Med Sci Law 2020	Terceros molares y un segundo molar superior - no cariados - se dividieron en 7 muestras NO ESPECIFICAN CANTIDAD DE DIENTES	Ácido clorhídrico (HCL) 37%	60 horas	Muestra 1 B20)1 hora): Efervescencia de la muestra , aspecto gelatinoso , transparente las raíces - desintegración y reducción de tamaño y morfología . Muestra 2 (4 horas) : Transparencia en la raíz mínima desintegración, exposición de dentina subyacente Muestra 3 (6 horas): Transparencia, desintegración de las raíces , corona medio desintegrada - Muestra 4 (12 horas): Trasparencia y desintegración de las raíces, corona mas de la mitad disuleta, cámara pulpar expuesta Muestra 5 (18 horas): Transparencia y disolución de un tercio de la mitad de las raíces , corona disuleta en casi un tercio. grietas profundas visibles en la corona no exposicipn de pulpa B18Muestra 6 (24 horas): Transparencia y disolución de casi la mitad de las raíces, más de un tercio de la corona y la pulpa se disolvio , cambio de color a púrpura Muestra 7 (48 a 66 horas): Transparencia y disolucion de mas de la mitad de la corona y las raices, cámara pulpar expuesta acompañado de una coloracion púrpura brillante y fragmentos de la misma, disolucion comleta difcil de identificar macroscópicamente.
Kadashett V., Shivakumar, K., Baad, R., Vibhute, N., Belgaumi, U., Bommanavar,	30 dientes humanos	Ácido clorhídrico (HCL)	15, 30 minutos, 1,2,4,8 horas	Dientes en HCL: A los 10 minutos se observo efervescencia y a las 4 horas transparencia disolución completa a las 20 horas

S., & Kamate, W. (2021). Effect of concentrated acids on teeth: A forensic approach; An In-vitro study. Journal of Datta Meghe Institute of Medical Sciences University, 16(2), 283.		Ácido Nítrico (HNO ₃)		Dientes en HNO ₃ : El 65% mostró una decoloración amarillenta en el diente dentro de los 15 min, transparencia de un solo diente a las 4 horas llegando a su disolución a las 16 horas
		Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄)		

Ácidos Caseros:

Tabla 2. Artículos estado del arte Ácidos Caseros.

ARTÍCULO	MUESTRA	MATERIAL RESTAURADO	TIPO DE ÁCIDO Y CONCENTRACIÓN	VARIABLE	TIEMPO	RESULTADO
Trapp, Brittany & Tallman, Sean. (2018). The effects of household corrosive substances on silver amalgam and porcelain-fused-to-metal restorations and non-restored teeth. Forensic Science International. 293.	105 premolares y molares sanos	Amalgama y coronas en metal porcelana	Clorox(2) Acido de batería (2) Detergente	Peso, cambios dimensionales (mesodistal, vestibular, lingual)	8-24-72-120-264 horas	La primera solución(Clorox) Fue la mas destructiva causando disolución total del diente, desprendimiento parcial de las restauraciones de amalgama sin afectación en el peso ni en los cambios dimensionales, ni en la corona de metal porcelana, seguido del ácido de batería causando deterioro en esmalte y dentina después de 1 hora de estar inmersos en la solución

Amerson, Caroline Rebecca, "Erosion of Teeth in Household Acids: A SEM Analysis." Master's Thesis, University of Tennessee, 2018.	39 dientes Incisivos molares y premolar es	Resinas, amalgamas, coronas de metal porcelana, coronas de acero inoxidable, coronas libre de metal	Limpiador de inodoros The Works 9.5% Limpiador de drenaje Rooto 93.2% Ácido de batería Zoro 35%	Logitud corona apical, dimensión mesodistal , vestíbulo lingual y peso	1, 2, 4, 15, 24, 72, 120, 168 y 264 horas	Limpiador de inodoros The Works: A la primera hora los dientes presentaron un color azul y las cúspides de los dientes se empezaron a erosionar perdiendo altura. La corona de acero inoxidable y corona de porcelana no presentaron cambios pero si presento una rugosidad superficial el las amalgamas partir de las 24 horas sin generar cambios dimensionales al igual que la resina Limpiador de drenaje Rooto: Apartir delas 72 horas el esmalte y la dentina presentaron una apariencia "queso cuajado " un diente en particular presento cambio de color rosa en la cúspide. La amalgama presento una rugosidad superficial sin presentar cambios dimensionales. A intervalos de una hora durante 264 horas las resina cambio a un color rojizo marrón oscuro. Dentro de el

						tuvo de ensayo el limpiador de desagüe creo u lodo de partículas de diente en el fondo del recipiente este lodo permaneció y no se disolvió por completo Ácido de batería Zoro Produjo resultados similares a los del limpiador de desagües, pero tardó mucho más en iniciar la disolución . En promedio, tomó entre 72 y 264 horas para ver cambios relevantes. Aparte de las 72 horas el diente presento una capa calcarea con evidencia de desmineralización del esmalte dental y la dentina
--	--	--	--	--	--	--

Objetivos

Objetivo general

Describir cual es el efecto corrosivo a nivel macro del diente y las restauraciones que generan 2 ácidos caseros (Hipoclorito de sodio NaClO 5%, Amoniaco NH₃ 25%) en los materiales de obturación (Resina compuesta y amalgama) utilizados en los premolares superiores e inferiores humanos.

Objetivos específicos:

- Determinar el tiempo con que es diluido cada diente obturado con el material restaurador al ser expuestos a los diferentes ácidos (Hipoclorito de sodio NaClO 5%, Amoniaco NH₃ 25%).
- Identificar cambios físicos macroscópicos de las restauraciones por medio fotográfico al sumergir los dientes en 2 ácidos (Hipoclorito de sodio NaClO 5%, Amoniaco NH₃ 25%).

Metodología del Proyecto

Tipo de estudio:

- Estudio piloto experimental *Ex vivo*
- Tipo de diseño: *Paralelo*

Población y muestra

En este estudio se asignaron al azar 60 dientes humanos específicamente premolares superiores e inferiores sanos o que presentaran lesiones cariosas de una o máximo dos superficies, que fueron extraídos por enfermedad periodontal o por motivos ortodónticos, todos procedentes del banco de dientes de la Unidad de Investigación en Caries (UNICA) de la Universidad El Bosque, estos fueron previamente conservados y recolectados según protocolo utilizado en el laboratorio mencionado los cuales previamente fueron aprobados por el comité de ética bajo el proyecto PSI 2016 8803 y el acta número 18 de Mayo de 2017 - ACTA N.º 012 - 2017. Para determinar el tamaño de muestra se utilizó la fórmula para comparación de proporciones independientes mediante el software STATA 14 los parámetros para el cálculo fueron: un nivel de significancia de 0.05, una potencia de 0.8, una razón de asignación por grupo de 1 y un tamaño del efecto basado en los resultados de cambios morfológicos del estudio realizado por Amerson 2018 y el estudio de Kadashett et al, 2021. Se consideran como criterios de selección los siguientes ítems:

Criterios de inclusión:

- Dientes sanos premolares superiores e inferiores extraídos con motivos ortodónticos.
- Dientes premolares superiores e inferiores con presencia de lesiones cariosas que comprometa una o máximo dos superficies (oclusal/ocluso interproximal / ocluso vestibular /ocluso palatino).
- Dientes premolares superiores e inferiores extraídos por enfermedad periodontal.

Criterios de exclusión:

- Dientes con alteraciones evidentes del esmalte y dentina.
- Dientes con fracturas complicadas.

- Dientes rehabilitados con prótesis fija o restauraciones cerámicas (incrustaciones).
- Dientes tratados endodónticamente.
- Dientes con caries radicular.

La minimización de sesgos de medición se realizó mediante el entrenamiento inter e intra examinador de las dos operadoras, en la cual se determinó la precisión y exactitud de los evaluadores, donde se utilizaron 2 unidades muestrales asignadas para cada operador con el fin de medir la exactitud en la que se garantizó que todas las variables que se iban a medir arrojaran un resultado similar al Gold Estándar (Docente) para cada variable en un solo tiempo de medición. Adicionalmente se llevó a cabo la validación de la precisión con el propósito de determinar si existía similitud entre los operadores con respecto a la medición inicial en tres tiempos distintos.

Métodos y técnicas para la recolección de la información

Al ser una prueba piloto las variables que se tuvieron en cuenta para la identificación de los cambios macroscópicos fueron los siguientes:

- Efervescencia en las soluciones.
- Cambios Dimensionales (meso-distal y corono apical).
- Tiempo de disolución.
- Peso.
- Rugosidad en las restauraciones.

En cuanto al protocolo de conservación, almacenamiento y selección de los dientes, la Unidad de investigación en caries (UNICA) realizó la entrega de los especímenes en recipiente Schott de 1000 ml sumergidos en agentes desinfectantes y oxidantes, bactericidas como Cloramina T (5 gr) al 0,5% y Timol (0,2 gr) al 0,2 %, posteriormente con las correspondientes barreras de bioseguridad se procedió a la limpieza retirando excesos de tejidos blandos y duros.

Más adelante se procedió a realizar desinfección en 8 ml de ácido acético al 5% durante 3 minutos; para su almacenamiento se clasificaron los dientes según ICDAS y se realizó el almacenamiento en frascos herméticos de tapa blanca de rosca con contenido de Cloramina

T al 1% conservándose a una temperatura de 4°C en el laboratorio de UNICA, cada frasco fue codificado según tiempo, medio acuoso, fecha de almacenamiento y número de la muestra (ver figura 1).

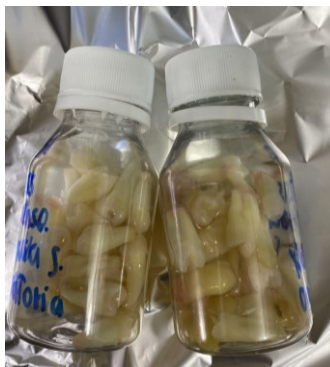


Fig 1. Conservación de dientes en solución de Cloramina T. Dispuestos en el laboratorio UNICA. Foto tomada por Natalia Salinas

Después de haber seleccionado los dientes se procedió a la confección de bloques cúbicos de resina acrílica transparente autopolimerizable (VERACRIL) de la casa comercial NEW STETIC; se elaboraron 2 bloques de resina acrílica con una profundidad de 5 mm para la colocación de los dientes. Ya dispuestos los cubos y los dientes se procede al retiro de lesiones cariosas y preparación de cavidades clase I y clase II, este paso a paso también se realizó con los dientes sanos; para esto se utilizó una pieza de alta con fresa redonda (halo verde, grano grueso número 012) a una profundidad de 1 mm para la obturación respectiva en los dos materiales restauradores: resina compuesta (RS) y amalgama (AML), teniendo en cuenta el protocolo de obturación para cada material que se describe a continuación (ver figura 2).



Fig 2. Preparación de cavidades. A) cavidad clase I, B) Cavidad clase II fotografía tomada por Lanishell Wong

Para la preparación de cavidad y obturación en amalgama (AML), se contó con la colaboración de la Clínica Odontológica de la Universidad El Bosque para adquirir el amalgamador. En cuanto a la obtención de las cápsulas de amalgama, la casa comercial *NEW ESTETIC* facilitó 10 capsulas para el proyecto. Teniendo el insumo y el equipo, se alistaron los instrumentos que facilitaron la manipulación de la amalgama, los cuales fueron: vaso dappen metálico, porta amalgama, porta matriz, condensador de amalgama, bruñidor de bola y bruñidor de horqueta, tallador de Frank 21B, discoide – cleoide e instrumental básico (explorador, cucharilla, pinza algodoner, espejo bucal), que fueron suministrados por las residentes encargadas del estudio. Teniendo ya la preparación de la cavidad se colocó la capsula en el amalgamador para dicha mezcla y se colocó el material en el vaso dappen para llevarlo al diente con el porta amalgama y lograr el condensamiento adecuado del material, tratando de realizar la morfología correspondiente, este mismo procedimiento se realizó para los dientes sanos.

Para la preparación de cavidad para resina y obturación (RS), la casa comercial Pryme Dent facilitó una jeringa de 4,5 g de resina. Los demás insumos fueron suministrados por las residentes, los cuales fueron: lampara de Fotocurado VALO de la casa comercial Ultradent, ácido fosfórico al 37% casa comercial (jeringa 1.2 ml, Ultra Etch, Ultradent), adhesivo de 5 generación (Frasco 3g, Single Bond 2 , 3m), tiras de Mylar y para el protocolo de pulido y brillo puntas siliconadas Jiffy de la casa comercial Ultradent. La preparación de la cavidad fue exactamente igual que la del grupo de amalgama, se procedió al grabado total 5 segundos en dentina, 10 segundos en esmalte para un total de 15 segundos, se lavó por 20 segundos, se aireó la cavidad por 20 segundos, se procedió a la aplicación de adhesivo con microbrush, frotándolo 20 segundos, aireándolo 20 segundos y se polimerizó 20 segundos. Se colocó la resina compuesta con la ayuda de la tira de Mylar para los casos que se les haya realizado la cavidad clase II para la confección de la pared, este empaquetamiento se hizo en técnica multicapa con ayuda del FP3 y se finalizó con el acabado pulido y brillo respectivo, este mismo protocolo se hizo para los dientes sanos.

Para la obtención de las soluciones y cantidad a utilizar:

En cuanto a la obtención del Hipoclorito de Sodio (NaCl 25%) y el Amoniaco (NH_3) se obtuvieron por medio de una distribuidora en productos químicos; estos productos se investigaron y son de venta de libre ya que son insumos de uso doméstico y de bajo costo dependiendo de la cantidad solicitada, en el caso del estudio se solicitó 500 mililitros por cada solución (ver figura 3).



Fig. 3 Productos utilizados A) Hipoclorito de Sodio NaCl , B) Amoniaco NH_3 . Foto tomada por Natalia Salinas

Para la asignación de las muestras y su respectiva sumersión a las soluciones, la obturación en los dos materiales restauradores se dividieron en dos grupos cada uno con 30 dientes, con el fin de distribuirlos en dos grupos cada uno con dos subgrupos de 15 en las dos soluciones corrosivas (ver figura 4 y 5). Según el artículo publicado por García - García y colaboradores en 2013, dentro de sus consideraciones informan que *“En el tamaño de muestra para estudios piloto, se recomienda incluir entre 30 y 50 especímenes, los cuales deben poseer los atributos que se desean medir en la población objetivo”*. En adición, el tamaño de muestra inicialmente contemplado también es concordante con la factibilidad contemplada en términos de financiación, dado que es un proyecto solidario (ver figura 4 y 5).

- Grupo 1:
 - 15 dientes premolares restaurados con resina compuesta en Hipoclorito de Sodio (NaCl 25%) 5 ml.
 - 15 dientes premolares restaurados con amalgama en Hipoclorito de Sodio (NaCl 25%) 5 ml.
- Grupo 2:
 - 15 dientes premolares restaurados con resina compuesta en Amoniaco (NH_3 24,5%) 5 ml.

- 15 dientes premolares restaurados con amalgama, en Amoniaco (NH_3 24,5%) 5 ml.



Fig 4. Grupo 1: 30 Dientes distribuidos al azar restaurados con resina(n=15) y amalgama (n=15) antes y después de ser sumergidos en Hipoclorito de Sodio. Fotografía tomada por Lanishell Wong.

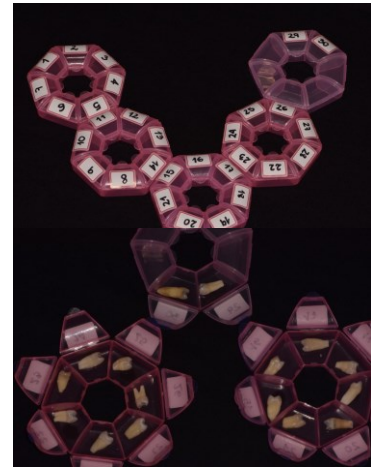


Fig 5. Grupo 2: 30 dientes distribuidos al azar con resina(n=15) y amalgama (n=15) antes y después de ser sumergidos en Amoniaco. Fotografía tomada por Lanishell Wong.

Al estar los dientes previamente sumergidos en cada solución se procede a evaluar en 5 tiempos (5 min - 2 - 24 - 48 y 72 horas) para medir los cambios físicos macroscópicos como la reducción de la longitud corono-apical, dimensión meso-distal los cuales se midieron por medio del estereomicroscopio (Olympus SZ61) suministrado por el laboratorio de investigación UIBO a una magnitud de 6.7 y una resolución de 1024*768 (ver figura 6 y 7).



Fig. 6 Medida meso-distal, fotografía tomada por Natalia Salinas

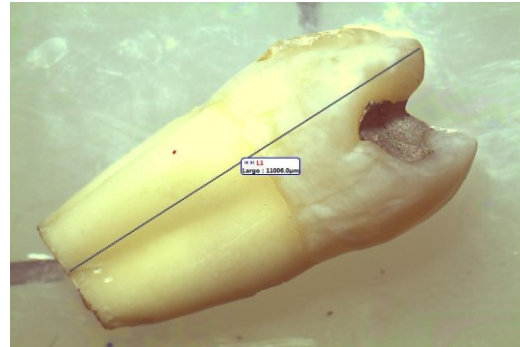


Fig. 7 Medida longitud Apico-coronal, fotografía tomada por Natalia Salinas

La medida de peso fue evaluada mediante la balanza digital (Denver Instrument SI-234) la cual fue suministrada por el laboratorio de investigación UNICA, la unidad utilizada es el gramo (g).

Ahora bien, mediante una inspección directa en el grupo de dientes obturados en amalgama sumergidos en Amoniaco se evidenció la presencia de efervescencia en los 5 tiempos.

Cabe aclarar que al momento de la manipulación de los dientes sumergidos en ambas soluciones para la evaluación de las variables en cada una de los equipos mencionados se llevó a cabo con los protocolos de bioseguridad personal (guantes, tapabocas, bata, visor) y la utilización de una cámara de manejo de vapores (Frontier® Mono™ Laboratory Fume Hood) que tiene como función evaporar, secar, sustancias que emitan humos y vapores tóxicos como los trabajados en el estudio, el cual se encuentra ubicada en el laboratorio de investigación Unidad de investigación Básica Oral (UIBO) de la Universidad El Bosque, esto se llevó a cabo con el fin de evitar riesgos tanto para el personal del laboratorio como las residentes encargadas del estudio, adicional a esto durante la evaluación de cada diente en los diferentes equipos se realizó la respectiva desinfección con un paño impregnado de alcohol para prevenir daños en los mismos y/o contaminación (ver figura 9).



Fig. 8 Campana extractora de aire (Frontier® Mono™ Laboratory Fume Hood). Disponible en laboratorio UNICA. Foto tomada por Natalia Salinas

Para la eliminación de las soluciones acuosas se llevó a cabo siguiendo los procedimientos adecuados de disposición de residuos sólidos y peligrosos según la política ambiental de la Universidad El Bosque, mediante el Sistema Institucional de Gestión Ambiental (SIGA) de 2015, el cual se acoge y da cumplimiento al concepto de desarrollo sostenible según lo exigido por la Ley General Ambiental de Colombia (Ley 99 de 1993). Para controlar el impacto

ambiental por los soluciones acuosas manipuladas durante la prueba se roturaron los recipientes donde cada solución fue diluida en agua colocando la ficha técnica que se trabaja en el laboratorio de investigación UIBO (Residuo químico - Nombre del residuo - laboratorio generador - observaciones) todo esto manipulado con los elementos de bioseguridad personal; estos últimos también fueron desechados en las canecas rojas.

Mediante la colaboración del personal de UIBO se colocaron los recipientes en una zona donde cumplía con los requerimientos de seguridad para posteriormente el personal entrenado y calificado en la manipulación de los mismo poderlos rotular nuevamente en bolsas rojas de acuerdo con las normas establecidas para el *Manejo Integral de Desechos* con sus respectivos datos y fechas de la recolección y el material de desechos contaminados (ver figura 9).



Fig. 9 Disposición final de residuos químicos y rotulados foto tomada por Natalia Salinas

Hipótesis del estudio:

- *Hipótesis estadísticas (alterna y nula)*

Hipótesis nula (H0):

- No existen diferencias significativas en cuanto a los cambios de longitud corono-apical en dientes restaurados en resina compuesta y amalgama al comparar dos soluciones caseras.
- No existen diferencias significativas en cuanto a los cambios meso-distales en dientes restaurados en resina compuesta y amalgama al comparar dos soluciones caseras.

- No existen diferencias significativas en cuanto a los cambios de peso en dientes restaurados en resina compuesta y amalgama al comparar dos soluciones caseras.

Hipótesis alterna (H1):

- Existen diferencias significativas en cuanto a los cambios de longitud corono-apical en dientes restaurados en resina compuesta y amalgama al comparar dos soluciones caseras.
- Existen diferencias significativas en cuanto a los cambios meso-distales en dientes restaurados en resina compuesta y amalgama al comparar dos soluciones caseras.
- Existen diferencias significativas en cuanto a los cambios de peso en dientes restaurados en resina compuesta y amalgama al comparar dos soluciones caseras.

Plan de tabulación y análisis

Con el fin de lograr el análisis de resultados se determinan las variables independientes como dependientes, a continuación

- *Variables Cuantitativas:*
 - Peso del diente
 - Cambios dimensionales (meso distal)
 - Cambios en la longitud (corono- apical)
- *Variables Cualitativas:*
 - Efervescencia
 - Rugosidad

Estadística Descriptiva:

Las variables categóricas se evaluaron por medio de *frecuencias absolutas y frecuencias relativas*, respecto a la comparación del tipo de material (resina - amalgama) y el ácido (Hipoclorito de Sodio - Amoniaco) , mientras que para la comparación de distintos tiempos de los datos cualitativos se utilizó la prueba de *Rangos Interquintiles* y obtener así el valor p y por analizar las diferencias.

Estadística Bivariada:

Después de obtener los resultados arrojados en las medianas y rangos intercuartiles se realizó la prueba de *Shapiro Wilk* que permitió la distribución de los datos con el fin de determinar los cambios dimensionales y la velocidad de disolución del diente con el material restaurador, posterior a esto se procede a utilizar el *Test de Friedman* con el fin de evaluar el entre tiempos de cada grupo de dientes obturados; respecto a la comparación entre grupos (sustancias y tipos de materiales restauradores) se llevó a cabo por medio de la prueba de *Kruskal-Wallis* y *comparación múltiples de Post – Hoc de Dunn*.

Todos los test mencionados anteriormente referente a la metodología relacionada se harán con una confiabilidad de un 95% y se ejecutará mediante el programa *STATA* versión 14.

Consideraciones éticas

Sustento legal

Este estudio se inició con la revisión y aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad El Bosque con el *código: CIE 2022-070* siguiendo las normas legales y protocolos establecidos por dicho comité. El proyecto describió una investigación científica *Ex Vivo* sin riesgo que estuvo sujeto a las disposiciones vigentes presentes en la *Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia*. Esta investigación tuvo en cuenta los artículos a los que hizo alusión a dicha resolución en el capítulo I de los aspectos éticos de la investigación en humanos y por las características del estudio que lo clasifica como *Investigación sin riesgo* regido por el artículo 11 donde se define como tal a “*estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos*”.

De acuerdo con el artículo 16 de dicha resolución en su párrafo primero, “*En el caso de investigaciones con riesgo mínimo, el Comité de Ética en Investigación de la institución investigadora, por razón es justificadas, podrá autorizar que el Consentimiento Informado se obtenga sin formularse por escrito y tratándose de investigaciones sin riesgo, podrá dispensar a los investigadores de la obtención de este. Dado que los pacientes cuando ingresan a las instituciones de salud firman un consentimiento de la posibilidad del uso de sus datos de historia para investigación.*” Esta investigación cumplió con el principio de confidencialidad y los pacientes fueron identificados por sus nombres.

Resultados

Para este estudio experimental ex vivo en donde se evaluaron 60 dientes obturados entre amalgama y resina compuesta sumergidos en dos soluciones ácidas (Hipoclorito de Sodio y Amoniaco), se determinó dividir en 2 grupos (entre grupos y entre tiempos) teniendo en cuenta las variables cuantitativas y los 5 tiempos con el fin de analizar los resultados respectivamente (ver detalle descrito en tabla 3,4 y 5).

Análisis de comparación entre sustancias y tipos de materiales restauradores.

A. *Cambios en la longitud corono apical de los dientes obturados en los dos materiales restauradores diluidos en Hipoclorito de Sodio y Amoniaco).*

- **Tiempo basal (T0):** La comparación general de los grupos evaluados mostró diferencias estadísticamente significativas en este tiempo antes de sumergirlos en cada solución ($p=0.036$). Específicamente no fueron comparables el grupo de dientes con restauración en amalgama sumergidos en amoníaco con respecto a los de resina con la misma solución, dado que el grupo AML_AMO inició con una medida menor de 10,71 um RIQ (9,42-11,91) con respecto a los demás grupos. Se observó que estadísticamente los demás grupos eran comparables ($p>0.05$).
- **5 minutos posteriores a la sumersión (T1):** No se encontraron en este periodo de evaluación diferencias estadísticamente significativas entre los grupos que fueron comparables en el tiempo basal. Se observó la misma diferencia entre el grupo AML_AMO y RS_AMO ($p=0.035$).
- **2 horas posteriores a la sumersión (T2):** Aunque en la comparación general entre grupos realizada por Kruskal-Wallis muestra diferencias entre los grupos al evaluar el estadístico post-hoc se observa que la diferencia está dada por el AML_AMO y RS_AMO ($p=0.049$). permitiendo establecer que para este tiempo de evaluación los resultados de la longitud C_A mostró una tendencia similar al tiempo basal.
- **24 ,48 y 72 horas posterior a la sumersión (T3, T4, T5):** Los resultados para estos 3

tiempos de evaluación mostraron una tendencia similar al tiempo basal. Reflejando que no fue posible establecer diferencias entre los diferentes grupos de evaluación más allá de las medidas de referencia inicial previo a la sumersión de los dientes con las restauraciones en las sustancias de evaluación.

Tabla 3.. Comparación entre sustancias y tipos de materiales restauradores (cambios en la longitud corono apical de los dientes obturados en los dos materiales restauradores diluidos en Hipoclorito de Sodio y Amoniaco).

	AML_AMO (a)		AML_NaCL (b)		RS_AMO (c)		RS_NaCL (d)		Valor p
	<i>Median a</i>	<i>RIQ</i>	<i>Median a</i>	<i>RIQ</i>	<i>Median a</i>	<i>RIQ</i>	<i>Mediana</i>	<i>RIQ</i>	
<i>T 0</i>	10,71 ^c	(9,42 - 11,91)	11,87	(10,56 - 12,97)	12,52 ^a	(11,94 - 13,13)	11,9 3	(10,79 - 12,42)	0.036
<i>T 1</i>	10,62 ^c	(9,34 - 11,73)	11,82	(10,66 - 12,75)	12,32 ^a	(11,74 - 12,93)	12,0 9	(11,11 - 12,34)	0.049
<i>T 2</i>	10,62 ^c	(9,33 - 11,79)	11,82	(10,64 - 12,29)	12,3 ^a	(11,73 - 12,88)	12,3	(11,39 - 12,58)	0.045
<i>T 3</i>	10,61 ^c	(9,23 - 11,72)	11,84	(10,65 - 12,75)	12,32 ^a	(11,72 - 12,91)	12,3	(11,39 - 12,58)	0.038
<i>T 4</i>	10,62	(9,34 - 11,73)	11,84	(10,68 - 12,81)	12,31	(11,69 - 12,85)	12,2 8	(11,39 - 12,57)	0.062
<i>T 5</i>	10,62 ^c	(9,34 - 11,73)	11,83	(10,57 - 12,83)	12,32 ^a	(11,73 - 12,9)	12,2 1	(11,28 - 12,69)	0.049

EL superíndice de los valores presenten en la tabla indica la comparación significativa entre grupo, realizada mediante la prueba Kruskal Wallis: a) AML_AMO: Amalgama-Amoniaco, b)AML_NaCL:Amalgama-Hipoclorito, c) RS_AMO: Resina - Amoniaco, d)RS_NaCL: Resina - Hipoclorito, e)RIQ: Rango intercuartil. Análisis estadístico realizado por Dr. David Diaz Báez.

B. Cambios en la longitud meso – distal de dientes con restauración en resina o amalgama diluidos en Hipoclorito de Sodio o Amoniaco.

- **Tiempo basal (T0):** Se observó que los grupos fueron comparables en sus dimensiones meso distal. ($p=0.332$).
- **5 minutos posteriores a la sumersión (T1):** En este tiempo fue posible observar que las dimensiones meso distales del grupo AML_AMO (4,23 um RIQ: 4,01-4,35) fueron

estadísticamente significativos menores con respecto al grupo AML_NaCL (4,55 um RIQ: 4,29-4,9) ($p=0.039$). No se observaron diferencias entre los demás grupos observados.

- **2, 24, 48 y 72 horas posterior a la sumersión (T2, T3, T4, T5):** Las mediciones en estos 4 tiempos evaluados no reflejaron diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones M_D entre los dientes sumergidos en las diferentes sustancias con las distintas restauraciones ($p>0.05$).

Tabla 4. Comparación entre sustancias y tipos de materiales restauradores (cambios en la longitud Meso – distal de dientes con restauración en resina o amalgama diluidos en Hipoclorito de Sodio o Amoniaco)

	AML_AMO (a)			AML_NaCL (b)			RS_AMO (c)			RS_NaCL (d)			Valor p
	Media na	RIQ		Media na	RIQ		Media na	RIQ		Mediana	RIQ		
T ₀	4,46	(4,36 - 4,63)	-	4,56	(4,42 - 4,91)		4,48	(4,23 - 4,71)		4,42	(4,21 - 4,6)		0.332
T ₁	4,23 ^b	(4,01 - 4,35)	-	4,55 ^a	(4,29 - 4,9)		4,39	(4,14 - 4,6)		4,55	(4,33 - 4,69)		0.026
T ₂	4,21	(4,01 - 4,35)	-	4,46	(4,24 - 4,82)		4,23	(4,11 - 4,57)		4,53	(4,33 - 4,86)		0.054
T ₃	4,27	(4,11 - 4,37)	-	4,45	(4,24 - 4,82)		4,25	(4,08 - 4,55)		4,53	(4,33 - 4,85)		0.149
T ₄	4,25	(4,11 - 4,39)	-	4,44	(4,24 - 4,74)		4,23	(4,07 - 4,51)		4,48	(4,23 - 4,76)		0.194
T ₅	4,27	(4,11 - 4,39)	-	4,44	(4,16 - 4,74)		4,35	(4,08 - 4,57)		4,42	(4,15 - 4,66)		0.619

EL superíndice de los valores presente en la tabla indica la comparación significativa entre grupo, realizada mediante la prueba Kruskal Wallis: a) **AML_AMO:** Amalgama-Amoniaco, b) **AML_NaCL:** Amalgama-Hipoclorito, c) **RS_AMO:** Resina - Amoniaco, d) **RS_NaCL:** Resina - Hipoclorito, e) **RIQ:** Rango intercuartil. Análisis estadístico realizado por Dr. David Díaz Báez.

C. Cambios en el peso de dientes con restauración en resina o amalgama diluidos en Hipoclorito de Sodio o Amoniaco.

- **Tiempo basal (T0):** Los resultados mostraron que los grupos tuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.006$), específicamente el grupo AML_NaCL (1,48

um RIQ: 1,37-1,66) mostró mayor peso que los grupos RS_AMO (1,18 um RIQ: 0,98-1,38) y RS_NaCL (1,13 um RIQ: 1,08-1,51) ($p=0,007$ y $p=0,030$ respectivamente).

- **5 minutos, 2, 24 y 48 horas posteriores a la sumersión (T1,T2, T3 y T4):** Durante este tiempo se mantuvieron las diferencias del grupo AML_NaCL con respecto a RS_AMO y RS_NaCL, es decir que los pesos de los dientes mostraron una tendencia similar durante estos tiempos.
- **72 horas posteriores a la sumersión (T5):** La medición mostró que los dientes del grupo AML_NaCL y RS_NaCL no se observaron diferencias estadísticamente significativas en sus pesos ($p=0,183$), mientras que AML_NaCL y RS_AMO si mantuvieron las diferencias en sus pesos ($p=0,012$).

Tabla 5.. Comparación entre sustancias y tipos de materiales restauradores (cambios en el peso de dientes con restauración en resina o amalgama diluidos en Hipoclorito de Sodio o Amoniaco).

	AML_AMO (a)		AML_NaCL (b)		RS_AMO (c)		RS_NaCL (d)		Valor p
	Median a	RIQ	Median a	RIQ	Median a	RIQ	Mediana	RIQ	
T 0	1,34	(1,24 - 1,37)	1,48 ^{cd}	(1,37 - 1,66)	1,18 ^b	(0,98 - 1,38)	1,13 ^b	(1,08 - 1,51)	0.006
T 1	1,32	(1,22 - 1,36)	1,47 ^{cd}	(1,35 - 1,66)	1,17 ^b	(0,97 - 1,35)	1,13 ^b	(1,09 - 1,52)	0.011
T 2	1,33	(1,23 - 1,36)	1,47 ^{cd}	(1,35 - 1,68)	1,16 ^b	(0,97 - 1,34)	1,13 ^b	(1,08 - 1,52)	0.007
T 3	1,32	(1,22 - 1,36)	1,47 ^c	(1,35 - 1,67)	1,16 ^b	(0,97 - 1,35)	1,13 ^b	(1,08 - 1,53)	0.010
T 4	1,32	(1,23 - 1,36)	1,47 ^{cd}	(1,35 - 1,68)	1,16 ^b	(0,97 - 1,35)	1,13 ^b	(1,08 - 1,52)	0.007
T 5	1,31	(1,23 - 1,36)	1,47 ^c	(1,35 - 1,67)	1,16 ^b	(0,97 - 1,35)	1,13	(1,08 - 1,55)	0.018

EL superíndice de los valores presenten en la tabla indica la comparación significativa entre grupos, realizado mediante la prueba Kruskall Wallis: a) **AML_AMO**: Amalgama-Amoniaco, b) **AML_NaCL**: Amalgama-Hipoclorito, c) **RS_AMO**: Resina - Amoniaco, d) **RS_NaCL**: Resina - Hipoclorito, e) **RIQ**: Rango intercuartil. Análisis estadístico realizado por Dr. David Diaz Báez.

Análisis de comparación entre tiempos para cada sustancia y tipo de material restaurador (ver detalle descrito en tablas 6,7 y 8).

A. *Cambios en la longitud corono apical a través de los tiempos evaluados.*

Dientes restaurados en amalgama sumergidos en amoniac: Para este grupo específicamente la longitud C_A se mantuvo constante desde el tiempo basal hasta las 2 horas de sumersión. Sin embargo, posterior a la sumersión de 24 horas se observó una reducción estadísticamente significativa de las dimensiones C_A con respecto al T0, T1 y T2 ($p=0.000$, $p=0.006$ y $p=0.008$, respectivamente) estas dimensiones a las 24 horas se mantuvieron constantes durante las 48 y 72 horas, porcentualmente la reducción fue del 1%.

Dientes restaurados en amalgama sumergidos en NaCL: En este grupo las dimensiones se mantuvieron constantes desde el tiempo basal hasta las 24 horas de sumersión. Aunque, posterior a la sumersión de 48 horas se observa un aumento con respecto a la sumersión de 2 horas, presentando diferencias significativas ($p=0.016$). En la sumersión de 72 horas se volvió a mantener constante las medidas desde el tiempo basal.

Dientes restaurados en resina sumergidos en amoniac: Para este grupo las dimensiones se mantuvieron constantes desde el tiempo basal hasta las 48 horas de sumersión. Aunque, posterior a la sumersión de 72 horas se observa una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.01$), aunque se encontró una diferencia significativa en el T0 disminuyendo un 12,5 μm con respecto a los demás

Dientes restaurados en resina sumergidos en NaCL: Para este grupo se encontró que después de los 5 minutos de sumersión no hubo cambios en su longitud C_A respecto al tiempo basal. Pero luego de 2 horas de sumersión se encontró diferencias estadísticamente significativas ($p=0.004$), se observó un aumento del 1,7% en su longitud, y se mantuvo constante durante las 24,48 y 72 horas.

Tabla 6. Comparación entre tiempos para cada sustancia y tipo de material restaurador (cambios en la longitud corono apical a través de los tiempos evaluados)

	<i>T0</i>		<i>T1</i>		<i>T2</i>		<i>T3</i>		<i>T4</i>		<i>T5</i>		<i>Val or p</i>
	Medi ana	RIQ	Medi ana	RIQ	Medi ana	RIQ	Medi ana	RIQ	Medi ana	RIQ	Medi ana	RIQ	
Amalgama/ Amoniaco	10,71 ₃₄₅	(9,4 2 - 11, 91)	10,62 ₃	(9,3 4 - 11, 73)	10,62 ₃	(9,3 3 - 11, 79)	10,61 ₀₁₂	(9,2 3 - 11, 72)	10,62 ₀	(9,3 4 - 11, 73)	10,62 ₀	(9,3 4 - 11,7 3)	0.0 00
Amalgama/ NaCL	11,87	(10, 56 - 12, 97)	11,82	(10, 66 - 12, 75)	11,82 ₄	(10, 64 - 12, 29)	11,84	(10, 65 - 12, 75)	11,84 ₂	(10, 68 - 12, 81)	11,83	(10, 57 - 12,8 3)	0.0 15
Resina/Amo niaco	12,52 ₂₃₄	(11, 94 - 13, 13)	12,32 ₄	(11, 74 - 12, 93)	12,3 ₀	(11, 73 - 12, 88)	12,32 ₀	(11, 72 - 12, 91)	12,31 ₀₁₅	(11, 69 - 12, 85)	12,32 ₄	(11, 73 - 12,9)	0.0 00
Resina/NaC L	11,93	(10, 79 - 12, 42)	12,09 ₃₂	(11, 11 - 12, 34)	12,3 ₁	(11, 39 - 12, 58)	12,3 ₁	(11, 39 - 12, 58)	12,28	(11, 39 - 12, 57)	12,21	(11, 28 - 12,6 9)	0.0 04

El superíndice de los valores presentados en la tabla indican la comparación significativa entre tiempos: A. T0 (0), B. T1 (1), C. T2 (2), D. T3 (3), E. T4 (4), F. T5 (5).

B. Comparación de cambios en la longitud Meso - Distal a través de los tiempos evaluados.

Dientes restaurados en amalgama sumergidos en amoniaco: Para este grupo se mantuvo constante la longitud M-D desde el tiempo basal hasta las 24 horas de sumersión, y posteriormente a las 48 horas hubo un cambio significativo respecto al tiempo basal y a los 5 minutos.

Dientes restaurados en amalgama sumergidos en NaCL: Para este grupo se encontró que los dientes mantuvieron su longitud M-D desde el tiempo basal hasta las 48 horas de sumersión, pero posteriormente se evidenció una diferencia significativa en sus medidas ($p = 0.003$).

Dientes restaurados en resina sumergidos en amoniaco Para este grupo la longitud M-D de los dientes sumergidos hasta las 48 horas tuvieron diferencias significativas con los dientes en el tiempo basal y sumergidos después de 5 minutos.

Dientes restaurados en resina sumergidos en NaCL: Para este grupo los dientes sumergidos hasta las 72 horas de sumersión tuvieron diferencias en su longitud M-D con los dientes sumergidos en 5 minutos, 2 horas y 24 horas.

Tabla 7. Comparación entre tiempos para cada sustancia y tipo de material restaurador (comparación de cambios en la longitud Meso - Distal a través de los tiempos evaluados)

	T0		T1		T2		T3		T4		T5		Valor p
	Medi ana	RIQ	Medi ana	RIQ	Medi ana	RI Q	Medi ana	RI Q	Medi ana	RI Q	Medi ana	RI Q	
Amalgama/A moniaco	4,46 ⁴⁵	(4,3 6 - 4,6 3)	4,23 ⁴⁵	(4,0 1 - 4,3 5)	4,21 ⁵	(4, 01 - 4,3 5)	4,27	(4, 11 - 4,3 7)	4,25 ⁰¹	(4, 11 - 4,3 9)	4,27 ⁰¹ ²	(4, 11 - 4,3 9)	0.279
Amalgama/N aCL	4,56	(4,4 2 - 4,9 1)	4,55 ³⁴ ⁵	(4,2 9 - 4,9)	4,46 ⁵	(4, 24 - 4,8 2)	4,45 ¹⁵	(4, 24 - 4,8 2)	4,44 ¹	(4, 24 - 4,7 4)	4,44 ¹² ³	(4, 16 - 4,7 4)	0.000
Resina/Amo niaco	4,48 ²⁴ ⁵	(4,2 3 - 4,7 1)	4,39 ⁴	(4,1 4 - 4,6)	4,23 ⁰	(4, 11 - 4,5 7)	4,25	(4, 08 - 4,5 5)	4,23 ¹⁰	(4, 07 - 4,5 1)	4,35 ⁰	(4, 08 - 4,5 7)	0.006
Resina/NaCL	4,42	(4,2 1 - 4,6)	4,55 ⁵	(4,3 3 - 4,6 9)	4,53 ⁵	(4, 33 - 4,8 6)	4,53 ⁵	(4, 33 - 4,8 5)	4,48	(4, 23 - 4,7 6)	4,42 ¹² ³	(4, 15 - 4,6 6)	0.000

El superíndice de los valores presentados en la tabla indica la comparación significativa entre tiempos: A.T0 (0), B. T1 (1), C.T2 (2), D.T3 (3), E.T4 (4), F.T5(5).

C. *Comparación de cambios en el peso a través de los tiempos evaluados.*

Dientes restaurados en amalgama sumergidos en amoniaco: Para este grupo los dientes sumergidos después de 5 minutos tuvieron diferencias significativas ($p = 0,008$) después de 2 horas de la sumersión y se mantuvo constante hasta las 72 horas.

Dientes restaurados en amalgama sumergidos en NaCl: Para este grupo los dientes sumergidos después de 5 minutos tuvieron diferencias significativas ($p = 0$) con el tiempo basal y posteriormente se mantuvo constante hasta las 48 horas, después de 72 horas de sumersión había diferencias significativas ($p = 0.003$) en su peso.

Dientes restaurados en resina sumergidos en amoniaco: Para este grupo los dientes desde el tiempo basal tuvieron diferencias significativas en cada tiempo medido hasta las 24 horas. Luego no se observaron diferencias significativas hasta las 72 horas.

Dientes restaurados en resina sumergidos en NaCl: Para este grupo los dientes tuvieron diferencias significativas en los 5 minutos y 2 horas de sumersión ($p = 0$ y $p=0.001$, respectivamente.) y posteriormente se mantuvo constante hasta las 72 horas.

Tabla 8. Comparación entre tiempos para cada sustancia y tipo de material restaurador (comparación de cambios en el peso a través de los tiempos evaluados).

	T0		T1		T2		T3		T4		T5		Valor p
	Medi ana	RIQ	Medi ana	RIQ	Medi ana	RI Q	Medi ana	RI Q	Medi ana	RI Q	Medi ana	RI Q	
Amalgama/ Amoniaco	1,34 ¹	(1,2 4 - 1,3 7)	1,32 ⁰ ₂₄₅	(1,2 2 - 1,3 6)	1,33 ¹	(1, 23 - 1,3 6)	1,32 ⁰ ₄	(1, 22 - 1,3 6)	1,32 ¹ ₃	(1, 23 - 1,3 6)	1,31 ¹	(1, 23 - 1,3 6)	0.001
Amalgama/ NaCL	1,48 ¹ ₃₅	(1,3 7 - 1,6 6)	1,47 ⁰ ₄	(1,3 5 - 1,6 6)	1,47	(1, 35 - 1,6 8)	1,47 ⁰	(1, 35 - 1,6 7)	1,47 ¹ ₅	(1, 35 - 1,6 8)	1,47 ⁰ ₄	(1, 35 - 1,6 7)	0.001
Resina/Amo niaco	1,18 ¹ ₂₄₅	(0,9 8 - 1,3 8)	1,17 ⁰ ₂	(0,9 7 - 1,3 5)	1,16 ⁰ ₁₃	(0, 97 - 1,3 4)	1,16 ²	(0, 97 - 1,3 5)	1,16 ⁰	(0, 97 - 1,3 5)	1,16 ⁰	(0, 97 - 1,3 5)	0.001
Resina/NaCL	1,13 ¹	(1,0 8 - 1,5 1)	1,13 ⁰ ₂₄	(1,0 9 - 1,5 2)	1,13 ²	(1, 08 - 1,5 2)	1,13	(1, 08 - 1,5 3)	1,13 ¹	(1, 08 - 1,5 2)	1,13	(1, 08 - 1,5 5)	0.001

El superíndice de los valores presentados en la tabla indica la comparación significativa entre tiempos: tiempos: A.T0 (0), B. T1 (1), C.T2 (2), D.T3 (3), E.T4 (4), F.T5(5).

Análisis de resultados de efervescencia:

En cuanto a los resultados de la efervescencia, se presentó en los dientes obturados en amalgama sumergidos en la solución acuosa de Hipoclorito de Sodio, manteniéndose hasta las 72 horas, lo que respecta de la amalgama sumergida en Hipoclorito de Sodio y resina compuesta en ambas soluciones no presentaron cambios (ver detalle descrito tabla 9,10,11 y 12 y figura 10).

Tabla 9. *Efervescencia en el grupo de dientes obturados en amalgama inmersos en Hipoclorito de Sodio al 25%.*

Hora	Cambios observados
Tiempo basal (T0)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
5 minutos (T1)	Efervescencia de la muestra sin desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
2 horas (T2)	Efervescencia de la muestra sin desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
24 horas (T3)	Efervescencia de la muestra sin desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
48 horas (T4)	Efervescencia de la muestra sin desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
72 horas (T5)	Efervescencia de la muestra sin desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración



Fig. 10 *Diente sumergido en Hipoclorito con presencia de efervescencia. Foto tomada por Lanishell Wong*

Tabla 10. Resultados de efervescencia en el grupo de dientes obturados en amalgama inmersos en Amoniaco 24.5%.

Hora	Cambios observados
Tiempo basal (T0)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración.
5 minutos (T1)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
2 horas (T2)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
24 horas (T3)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
48 horas (T4)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
72 horas (T5)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración

Tabla 11. Resultados de efervescencia en el grupo de dientes obturados en resina compuesta inmersos en Hipoclorito de Sodio 25%%.

Hora	Cambios observados
Tiempo basal (T0)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración.
5 minutos (T1)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
2 horas (T2)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
24 horas (T3)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
48 horas (T4)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
72 horas (T5)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración

Tabla 12. Resultados de efervescencia en el grupo de dientes obturados en resina compuesta inmersos en Amoniaco 24,5%%.

Hora	Cambios observados
Tiempo basal (T0)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración.
5 minutos (T1)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
2 horas (T2)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
24 horas (T3)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
48 horas (T4)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración
72 horas (T5)	Sin efecto visible de efervescencia en la solución ni desintegración ni reducción del tamaño y la morfología del diente ni en la restauración

Otro hallazgo adicional que se observó en el estudio, fue la presencia de una capa blanca tipo tiza en la zona radicular del tercio medio y apical de los dientes obturados con amalgama sumergidos en Hipoclorito de sodio 25% a partir del tiempo basal , el cual fue aumentando hasta las 72 horas , en cuanto al grupo de resina compuesta sumergido en la misma solución presentó a partir del T3 estrías blancas en tercio medio radicular el cual se retiraba con facilidad , fue aumentando hasta llegar al T5 el cual era una capa grueso que comprometía tercio medio y apical (ver detalle descrito tabla 13, 14, 15, 16 y figura 11,12, 13, 14 ,15,16,17,18 y 19).

Tabla 13. Formación de capa blanca en tercio medio y radicular de los dientes obturados en amalgama inmersos en la solución amalgama Hipoclorito de Sodio al 25%

Hora	Cambios observados
Tiempo basal (T0)	Formación de ligera capa blanca tipo tiza en zona radicular, el cual desprendía con facilidad, sin afectación en las restauraciones.
5 minutos (T1)	Formación de ligera capa blanca tipo tiza en zona radicular, el cual desprendía con facilidad, sin afectación en las restauraciones.
2 horas (T2)	Formación de ligera capa blanca tipo tiza en zona radicular, el cual desprendía con facilidad, sin afectación en las restauraciones.
24 horas (T3)	Formación de capa blanca tipo tiza gruesa especialmente en tercio apical, el cual desprendía con facilidad, sin afectación en las restauraciones.
48 horas (T4)	Formación de capa blanca tipo tiza gruesa especialmente en tercio apical, el cual desprendía con facilidad, sin afectación en las restauraciones.
72 horas (T5)	Formación de capa blanca tipo tiza gruesa especialmente en tercio apical, el cual desprendía con facilidad, sin afectación en las restauraciones.

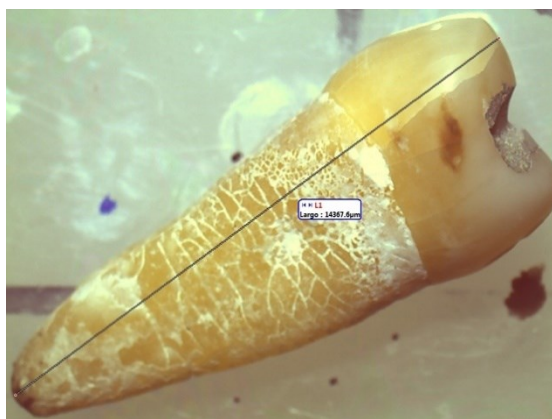


Fig. 11 T0 al T2 ligera de capa blanca. Foto tomada por: Natalia Salinas



Fig. 12 T3 al T5 capa blanca grueso Foto tomada por: Natalia Salinas

Tabla 14. Ausencia de capa blanca en tercio medio y radicular de los dientes obturados en amalgama inmersos en la solución en Amoniaco 24,5%.

Hora	Cambios observados
Tiempo basal (T0)	Sin efecto visible de capa blanca en zona radicular
5 minutos (T1)	Sin efecto visible de capa blanca en zona radicular
2 horas (T2)	Sin efecto visible de capa blanca en zona radicular ligera capa.
24 horas (T3)	Sin efecto visible de capa blanca en zona radicular
48 horas (T4)	Sin efecto visible de capa blanca en zona radicular
72 horas (T5)	Sin efecto visible de capa blanca en zona radicular

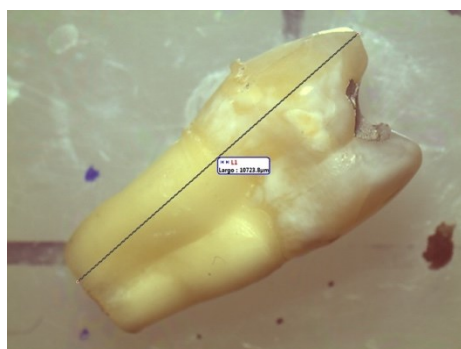


Fig 13 T0 ausencia de formación de capa blanca. Foto tomada por: Natalia Salinas



Fig 14 T5 ausencia de formación de capa Blanca, Foto tomadas por: Natalia Salinas

Tabla 15. Presencia de capa blanca en tercio medio y radicular de los dientes obturados en resina compuesta inmersos en la solución a Hipoclorito de Sodio 25%

Hora	Cambios observados
Tiempo basal (T0)	Ausencia de capa blanca en zona radicular.
5 minutos (T1)	Ausencia de capa blanca en zona radicular.
2 horas (T2)	Ausencia de capa blanca en zona radicular.
24 horas (T3)	Presencia de estrías blancas en tercio apical de fácil retiro
48 horas (T4)	Presencia de estrías blancas en tercio apical de fácil retiro
72 horas (T5)	Presencia de capa blanca gruesa en tercio medio y apical de fácil retiro



Fig 15. T0 al T2 Ausencia de capa blanca en zona radicular .Fotos tomadas por: Natalia Salinas



Fig 16 T3 al T4 Presencia de estrías blancas en tercio apical de fácil retiro Fotos tomadas por: Natalia Salinas



Fig 17.. T5 Presencia de capa blanca en tercio medio y apical de fácil retiro Fotos tomadas por: Natalia Salinas

Tabla 16. Ausencia de capa blanca en tercio medio y radicular de los dientes obturados en resina compuesta inmersos en la solución en Amoniaco 24,5% .

Hora	Cambios observados
Tiempo basal (T0)	Ausencia de capa blanca en zona radicular.
5 minutos (T1)	Ausencia de capa blanca en zona radicular.
2 horas (T2)	Ausencia de capa blanca en zona radicular.
24 horas (T3)	Presencia de estrías blancas en tercio apical de fácil retiro
48 horas (T4)	Presencia de estrías blancas en tercio apical de fácil retiro
72 horas (T5)	Presencia de capa blanca gruesa en tercio medio y apical de fácil retiro



Fig18 T0 Ausencia de capa blanca en zona radicular,
Fotos tomadas por: Natalia Salinas



Fig19 T5 Ausencia de capa blanca en zona radicular,
Fotos tomadas por: Natalia Salinas

Respecto a los cambios en la superficie de las restauraciones en el transcurso de los 5 tiempos la resina presentó rugosidad como resultado de las dos soluciones (ver tabla 17. Figura 20,21, 22

Tabla 17. Presencia de rugosidad en las restauraciones en resina compuesta inmersos en la solución acuosa de Hipoclorito de Sodio al 25% y Amoniaco al 24.4%.

Hora	Cambios observados
Tiempo basal (T0)	Sin cambios en la restauración oclusal.
5 minutos (T1)	Sin cambios en la restauración oclusal.
2 horas (T2)	Sin cambios en la restauración oclusal.
24 horas (T3)	Ligeramente áspera la restauración oclusal.
48 horas (T4)	Ligeramente áspera la restauración oclusal
72 horas (T5)	Superficie oclusal rugosa.



Fig 20. T0 al T2 Sin cambios en la restauración oclusal, fotos tomadas por: Natalia Salinas



Fig 21. T3 y T4 Ligeramente áspera la superficie oclusal, Fotos tomadas por: Natalia Salinas



Fig 22 T5 Superficie oclusal rugosa. Fotos tomadas por: Natalia Salinas.

Discusión

La comparación entre grupos mostró que la longitud corona apical de los 2 materiales restauradores en ambas soluciones evidenció diferencias estadísticamente significativas en el tiempo basal ($p=0.036$), en la longitud mesiodistal los dientes de *AML_AMO* mostraron diferencias estadísticamente significativos ($p=0.039$) y el grupo que mostró mayor peso fue *AML_NaCL* ($p=0.006$). En la comparación entre tiempos la longitud corono apical del grupo *AML_NaCL* presentó aumento significativo en su longitud a las 48 horas ($p=0.016$), el grupo *RS_NaCL* presentó un aumento del 1,7% a las 2 horas ($p=0.004$). En la longitud mesiodistal el grupo *RS_AMO* mostró diferencias significativas hasta las 48 horas. El grupo que reveló cambios en su peso fue *RS_NaCL* a los 5 minutos y a las 2 horas de sumersión. En el análisis de efervescencia el grupo *AML_NaCL* fue quien presentó este hallazgo y la rugosidad en ambas sustancias fue presentada en el grupo *RS_NaCL*.

En cuanto a la pérdida de longitud corono apical y dimensión meso distal probablemente puedo deberse a desmineralización de la superficie especialmente a nivel meso distal (Amerson 2018 ; Trapp et.,al2018); los hallazgos de efervescencia evidenciados en el grupo de dientes obturados con *AML_NaCL* se presentó posiblemente como resultado de la reacción química asociada al desarrollo del gas en contacto con la sustancia. (Gupta et., al 2015; Seetaatia et., al 2019; Kadahshetti et., al 2021). Otro de los resultados presentes en el estudio fue la formación de una capa blanca tipo tiza a nivel radicular del grupo de Hipoclorito de Sodio para ambas restauraciones (Darcy et., al 2009 ; Jadhav et., al 2009). La presencia de rugosidad superficial se presentó en el grupo de RS sumergidos en *NaCL_AMO*, estos resultados arrojan similitud con el estudio realizado por Amerson en 2018 donde observó esta misma reacción únicamente en restauraciones en amalgama, aunque no refiere una explicación del por qué pudo haberse presentarse esta característica.

A continuación se describen los estudios evaluados con sustancias químicas caseras en comparación con el presente estudio, donde se demuestra que no fueron comparables debido a que se emplearon diferentes soluciones , concentración, tiempo de disolución y diferenciación en el tamaño de la muestra (ver tabla 18).

Tabla 18. Comparación entre artículos con ácidos caseros y el presente estudio

Datos vs Artículos	The effects of household corrosive substances on silver amalgam and porcelain-fused-to-metal restorations and non-restored teeth.	Erosion of Teeth in Household Acids: A SEM Analysis. " Master's Thesis, University of Tennessee, 2018.	Efecto corrosivo de 2 sustancias químicas caseras en dientes permanentes restaurados con fines forenses
Muestra	105 premolares y molares sanos.	39 dientes entre incisivos molares y premolares	60 dientes premolares superiores e inferiores
Material restaurador	Amalgama y Coronas en Metal porcelana	Resinas – amalgamas- coronas de metal porcelana - coronas de acero inoxidable - coronas libres de metal	Amalgama y Resina Compuesta
Tipo de ácido y concentración	Clorox (2)	limpiador de inodoros de Works 9.5%	Hipoclorito de Sodio 25%
	Acido de batería (2)	Limpiador de drenaje Roto 93.2%	Amoniaco 24 5%
	Detergente (1)	Ácido de batería Zoro 35%	
Variables	Peso- cambios dimensionales meso distal /vestibular lingual	Longitud Corona Apical- Dimensiones Mesio distal/ vestibulo lingual y peso	Longitud Corono Apical, cambios Dimensionales Mesodistal, Peso del diente , Efervescencia y Rugosidad
Tiempo (minutos, Horas/ meses)	8-24-72-120-264 horas	1-2-4-15-24-72-120-168-264 horas	5 minutos 2-24-48-72 horas
Resultados	La primera solución Clorox fue la más destructiva causando disolución total del diente desprendimiento parcial de las restauraciones de amalgama sin afectación en el peso ni en los cambios dimensionales ni en la corona de metal porcelana seguido del ácido de batería causando deterioro en esmalte y dentina después de 1 hora de	<u>Limpiador de inodoros de Works:</u> A la primera hora los dientes presentaron un color azul y las cúspides de los dientes empezaron a erosionar perdiendo altura. la corona de acero inoxidable y la corona libre metal no presentaron cambios pero sí una rugosidad superficial en las amalgamas a partir de las 24 horas sin generar cambios dimensionales esto mismo se presentaron en la resina. <u>Limpiador de drenaje Roto:</u> A partir de las 72 horas el esmalte y la dentina	<u>Análisis “entre grupos”:</u> Cambios Longitud corono apical: Hubo una diferencia significativa no mayor al 5% en el tiempo basal (TO) y a las 2 horas de sumersión para el grupo de AML_AMO y RS_AMO. <u>Análisis “entre tiempo”</u> Cambios longitud corono -apical En AML_AMO a partir de las 24 horas el cual tuvo una reducción del 1%. Cambios meso distal: A los 5 minutos posteriores a la sumersión (T1) AML_AMO fueron estadísticamente significativos menores con respecto al grupo AML_NaCL. Cambios en el peso del diente: En

	estar inmersión en la solución	presentaron una apariencia de "queso cuajado" un diente en particular presentó cambio de color rosa en la cúspide. La amalgama presentó una recursividad superficial sin presentar cambios dimensionales. A intervalos de 1 hora durante 264 horas la resina cambió a un color rojo marrón oscuro. Dentro del tubo de ensayo del limpiador de desagüe creo un lodo de partículas de dientes en el fondo del recipiente este lodo permaneció y no se disolvió por completo. <u>Acido de batería:</u> Produjo resultados similares a los de limpiador de desagües, pero tardó mucho más en iniciar la disolución. En promedio, tomo entre 72 y 264 horas para ver cambios relevantes. A partir de las 72 horas el diente presentó una capa calcárea con evidencia de desmineralización del diente y la dentina.	el tiempo basal (T0) hubo cambios estadísticamente significativos en el grupo AML_NaCL; dentro de los 5 minutos hasta los 48 horas el peso mantuvo una tendencia similar en el grupo AML_NaCL respecto al RS_AMO y RS_NaCL. Formación de capa blanca tipo tiza a nivel radicular de los dientes obturados con AML y RS sumergidos en la solución de NaCL a partir del tiempo basal (T0). Presencia de efervescencia en el grupo de AML_NaCL a partir de los 5 minutos de sumersión y el cual se mantuvo en el tiempo. Evidencia de en el grupo de RS sumergidos en NaCL AMO.
--	--------------------------------	--	--

Se sugiere realizar estudios con soluciones acuosas domésticas más corrosivas y en un lapso de tiempo prolongado al que se realizó en el estudio, que logre disolver por completo tanto el diente como el material restaurador o generando cambios visibles al ojo humano tanto en la solución como en los materiales; adicional a esto; con el fin de que estos puedan ser objeto de estudio y asimismo ser de apoyo para el odontólogo forense en el momento de determinar el tiempo transcurrido y el tipo de sustancia química que se utilizó desde la inmersión del cuerpo hasta su descomposición total.

Al manipular sustancias químicas corrosivas independientemente del tipo y concentración a utilizar se sugiere llevar a cabo las medidas de precaución de bioseguridad y en un laboratorio específico para el manejo de estas sustancias, por el riesgo de vapores tóxicos.

Dentro de las limitaciones del estudio: se presentó la imitación al seleccionar la cantidad de dientes necesarios para el estudio, el tiempo que se requería para mantener continuidad en

el estudio debido a que inicialmente se había planteado un tiempo de aproximadamente 15 días y el suficiente personal ya que el experimento fue desarrollado por las dos residentes, como el tener control del tiempo para ejecutar cada registro como fotografías con estereomicroscopio, fotografías con cámara digital, toma de medidas de longitud y peso durante cada proceso diente por diente abarcó más del tiempo sugerido.

Durante la ejecución del protocolo, específicamente en la manipulación de las sustancias el Amoniaco fue la sustancia que generó inconvenientes al momento de su traspaso al recipiente de prueba debido a su olor fuerte y alto riesgo de toxicidad al ser inhalado, sin embargo el personal del laboratorio de UNICA ayudaron a tomar medidas de bioseguridad estrictas con el uso de una cabina extractora de vapores.

Conclusión

La literatura ha demostrado que con el uso de ácidos industriales específicamente el ácido nítrico se puede lograr disolver por completo el diente humano y generar cambios macroscópicos en la amalgama y la resina en un lapso de 16 a 24 horas después de la sumersión. En comparación con nuestro estudio al evaluar las sustancias químicas caseras se observaron cambios mínimos no representativos en las medidas de longitud corono-apical, meso distal y peso; respecto a los cambios macroscópicos se observó rugosidad en la superficie de las resinas, mientras que los dientes obturados en amalgama sumergidos en hipoclorito presentaron una efervescencia y una formación de sales no solubles en la zona radicular sin disolución, lo que conlleva a concluir que se requiere de más tiempo para poder obtener cambios significativos a nivel macroscópico y que puedan ser de gran ayuda para el odontólogo forense.

Referencias

1. Amerson, Caroline Rebecca, "Erosion of Teeth in Household Acids: A SEM Analysis." Master's Thesis, University of Tennessee, 2018.
2. Arias-Quintero, A. C., & Arias-Quintero, J. D. (2019). Propuesta metodológica para la investigación de víctimas de desaparición forzada en Colombia. *Memorias Forenses*, (2), 45-58.
3. Anne Huffschemid. Huesos y humanidad. *Antropología Forense Y Su Poder Constituyente Ante La Desaparición Forzada*. 2015; 6(1):191–206.
4. Banerjee Avijit, Watson Timothy F. *Pickards Guide to Minimally Invasive Operative Dentistry*. Tenth edition. Freat Clarendon street, Oxford, United Kingdom: Oxford university press; 2014.
5. Batchu H, Chou HN, Rakowski D, Fan PL. The effect of disinfectants and line cleaners on the release of mercury from amalgam. *J Am Dent Assoc*. 2006 Oct;137(10):1419-25. doi: 10.14219/jada.archive.2006.0055. PMID: 17012722.
6. Beltrán R, Cuenca T. Aspectos generales de la agresión con ácidos, un delito que deja huella 2016.
7. BORRERO, Johanna, & REYES Silvia (2005), Métodos científicos de identificación de cadáveres. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana.
8. Casanellas Bassols, J. M., Navarro, J. L., & Espías Gómez, Á. F. (1999). Cementos de ionómero de vidrio. A propósito del cemento Ketak-Cem (Espe). *Avances en Odontoestomatología*, 1999, vol. 15, num. 8, p. 445-451.
9. Castellanos JE, Alejandra G, Rubio C, Bosque E. La remineralización del esmalte bajo el entendimiento actual de la caries dental Enamel Remineralization under the Current Caries Understanding. 2013; 32(69):49–59 .
10. Céspedes, E. N., Rodríguez, J. M., Penagos, J. A., & García, L. N. Ataques con ácido: motivaciones y consecuencias para las víctimas y victimarios¹.
11. Charan Gowda BK, Mohan CV, Hemavathi. Oral autopsy: A simple, faster procedure for total visualization of oral cavity. *J Forensic Dent Sci* 2016; 8:103-7.
12. Consultas Públicas Desaparecidos y Cadáveres [Internet]. Gov.co. [citado el 1 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://siclico.medicinalegal.gov.co/consultasPublicas/>

13. Cope, D. J., & Dupras, T. L. (2009). The effects of household corrosive chemicals on human dentition. *Journal of forensic sciences*, 54(6), 1238-1246.
14. Fonseca, G. M., Briem-Stamm, A. D., Cantín, M., Lucena, J., & Bentkovski, A. (2013). Odontología Forense I: Las huellas de mordedura. *International journal of odontostomatology*, 7(1), 149-157.
15. García-García, J. A., Reding-Bernal, A., & López-Alvarenga, J. C. (2013). Sample size calculation in medical education research. *Investigación en educación médica*, 2(8), 217-224.
16. González-Colmenares, G., Calvo-Díaz, L., Nastul-Enríquez, M., Bertel-Ruíz, M. M., Garzón-Ramírez, I., Rojas-Sánchez, M. P., & Moreno-Gómez, F. (2020). Effect of high temperatures on teeth fixed with an orthodontic bracket. An in vitro study. *Forensic science international*, 308, 110182.
17. Hartnett, K. M., Fulginiti, L. C., & Di Modica, F. (2011). The effects of corrosive substances on human bone, teeth, hair, nails, and soft tissue. *Journal of forensic sciences*, 56(4), 954-959.
18. Hojas de datos de seguridad, Hipoclorito de sodio al 5%. (2005). http://www.plataformacaldera.cl/biblioteca/589/articles-64978_documento.pdf.
19. Jadhav, K., Gupta, N., Mujib, B. A., & Amberkar, V. (2009). Effect of acids on the teeth and its relevance in postmortem identification. *Journal of Forensic Dental Sciences*, 93-98.
20. Jones C, Bracewell T, Torabi A, Beck CC, Harvey TB. The effect of hydrochloric acid (HCl) on permanent molars: A scanning electron microscope (SEM) and energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS) study. *Med Sci Law*. 2020.
21. Jurado Juárez, M. L. El amoníaco y sus derivados, productos fundamentales en el desarrollo de la industria petroquímica nacional.
22. Kadashett V., Shivakumar, K., Baad, R., Vibhute, N., Belgaumi, U., Bommanavar, S., & Kamate, W. (2021). Effect of concentrated acids on teeth: A forensic approach; An In-vitro study. *Journal of Datta Meghe Institute of Medical Sciences University*, 16(2), 283.
23. Kanzow P, Wegehaupt FJ. Etiology and pathogenesis of dental erosion. 2016; 47(4):275–
24. Ley 1773 del 2016
https://oig.cepal.org/sites/default/files/2000_codigopenal_colombia.pdf

25. Macay, J. R. Z., de Huc, M. A. T., Arrata, J. S., & Reyes, A. T. (2021). DESINFECCIÓN Y ESTERILIZACIÓN DE LOS DIENTES PARA USO EDUCATIVO. *Revista Científica Especialidades Odontológicas UG*, 4(2)
26. Marek, M. (1997). Dissolution of Mercury from Dental Amalgam at Different pH Values. *Journal of Dental Research*, 76(6), 1308–1315.
<https://doi.org/10.1177/00220345970760061101>.
27. Marín, L., & Moreno, F. (2004). Odontología forense: identificación odontológica de cadáveres quemados. Reporte de dos casos. *Revista Estomatología*, 12(2).
28. Mazo, L. Z., Muñoz, J. G., Muñoz, A. Z., & Laverde, C. M. (2016). Desaparición forzada en Colombia: el duelo, un asunto de reparación social. *Poiésis*, (30), 156-161.
29. Mazza A, Meralati G, Savio C, Fassina G, Menaghini P, Danesino P. Observation of dental structure when placed in contact with acids: an experimental study. *J Forensic Sci* 005; 50:406-10.
30. Medicinal legal. Bogo Personas dadas por desaparecidas por Características Demográficas Portal de Datos [Internet]. [Ubpd busquedadesaparecidos.co](http://ubpdbusquedadesaparecidos.co). [citado el 30 de Julio de 2022]. Disponible en: <https://ubpdbusquedadesaparecidos.co/sites/portal-de-datos/demografia/>
31. MERINO, G. J. L. (2019). FUNDAMENTOS PARA ELEGIR UNA RESINA DENTAL. *Odontología Activa Revista Científica*, 4(Esp), 57-64.
32. Modolell González JL. The crime of forced disappearance of persons according to the decisions of the Inter-American court of Human rights. *Int Crim Law Rev*. 2010; 10(4):475– 89.
33. Molano Gabalán, C. F. (2021). Efecto corrosivo de ácidos en dientes permanentes con fines forenses revisión narrativa.
34. Molano M, Mejía M, Ardila C. Determinación Del Diagnóstico De La Causa De Muerte Y Del Intervalo Post - Mortem. *Med Leg Costa Rica*. 2009; 26(1):23–34.
35. Moradas Estrada, M., & Álvarez López, B. (2017). Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. *Avances en Odontoestomatología*, 33(6), 261-272.

36. Moreno, F., Moreno, S., & Marín, L. (2007). Identificación odontológica forense: revisión de la literatura y reporte de un caso. *Ustasalud*, 6(1), 60-66.
37. MORENO, Sandra., LEÓN, Miguel., MARÍN, Liliana., & Moreno, Freddy. (2008). Comportamiento in vitro de los tejidos dentales y de algunos materiales de obturación dental sometidos a altas temperaturas con fines forenses. *Colombia Médica*, 39(1, Supl. 1), 28-46.
38. Hartnett, K. M., Fulginiti, L. C., & Di Modica, F. (2011). The effects of corrosive substances on human bone, teeth, hair, nails, and soft tissue. *Journal of forensic sciences*, 56(4), 954-959.
39. PALAGHIAS, G. (1986). Corrosion of dental amalgams in solutions of organic acids. *European Journal of Oral Sciences*, 94(3), 267-273. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1986.tb01763.x>
40. Perdomo, J. C. R., Cárdenas, M. D. C. M., & Cruz, B. M. (2010). Folleto sobre seguridad y uso del amoníaco. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 11(3B).
41. Ponzano, G. P. (2007). Sodium hypochlorite: history, properties, electrochemical production. In *Disinfection by sodium hypochlorite: dialysis applications* (Vol. 154, pp. 7-23). Karger Publishers.
42. Roberts HW, Marek M, Kuehne JC, Ragain JC. Disinfectants' effect on mercury release from amalgam. *J Am Dent Assoc*. 2005 Jul;136(7):915-9. doi: 10.14219/jada.archive.2005.0292. PMID: 16060472.
43. ROCA-ROA-ORTIZ-CONTRERAS-ALMEIDA. Life: Datos de vida [Internet]. Gov.co:38181. [citado el 30 de Julio de 2022]. Disponible en: <https://sirdec.medicinalegal.gov.co:38181/mapaDesaparecidos/>
44. Sanabria Medina C, Osorio Restrepo H. Ciencias forenses y antropología forense en el posconflicto colombiano. *Criminalidad*. 2015; 57(3):119-34.
45. Seethapathy, T., Shylaja, S., Sekhar, M. S. M., Manthapuri, S., Ramanand, O. V., Reddy, S. K., Paul, J. B., Funato, A., Kubo, K., Maeda, H., & Alam, M. K. (2019b). Effect of Acids on Teeth and Restorative Materials: An Aid in Forensic Odontology. *Journal of Hard Tissue Biology*, 28(1), 21-30.
46. SILVA, Luís. (2001). Modelo para la identificación de una Carta Dental mediante estructuras de datos multidimensionales. Tesis de pregrado.. Universidad Nacional, Medellín, Colombia.

47. Sowmya, K., Sudheendra, U. S., Khan, S., Nagpal, N., & Prathamesh, S. J. (2013). Assessment of morphological changes and DNA quantification: An in vitro study on acid-immersed teeth. *Journal of Forensic Dental Sciences*, 5(1), 42.
48. Toupenay, S., Cheikh, A. B., Ludes, B., & Felizardo, R. (2020). Forensic odontology identification response to terrorist attacks in Paris November 2015. *Forensic Sciences Research*, 5(3), 214-222.
49. Trapp, Brittany & Tallman, Sean. (2018). The effects of household corrosive substances on silver amalgam and porcelain-fused-to-metal restorations and non-restored teeth. *Forensic Science International*. 293.
50. Turner, M., Jasra, S. K., Jasra, P., & Durocher, A. (2018). Evaluation of morphological effects of commercially available acids on the human teeth. *Journal of Emerging Forensic Sciences Research*, 3(1), 41-65.
51. Vermeij, Erwin, et al. "Microscopic residues of bone from dissolving human remains in acids." *Journal of forensic sciences* 60.3 (2015): 770-776.