



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**“ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE ADN EN
PIEZAS DENTALES CON FINES IDENTIFICATIVOS FORENSES.”**

Trabajo de titulación para optar al Título de Odontólogo

Autor:

Víctor Patricio Rodríguez Inca

Tutor:

Mgs. Verónica Paulina Cáceres Manzano

Riobamba, Ecuador. 2022

AUTORÍA

La responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación, le corresponde exclusivamente a: Víctor Patricio Rodríguez Inca (autor) y Dra. Verónica Paulina Cáceres Manzano (tutor); y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo para que se realice la digitalización pública de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.



Víctor Patricio Rodríguez Inca

C.I. 0604062042

Autor

CERTIFICADO DEL TUTOR

El suscrito docente tutor de la Carrera de Odontología, de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad Nacional de Chimborazo, Dra. Verónica Paulina Cáceres Manzano. CERTIFICO, que el señor Víctor Patricio Rodríguez Inca con C.I: 0604062042, se encuentra apta para la presentación del proyecto de investigación: “Análisis de las técnicas de extracción de ADN en piezas dentales con fines identificativos forenses.”, Y, para que conste a los efectos oportunos, expido el presente certificado, a petición de la persona interesada, en la ciudad de Riobamba.

Atentamente.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Verónica Cáceres', is written over a horizontal line.

Mgs. Verónica Paulina Cáceres Manzano

C.I. 0604089763

DOCENTE - TUTORA DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA

PÁGINA DE REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de sustentación del proyecto de investigación de título: “Análisis de las técnicas de extracción de ADN en piezas dentales con fines identificativos forenses.”, presentado por Víctor Patricio Rodríguez Inca y dirigida por la Dra. Verónica Cáceres. Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación, escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, se procede a la calificación del informe del proyecto de investigación

Para constancia de lo expuesto firman:

MSc. Silvia Reinoso Ortiz

Miembro del Tribunal



Firma

Dr. Cristian Guzmán Carrasco

Miembro del Tribunal



Firma

MSc. Verónica Cáceres

Manzano

Tutora



Firma

Firma



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID
Ext. 1133

Riobamba 03 de junio del 2022
Oficio N° 168-URKUND-CU-CID-TELETRABAJO-2022

Dr. Carlos Albán Hurtado
DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por la MSc. Verónica Paulina Cáceres Manzano, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N° 1898-D-FCS-TELETRABAJO-2020, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Titulo del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	D- 135606875	Análisis de las técnicas de extracción de ADN en piezas dentales con fines identificativos forenses	Victor Patricio Rodríguez Inca	2	x	

Atentamente,

CARLOS
GAFAS
GONZALEZ

Firmado digitalmente
por CARLOS GAFAS
GONZALEZ.
Fecha: 2022.06.03
07:19:03 -05'00'

Dr. Carlos Gafas González
Delegado Programa URKUND
FCS / UNACH
C/c Dr. Gonzalo E. Bonilla Pulgar – Decano FCS

Debido a que la respuesta del análisis de validación del porcentaje de similitud se realiza mediante el empleo de la modalidad de Teletrabajo, una vez que concluya la Emergencia Sanitaria por COVID-19 e inicie el trabajo de forma presencial, se procederá a recoger las firmas de recepción del documento en las Secretarías de Carreras y de Decanato.

DEDICATORIA

Se lo dedico en primer lugar a Dios porque toda la gloria y toda la honra es para El.

A mis padres Rosa Inca Casco y Patricio Rodríguez Logroño que a lo largo de mi vida estudiantil y universitaria me han apoyado incondicionalmente, sin ustedes hoy no estaría aquí. A mis hermanas, sobrinos y familia que siempre me apoyaron con palabras de ánimo cuando me sentía derrotado.

A mi sobrina Valentina Muñoz Rodríguez que está en el cielo, que me enseñó a aferrarme a la vida.

A mi abuelito Juan Inca que siempre estuvo cerca de mí en todas las etapas de mi vida.

Y, por último, pero no menos importante se la dedico a la mujer que camino junto a mí, durante toda mi vida universitaria siendo mi apoyo incondicional en la adversidad y también siendo mis alegrías y tristezas gracias por siempre confiar en mí y siempre darme fuerzas para seguir adelante juntos de la mano, sin ti no lo hubiese logrado Od. Lesley Catherine Nieto Vinueza

Víctor Patricio Rodríguez Inca

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme seguir caminando de su mano y sus bendiciones derramadas sobre mi familia, agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo por abrirme las puertas de su noble institución para poder prepararme profesionalmente como odontólogo y a sus distinguidos docentes que impartieron de su conocimiento para formar profesionales de excelencia.

Agradezco a mi tutora Mgs. Verónica Cáceres Manzano por siempre estar dispuesta a ayudarme durante este camino de titulación, por haberme impartido su conocimiento, tiempo y paciencia.

Víctor Patricio Rodríguez Inca

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. OBJETIVOS	19
4.1. Objetivo General	19
4.2. Objetivos Específicos	19
5. MARCO TEÓRICO	20
5.1. Antecedentes.....	20
5.2. Odontología Forense.....	21
5.3. Importancia de la Odontología Forense.....	22
5.4. Identificación de cuerpos a través la Odontología orense	23
5.4.1. Etapa pre-morten	23
5.4.2. Etapa post-morten.....	23
5.5. Métodos de identificación de cuerpos	24
5.6. ADN.....	25
5.7. El ADN en el área forense.....	26
5.8. Técnicas de extracción de ADN	27
5.8.1. Descalcificación.....	27
5.8.2. Lavado del ADN en columnas de hidroxapatita.....	27
5.8.3. Uso de Sílica.....	27
5.8.4. Digestión Proteica – Extracción orgánica	28
6. METODOLOGÍA	29
6.1. Tipo de investigación	29
6.2. Diseño de investigación	29
6.3. Criterios de selección	29
6.4. Criterios de exclusión.....	29
6.5. Diseño de Investigación	29
6.6. Estrategias de búsqueda	30
6.7. Metodología de búsqueda	30
6.8. Valoración de la calidad de estudios (Escala PEDro)	33
7. RESULTADOS Y DISCUSION	39
8. CONCLUSIONES	54

9. RECOMENDACIONES.....	55
10. BIBLIOGRAFÍA	56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valoración de estudios según la Escala de PEDro	34
Tabla 2. Identificación de cadáveres mediante ADN - Descalcificación	39
Tabla 3. Identificación de cadáveres mediante ADN - Extracción Orgánica.....	43
Tabla 4. Identificación de cadáveres mediante ADN - Lavado de ADN en columnas de hidroxapatita	51
Tabla 5. Identificación de cadáveres mediante ADN - Uso de Sílica	53

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico Nro. 1: Distribución porcentual de las bases de datos	32
Gráfico Nro. 2: Distribución porcentual de los estudios según el idioma	33

RESUMEN

El odontólogo con más frecuencia ocupa un lugar muy importante en las ciencias medico forenses, pues se destaca en varias áreas como la identificación, la reconstrucción de los hechos y resolución de crímenes, sus servicios profesionales ligados a técnicas optimas de identificación de cuerpos permiten reducir tiempo y costos en el reconocimiento de cadáveres sea cual sea la causa de muertes del individuo debido a que los elemento analizados como los son las piezas dentales son las ultimas en destruirse, el estudio baso su búsqueda de información en una revisión bibliográfica sistemática con el objetivo de identificar cual es la técnica de ADN óptima para identificación de cadáveres, los resultados evidenciaron que la descalcificación del material genético fue detectada como la más eficiente ya que logró descubrir un 98% de los casos superponiendo a técnicas como: extracción orgánica, lavado de ADN en columnas de hidroxapatita y uso de Silica.

Palabras Clave: ADN, ciencias forenses, identificación de cuerpos

ABSTRACT

The dentist often occupies an important place in forensic medical sciences, as he stands out in several areas such as identification, reconstruction of events and crime resolution, his professional services linked to optimal body identification techniques allow reducing time and costs. in the recognition of corpses, whatever the cause of death of the individual, since the elements analyzed, such as the teeth, are the last to be destroyed, the study based its search for information on a systematic bibliographic review with the objective of identifying which is the optimal DNA technique for the identification of corpses, the results showed that the decalcification of the genetic material was detected as the most efficient since it managed to discover 98% of the cases by superimposing techniques such as: organic extraction, DNA washing in columns of hydroxyapatite and use of Silica.

Keywords: DNA, forensic sciences, identification of bodies



**JHON JAIRO
INCA**

Reviewed by:

Lcdo. Jhon Inca Guerrero.

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0604136572

1. INTRODUCCIÓN

Las Ciencias Forenses se definen como el cúmulo de disciplinas que aportan conocimiento a las investigaciones sobre actos delictivos, en otras palabras, asisten a la justicia usando métodos científicos que dan respuesta a las interrogantes que se desatan en una escena de crimen o cualquier otro evento de dudable procedencia. Aquí se destacan los peritos, proceso que se desarrolla bajo una gama de principios y una secuencia de etapas que resultan en conclusiones elaboradas (1).

Las Ciencias Forenses cuentan con diversas áreas de estudio que de alguna manera contribuyen al bienestar social, dichas áreas van desde identificación de huellas dactilares, balística, accidentología, fotografía forense, antropología forense, documentología, fisionomía forense hasta medicina y genética forense. En conjunto todas estas ramas tienen enfoques específicos de conocimiento ligados a la identificación de cuerpos (1).

La identificación de cuerpos se basa en un grupo de características únicas de identidad, es así que la Real Academia Española la define como “el conjunto de cualidades y creencias que hacen que una persona o grupo se diferencie de los demás”; con el objetivo de detectar e identificar de forma asertiva e infalible a una persona ya sea viva, muerta o incluso a través de restos humanos (2).

La criminalística es una ciencia forense de carácter empírico y multidisciplinario, íntimamente ligada a la criminología y al derecho penal y al igual que la medicina legal son ejemplos de áreas que requieren la aplicación de métodos de identificación de cadáveres con miras a diferenciar a delincuentes, criminales y analizar las escenas del crimen para demostrar cómo se cometieron los hechos delictivos, quiénes fueron sus protagonistas y a qué motivaciones responden y a posterior determinar culpables, establecer condenas o por otro lado, respaldar defensas, conseguir protecciones y reparación de las víctimas (3).

El procedimiento de identificación de cadáveres se constituye una prioridad tanto humanitaria como legal y la medicina forense cuenta con numerosas herramientas primarias y secundarias para desarrollar dicho proceso, entre los identificadores primarios se destacan los estudios antropológicos, dactiloscópicos, odontológicos, radiológicos y ADN, en el grupo de herramientas secundarias se agrupa información respecto a la altura, sexo, edad, ropa, joyas, documentos personales, fragmentos de cabello, tatuajes o cualquier objeto que sea exclusivo del individuo, ubicación del difunto, etc. Es importante destacar que el uso de identificadores primarios es limitado en ocasiones como consecuencia de las características del cadáver (descomposición, carbonización, fragmentación, mutilación, etc.) o simplemente debido a la carencia de datos *ante mortem* del individuo para efectos de comparación, no obstante, al combinarlos con los identificadores secundarios complementan y validan los resultados de las investigaciones (4).

Aunque se cuente con un elenco de métodos de identificación su aplicación demanda un estudio metódico del caso además de un contraste entre los beneficios y los pormenores que se puedan presentar.

En tiempos remotos la herramienta que contaba con más popularidad para el reconocimiento y caracterización personal era la identificación de marcas de nacimiento o tatuajes presentes en el individuo sin embargo cuando no se tenía acceso a todo el cuerpo sino solo a los restos esta identificación era imposible, en años posteriores se divulgó la utilización de sistemas antropométricos basados en las medidas y proporciones del cuerpo humano pero estos sistemas no eran útiles si el cadáver carecía de un sistema óseo completo; otro método que cabe recalcar son las técnicas biométricas de identificación y verificación que catalogan las fisionomías y registran la identidad de un sujeto a través del análisis de retina (reconocimiento de iris) y biometría vascular, y aun así no es útil para casos en los que los cuerpos o restos de cadáveres pierden su cabeza o se halla incompleta ya sea por accidentes de tránsito u otro evento inesperado; otro método auxiliar de criminalística es la dactiloscopia que se encarga del estudio de huellas por medio de los dibujos formados en las crestas papilares situadas en el tejido epidérmico de las palmas de las manos, pies y, en los dedos proceso desafiante que se ve truncado por la pérdida total o parcial de los rasgos dactilares y la falta de datos ante-mortem que respalden el estudio comparativo; (2) otra rama de la medicina que contribuye en el proceso criminalístico es la radiología la misma que permite generar imágenes internas del cuerpo de manera instantánea y almacenarlas en bases de datos de acceso rápido, de manera particular las radiografías dentales muestran un panorama de los dientes y sus restauraciones en el caso de existir, además de los tejidos blandos, estructuras craneofaciales y hueso periodontal en busca de hallar rasgos característicos del individuo pero una vez más al igual que en los métodos mencionados anteriormente se requiere de un cuerpo completo y en buen estado (2).

La información recabada visibiliza la importancia de procesar los restos de cadáver en un margen de tiempo corto a causa de la inminente degradación de la materia genética, si a esto también se añade el excesivo deterioro de los restos deja al ADN como la única forma de identificación posible, (5) este material genético contiene la información hereditaria capaz de deducir la identidad de un individuo, (6) llegando a proporcionar un 99.9% de certeza cuando el ADN es extraído de manera fiable y exacta (7).

Un factor importante para la extracción del ADN del diente es la distribución de este a lo largo de la anatomía dental. La raíz dental una de las partes de las piezas dentales compuesta por pulpa y dentina recubierta de cemento contiene más información genética (ADN) que la corona ya que se ha comprobado que la cantidad de ADN llega a ser 10 veces más que en la corona. La pulpa dentaria es una de las partes dentales más propensa a degradarse por su composición blanda de tejidos. El cemento, la dentina secundaria y la dentina terciaria debido a su producción continua y a la presencia de células ubicadas en lagunas dan origen al escenario perfecto para obtener información genética a pesar del transcurso de tiempo postmortem o la degradación extrema de los restos humanos (7).

La resistencia inherente de los tejidos dentales a las agresiones ambientales como la exposición al fuego, trauma, inmersión, reposición, descomposición e incluso extracción convierten a las piezas dentales en la fuente prima para extracción de ADN. Evidencia que atestigua la durabilidad de los dientes humanos es el hecho de que, en todos los estados de descomposición, los dientes o partes de dientes son la última parte del cuerpo en desintegrarse. Conjuntamente, el estado de la dentición refleja tanto la historia de tratamiento dental como las características personales del individuo, es decir la función oclusal, hábitos de fumar, condiciones médicas que afectan los dientes e incluso prácticas culturales. Todo este conjunto de variables únicas y fijas hacen que la dentición humana sea ideal como identificador principal (6) (7).

Es así que este proyecto de investigación busca establecer las técnicas y los métodos para la extracción de material genético de piezas dentales utilizado en el proceso de identificación de las ciencias forenses a través de una investigación documentada y respaldada con bibliografía proveniente de una revisión sistemática de artículos científicos que contemplen el mismo esquema de técnicas en el área forense. Los resultados hallados permitirán que la policía, criminalística, jueces y familiares encuentren respuestas acerca de que es lo que paso con el cadáver previo al fallecimiento.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, en gran parte de los países es de conocimiento general que las pruebas dentales son un acierto invaluable en las ciencias criminalísticas y en la necro identificación. Sin embargo, en cuanto a América Latina específicamente en Ecuador pocas son las investigaciones que abordan las ventajas de la odontología forense y su importancia en el área de necro identificación (8) A pesar de tener presente que las ciencias forenses son la agrupación de métodos y técnicas que buscan identificar los rasgos característicos propios que definen a un individuo diferenciándolo de los demás y que las piezas dentales juegan un papel primordial en este proceso a través de la extracción de material genético ADN que en base a declaraciones de varios especialistas no hay arcadas semejantes ni tan siquiera en gemelos entreviendo el grado de importancia de usar esta técnica que revela la forma, la causa y el tiempo de muerte de un individuo (9) son poco usados a pesar de sus beneficios.

Uno de los enfoques más destacados del área forense es la identificación humana. En el año 2018 la Federación de Odontólogos del Ecuador confirmó la inexistencia de un registro de expertos especializados en el área de Odontología Legal y Forense (10). La identificación de un individuo desde el punto de vista odontológico consiste en un contraste de registros ante-mortem vs post-mortem que revelan rasgos únicos suficientes para poder identificar al individuo. Actualmente la curva creciente de crímenes violentos, actos lascivos y demás causantes de muertes de varias personas y tragedias de gran dimensión acentúa la necesidad de bases de datos que contengan registros interactivos capaces de identificar cualquier individuo en cualquier lugar del mundo (8)

Por tal motivo es necesario y de gran utilidad para los profesionales del país y para la población en general responder la interrogante ¿Cuáles con las técnicas de ADN en piezas dentales que contribuyen a la identificación forense?

3. JUSTIFICACIÓN

La importancia de la identificación de cuerpos mantiene un protagonismo desde la antigüedad, con la finalidad de diferenciar a criminales y delincuentes mediante la aplicación de distintos métodos; por un lado están los métodos de identificación que no necesitan un intervalo largo de tiempo pero no tienen un buen grado de confianza ya que no realiza una comparativa entre los registros post mortem y ante mortem pues acerca de estos últimos datos, por otro lado cuando se tiene un cadáver en condiciones deplorables el reconocimiento se torna complejo y es así que en situaciones como las mencionadas anteriormente las piezas dentales se convierten en la opción perfecta para cualquier análisis pues los dientes al estar localizados dentro del hueso y debido a la protección por parte de la saliva y la mucosa sobreviven a las peores desenlaces de un cadáver (traumas, desmembramiento, incineración y putrefacción (11). El análisis genético (ADN) está vinculado directamente a las piezas dentales y certifica un 99.9% de confiabilidad en los resultados; (12) a pesar de esto, hay una indiferencia hacia el uso de las técnicas más ventajosas dentro de la necro identificación y el éxito de la técnica genética recae en la correcta extracción del ADN y la carencia de investigaciones sobre el ADN mitocondrial y la gama de técnicas genómicas.

Hacer uso de esta técnica odontológica forense planteará los cimientos para la construcción de una base de datos con aplicaciones científicas de tal manera que de pie a nuevos descubrimientos y contribuya a los procesos criminalísticos judiciales, además de certificar información garantizada para los occisos.

Con el objetivo de impulsar esta técnica muchos autores concuerdan con el accionar de formar un grupo de trabajo multidisciplinario para el área de identificación de personas victimarias. Destacando la importancia de generar una base de datos que contemple poblaciones propensas a riesgo específicamente en el área laboral dentro de este grupo pueden estar policías, defensa civil, bomberos, mineros, etc.) para proponer mejoras que favorezcan el desarrollo de la odontología forense en el área legal y en la sociedad (8)

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- Caracterizar el uso de las técnicas odontológicas forenses a través de la identificación de piezas dentales y su extracción de ADN.

4.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar una revisión bibliográfica que permita identificar las técnicas de ADN utilizadas en los estudios de la cavidad bucal con fines forenses
- Caracterizar la estructura dental como medio de extracción de ADN.
- Describir las causas de muerte que han sido solucionadas mediante el ADN en las técnicas odontológicas forenses.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Antecedentes

La Odontología en la humanidad estuvo presente desde el año (3000) A.C, en Egipto con médicos que efectuaban incrustaciones de piedras preciosas en piezas dentales, en China 3 siglos después cuando se corrió la voz sobre tratamientos de acupuntura capaces de calmar el dolor molar, luego en el año 700 A.C los Fenicios implementaron la primera prótesis dental conformada por dientes naturales, bandas y alambres de oro. Experimentaron y además agregaron materiales como conchas marinas y marfil en papel de restauradores. Otra de las civilizaciones que tuvieron avances en el campo odontológico fueron los Mayas quienes realizaron restauraciones dentales a través de incrustaciones de varios minerales (oro, piedras preciosas, entre otros) eventualmente estas prácticas fueron replicadas por las civilizaciones Aztecas e Incas llegando a la Antigua Grecia lugar en el que la odontología fue considerada como ciencia y fue enseñada y practicada en las escuelas de medicina de ese entonces (12).

La Odontología Forense como especialización tuvo su origen en el año 1898 con la publicación del libro de Oscar Amoedo titulado “Odontología en Medicine Legal”, cimentando un conjunto de leyes que regularon la odontología. El tiempo no impidió su utilización pues ya era aplicada para buscar la identidad de las personas un ejemplo de ello fue la muerte de Carlos el Temerario Duque de Borgoña en el año de 1477 durante la batalla de Nancy. Su reconocimiento fue posible al notar la ausencia de varias piezas dentales las cuales las había perdido al caerse de un caballo.

Otro ejemplo aconteció en 1775, con la muerte del General Warren quien tuvo falleció en la Batalla de Bread’s Will, y su identificación se logró gracias a un puente de marfil y plata que fue colocado por su dentista Paúl Revere. También en 1809 el Príncipe Napoleón IV, fue identificado por su dentista, el Doctor Evans, por una obturación de oro que le había efectuado, luego de que encontraran su cuerpo en África totalmente descompuesto (12).

Otro evento destacado de la historia fue el reconocimiento del cuerpo de Adolf Hitler, también realizado por su dentista personal quién dio fe de la identidad de Hitler por la ficha médica, radiografías dentales y unas prótesis. Es de gran importancia mencionar los reconocimientos efectuados luego de grandes desastres naturales entre ellos el lamentable suceso del año 1949 del buque Noronic en Toronto, Canadá, se identificaron 116 cadáveres de un total de 119 que fueron carbonizados, todo esto gracias a las radiografías dentales.

En el año 1993 esta vez en Venezuela se suscitó una tragedia que recibió el nombre de Las Tejerías debido a su ubicación. El suceso contó con más de 70 heridos de gravedad y la técnica de identificación de personas fue de gran ayuda para las 53 personas que fallecieron.

El evento se originó debido a una perforación accidental efectuada por una retroexcavadora contratada por la empresa CANTV con la misión de incorporar un tramo de fibra óptica, pese a que el gaseoducto que transportaba gas licuado estaba bajo tierra fue alcanzado por la retroexcavadora y generó una explosión instantánea. El gaseoducto era propiedad de la entidad venezolana CORPOVEN. La detonación alcanzó la carretera regional del centro a nivel de Las Tejerías causando llamas que alcanzaron más de 50mts. de altura consumiendo varios autos y muchas víctimas lamentables, la tragedia dejó calcinadas a varias víctimas desafiando el proceso de identificación, pero con el apoyo de la odontología forense se logró identificar a los cadáveres que quedaron en estado irreconocible (12).

5.2. Odontología Forense

La Odontología Forense es una especialización de Odontología que administra y evalúa de forma asertiva la evidencia de las piezas dentales, a través de una valoración y caracterización de los dientes, este algoritmo busca contribuir a la justicia (13). Entre las funciones que esta ciencia ofrece al área de justicia se encuentran sentencias de identificación para la edad, el sexo y la raza, recopilación y reconocimiento de individuos, etc. (12).

Keizer - Neilson definió la Odontología Forense en 1970 como "la parte de la medicina forense que, en pro de la justicia, se encarga del mando y análisis adecuados de las pruebas dentales y con la valoración y caracterización correctas de los procedimientos odontológicos" (14)

La aplicación de la odontología forense es primordial en escenarios donde los cuerpos de los individuos han sufrido traumas o deformaciones producto de accidentes inesperados por ello la manera correcta de proceder comienza por preservar y archivar las estructuras antes de efectuar técnicas de reconocimiento las cuales incluyen (apertura dental, extracción de maxilares, ADN) (15).

Existen varias áreas de estudio del campo mencionado como

- **Estomatología:** responsable del estudio del sistema estomatognático y de todos los tejidos duros y blandos de la cavidad bucal.
- **Odontología:** encargado de la investigación de los órganos dentarios.
- **Forense:** área focalizada en la evaluación de la justicia. A menudo tiene contacto con profesionales de la salud en los tribunales.

- **Legal:** Encargado de dar respuestas a la ley.

5.3. Importancia de la Odontología Forense

La importancia de la odontología forense se fundamenta en el algoritmo de identificación que parte de un origen, definido por la identidad que de acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) es el “cúmulo de características propias de una persona o de un grupo de personas que lo diferencian como entes únicos frente a los demás” (16).

La meta final

consiste en definir la identidad de un individuo vivo o muerto, de forma precisa y verás mediante técnicas diversas que ratifican la calidad del análisis.

La esencia de las ciencias forenses tiene sus raíces en la antigüedad debido a la búsqueda de factores que identifiquen a los delincuentes y criminales, dando como resultado el nacimiento de varios métodos que validen el reconocimiento de individuos vivos, fallecidos o en su defecto los restos encontrados (17) su acción de vital importancia nace en la determinación de los restos de las víctimas, no solo víctimas de desmembramiento, quema y descomposición, sino también víctimas de bioterrorismo y catástrofes. Los eventos catastróficos también enfatizan la importancia de la medicina forense para identificar a las víctimas de huelgas industriales, accidentes aéreos, desastres naturales y ataques terroristas (incluidos explosivos, ataques químicos, radiológicos o nucleares), y pueden ocurrir solos o en forma de catástrofes. (18)

El arte de reconocimiento de cuerpos se resume en un solo término necro identificación (19). En gran parte hace referencia a un contraste de comparación de los datos ante-mortem que es la información conocida versus los datos post-mortem que representa a la información obtenida del cuerpo o restos del cadáver. En el caso de que los datos sean insuficientes, el proceso se categoriza como aproximativo o reconstructivo (17).

Actualmente uno de los centros que cuenta con tecnología de punta y técnicas internacionales para determinar la identidad a partir de bases científicas es el INACIF (Instituto Nacional de Ciencias Forenses) ubicado en Guatemala. Ejemplos de las técnicas con fundamento científico son: el estudio de dibujos papilares lofoscopia, el tratamiento de enfermedades bucodentales odontología, análisis genético ADN, así como el estudio de las características físicas o parámetros antropométricos pueden ser tatuajes, cicatrices, acontecimientos médicos, aspectos fisionómicos concretos, rasgos corporales entre otros que en su conjunto forman una sinergia para certificar la identidad de un ser humano (20).

En las ciencias forenses es imperativo usar todos los medios disponibles que permitan la identificación de un individuo especialmente en áreas rurales del país en donde debido a la idiosincrasia se tiende a no portar documentos de identificación y a no registrar a los recién nacidos, o en situaciones en las que se trata de esconder la identidad de un criminal (20).

5.4. Identificación de cuerpos a través la Odontología orense

Todos los seres humanos tienen características especiales únicas, y el proceso de reconocimiento se basará en estas características especiales para que se pueda definir la identidad de una persona. En la identificación de los fragmentos dentarios, el esfuerzo considera la existencia de características que permitan identificar edad, sexo, altura, dieta, hábitos, patología, entre otras. Para ello, es necesario comprender las características básicas de la cavidad bucal, entre estas se encuentran: (21) la forma, oclusión, resistencia, variedad y forma de la mandíbula.

En la búsqueda de la identificación personal, el análisis bucodental como eje fundamental tiene varios puntos a considerar. Como se mencionó al inicio, la medicina forense brinda un amplio rango de identificación, pues no solo puede conocer la identidad exacta del sujeto, sino también identificar las características básicas del sujeto, como la edad, el género, entre otras. (22)

5.4.1. Etapa pre-morten

Se efectúa en individuos vivos, la meta de este ciclo consiste en inferir a edad o identidad de una persona desconocida es perfecta para personas desaparecidas o aquellos que sufren condiciones médicas mentales o similares (23). Para avanzar en el proceso forense es obligatorio poseer una herramienta referencial indiscutible, en este caso tiene que visibilizar las cartas dentales.

Una ficha dental es un documento escrito en el que se registran las características de la estructura dental de una persona viva o muerta desde las perspectivas de anatomía, morfología y topografía para su identificación; y el diagnóstico médico incluido el contraste de hipótesis de lesión (24).

A causa de los cambios permanentes y graduales en la erupción de piezas dentales que se visualizan en las personas es posible estimar de manera exacta la edad biológica de un individuo mediante la información del molar, es así como el odontólogo forense estará en la capacidad de determinar el tipo de pieza dental a través de la observación específica del diente para luego inferir la vida útil de un individuo (24).

5.4.2. Etapa post-morten

Se realiza en el cadáver es decir en un individuo muerto. El procedimiento toma el nombre de autopsia, y el odontólogo forense tiene la misión de ejecutar maniobras de identificación que revelen la identidad de la persona con rasgos únicos y específicos que la diferencien de la sociedad apoyado en elementos irrefutables de comparación y referencia

complementándolo con la estimación de la edad y el género. Los registros de las piezas dentales son instrumentos clave para los profesionales de odontología forense (25).

Para seleccionar el sexo de una persona al igual que con la obtención de la edad no es necesario realizar pruebas complejas sobre el mapa bucodental ya que basta con analizar la forma de las piezas dentales para determinar el sexo. Fragmentos de dientes. Al estimar la edad, se debe considerar la presencia y el proceso de germinación de los dientes. En cambio, las variables que dan respuesta a la tipificación del género son el diámetro y la forma de los dientes. Las piezas dentales de los individuos de género masculino presentan las siguientes peculiaridades: más obvias, como los respiraderos más altos y afilados., Surcos de gran profundidad, crestas desarrolladas con buen nivel, etc., mientras que las femeninas presentan una personalidad más suave. (26)

5.5. Métodos de identificación de cuerpos

El siguiente listado denota las técnicas para identificación de cadáveres manipuladas en estos últimos años

a. Radiografía dental

Representan un tipo de imagen que evalúa la condición de las piezas dentales que permiten que el odontólogo identifique condiciones que van más allá de un chequeo normal. Las radiografías dentales contemplan los dientes, las restauraciones, el hueso periodontal y las estructuras cráneo - faciales. Este tipo de estudio trata de destacar características únicas de la persona que sirvan de referente para un contraste ante – mortem (17).

b. Antropología dental

Se obtiene una identificación “indicatoria” (28) y consiste en la aproximación de características físicas de las personas que sirven para estimar datos como la estatura, la edad, el sexo e incluso el ancestro de la víctima (27).

c. Prótesis dental

Al estar basado en un elemento artificial de restauración dental funciona de manera efectiva y rápida tanto en la técnica superficial o de grabado en la identificación de cadáveres no reconocidos (29).

d. Rugoscopia

Se centra en analizar estructuras anatómicas concretas dentro de la cavidad bucodental. Su ventaja se manifiesta en que solamente se modifica la longitud horizontal y vertical del crecimiento de la mandíbula (30). La desventaja de emplear esta técnica es la necesidad de contar con datos ante mortem que sirvan como punto de comparación con la información post mortem (31).

e. Queiloscopia

Es el estudio de las características labiales de un individuo el cual permite categorizar a los individuos de acuerdo con las configuraciones de sus labios. También se lo conoce como el posible reservorio de ejemplares biológicos que establecen una identificación genética (32)

sin embargo, este método está fuera de uso por la ausencia de muestras fiables.

f. ADN dental

La información de las piezas dentales era utilizada como una manera sencilla de identificación a través de marcadores genéticos y el estudio de los grupos sanguíneos (33), pero muy pronto fue dejada de lado al presentar poca variabilidad, además a medida que el tiempo avanzaba las cavidades bucodentales se compactaron como fuente prima para la obtención de ADN, pues los puntos de extracción eran diversos podía provenir de los tejidos de la mucosa oral, las piezas dentales e incluso de la saliva (28). Gran parte de ellos se debe a su capacidad de resistencia antes de su destrucción, tanto la cámara pulpar como los conductos radiculares aguantan temperaturas superiores a 100°C (33).

5.6. ADN

El ácido desoxirribonucleico o ADN es una molécula que funciona como un agente portador del código genético de la humanidad ya que en cada una de las células se encuentra el algoritmo de funciones que coordinan la síntesis de las proteínas mismas que son responsables de la constitución y forma de cada una de las células por ende de forma indirecta también coordinan la fisiología y morfología de los tejidos y órganos del cuerpo humano (34). Dentro de las consideraciones esenciales del genoma está la Universalidad, que consiste en un contraste sobre el estudio de la información genética puesto a prueba entre la muestra dubitada (en otras palabras, evidencia biológica descubierta en la escena del crimen o en el cadáver de la víctima: muestras sanguíneas, porción de saliva, cabellos, cualquier tejido o restos epidérmicos) y un modelo referente indubitado puede ser saliva o sangre obtenido del sospechoso que se presume pudo haber dejado la evidencia biológica dubitado; Diversidad, el patrón genético (igual para todas las células de un solo individuo) muestra variabilidad en individuos diferentes de la población; Estabilidad, el genoma del

ADN en situaciones normales maneja una buena estabilidad para fluidos de origen biológico que resultan en manchas cuando se secan sobre diversas superficies tal es el caso de la sangre, la saliva y el semen así como también para varios tejidos humanos a pesar de haber pasado mucho tiempo desde el deceso (34).

La molécula de ácido desoxirribonucleico está compuesta por dos cadenas enrolladas entre sí dejando visualizar una estructura en forma de doble hélice. Cada una de las cadenas posee una parte central conformada por azúcares o desoxirribosa y grupos fosfato. Enlazadas a cada azúcar se pueden hallar un de las siguientes 4 bases: base de adenina (A), base de citosina (C), base de guanina (G), y base de timina (T). Las dos cadenas logran permanecer unidas mediante enlaces entre las bases; la base de adenina se enlaza con la base de timina, y la base de citosina se vincula con la base de guanina. La serie que conforma la unión de estas bases a lo largo de la cadena es el código de instrucciones que dan origen a las moléculas y proteínas de ARN (35).

5.7. El ADN en el área forense

El ácido ribonucleico ADN constituye un apoyo para una variedad de ciencias basadas en metodología científica entre ellas:

La extracción del código genético en las ciencias penales tiende a manifestar 2 escenas y a su vez 2 instantes distintos dentro del proceso. Una primera escena se enfoca en la obtención del ADN dubitado como evidencia de la escena delictiva o del cadáver de la víctima y, en otra escena, actúa como referente de los individuos implicados en el proceso genético de análisis comparativo (34).

Las clases de pericia más demandados por los tribunales en el laboratorio genético forense fueron cuestiones de paternidad a través de la investigación biológica, análisis de evidencias biológicas de tipo criminalístico para manchas de sangre, cabellos, esperma, etc. Finalmente el ADN es muy usado para problemas de identificación criminal la cual es primordial para los registros de bases de datos criminales (36).

En las pruebas forenses moleculares se amplifican fragmentos de tamaño pequeño repetidos en tándem conocidos como STR (Short Tandem Repeats), así como polimorfismos del cromosoma Y o del ADN mitocondrial y el marcador de sexo de la amelogenina, los cuales pasan rigurosos procesos de validación y estandarización para ser utilizados con fines legales; mediante el uso de estos marcadores se generan perfiles genéticos con los que se nutren bases de datos en las que se comparan las muestras de los vestigios biológicos encontrados en las escenas del crimen; la asignación de un perfil positivo mediante la comparación de estos marcadores moleculares es sumamente confiable, ya que el encontrar una persona con un perfil genético idéntico es de 7×10^{-18} , es decir, uno en cien mil billones, lo cual es prácticamente imposible.

5.8. Técnicas de extracción de ADN

Los dientes y los huesos son grandes almacenadores de ADN pues son los únicos que debido a su porción de fosfato de calcio o cristales de hidroxiapatita comprimen de manera efectiva las moléculas genéticas estabilizándolo y proporcionando un gran nivel de preservación (37), esto se respalda en un gran número de investigaciones que determinaron que los dientes y huesos son estructuras capaces de subsistir a situaciones ambientales extremas creando el escenario perfecto para que el ADN sea caracterizado de manera eficaz a través de técnicas que reaccionan a la PCR o estructura de cadena polimerasa.

5.8.1. Descalcificación

Es un proceso que consiste en el uso de polvo de hueso que al ser una estructura muy grande resulta en un gran acierto para la extracción de ADN; un punto a favor es el hecho de que la hebra doble del ADN posee una fuerte afinidad con la mineral hidroxiapatita el cual necesita ser extraído para la obtención del ADN y además los contaminantes colorantes que tienden a interactuar con el ácido desoxirribonucleico y causar un efecto de inhibición de la PCR son desechados producto del proceso de descalcificación (38).

A pesar de sus cuantiosos beneficios también es necesario analizar sus desventajas una de ellas es la gran cantidad de tiempo que necesita este proceso haciéndolo cansado y laborioso pues hay que tener cuidado de eliminar completamente el ácido etilendiamino tetraacético (edta) para prevenir el efecto de inhibición de la PCR.

Esto hizo que varios autores en sus publicaciones consideren que la descalcificación es un proceso innecesario para la obtención del ADN (39). Entre ellos destacamos un estudio realizado por Fisher et quien realizó una comparativa entre las técnicas sin y con descalcificación concluyendo que se obtuvo mayor porcentaje de ADN en el proceso de extracción sin descalcificación.

5.8.2. Lavado del ADN en columnas de hidroxiapatita

El lavado del código genético ADN en columnas del material biológico hidroxiapatita por incubación en dosis concentradas de fosfato de sodio posibilita la extracción del material genético. Si comparamos las proporciones de esta y la técnica anterior el lavado del ADN arroja menor proporción de ADN (40) sin embargo el código genético obtenido a través de esta proceso fue capaz de proporcionar un ADN mitocondrial de 900pb de longitud cuando en las demás técnicas las longitudes no llegaban a 150pb.

5.8.3. Uso de Sílica

Usar sílica para el proceso de extracción tiene dos ventajas principales, por un lado, la eliminación de los inhibidores de PCR que fueron desvinculados del ADN antiguo

simultáneamente se excluye de forma veloz y eficiente dejando de ser un factor limitando la su aplicación; por otro lado, el tiempo en el que se efectúa todo el procedimiento es relativamente corto y no requiere de muchos reactivos, acortando la exposición del ADN moderno a contaminantes. La sílica certifica una relación de afinidad con el ADN ya que incorpora la presencia del desnaturalizante isotiocianato de guanidina, que contribuye a la separación de las macromoléculas.

5.8.4. **Digestión Proteica – Extracción orgánica**

Una de las técnicas más optadas por la línea forense en estas clases de muestras es la digestión proteica, una vez realizado este proceso acto seguido se efectúa una extracción orgánica de ADN a través de fenol cloroformo-alcohol isoamílico. La técnica presente demanda la suma de reactivos tales como Proteinasa K el cual tiene un efecto lisador en las células además de remover las proteínas protectoras del ADN entre ellas las histonas cuyo objetivo consiste en empaquetar el código genético de tal forma que se cambie su fisonomía a la de un cromosoma (41).

El ácido carbónico fenol se combina con el sobrenadante producto de la lisis en etapa acuosa y altera las proteínas captadas en la muestra, las mismas que cambian a la fase fenólica al tiempo que los ácidos nucleicos se mantienen solubles en la etapa acuosa, el cloroformo actúa como disolvente de los lípidos mejorando la capacidad de extracción del proceso, gracias a su facilidad para desnaturalizar proteínas y eliminar ciertos restos de fenol sobrantes de la etapa acuosa, la desigualdad de densidad de estos compuestos orgánicos fenol y cloroformo en sus etapas acuosa y orgánica respectivamente admite su desvinculación de forma veloz y eficiente (42).

Con todo esto en mente, el método de extracción del material genético ADN solo debe ser una opción en escenarios en los que ya se hayan considerado los otros procedimientos como primera opción y estos no hayan dado resultado además de consensuar la importancia de las normas éticas y legales asociadas a estas prácticas biológicas (33). Gracias a la globalización los avances en las ciencias y la tecnología incrementan cada día convirtiendo el estudio del ADN en una práctica sencilla, sin embargo, no hay que descartar que a lo largo de la ejecución de las técnicas de extracción pueden suscitarse problemas de contaminación del código genético, e incluso pueden surgir inconvenientes la momento de la degradación o la carencia de ADN nuclear un ejemplo de ello es el contaminante del ADN antiguo que fue introducido luego de un proceso de amplificación de las trazas del material genético moderno, estos eventos sirven como llamado de atención para asegurar que las prácticas biológicas se desarrollen en un ambiente riguroso con personal calificado, experimentos que lleven unos tratamientos de control y test de verificación en cada uno de los pasos del cualquier proceso científico.

6. METODOLOGÍA

6.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo descriptivo al permitir describir las técnicas de ADN en piezas dentales con fines identificativos forenses usando diferentes herramientas para clasificar la información adquirida, en relación al tiempo de estudio fue transversal debido a que la búsqueda de artículos con validez científica se desarrolló en el intervalo de 1996 al 2020, por el tema de investigación el trabajo fue retrospectivo, se utilizó bases de datos administrativas y científicas derivadas de observaciones y seguimientos a cadáveres que hayan formado parte de estudios forenses, junto con ello, se averiguó los factores que incidieron en el descubrimiento de la identidad de los obcisos.

6.2. Diseño de investigación

El presente proyecto de investigación se respaldó con un diseño no experimental, se revisó únicamente las técnicas de ADN en piezas dentales a lo largo del tiempo con la finalidad de emitir un criterio de aumento o disminución de las técnicas en el campo odontológico y forense.

6.3. Criterios de selección

- Estudios que refirieron con claridad la técnica de identificación de cuerpos
- Investigaciones experimentales que no mostraron conclusiones relevantes
- Artículos con una puntuación inferior a 6 puntos de acuerdo con la escala de PEDro.

6.4. Criterios de exclusión

Se excluyeron las investigaciones que no aportan de manera significativa al objeto de estudio según las siguientes consideraciones:

- Estudios que no refirieron con claridad la técnica de identificación de cuerpos
- Investigaciones experimentales que no mostraron conclusiones relevantes
- Artículos con una puntuación inferior a 6 puntos de acuerdo con la escala de PEDro.

6.5. Diseño de Investigación

Unidad Estadística

Cadáveres resultantes de accidentes de tránsito, desastres naturales, incendios, desaparición y calamidades domésticas.

Población y Tamaño de la muestra

El presente estudio desarrolló un protocolo de búsqueda, elección, revisión y validación de 80 estudios científicos relacionados con las técnicas de ADN usadas para la identificación de cuerpos, mencionados trabajos se encontraron anidados en bases de datos como Dialnet, Elsevier, ScienceDirect, Scopus, Research Gate, Springer, Scielo, Google books y Repositorios digitales de Tesis, los trabajos hallados

fueron desarrollados en países como Ecuador, Venezuela, Cuba España, Chile, Colombia y Argentina.

6.6. Estrategias de búsqueda

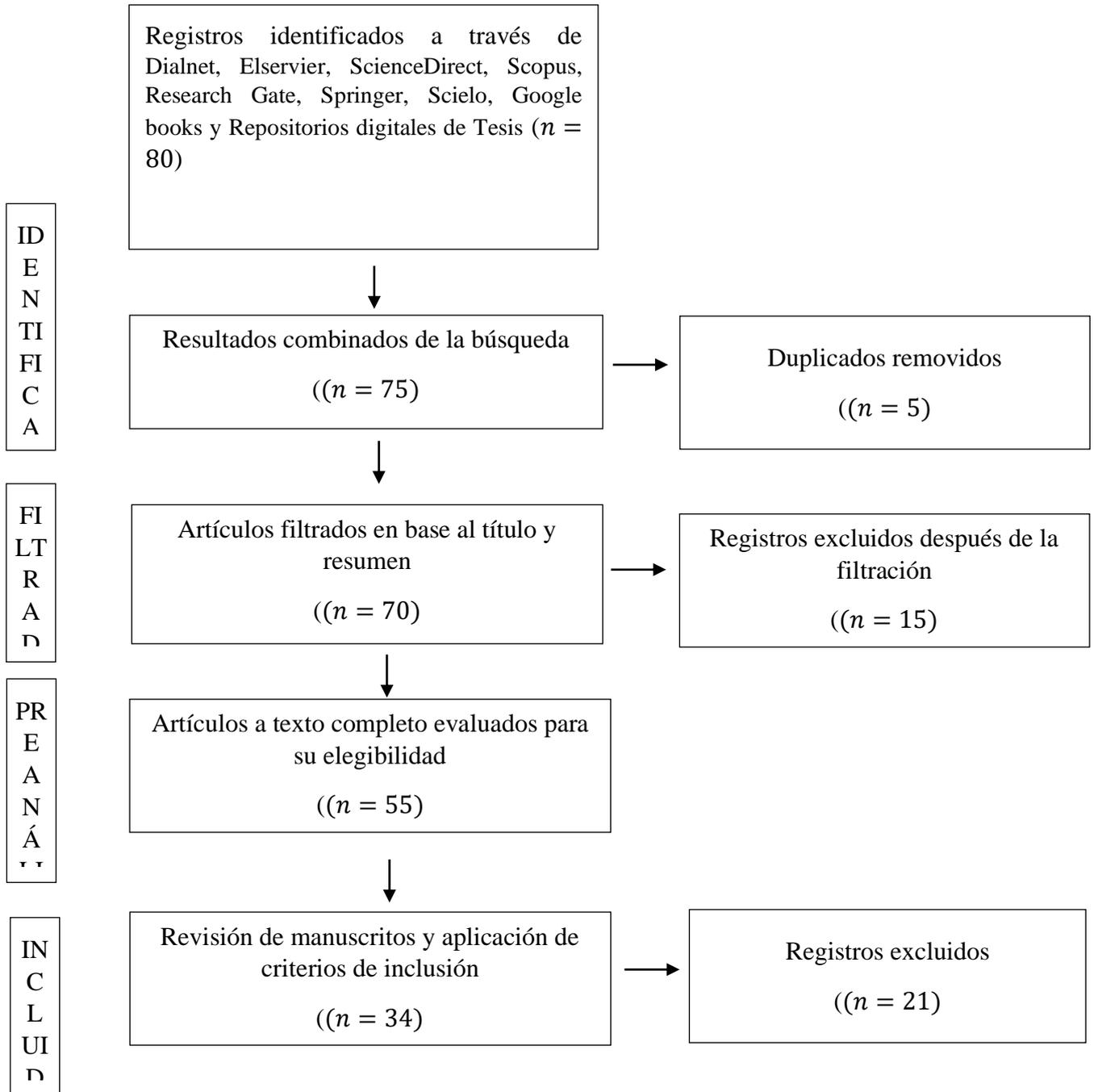
Como soporte a la temática se utilizó una gran variedad de trabajos científicos y libros hallados en bases de datos como: Dialnet, Elsevier, ScienceDirect, Scopus, Research Gate, Springer, Scielo, Google books y Repositorios digitales de Tesis.

En las bases detalladas, se utilizó criterios de búsqueda avanzada con términos claves en español e inglés:

- Identificación de cadáveres
- Técnicas de ADN
- Estudio de piezas dentales
- Técnicas forenses
- Estomatología forense
- Identification of corpses
- DNA techniques
- Study of dental pieces
- Forensic techniques
- Forensic Stomatology

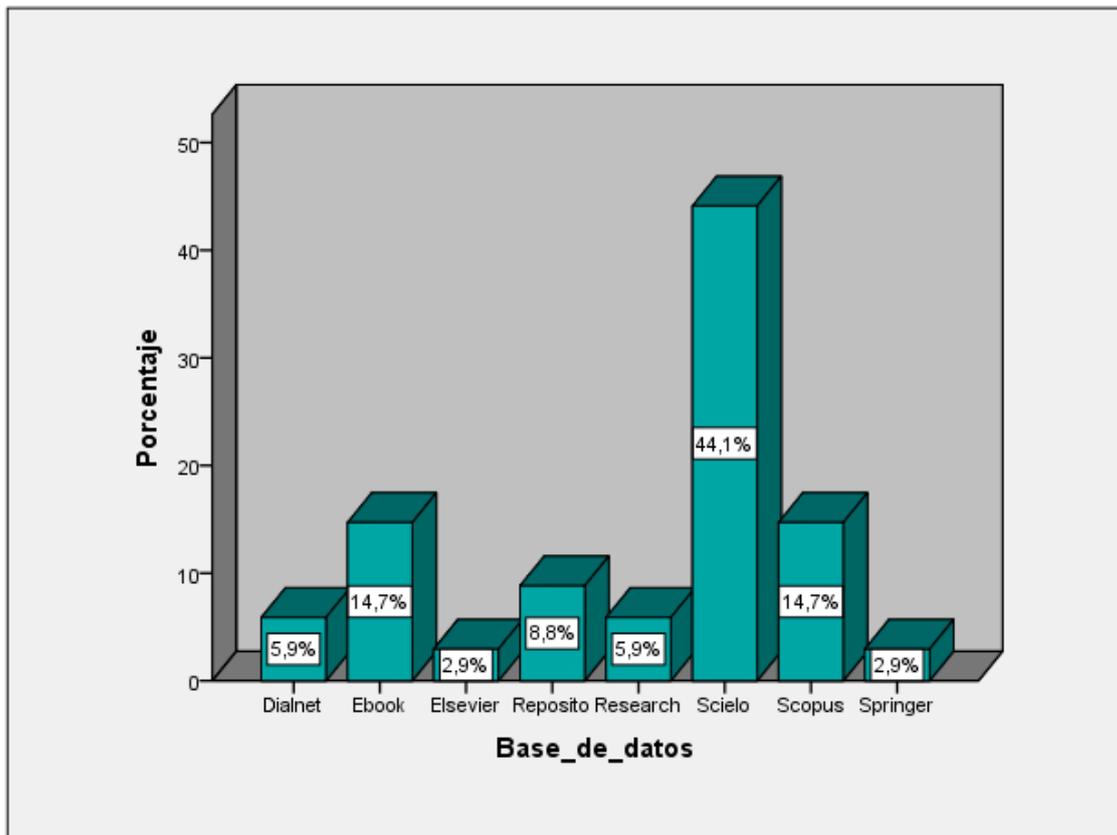
6.7. Metodología de búsqueda

El proceso de selección de artículos se detalle de acuerdo con el siguiente diagrama de flujo.



La revisión de manuscritos y aplicación de los criterios de inclusión de los 34 trabajos refirieron la siguiente información:

Gráfico Nro. 1: Distribución con valores porcentuales del conjunto de datos

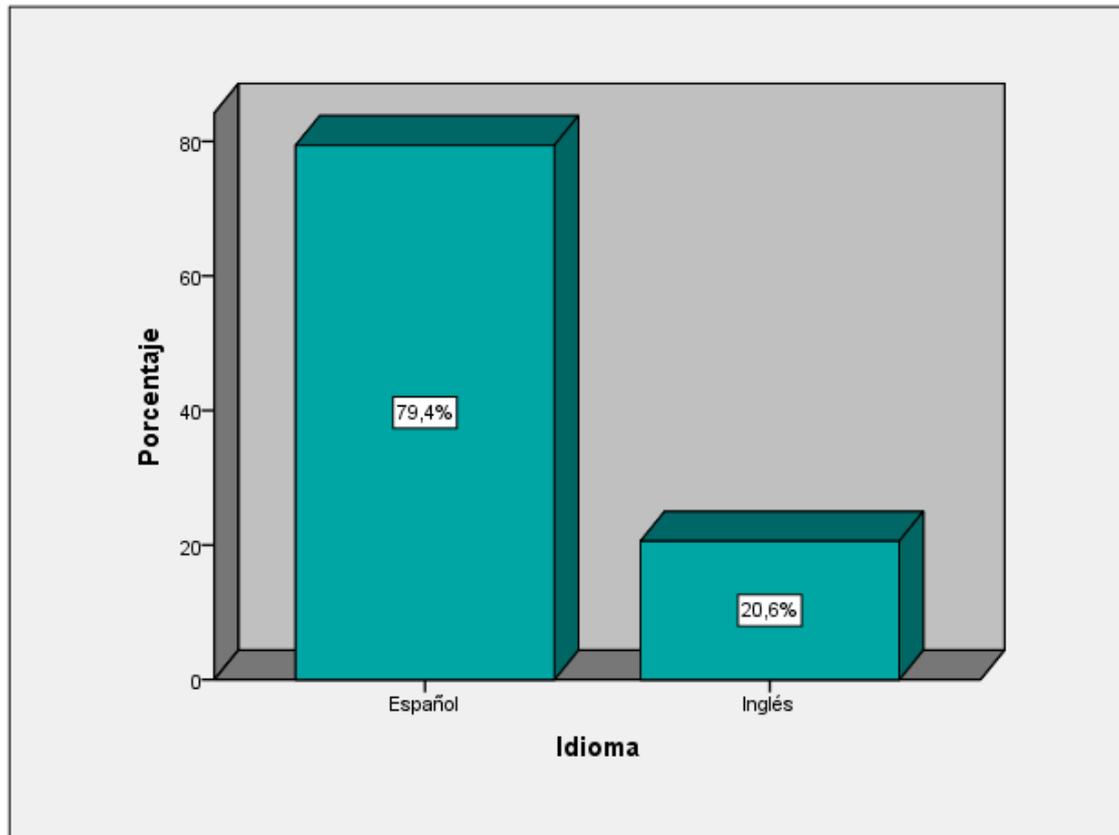


Fuente: Datos procesados en SPSS

Autor: Víctor Rodríguez

Las bases de datos como Scielo, Scopus y Ebooks tuvieron mayor representatividad al alojar 25 investigaciones, estos representan el 73,5%; con respecto a las bases de datos restantes se halló un promedio de 2 estudios por base, estas a su vez representaron el 26,5%. Es importante destacar que las revistas que destacaron en la investigación fueron Revista de Medicina Legal, The American Journal of Forensic Medicine and Pathology, International journal of odontostomatology y Ciencia Forence Internacional.

Gráfico Nro. 2: Distribución porcentual de los estudios según el idioma



Fuente: Datos procesados en SPSS

Autor: Víctor Rodríguez

El 79,4% de las investigaciones fueron publicados en idioma español, estos trabajos fueron desarrollados en países como: México, Ecuador, Colombia, Venezuela, Costa Rica y Argentina, por otro lado, el 20,6% fueron estudios publicados en idioma inglés provenientes de países como Estado Unidos, Helsinki y Alemania.

6.8. Valoración de la calidad de estudios (Escala PEDro)

Con respecto al Anexo 1, se validó las investigaciones halladas de acuerdo con la metodología propuesta en la Escala de PEDro donde se menciona que para adherir un artículo científico o informe de investigación, el manuscrito debe cumplir con al menos 6 de 11 criterios que evalúan puntos de inclusión, estado de las unidades de estudio, condiciones de los profesionales que forman parte del seguimiento y calidad de resultados. Los estudios fueron dispuestos según a la puntuación obtenida.

Tabla 1. Valoración de estudios de acuerdo con la Escala de PEDro

Nº	Título	Autor / Autores	Año	Tipo	Escala de PEDro
1	Identificación visual de cuerpos calcinados posterior al uso de dos métodos de autopsia bucal: un estudio comparativo.	José Luis Ferreira; Ángel Ortega; Angela Espina de Ferreira; Alejandro Avila; Reinier Leendertz; Fernando Barrios	1998	Artículo	8
2	La estomatología en ciencias forense durante situaciones desastrosas	LRT Suárez, HS Izquierdo	1995	Artículo	8
3	Importancia de la especialización Odontologica Forense como Técnica de Reconocimiento en Colombia y la necesidad de ampliar su Normatividad	Lizcano Novoa, K. S., & Omaña Jaimes, F. A.	2019	Tesis	8
4	Reconocimiento de cadáveres sometidos a altas temperaturas, en base a las características macroscópicas de sus órganos bucodentales y la aplicabilidad de la genética forense	María del Socorro Barraza Salcedo y Martha Leonor Rebolledo Cobos	2016	Artículo	8
5	Reconocimiento de cuerpos en la Práctica de las ciencias Forense	Maria Luz Morales Ezperanza Niño Cordova	2009	Artículo	8
6	Guía Practica para el test de especialización Odontologica Forense	Orjuela, C. E., Duque, M. A., Velosa, G., Carreño, M. I., & Constantín, A. E.	2004	Artículo	7
7	Manual práctico para el auxiliar de las ciencias odontológicas	Viviana Cortesi Ardizzone	2008	Libro	7
8	Importancia de la documentación odontológica en el reconocimiento humana	Da Silva, R. F., De la Cruz, B. V. M., Daruge Jr, E., & Francesquini Jr, L. F.	2005	Artículo	7

9	Peritación médico-legal: informe del perito de ciencias forense	Oswaldo Romo Pizarro	1997	Libro	7
10	Identificación de cuerpos calcinados en catástrofes de gran magnitud: aplicación de técnicas odontológicas avanzadas, importancia de marcadores genéticos en tejido bucodental	López Palafox, Juan	2002	Tesis	7
11	Role of dentist in person identification	Shekar, B. C., & Reddy, C. V. K.	2009	Artículo	7
12	Palatal Rugae: Systematic Analysis of its Shape and Dimensions for Use in Human Identification	Hermosilla Venegas, Valeria; San Pedro Valenzuela, Jaime; Catin Lopez, Mario and Suazo Galdames, Iván Claudio.	2009	Artículo	6
13	Identificación de cuerpos y aspectos forenses de los desastres	Carbajo, C., & de Policía Científica, B.	2011	Artículo	6
14	Estrategias y propuestas de intervención de los equipos de identificación en grandes catástrofes rol de la Odontología forense	Aurora Valenzuela Garach	2005	Artículo	6
15	Análisis de los métodos de conservación de las estructuras Buco-Máxilo Facial de un cuerpo carbonizado en Odontología Legal.	Cinthia Stefanny Manzo Obregón	2015	Tesis	6
16	Autopsias bucales en odontología legal: revisión de técnicas de incisiones	Heit, O.	2011	Artículo	6
17	Técnicas de análisis del ADN en genética forense	ENTRALA, CARMEN	2000	Artículo	6
18	Dental identification and aspects of medico-legal investigations of the finnish victims of the sumatraandaman	Olli Varkkola	2011	Artículo	6

	earthquake on 26 december 2004				
19	Métodos de identificación en la recolección de evidencia odontológica para la valoración de hallazgos dentales que ingresan a la morgue Aragua	Bladimir E. Mendoza Querales	2014	Tesis	6
20	Identificación odontológica forense: exploración de la literatura y reporte de un caso	Freddy Moreno G, Sandra Moreno C, Liliana Marín J.	2007	Artículo	6
21	Métodos, etiquetas y dispositivos de marcaje de prótesis dentales usadas en odontología forense como medio de identificación. Revisión sistemática de la literatura	Sebastián Medina, Diego Vallejo, Freddy Moreno Gómez	2015	Artículo	6
22	Efectividad de la Odontología Forense para el reconocimiento de cuerpos no identificados en el instituto de Medicina legal, sede Managua, durante el período 2009-2013	Hidalgo Mendoza, Tatiana y Soza Chávez, Flor Azalia	2015	Tesis	6
23	Nivel de acuerdo de la carta odontolegal diligenciada por una odontóloga forense con la carta creada por estudiantes de odontología de la Universidad Santo Tomás	Tatiana M. Gil Ortiz, Yurley A. Jiménez Bacareo, Paola A. Lizarazo Salamanca y Ángela K. López López	2016	Tesis	6

24	The application of dental methods of identification to human burn victims in a mass disaster	A Valenzuela , S Martin-de las Heras, T Marques, N Exposito, J M Bohoyo	2000	Artículo	6
25	Identificación humana a través de la rugoscopia dentro de la odontología forense en el departamento de criminalística de la policía nacional de la ciudad de quito, período septiembre 2013 marzo 2014.	Villaroel Gallegos, Luis Gonzalo Verónica Patricia Galeas Hinojosa, Verónica Patricia	2014	Tesis	6
26	An analysis of the value of forensic odontology in ten mass disasters	D H Clark	1994	Artículo	6
27	Odontología Forense II: La Identificación Inequívoca	Fonseca, G. M., Cantín, M., & Lucena, J.	2013	Artículo	6
28	Uso de expedientes odontológicos disponibles en Costa Rica en el año 2018 para la identificación de víctimas de desastres según el protocolo de INTERPOL	José Manuel Fernández Chaves	2019	Artículo	6
29	Odontología Forense. Aportes a la Criminalística	Victor Avidad	2012	Libro	6
30	Odontología forense y su aplicación en la criminalística	Ramos Aguilar Victor Bladimir	2019	Artículo	6
31	Extracción de ADN humano mediante dos técnicas para la tipificación forense a partir de muestras fecales en papel FTA	Shirleny Monserrat Sandoval-Arias	2014	Artículo	6
32	La importancia de la Odontología Forense en la identificación de	de la Garza Kalife, R. M., Mandujano, A. N. R., & González, F. G. G.	2019	Artículo	6

	individuos. Revisión bibliográfica.				
33	Impact of identity theft on methods of identification	McLemore, J., Hodges, W. y Wyman, A	2011	Artículo	6
34	Statistical basis for positive identification in forensic anthropology	Steadman, DW, Adams, BJ y Konigsberg, LW	2006	Artículo	6

Autor: Víctor Rodríguez

7. RESULTADOS Y DISCUSION

En la exploración de bibliografía de 44 proyectos de investigación que cumplieron con los requisitos de inserción, se exponen los resultados de acuerdo con los métodos de extracción del material genético ADN en los cuerpos sin vida. Entre las técnicas se abordaron la descalcificación, extracción orgánica, lavado del código genético en columnas de hidróxido, uso de sílica y digestión proteica.

Tabla 2. Identificación de cadáveres mediante ADN - Descalcificación

Nº	Autor(es)	Tipo de Estudio	Población	Causa de muerte	Resultados
1	Jose Luis Ferreira; Angel Ortega; Angela Espina de Ferreira; Alejandro Avila; Reinier Leendertz; Fernando Barrios	Exploratorio	166	Quemadura	La evidencia bucodental es determinante en el reconocimiento de cuerpos provenientes de desastres de gran magnitud, carbonizados o con quemaduras de tercer a cuarto grado imposibles de identificar, caracterizados de acuerdo a 2 grupos: 49 cadáveres a los que se les aplico el protocolo de autopsia bucal y grupo 2 con 117 cadáveres examinados según 2 protocolos. como resultado se obtuvo que en el grupo 2 se obtuvo mayores identificaciones lograda mediante evidencia no dental.
2	Lizcano Novoa, K. S., & Omaña Jaimes, F. A.	Jurídico legal y Descriptiva	1	Daños por catástrofes masivos	Se logro observar en el estudio que es posible implementar la odontología forense tanto a apersonas vivas como no vivas, sea con fines de identificación de sexo, edad o la identidad del individuo. Es posible aseverar que la eficacia de la odontología forense como una técnica de identificación procede de las propiedades de las piezas bucodentales, esto es la resistencia de las piezas dentales a la exposición de fuego o temperaturas extremas, a la putrefacción y al paso del tiempo, así como a la preservación de material celular del que se pueda extraer ADN.

3	Carbajo, C., & de Policía Científica, B.	Descriptivo	585	Víctimas de Siniestros	El empleo de la odontología forense no es nuevo y su importancia es extraordinaria en aquellos casos en que los cadáveres quedan carbonizados. Varios especialistas han mencionado que no existen dos dentaduras similares ni siquiera las de los gemelos idénticos. Los métodos de análisis de hoy en día que ofrecen la identificación de un cuerpo son útiles para solucionar casos de cuerpos calcinados.
4	Aurora Valenzuela Garach	Descriptivo, Experimental	3	Catástrofes Naturales o provocadas por el Ser Humano	Un problema médico - legal nuclear es la identificación de los fallecidos que en ocasiones puede dificultarse enormemente por la gran destrucción o la mala conservación de los cadáveres. La identificación de un cuerpo es un paso obligatorio para proceder a la certificación de su fallecimiento. Una de las pruebas complementarias que realizan los médicos odontólogos forenses son las radiografías. Con tan solo fragmentos dentarios, es posible determinar los patrones del ADN a partir de las células de la pulpa o incluso el ADN de las células que están impregnadas en la estructura mineralizada de la pieza dental.
5	Freddy Moreno G, Sandra Moreno C, Liliana Marín J.	Exploratoria y Experimental	1	Muerte Natural	Este paper destaca el rol de la odontología en el campo de las ciencias forenses para procesos de reconocimiento de cadáveres y restos humanos en estado avanzado de putrefacción o esqueletados; la comprobación odontológica y extracción de ADN se efectuó con la historia clínica ante mortem, obtenida con base en la información suministrada por los familiares. Ausencia de anexos (radiografías, órdenes de laboratorio, modelos de

					estudio,). La técnica de descalcificación identificó a la víctima.
6	Villaroel Gallegos, Luis Gonzalo Verónica Patricia Galeas Hinojosa, Verónica Patricia	Bibliográfico Sistémico	30	Desaparición	Se ha probado que gracias a la aplicación de la rinoscopia y análisis de ADN por la técnica de descalcificación se abre la posibilidad de identificar cuerpos aun cuando los cadáveres presentaron tejidos blandos, putrefacción y ausencia de protecciones maxilares y estructuras dentarias, al usar las técnicas, se logró identificar asertivamente a 30 modelos, y se recopilaron datos fáciles de concluir y de mucha utilidad; sin embargo los investigadores científicos concluyeron que para efectuar el reconocimiento de los cuerpos, es necesario un trabajo interdisciplinario, de la contribución de datos ante mortem fiables, de la persona desaparecida, y que los métodos empleados estén respaldados por otros parámetros fiables identificatorios.
7	D H Clark	Experimental	10	Desastre Natural	Se informan los resultados de la identificación dental en diez desastres masivos, en los que los odontólogos forenses británicos llevaron a cabo los procedimientos de identificación dental a través de descalcificación. Estos diez desastres indican las dificultades asociadas con este método y llaman la atención sobre la necesidad de que las asociaciones dentales nacionales aborden el

					problema de los registros dentales inadecuados y las dentaduras postizas sin marcar. Se sugiere que, a través de la Federación Dental Mundial de la FDI, cada país miembro debe designar dentistas, responsables de brindar asesoramiento y asistencia, a los odontólogos forenses en otros países, cuando los nacionales del país sean víctimas de un desastre internacional.
8	Ramos Aguilar Victor Bladimir	Bibliográfico	1	Muerte Natural	La odontología presenta ciertas técnicas como la extracción de ADN mediante descalcificación para permitir la evaluación de estatura, sexo, edad y el grupo social de cadáveres o personas vivas con procesos judiciales.
9	de la Garza Kalife, R. M., Mandujano, A. N. R., & González, F. G. G.	No Experimental	6	Desaparición	Los métodos odontológicos forenses son de gran utilidad ya que tienen grandes ventajas, conllevan un proceso rápido y confiable.

Autor: Víctor Rodríguez

La manera antigua y tradicional para un proceso de reconocimiento de cadáveres o e restos humanos se desarrollaba por sus características físicas huellas dactilares, rasgos de nacimiento como los lunares o en su defecto tatuajes o cicatrices de intervenciones médicas. Sin embargo, con el pasar de los años utilizar las cavidades bucodentales dieron un giro a las ciencias forenses ya que estructuras como el hueso o mandíbula son capaces de almacenar material genético a pesar de que el cuerpo se hay enfrentado a traumas ambientales que incluyen incineraciones y desmembramiento. Nueve artículos científicos recopilados en la revisión sistemática respaldaron a la técnica de descalcificación para la extracción de material genético ADN el cual sigue un proceso que va desde la pulverización de hueso hasta la descalcificación del mismo para la extracción y posterior uso del ADN. Los cadáveres analizados fueron el resultado de desastres naturales o catástrofes que el ser humano no puede controlar (4 estudios), dos investigaciones tomaron cuerpos de muertes naturales, dos estudios analizaron cuerpos luego de haber recibido reportes que las víctimas habían estado desaparecidas y un estudio indago información de cadáveres producto de una carbonización. Los resultados en todos los estudios fueron positivos es decir llegaron a encontrar la identidad de los individuos sin complicaciones mayores a pesar de que los cadáveres se encontraban muy deteriorados.

En un proyecto de investigación en Costa Rica sobre la extracción del código genético ADN partiendo de huesos humanos señalaron 3 razones básicas por las que se debe usar a

la descalcificación como método de obtención de ADN: a) lo que resulta del hueso pulverizado es una gran porción de materia biológica a nivel celular haciendo que el proceso de extracción de ADN sea más eficiente. b) la afinidad innegable entre la doble hebra del código genético y la hidroxiapatita la misma que debe ser desvinculada para acceder al ADN sumido en ella c) cualquier colorante contamine y provoque la desestabilización del material genético ADN son desechados de la descalcificación (43).

A pesar de que este proceso de extracción aparenta brindar resultados propicios no hay que dejar de lado las posibles desventajas de su uso. Una desventaja es el tiempo que tarda un proceso de descalcificación y el arduo trabajo de remoción para el EDTA el cual previene la separación del PCR. Un grupo de investigaciones mencionaron que el proceso de descalcificación no es primordial en una extracción exitosa del material genético de los huesos (44) (45) (46). Por otro lado, Fisher et al (44) realizó una comparativa entre procesos de extracción con y sin descalcificación llegando a la conclusión de que el proceso sin descalcificación extrae el doble de material genético que el otro proceso.

Tabla 3. Identificación de cadáveres mediante ADN - Extracción Orgánica

N.º	Autor(es)	Tipo de Estudio	Población	Causa de muerte	Resultados
1	LRT Suárez, HS Izquierdo	Comparativo	1	Daños por desastre natural	El uso de métodos especiales de identificación de la estomatología forense es imprescindible dentro de las actuaciones medico legales relacionadas con la identificación masiva de cadáveres en situaciones de desastres. Mencionadas técnicas aumentan su aplicabilidad en escenarios en donde los cadáveres han sido víctimas de catástrofes ambientales haciéndolos irreconocibles a simple vista.
2	María del Socorro Barraza Salcedo y Martha Leonor Rebolledo Cobos	Descriptivo	49	Quemadura	El aislamiento de ADN (genómico y mitocondrial) obtenido de la pulpa en aquellos cadáveres carbonizados, se constituye en una alternativa para identificar con plena certeza mediante los órganos dentales como única evidencia para la identificación de los cadáveres. De acuerdo a un rango de temperaturas es posible realizar un proceso de identificación de víctimas incineradas por medio de

					odontología forense y la extracción del ADN a través de la pulpa dental.
3	Maria Luz Morales Ezperanza Niño Cordova	Descriptivo	1	Catástrofe Masiva	Este Manual aplica los principios de racionalidad, proporcionalidad y de economía a todo proceso de identificación. En la fase para la toma de decisiones se es propenso a cometer errores uno de los más comunes es pensar que el proceso de identificación forense es realizado por el personal encargado de emitir los dictámenes positivos (genetista, odontólogo, dactiloscopista). estas son las razones por las cuales, con frecuencia, no se concluye un caso hasta no realizar todas las pruebas incluyendo la de ADN
4	Orjuela, C. E., Duque, M. A., Velosa, G., Carreño, M. I., & Constantín, A. E.	Comparativo	1	Muerte Natural y Desastres	La guía está dirigida para los odontólogos y médicos forenses que deben realizar pericias forenses que involucran la evaluación del sistema estomatológico. El especialista en odontología forense es responsable de la recolección de evidencias físicas ya sea que estas provengan de la escena del crimen o se aporten por medio de la autoridad sean fichas médicas, clínicas, radiografías, historial odontológico o modelos ante mortem.
5	Da Silva, R. F., De la Cruz, B. V. M., Daruge Jr, E., & Francesquini Jr, L. F.	Descriptivo y Comparativo	251	Quemadura	El reconocimiento de un individuo es un trabajo interdisciplinario en el que convergen varias disciplinas. Entre los métodos comúnmente utilizados para esta identificación se tiene el reconocimiento visual y el análisis de huellas dactilares, sin embargo, a pesar de ser comunes no son eficientes en cadáveres que

					<p>sufrieron carbonización, putrefacción avanzada o que simplemente se encuentren en estado esquelético. Este hecho ha resaltado la importancia de documentar los tratamientos realizados con la toma radiográfica. La identificación positiva de la víctima fue posible gracias a la toma de radiografías encontradas en la documentación odontológica y comparadas con las que se obtuvieron del cadáver.</p>
6	López Palafox, Juan	Experimental e Instrumental	160	Quemadura	<p>La incorporación de nuevas técnicas, como es la investigación del ADN genómico o mitocondrial, será un complemento de los restantes métodos de identificación odontológica, Imprescindible para situaciones extremas, en los siniestros y en cadáveres calcinados o muy destruidos de casos aislados. Esto se comprueba por el evento suscitado en un cadáver que visibilizaba acciones de la sosa cáustica en ebullición, en el cual se contaba con sus molaras que fueron piezas claves de la identificación.</p> <p>Uno de los grupos que fue el primero en ser analizado estaba conformado de cuerpos previamente identificados víctimas de un accidente aéreo dejándolos con traumas y varias quemaduras.</p> <p>Otro grupo, el segundo representó una simulación de cadáveres víctimas de carbonización, e incluso en estas situaciones extremas es posible extraer información genética.</p> <p>Finalmente, en el tercer grupo se analizó de manera general la importancia de la especialización de odontología forense para 14 casos</p>

					<p>cada uno con un escenario e historia diferente. Unos sufrieron calcinaciones, de algunos se recolectó radiografías, pero a todos se les realizó una extracción de material genético de sus cavidades bucodentales.</p>
7	Shekar, B. C., & Reddy, C. V. K.	Comparativo	126	Desastres Naturales	<p>Las identificaciones dentales forenses, especialmente en tiempos de desastres masivos, dependen principalmente de la disponibilidad de registros dentales ante mortem. El reconocimiento dental brinda la posibilidad de no solo identificar al fallecido sino también al criminal causante de su muerte, además sirve para categorizar e identificar víctimas de evento catastrófico.</p>
8	Hermosilla Venegas, Valeria; San Pedro Valenzuela, Jaime; Catín Lopez, Mario and Suazo Galdames, Iván Claudio.	Análisis Sistemático	120	Crimen	<p>El análisis de las piezas dentarias, huellas digitales y comparación del ADN, son probablemente las técnicas más usadas, siendo rápidas y seguras para el proceso de identificación.</p> <p>Este apartado contó con un colectivo conformado por 120 individuos de ambos sexos con un rango de edad de 15 a 20 años con el 100% de sus piezas dentales. A este colectivo se le aplicó la técnica de cálculo de rugoscopia logrando identificar el tamaño, la</p>

					<p>forma, posición y número de rugas palatinas de estos individuos.</p> <p>Con un 43% la mayoría de individuos presentaron rugas palatinas onduladas, seguidos por un grupo de individuos el 27% con palatinas curvas, un 15% presentaron formas rectas y tan solo un 4% tenían variedades polimorfas. En promedio se encontraron 12,27 rugas palatinas, con mayor presencia en los hombres. Para concluir las rugas palatinas son parámetros ideales de identificación ya que no cambian en el tiempo convirtiéndolas en una fuente fiable para las ciencias forenses.</p>
9	Heit, O.	Experimenta 1	1	Quemadura	<p>La Odontología legal no solo puede identificar a un individuo, sino también contribuir a la confección de un perfil biológico que ayude a reducir el tamaño de la población en que se busca a una persona, la técnica utilizada para la identificación de un cuerpo debe hacerse de manera que permita una buena visión de la estructuras bucales pero sin provocar desfiguramiento en el cuerpo que se presentara a sus familiares.</p>
10	Olli Varkkola	Descriptivo	179	Desastres Naturales	<p>De las víctimas adultas, la tasa de identificación dental fue del 90% y de los niños del 25%. En Tailandia, aproximadamente el 43% de todas las identificaciones se realizaron principalmente por métodos dentales. La Junta de Identificación de Finlandia confirmó la identificación basada principalmente en huellas dactilares, ADN, o datos dentales. Las muestras de referencia de los familiares constituyeron la información más valiosa para la</p>

					<p>identificación.</p> <p>Al inicio de la operación, con el objetivo de hacer cumplir las leyes los funcionarios al mando recolectaron hisopos dentales de los familiares de las víctimas para la restauración de fichas de perfil de ADN.</p> <p>Más del 70% de los expedientes incluían radiografías. Estos consistieron en alas de mordida, tomografías panorámicas y radiografías periapicales. En casos excepcionales, se disponía de radiografías laterales de cráneo y modelos dentales.</p>
11	Hidalgo Mendoza, Tatiana y Soza Chávez, Flor Azalia	Descriptivo Transversal	51	Crimen	<p>El estudio realizó un seguimiento a los cadáveres no identificados durante el 2009 hasta el 2013, la información antecedente de los cuerpos fue captada de fichas validadas del Instituto de Medicina Legal de Managua; la extracción orgánica de ADN permitió identificar el sexo de 48 cuerpos y la edad de 50 de ellos.</p>
12	Tatiana M. Gil Ortiz, Yurley A. JiménezBacareo, Paola A. Lizarazo SalamancayÁngelaK. LópezLópez	Exploratorio	60	Catástrofe Natural	<p>En este estudio en particular el código genético extraído de las víctimas fue contrastado con el material genético de los familiares. A pesar de que no se obtuvieron valor preciso fue posible identificar al 25% de las víctimas de la catástrofe natural.</p>
13	Fonseca, G. M., Cantín, M., & Lucena, J.	Experimenta 1	384	Desaparición	<p>En el presente trabajo se logró extraer ADN a partir de piezas dentales de 3 individuos provenientes del Museo Regional Rosa Novak, Puerto San Julián, Provincia de Santa Cruz.</p> <p>Los restos fueron descubiertos en escenarios muy diferentes uno del otro. Y esto representó a la primera</p>

					<p>extracción de ADN antigua que posteriormente catalogó las piezas en colecciones diferentes.</p> <p>Para la extracción del ADN primero se pulieron las piezas dentales luego se cortó la raíz y se recolectó el polvo para acceder a la pulpa dental y sin dañar la dentadura se la extrajo. Las técnicas utilizadas en esta identificación biológica fueron la técnica con fenol/ cloroformo posterior a ello se acentuó el estudio con el equipo Wizard PCR Preps DNA Purification System (Promega).</p> <p>Para probar la reproductibilidad del experimento, se extrajeron 3 pulpas dentales y 2 determinaciones independientes todo bajo el mayor cuidado evitando posibles contaminaciones. También se efectuó un blanco de extracción negativo para todas las amplificaciones.</p> <p>Se determinó el sexo de 2 individuos por medio de la metodología de RFLPs. Eran femeninos y parte de haplogrupo D, de la región Sudamericana.</p> <p>No se pudo revelar la identidad del último individuo pues la presencia de PCR luego de la extracción complicó el análisis.</p>
14	José Manuel Fernández Chaves	Descriptivo de corte transversal	573	Desastre Natural	<p>El estudio de identificación de cuerpos mediante la extracción orgánica de ADN logró contrastar junto con la información de registros de la INTERPOL al 76% de los cuerpos identificándolos como mujeres, no se pudo precisar la edad y tampoco el porcentaje restantes de cuerpos ya que se manejó información contradictoria de los registros antemortem con los</p>

					resultados del ADN.
15	Victor Avidad	Descriptivo	1	Quemadura	La revisión bibliográfica dejó al descubierto que mediante la extracción orgánica de ADN es posible identificar el sexo y la edad del cuerpo, sin embargo si se cuenta con apoyo del área de criminalística los resultados pueden extenderse a encontrar en el sitio del accidente otros distintivos como: huellas labiales, raza y antecedentes patológicos que refuercen los hallazgos y la probabilidad de equivocación al momento de identificar un cuerpo sea nula.
16	Shirleny Montserrat Sandoval-Arias	Experimenta 1	1	Crimen	Se contrastaron los resultados de la extracción orgánica de ADN y la extracción de lis kits comerciales concluyendo que la orgánica presentó una buena cantidad de ADN y fue la técnica que permitió la identificación del individuo.
17	McLemore, J., Hodges, W. y Wyman, A	Experimenta 1	1	Crimen	Igual que la investigación anterior se utilizó la extracción orgánica de ADN y los kits comerciales y nuevamente la extracción orgánica arrojó mejores resultados.
18	Steadman, DW, Adams, BJ y Konigsberg, LW	Experimenta 1	1	Crimen	A menudo se espera que los científicos forenses presenten la probabilidad de identificaciones de ADN en los tribunales de EE. UU. en función de los datos de población comparativos, pero los antropólogos forenses tienden a no cuantificar la fuerza de una identificación osteológica.

Autor: Víctor Rodríguez

La técnica usada por 18 investigaciones para el análisis de ADN fue la extracción orgánica, mencionado procedimiento se ha utilizado en casos donde los cadáveres sufrieron quemaduras o son el resultado de desastres naturales, los resultados del procedimiento no identificaron a los cuerpos en su totalidad, se discriminó con exactitud a un promedio del 90% de cuerpos.

Los métodos de extracción de ADN que se destacaron en este grupo de proyectos de investigación fueron fenol-cloroformo y acetato de potasio. Una de las desventajas primordiales de esta técnica de extracción es la complejidad el proceso por la gran cantidad de pasos para su realización haciendo que la técnica resulte tedioso e impensable de aplicar a un mayor número de muestras. En contraste la técnica del potasio ofrece un proceso más llevadero pues acorta el tiempo, los pasos, la contaminación y ofrece mejor fiabilidad y rendimiento (47).

Desde otro enfoque, la extracción orgánica se centró en el fenol-cloroformo para extraer el ADN en un rango de 19 horas logrando una concentración de 0,1305 (0,039) $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ y una muestra libre de contaminación de 1,96 analizada a través de electroforesis en gel de agarosa llegando a un ADN libre de corrupción con ARN sin degradar, varios reportes científicos creados en el Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kouri" mencionaron que la técnica fenol-cloroformo potencializa el proceso de extracción tanto en el tiempo, como el rendimiento a pesar de que la pureza es mínima (47).

La diferencia crucial entre las técnicas de extracción acetato de potasio versus el fenol-cloroformo, radica en un compuesto inicial con nitrógeno líquido y el uso de la proteinasa K, de manera particular para los estudios antes mencionados, de todas formas la combinación de estos pasos pueden llegar a constituir un protocolo con los mejores resultados (47).

Tabla 4. Reconocimiento de cuerpos a través de ADN - Lavado de ADN en columnas de hidroxipatita

N°	Autor(es)	Tipo de Estudio	Población	Causa de muerte	Resultados
1	Cinthia Stefanny Manzo Obregón	Experimental, Empírica	20	Quemaduras	Una vez que las piezas dentales alcanzaron temperaturas altas se midió los cambios de las estructuras físicas en los tejidos y obturaciones dentales de un nivel macro a micro. Confirmando que el análisis odontológico en restos humanos carbonizados contribuye con información esencial a las ciencias biológicas. Hay que recordar que la evaluación odontológica forense de

					llevarse a cabo de manera minuciosa cuidando de las estructuras faciales y dentales. También la importancia de mantener una ficha médica clásica que proporcione información clara y concreta para identificar cadáveres calcinados.
2	Entrala, Carmen	Experimental	20	Muerte Natural y Catástrofes	El ADN es un gran aliado para la identificación de un ser humano pues gracias a su codificación genética llega a tener una fiabilidad del 100% sin embargo hay que recordar que el ADN extraído en las ciencias forenses no revela cualidades fenotípicas de los sujetos en estudio.
3	Bladimir E. Mendoza Querales	Descriptivo y Bibliográfico	20	Crimen	La odontología forense, relacionada con la identificación masiva de cadáveres; reveló características de la escena en donde se desencadenó el hecho criminalístico además se constató el nivel socioeconómico del grupo de individuos implicados en el suceso. Todo este cúmulo de resultados evidencia la importancia de las ciencias forenses en los estudios criminalísticos y el efecto de un accionar riguroso que se puede tener en la identificación de cadáveres, en este caso con el uso de Lavado de ADN en columnas de hidroxapatita, se logró identificar aproximadamente al 80% de las víctimas implicadas.

Autor: Víctor Rodríguez

Tabla 5. Identificación de cadáveres mediante ADN - Uso de Sílica

N°	Autor(es)	Tipo de Estudio	Población	Motivo de muerte	Resultados
1	Sebastián Medina, Diego Vallejo, Freddy Moreno Gómez	Descriptivo	53	Accidentes de Transito	Los resultados mencionaron que el uso de sílica para extraer ADN permitieron identificar a 38 cadáveres gracias al procedimiento corto y de pocos reactivos cuya finalidad es minimizar la exposición a contaminación con ADN moderno, mencionado antecedente visibilizó la posibilidad de reconocimientos de cuerpos luego de accidentes de tránsito donde han desaparecido rasgos faciales e inclusive huellas dactilares.

Autor: Víctor Rodríguez

En cuanto a la técnica de lavado de ADN en columnas de hidroxiapatita y el uso de sílica se encontraron 4 papers científicos que hicieron uso de estas técnicas con el fin de dar solución a eventos criminalísticos como accidentes de tránsito, muerte natural y carbonización que dejaron varias víctimas sin ser identificadas. Luego de la aplicación de estas técnicas se visualizó que el porcentaje promedio de identificación alcanzó un 80% de potencia y también se destacó el papel que juegan las piezas dentales para la extracción del material genético. A manera de resumen se lograron muestras de ADN con concentraciones de 0,0692 a 18.4 ng/ul.

Se pudo identificar el género de cada uno de los individuos para todos los métodos de procesamiento, con la técnica de pulverización total y específica en el tejido pulpar de las cavidades bucodentales se obtuvo perfiles STRs completos y un solo perfil parcial producto de una muestra por desmineralización total.

No se logró conseguir perfiles STRs e ningún método para aquellas muestras enteradas y debido a la naturaleza de las muestras la identificación del género fue un poco más compleja y se tuvo que aplicar una PCR anidada. Para resumir, la información proveniente de los dientes cariados estableció de manera exitosa el sexo de los donantes además de obtener los mejores resultados en la pulverización específica de dentina con valores 7,28 ng/ul promedio de ADN y una calidad respaldada en el perfil STR completo que se obtuvo para este tejido (48).

8. CONCLUSIONES

- La revisión bibliográfica dejó al descubierto el escaso uso de técnicas de extracción de ADN en los estudios de la cavidad bucal con fines forenses ya que muchos profesionales lo desconocen por un lado y por otro no existen protocolos definidos de identificación de cuerpos bajo este método, las pocas investigaciones evidenciaron que las técnicas odontológicas forenses utilizadas en el reconocimiento de cadáveres son identoestomatograma, autopsia oral, estudio de huellas de mordedura, radiografía, fotografía, queiloscopía y rugoscopía ; de las cuales las dos últimas no se utilizan en el Instituto de Medicina Legal y sus dependencias en el país, debido a la falta de registros ante mortem que faciliten modelos de estudio y ficha odontológica, ya que tampoco existe una ley que obligue a los odontólogos generales a llevar dichos registros.
- La presente investigación identificó a la estructura dental como un recurso fiable para obtener material genético y posibilitar la identificación de cuerpos resultantes de quemaduras, desastres naturales, accidentes de tránsito o para descubrir a personas desaparecidas y a pesar de existir diversas técnicas de extracción de ADN la descalcificación del material genético fue detectada como la más eficiente ya que logró descubrir un 98% de los casos superponiendo a técnicas como: extracción orgánica, lavado de ADN en columnas de hidroxiapatita y uso de Silica.
- Con relación a las causas de muerte analizadas en las investigaciones, el ADN permitió esclarecer el 33,33% de fallecimientos a causa de catástrofes naturales, el 23,33% de quemaduras, el 16,66% de crímenes y en porcentajes menores las muertes naturales y accidentes de tránsito, los protocolos de odontología forense mejoraron los sistemas de evaluación y registros de autopsias ya que los cadáveres contribuirán de evidencias para delitos judiciales y penales.

9. RECOMENDACIONES

- Implementar en la malla curricular de la carrera una asignatura relacionada con odontología forense ya que los profesionales se enfrentan a problemas de gran uso pero poco conocidos durante su vida estudiantil
- Recomendar a los profesionales del área de odontología construir una ficha dental de sus pacientes con el fin de generar un respaldo de reconocimiento de cuerpos.
- Esquematizar un protocolo de identificación de cuerpos a nivel de la provincia que facilite el reporte de casos penales y judiciales.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Quesada García CLPJ. Historia de la identificación personal: Desde el reconocimiento hasta el ADN dental. *Biociencias*. 2019; 14(1).
2. UNIR. ¿Qué es la criminalística y qué estudia esta ciencia? *investigativo*. , Derecho.
3. Manuel C, Rafael B, Luis VJ. Aprendizajes y reflexiones sobre la identificación de cadáveres mediante marcadores monoparentales (ADNmt, cromosoma Y). Reporte de un caso. *Revista Española de Medicina Legal*. 2011; 37(1).
4. Alkass K SHBBBSHGSD. Analysis of Radiocarbon, Stable Isotopes and DNA in Teeth to Facilitate Identification of Unknown Decedents. 8th ed. L K, editor.: PLoS One; 2013.
5. Centro de Capacitación en ciencias forenses. El ADN en la identificación dental. [Online]; 2017. Acceso 13 de octubre de 2021. Disponible en: <https://www.capacitacionforense.com/single-post/el-adn-en-la-identificacion-dental>.
6. Sofian CA. Extracción de ADN de los dientes. Universidad de Sevilla. 2017; 1(1).
7. Cabezas RHB. Análisis retrospectivo y bibliográfico de la odontología legal y forense en los casos de necroidentificación en el Ecuador. Universidad de Guayaquil. 2014; 1(1).
8. Cabrera JN.; 2017. Acceso 13 de octubre de 2021. Disponible en: <https://www.inacif.gob.gt/index.php/servicios/k2-blog/item/31-la-identificacion-humana-forense>.
9. Santos ZDPQ. Identificación forense a través de piezas dentales. Universidad de Guayaquil. 2020; 1(1).
10. Daniel C. Método científico de identificación de cadáveres aplicado a la Universidad de Guayaquil. 2013; 1(1).
11. Identificación de cadáveres sometidos a altas temperaturas, a partir de las características macroscópicas de sus órganos dentales. Aplicabilidad en genética forense. *Odontología legal y forense*. 2016; 35(74).
12. Román JA. La odontología forense una ciencia al servicio de la justicia. *Anuario*. 2011; 34(1).
13. Navarrete JML. Análisis de los métodos utilizados en odontología forense para el reconocimiento de cadáveres. Universidad de Guayaquil. 2020; 1(1).
14. Sánchez Gaytán S, Villegas Sánchez LM, Nápoles Martínez J, Carballeda García KE, Espinoza Chico JC, Gutiérrez Mendoza K, et al. Identificación de cuerpos humanos calcinados mediante el análisis odontológico. *Medicina Forense*. 2019; 4(3).

15. Barraza Salcedo MS RCM. identificación de cadáveres sometidos a altas temperaturas, a partir de las características macroscópicas de sus órganos dentales: aplicabilidad en genética forense. Universidad de Odontología. 2016; 35(74).
16. Real Academia Española. Diccionario de Lengua española. [Online]; 2020. Acceso 14 de octubre de 2021. Disponible en: <https://dle.rae.es/forense?m=form>.
17. Quesada García CLPJ. Historia de la Identificación personal: desde el reconocimiento facial hasta el ADN dental. Biociencias. 2019; 14(1).
18. Faraz M,AT,FSB,&RG. Odontología forense. Odontología forense. 2020; 1(1).
19. I CC. identificación de cadáveres y aspectos forenses de los desastres. Publicaciones de la Unidad de Investigación en Emergencia y Desastres (UIED). 2011; 1(1).
20. Instituto Nacional de Ciencias Forenses. Identificación humana forense. [Online]; 2017. Acceso 14 de octubre de 2021. Disponible en: <https://www.inacif.gob.gt/index.php/servicios/k2-blog/item/31-la-identificacion-humana-forense>.
21. Medina VF. Estimación de la estatura por medio de la odontometría con fines en odontología legal en tres etnias del Ecuador (Shuar, Kichwa Amazónicos y Puruhá. Universidad Central del Ecuador. 2017; 1(1).
22. altas Idcsa. Identificación de cadáveres sometidos a altas temperaturas, a partir de las características macroscópicas de sus órganos dentales y la aplicabilidad de genética forense. Universidad Odontológica. 2016.
23. Guglielmucci A. Identidades fragmentadas: Los procesos de identificación forense en casos de desaparición forzada. Universidad Nacional de Misiones. 2017; 1(1).
24. Campohermoso O. Odontología legal y forense. II edición ed. La Paz: Edición Digital; 2020.
25. González L,&PP. Odontoestomatología forense. El papel del odontólogo en la investigación criminal. I edición ed. Madrid: Editorial Tébar; 2010.
26. Carrillo A,&GV. Criterios odontológicos en la identificación forense de subadultos. Revista ADM. 2018; 75(6).
27. Lara López P LPJ. identificación a través del rostro. Análisis de resultados en casos forenses conocidos. Universidad Alfonso X El Sabio. 2015; 1(1).
28. Barraza Salcedo MS RCM. identificación de cadáveres sometidos a altas temperaturas, a partir de las características macroscópicas de sus órganos dentales: aplicabilidad en genética forense. Universidad Odontológica. 2016; 35(74).

29. Bathala LR RNRSKS. Prosthodontics an “arsenal”in forensic dentistry. Journal. 2016; 8(3).
30. Wu XP HJFPWYBL. Analysis of palatal rugae morphology before and after orthodontic treatment by a digital image recognition system. Journal Morphol. 2017; 35(2).
31. E. LG. Métodos de necroidentificación individual en odontoestomatología. Gaceta Dental. 2009; 207(1).
32. Bernardpni M SSBSA. Análisis experimental del comportamiento de huellas labiales en cadáveres frescos usando el método fraile. Gac Int Cienc Forense. 2013; 8(1).
33. Cerón Vivancos JA LPJPSL. Técnicas de Laboratorio en necroidentificación odontológica. Identificación de la proteínaα 2 HS. Revista de Policía Técnica. 1990.
34. Plácido IH. Conceptos básicos de ADN forense. Academia. 1860.
35. National Human Genome Research Institute. Genomics. [Online]; 2015. Acceso 24 de febrerode 2022. Disponible en: <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/ADN-acido-Desoxirribonucleico>.
36. Ángel C. La revolución del ADN. Genética y Estética. 2008.
37. Hochmeister M.N. BB,ea. Typing of deoxyribonucleic acid (DNA) extracted from compact bone from human remains. Journal. 1991; 36(1).
38. Gerardo Jiménez-Arce BMB. Revisión sobre la extracción de ADN partir de huesos humanos. Medicina Legal de Costa Rica. 1999; 16(1).
39. Fisher D.L. Holland M. ea. Extraction, evaluation, and amplification of DNA from decalcified and undecalcified United States civil war bone. Journal Forensic. 1993; 38(1).
40. Nielsen H. EJ,ea. DNA from artic human borials. In: Ancient DNA. I edición ed. New York: Springer-Verlag; 1994.
41. C DV. Comparación de Tres Métodos de Extracción de ADN de Restos oseos. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2002; 1(1).
42. E F. Polimorfismos de ADN mitocondrial en poblaciones antiguas de. Universidad de Barcelona. 2000; 1(1).
43. Arce GJ, Brenes BM. Revision sobre la extraccion de ADN a partir de huesos humanos. Medicina Legal de Costa Rica. 2018; 16(1-2).
44. Fisher DL Holland M. ea. Extracción, evaluación y amplificación de ADN de huesos descalcificados y no descalcificados de la guerra civil de los Estados Unidos. J.

Ciencias Forenses. .

45. Lee H. PEea. Marcadores genéticos en hueso humano: i. Análisis de ácido desoxirribonucleico (ADN). J. ciencia forense. .
46. De Leeuw J. VBPea. Biomacromoléculas resistentes como principales contribuyentes al kerógeno. Revista Sociológica. .
47. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kouri". Comparación entre 5 métodos para la extracción de ADN de Triatomíneos: su utilización en la técnica de ADN polimórfico amplificado al azar (RAPD). Revista Cubana. 2004.
48. Mariño FA. Estudio comparativo de 3 métodos de procesamiento para la obtención de ADN en dientes molares. Universidad Mayor de San Andrés. 2019.
49. Moreno F. Forensic dentistry: dental identification. Report of cases. 2011.
50. Leticia Rubio JMSMJGSMdlH. Dental color measurement to predict DNA concentration in incinerated teeth for human identification. PLoS One. 2018; 13(4).