



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**LA IDENTIFICACIÓN HUMANA MEDIANTE ANÁLISIS DE ADN
EN PULPAS DENTALES.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ODONTÓLOGO**

AUTOR: BRYAN JAVIER GUILLEN CÁRDENAS

**DIRECTOR: OD.ESP. FERNANDA NATALY GONZÁLEZ
ANDRADE**

AZOGUES - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**LA IDENTIFICACIÓN HUMANA MEDIANTE ANÁLISIS DE ADN
EN PULPAS DENTALES.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ODONTÓLOGO**

AUTOR: BRYAN JAVIER GUILLEN CÁRDENAS

**DIRECTOR: OD.ESP. FERNANDA NATALY GONZÁLEZ
ANDRADE**

AZOGUES - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Bryan Javier Guillen Cárdenas portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **1350197768**. Declaro ser el autor de la obra: "**La Identificación Humana mediante análisis de ADN en pulpas dentales**", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Azogues, **27 de febrero de 2023**

F:

Bryan Javier Guillen Cárdenas

C.I. 1350197768

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

FERNANDA NATALY GONZÁLEZ ANDRADE

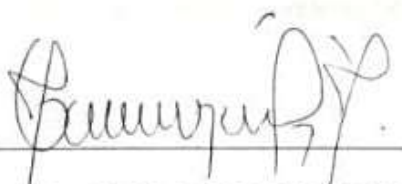
DOCENTE DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA

De mi consideración:

Certifico que el presente trabajo de titulación denominado: "**La Identificación Humana mediante análisis de ADN en pulpas dentales**", realizado por: **Bryan Javier Guillen Cárdenas**, con documento de identidad: 1350197768, previo a la obtención del título de **Odontólogo** ha sido asesorado, orientado, revisado y supervisado durante su ejecución, bajo mi tutoría en todo el proceso, por lo que certifico que el presente documento, fue desarrollado siguiendo los parámetros del método científico, se sujeta a las normas éticas de investigación que exige la Universidad Católica de Cuenca, por lo que está expedito para su presentación y sustentación ante el respectivo tribunal.

Azogues, 23 de febrero 2023

Firma



FERNANDA NATALY GONZÁLEZ ANDRADE

Dra. Fernanda González Andrade
Odontóloga Especialista
Reg. Senescyt: 017-11-732711
Reg. MSP 102343-07

Cédula: 0105001572

TUTORA

DEDICATORIA

A mis padres: Sr. César Guillén y Mariana Cárdenas, razón de mi existencia, quienes diariamente se sacrificaron y sacrifican por brindarme siempre lo mejor para mi superación personal.

A mi hermano César David, por su comprensión, paciencia y compañía en las largas jornadas por alcanzar este objetivo.

A todos mis seres queridos que de una u otra forma me apoyaron en mi vida estudiantil, y estuvieron siempre pendiente de mi existir, con gran cariño les dedico este esfuerzo.

Bryan Javier Guillen Cárdenas

EPÍGRAFE

En la investigación es incluso más importante el proceso que el logro mismo” (Emilio Muñoz)

POR SI SE PREGUNTAN QUIEN ES EMILIO MUÑOZ:

Es un científico español especialista en las relaciones de las ciencias y la tecnología con la sociedad.

Bryan Javier Guillen Cárdenas

AGRADECIMIENTOS

Exteriorizo mis agradecimientos a los docentes de la Carrera de Odontología de la Universidad Católica de Cuenca, Sede Azogues, Institución forjadora de personas estudiosas que me acogió en aras de alcanzar un objetivo más en mi vida y que hoy veo felizmente cristalizado.

Mi sincero agradecimiento a la Dra. Fernanda Nataly González Andrade director de trabajo de titulación, y Dr. Rodrigo Fernando Vallejo Aguirre tutor metodológico, quienes me guiaron con sus sabios y acertados consejos, brindándome siempre un buen asesoramiento para darle forma a esta investigación.

Mi eterna gratitud.

INDÍCE

DECLARATORIA DE AUTORIA Y RESPONSABILIDAD.....	II
CERTIFICADO DEL TUTOR	III
DEDICATORIA	IV
EPÍGRAFE	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	X
1. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	2
<i>Objetivo General</i>	2
<i>Objetivos Específicos</i>	2
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
Enfoque de investigación	3
Tipo de investigación.....	3
Método de investigación.....	3
Criterios de Selección	3
<i>Criterios de Inclusión</i>	3
<i>Criterios de Exclusión</i>	3
Procedimientos para la recolección de datos, mediante instrumentos a utilizar como para la recolección de información, instrumentos a utilizar y calidad de los datos.....	3
<i>Estrategia de Búsqueda</i>	3
<i>Palabras Clave</i>	4
3. ESTADO DEL ARTE	5
Odontología Forense.....	5
Identificación de Cuerpos por medio de la Odontología Forense.....	6
Piezas Dentales	8
Pulpa Dental.....	11

Identificación Humana.....	12
Ácido Desoxirribonucleico (ADN)	13
Métodos de Extracción de ADN.....	14
<i>Extracción orgánica</i>	15
<i>Extracción con Kit</i>	15
4. RESULTADOS	16
4.1. Técnicas de Análisis de ADN en Odontología Forense	16
4.2. Métodos de Extracción del ADN.....	17
4.3. Grupo dental con mejores características para la extracción de ADN	18
4.4. Estructuras dentales como Medio para la Extracción de ADN	19
5. DISCUSIÓN.....	20
6. CONCLUSIONES.....	24
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La odontología forense se encarga tanto del manejo de cadáveres como de la examinación adecuada de las piezas dentales. Se estima que los dientes son piezas importantes para la identificación en el área tanto médico como legal, debido a la gran resistencia a agentes de destrucción, siendo el fuego uno de los principales.

OBJETIVO: Determinar la eficacia de la técnica de análisis de ADN de pulpas dentales para la identificación humana.

MATERIALES Y MÉTODOS: Enfoque cualitativo, investigación bibliográfica-documental, descriptiva, explicativa con el análisis de artículos científicos a partir del año 2017.

RESULTADOS: La técnica mayormente usada para el ADN en la identificación humana es la reacción en cadena de la polimerasa. La pulpa dental es la estructura que presenta una mayor concentración de ADN, útil para la identificación humana. La extracción por medio de Kits presenta mayores niveles de eficacia donde el ADN no se contamina. Los molares son las piezas mayormente utilizadas para la extracción del ADN debido a que su estructura protege totalmente a la pulpa dental, evitando algún daño.

CONCLUSIONES: La odontología forense es la ciencia útil para la identificación humana.

Palabras clave: ADN, dientes, identificación, odontología forense

ABSTRACT

INTRODUCTION: Forensic odontology is in charge of handling corpses and adequately examining dental pieces. It is estimated that teeth are important for identification in the medical and legal area due to their great resistance to agents of destruction, fire being one of the main ones. **OBJECTIVE:** To determine the efficacy of the technique of DNA analysis of dental pulps for human identification. **MATERIALS AND METHODS:** This research was conducted through a qualitative approach, a bibliographic-documentary, descriptive, and explanatory study, and the analysis of scientific articles from 2017. **RESULTS:** The technique mainly used for getting DNA is the polymerase chain reaction. The dental pulp is the structure that presents the highest concentration of DNA, which is helpful for identification. Extraction by kits is more effective since DNA is not contaminated. The molars are primarily used for DNA extraction because their structure protects the dental pulp, avoiding damage. **CONCLUSIONS:** Forensic odontology is a helpful science for identification.

Keywords: DNA, teeth, identification, forensic odontology

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la medicina y la odontología forense, son consideradas como ciencias clave para la identificación del cuerpo humano y estructuras dentales, favoreciendo siempre al desarrollo de la justicia. Esta rama de la medicina se encarga tanto del manejo de cadáveres como de la examinación adecuada de las piezas dentales.^{1,2} Es por ello que ante una escasa información de huellas dactilares o inspección visual que evidencie cuerpos en un alto nivel de carbonizado, descomposición o incluso esqueletizado los cuales son víctimas de un desastre masivo, hoy en día uno de los métodos más adecuados para la identificación de cadáveres es la extracción del ADN (Ácido Desoxirribonucleico) de las pulpas dentales.^{3,4}

Se estima que los dientes son piezas importantes para la identificación en el área tanto médico como legal, debido a la gran resistencia a agentes de destrucción, siendo el fuego uno de los principales.⁵ El análisis de ADN se encuentra conformado por nitrógeno, oxígeno e hidrógeno, cuenta con altos criterios de identificación evidenciando un 99,9% de seguridad y efectividad.⁶ Este material genético proviene tanto de los huesos como de los dientes que cuentan con características anatómicas morfológicas, fisiológicas e histológicas que por medio de la técnica de PCR (REACCIÓN EN CADENA POLIMERASA) y electroforesis permite de manera directa la identificación de un individuo.⁷

El ADN es un compuesto de tipo químico está almacenado en forma de un código, donde las distintas modificaciones permiten la creación de rasgos físicos diferentes y que distingue a una persona de otra. Esta información es de tipo genética que se transmite de progenitores a descendientes.^{8,9} Las técnicas de análisis de ADN implican tanto la detección como la cuantificación y el análisis genómico.^{1,10}

Dentro de la odontología forense se utilizan el ADN genómico, donde los dientes generalmente se componen de dos estructuras: corona y raíz dental.¹¹ La raíz dental se encuentra conformada por cemento, dentina y pulpa por lo que produce una mayor cantidad de ADN, siendo considerada la parte fundamental para este tipo de análisis.³ No obstante, se requiere que las piezas dentales se encuentren totalmente sanos y que no presenten caries, incluso, deben mantener el brillo del esmalte, con el fin de evitar una contaminación con el ADN de otros microorganismos.^{12,13}

Las técnicas de extracción del ADN de piezas dentarias son: descalcificación, lavado del ADN en columnas de hidroxapatita, uso de sílice, y digestión por medio de proteínas. Siendo esta última la de mayor eficiencia debido a que utiliza componentes que protegen de manera directa el ADN evitando un daño.^{14,15,10}

El objetivo de la presente investigación es determinar la eficacia de técnicas de análisis de ADN en odontología forense aplicadas en la identificación humana, teniendo como respaldo un historial bibliográfico adecuado, en efecto daremos respuestas acertadas y confiables de cada uno de los objetivos específicos planteados.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la eficacia de la técnica de análisis de ADN de pulpas dentales para la identificación humana

Objetivos Específicos

Identificar las estructuras dentales como medio para la extracción del ADN

Describir las técnicas de obtención de ADN de pulpas dentales y su aplicación en la identificación de seres humanos.

Determinar el grupo dental con mejores características para la extracción de ADN

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque de investigación

Para la presente investigación se aplicó un enfoque cualitativo.

Tipo de investigación

Se empleó un tipo descriptivo, explicativo además con una investigación bibliográfica-documental.

Método de investigación

Analítico-sintético

Criterios de Selección

Criterios de Inclusión

- Artículos de las bases científicas: PubMed, Scielo, Redalyc, Scopus y Science Direct.
- Artículos publicados a partir del año 2017.
- Artículos en idioma español e idioma inglés.
- Se incluye diferentes tipos de investigación con una revisión sistemática, ensayos, trabajos experimentales, meta análisis y estudios de cohorte.

Criterios de Exclusión

- Artículos de fuentes bibliográficas que no estén contemplados en las bases científicas mencionadas.
- Artículos restringidos que no se pueda obtener información.
- Estudios incompletos o con datos que no se encuentren culminados.
- Artículos inferiores al año 2017

Procedimientos para la recolección de datos, mediante instrumentos a utilizar como para la recolección de información, instrumentos a utilizar y calidad de los datos

Estrategia de Búsqueda

- Las bases de datos utilizadas fueron: PubMed, Scielo, Redalyc, Scopus y Science Direct.
- Posteriormente se ingresaron las palabras claves

- Se analizaron los artículos y se verificó si presentaban relevancia con el tema y objetivos planteados
- Se verificó que el artículo cumpla con los criterios de inclusión y exclusión

Palabras Clave

Las palabras clave que se ingresaron a las bases de datos fueron:

- DNA analysis
- DNA analysis and dental pulps
- human identification and DNA
- DNA extraction and analysis
- Dental pieces

Síntesis y Presentación de Resultados

Una vez realizada la búsqueda de cada uno de los artículos dentro de cada una de las bases de datos se aplicó el método prisma: donde se comprobó que todos los documentos cumplan con los criterios de selección. A continuación, se presenta un diagrama en el cual se evidencia como se fue descartando los artículos, hasta llegar a los 20 que fueron analizados dentro de la presente investigación.

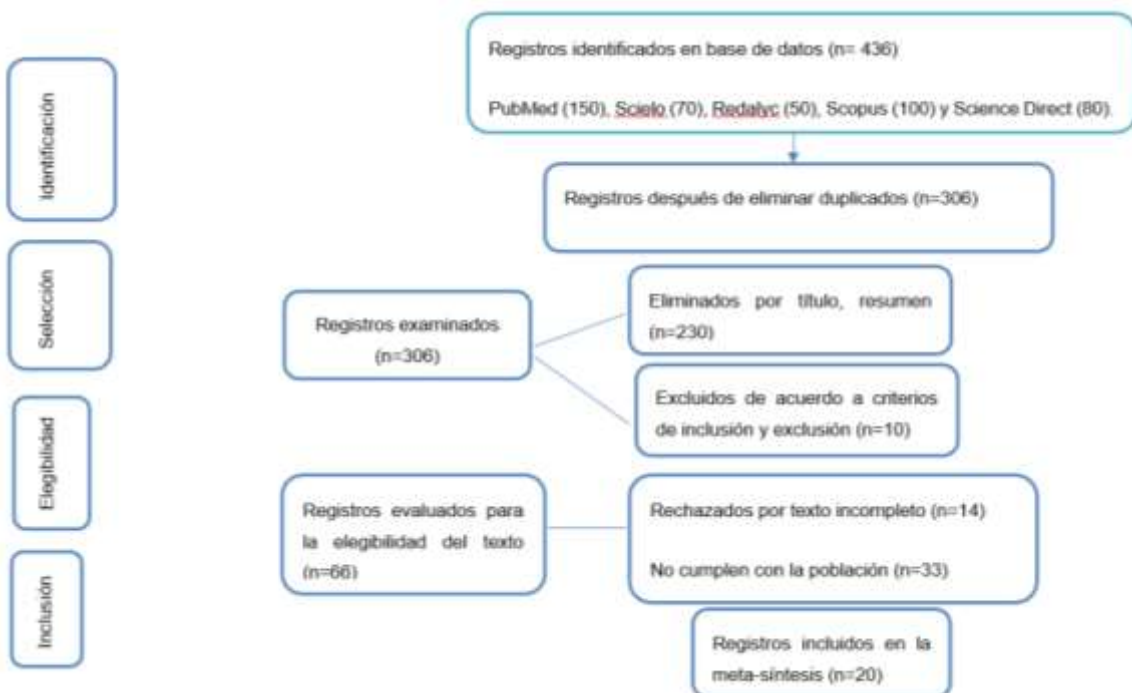


Figura 1. Aplicación del método PRISMA

3. ESTADO DEL ARTE

Odontología Forense

Es la rama de la Medicina Forense que se encarga tanto del manejo como de la examinación de las evidencias dentales para generar una respuesta a nivel de la justicia. Contempla aspectos relacionados de manera directa con cadáveres, por lo que se considera como una disciplina que utiliza los conocimientos de estomatología para un manejo idóneo de las distintas pruebas bucodentales. Favorece a la criminalística debido a que ayuda en la comprobación de ciertos delitos.⁹ Esto es ratificado en un ámbito más complejo por Jimbo-Mendoza et al.,¹⁶ quienes la definen como un estudio de del rostro y la cavidad oral relacionado a las cuestiones del derecho, en este caso el experto forense dental es un odontólogo que ejerce o es educador dental. Así mismo se concibe la odontología forense como una relación entre la medicina y el derecho, pero desvinculado de las actividades terapéuticas.¹⁷

Por otra parte, se ha determinado que la odontología forense se encuentra al servicio de la justicia debido a que permite la resolución de problemas cuando no es posible la identificación de un ser humano por medio de las técnicas convencionales.¹⁸ De esta manera, es un área que es relativamente nueva y que generalmente se pueden utilizar cuando se presente una catástrofe natural y para esclarecer la escena del crimen.¹⁹

Actualmente, la odontología forense genera una solución para varios problemas que van mucho más allá de la identificación de un cuerpo humano después de su fallecimiento¹², la odontología forense, tiene una alcance más amplio y no se limita solo a la ello, lo cual implica un desafío para la profesión para incorporar este conocimiento en otras área de conocimiento donde sean aplicables como los procesos de adopción, procesos criminales, inmigración, verificación de edades para cuestiones de jubilación, entre otras más que precisan el cálculo de la edad cronología de un individuo.¹² Este tipo de odontología cuenta con tres áreas principales las cuales son:²⁰

- Examen para el diagnóstico y evaluación de las mandíbulas, diente y tejidos blandos de la cavidad bucal.
- Identificación de seres humanos que han sido víctimas y que cuentan con una investigación criminal o desastre masivo.
- Identificación, examen y evaluación de marcas de mordeduras que ocurren con cierta frecuencia en casos de agresión sexual, abuso infantil y en situaciones de defensa personal.

El principal deber del odontólogo forense en una operación criminalística es la identificación de personas fallecidas desconocidas. Esto se logra comparando las características dentales post mortem (PM) de una víctima con los registros dentales de una persona desaparecida y puede requerir una estimación de la edad de las víctimas infantiles. Implica la construcción de un perfil dental PM de una víctima mediante un examen dental que puede incluir un examen físico y radiográfico de los dientes y estructuras paradentales, tomografía computarizada (TC) y modelado virtual tridimensional (3D). Este perfil PM se compara con un perfil antemortem (AM) compilado a partir de los registros dentales de una persona desaparecida, que puede incluir registros de tratamiento escritos, imágenes, conjuntos de datos 3D, moldes de dientes u otros elementos dentales que pueden ayudar a individualizar a una persona.²¹ Otra herramienta que permitía este fin es el usado en años anteriores denominado Carta dental, Dentigrama u Odontograma, en el que se almacena la historia clínica dental que realiza el estomatólogo basado en las señales de tratamientos y afecciones que están presentes en la dentadura de un paciente.¹⁷ Esto nos permite deducir que es necesario tener una historia clínica donde se identifique las características propias de una persona y en consecuencia pueda servir para su identificación.

Identificación de Cuerpos por medio de la Odontología Forense

La identificación de un cuerpo humano conforma un conjunto de procedimientos que permiten identificar características únicas de un ser humano.⁴ Los métodos de identificación de cuerpos son:

- a. **Antropología forense:** permite la identificación de por medio de los restos óseos, donde se examinan los huesos para determinar la edad, sexo, estatura y la raza, adicional a eso puede contribuir a establecer las causas y hora del deceso.²²
- b. **Genética:** implica la recolección del ácido desoxirribonucleico (ADN) de los restos humanos para cotejarlos con muestras de un familiar directo, pero tiene la desventaja de que al exponerse a altas temperaturas este se degrada.²³
- c. **Dactiloscopia:** “es el estudio de la forma, la disposición, registro y la clasificación de las crestas papilares de los dedos de las manos” (p.241).²³
- d. **Retrato:** este puede ser hablado, fotografía, señas o alguna característica individual, para este caso es un requisito contar con el cráneo para a partir de este reconstruirlo con ayuda de tecnología de tercera dimensión.²⁴
- e. **Odontología forense:** es una herramienta para la identificación debido a que los dientes, sus registros de diagnóstico, tratamiento e intervenciones en las

estructuras y los tejidos blandos implicados se recolectan en historias clínicas y tiene valor para el cotejo pre y post mortem.²⁵

La INTERPOL considera a la odontología forense como uno de los métodos principales para la identificación de cuerpos, principalmente derivados de desastres naturales ya que las estructuras dentarias son una de las piezas con mayor dureza dentro de la naturaleza la odontología forense puede ser rápida y con altos índices de eficacia.⁴

En ese contexto, siendo tema de este estudio la odontología forense se tienen a continuación los métodos generalizados para la identificación de cuerpos basado en las estructuras dentarias. La odontología forense permite identificar de forma precisa a un sujeto, pero también admite reconocer otras características básicas como la edad y el sexo, por lo que, se recalca que no solo es aplicable en el campo post mortem sino también es usada en el campo pre mortem.¹⁷

Tabla 1. *Métodos de Identificación de Cuerpos Humanos*

Método	Descripción
Radiografía dental	Se genera una imagen por medio de la cual se da una evaluación de las distintas piezas dentales. Se observa estructuras óseas, restauraciones, dientes, el hueso periodontal e incluso las estructuras óseas. Permite destacar ciertas características únicas de una persona que permiten un contraste con las existentes antes de la muerte.
Antropología dental	Corresponde a una identificación indicatoria que permite identificar las principales características físicas de una persona, donde se incluye la estatura, edad, sexo e incluso ancestros.
Prótesis dental	Una prótesis dental, se refiere a una estructura metálica a la que se adhieren una serie de dientes artificiales, es considerada como una técnica eficaz, al ser un elemento

que permite identificar cadáveres de personas no reconocidas.

Rugoscopía

Permite analizar las distintas estructuras de anatomía dentro de la boca. Permite la modificación de la longitud tanto horizontal como vertical sobre el crecimiento de la mandíbula, siendo muy importante que se encuentren las características antes de la muerte para generar una comparación.

Quiloscopía

Permite la identificación de las características de los labios

ADN dental

La extracción del código genético en medicina forense tiende a ocurrir en 2 escenarios, y secuencialmente en 2 momentos diferentes del proceso, es un conjunto de reglas que determinan cómo se traduce la secuencia de nucleótidos. El primer escenario se enfoca en obtener ADN sospechoso de la escena del crimen o del cuerpo de la víctima como evidencia, mientras que el segundo lo usa como referencia para participar en el proceso de análisis comparativo de genes individuales.

Fuente: Gambini L, Fonseca G. *Implantes dentales para la identificación forense en incineraciones: recomendaciones a partir de una revisión con búsqueda sistemáticas. Odontoestomatología. 2021; 24(1).*

Ugalde C, Olivares J, González E, Moncada G, De Oliveira O. *Métodos de odontología forense para estimar la edad cronológica de los individuos. Revista de la facultad de Odontología. 2017; 29(1).*

Piezas Dentales

Un diente de manera en general es una fuente directa para la extracción del ADN humano debido a que tiene un molde en forma de una caja que protege a este tipo de ácido de las distintas condiciones ambientales del exterior.²⁶ Esta es la razón de su uso pues, resiste el trauma, incineración o descomposición.¹⁹

Los dientes son definidos como órganos anatómicos mineralizados que son duros y pequeños y que conforman el primer segmento de todo el sistema digestivo. Se encuentra dentro de los distintos alveolos dentarios y los huesos mandibulares por medio de una articulación que se conoce como gonfosis. Existe un total de 32 piezas dentales en adultos y 20 en niños.²⁷ Se encuentra conformados principalmente por calcio y fósforo motivo por el cual presenta una alta dureza.²⁸

Los dientes son apéndices que presentan múltiples funciones tales como comer y hablar. Se encuentran conformados por una serie de tejidos que son únicos y que presentan alta densidad y dureza por lo que pueden resistir el desgaste ocasionado en el proceso de la masticación. Los seres humanos cuentan con cuatro tipos de dientes clasificados por su estructura y función (incisivos, caninos, premolares y molares), siendo un total de 32 piezas en la edad adulta.²⁹ (Figura 2)

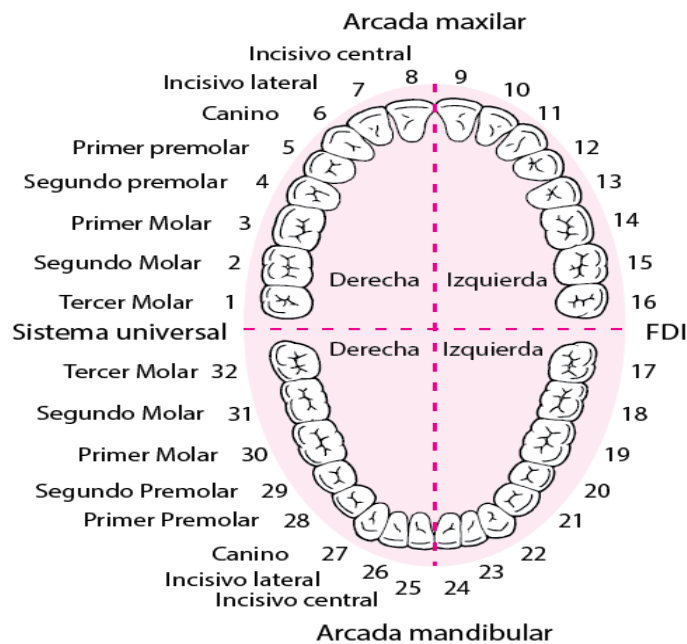


Figura 2. Estructura dental

Fuente: Sulyanto R. Anatomía y desarrollo de los dientes. [Online].; 2021.

Cada uno de los dientes cuentan con algunas características morfológicas similares. De esta manera, cada una de las piezas dentales se encuentran conformadas por:³¹

- Corona

Corresponde a la porción del diente que se encuentra en la parte externa de la encía y trabaja de manera directa en el proceso de masticación. Se encuentra cubierta por esmalte que corresponde a un tejido muy duro. Cuenta con seis caras superficiales a manera de un cubo.³¹ Se define también como una confía que reemplaza al diente en su posición en la encía.³²

- Cuello

Es un contorno que permite el enlace entre la corona y la raíz, y se encuentra identificado por la demarcación del esmalte

- Raíz

Es la parte que se encuentra inmersa en el huso de los maxilares, no visible para los ojos humanos debido a que está en la parte inferior de la encía.

La anatomía de un diente se divide en dos secciones principales: la corona y la raíz. La corona del diente es lo que se ve en la cavidad bucal, y la raíz del diente está incrustada en la cresta ósea de los maxilares superior e inferior, llamada proceso alveolar, a través de la unión al ligamento periodontal. La encía cubre el borde del proceso alveolar adyacente a los dientes. La unión amelocementaria es el límite anatómico entre la corona recubierta de esmalte y la raíz recubierta de cemento. La dentina constituye el núcleo de todo el diente que rodea la pulpa, que contiene las estructuras neurovasculares. Desde un sentido amplio se establece que el foramen apical del vértice de la raíz es donde las estructuras neurovasculares ingresan al diente y suben por el conducto radicular hasta la cámara pulpar expandida de la corona. Las raíces del diente varían según el tipo de diente. Los molares suelen tener tres raíces: una raíz lingual en la cara lingual y una raíz mesiovestibular y una raíz distovestibular en la cara vestibular.²⁹

La corona del diente tiene cinco superficies. La superficie que mira hacia el labio o la mejilla se llama superficie facial para incisivos y caninos y superficies bucales para premolares y molares. La superficie que mira hacia el interior de la boca se denomina superficie palatina en el maxilar y superficie lingual en la mandíbula. Las superficies que se refieren a los límites de los dientes adyacentes se denominan mesial y distal. Mesial se refiere a la superficie más cercana a la línea media de la cara, y distal se refiere a la superficie más alejada de la línea media de la cara. La superficie de mordida se llama superficie oclusal.¹¹

La estructura de un diente se compone de tejidos especializados que le permiten sobrevivir a las fuerzas de la masticación mientras mantiene la retención en la cavidad oral. El esmalte es el tejido más duro del cuerpo y sirve como una cubierta exterior protectora para la corona del diente. El esmalte consiste en un 96 % de mineral en peso principalmente de una estructura compleja y altamente organizada de mineral de hidroxiapatita sustituido con carbonato dispuesto en prismas entrelazados que le dan su fuerza característica.³³

La dentina es el tejido más abundante en un diente y es el principal responsable del tamaño y la forma de un diente. Consiste en un 60% de minerales en peso y un 20% de componentes orgánicos dispuestos en una organización compleja de túbulos llenos de líquido. La estructura de la dentina puede flexionarse y absorber la fuerza, lo que le permite funcionar como una subestructura para el esmalte.¹⁵ La dentina es el tejido principal que compone el diente, rodea la pulpa y la protege. Según Martínez³⁴, se compone de dos partes, una orgánica y otra inorgánica, donde el 70% es inorgánica y 20% son orgánicos y un contenido de 10% de agua.

La pulpa es un tejido especializado en el núcleo del diente que contiene vasos sanguíneos, nervios, odontoblastos, fibroblastos y una matriz extracelular que proporciona al diente función neurosensorial y potencial reparador. Se origina a partir de las células ectomesenquimatosas de la papila dental.³⁵ El cemento es el tejido duro especializado que cubre la raíz del diente que se conecta al ligamento periodontal adherido al hueso alveolar; esto funciona como un sistema de fijación para mantener el diente en su lugar bajo cargas fisiológicas de masticación.³⁶

Pulpa Dental

La pulpa corresponde a una masa de tejido conectivo que se encuentra en la parte central del diente, debajo de la dentina. Se encuentra bien vascularizada e inervada a través de tejido conectivo dentro de un espacio identificado como cámara pulpar. Se ha evidenciado las siguientes células.³⁶ Cuando las lesiones traumáticas, preparaciones profundas o lesiones cariosas alteran el equilibrio fisiológico de la pulpa, los odontoblastos gracias a su localización en la periferia, pueden sintetizar una barrera protectora.³⁵

Se encuentra conformada por dos partes estructurales: central y periférica. En el área periférica se da la formación de distintas capas estructurales. Existe una capa llena de odontoblastos columnares en la unión de la dentina, cuya función principal es el

desarrollo de la dentina. Debajo de la capa de odontoblastos hay una zona acelular rica en capilares y redes neuronales. Además, el espacio periférico más cercano a la zona central se reconoce como una zona rica en células, y además, se forma una capa rica en fibroblastos y células mesenquimales indiferenciadas, cuya función es dar soporte a los odontoblastos a través de la proliferación y diferenciación poblacional, esta capa también se llega a diferenciar por fibroblastos y macrófagos.³⁷

Mientras que, la zona pulpar del centro se delimita por una capa llena de células. Esto debido a que según el cuerpo de tejido se lo reconoce como el principal sistema de soporte de la región periférica y contiene grandes vasos y nervios que se extienden hacia la periferia. Esto porque según las zonas ricas en células, las cuales también contiene muchos fibroblastos.³⁷

Identificación Humana

La identificación humana se considera uno de los pasos clave en relación con las personas desaparecidas. La identificación humana forense consiste en una serie de pasos con el propósito de encontrar particularidades únicas de los individuos para establecer su identidad. Entre estas características, las huellas dactilares, el perfil genético y los datos médicos y dentales se consideran como la información científicamente más confiable.³⁸ Los datos pueden ser civiles o penales. El primero se refiere a la identificación diaria del ciudadano, como nombre, estado civil, filiación, edad, nacionalidad, condición social, profesión y otros. Cuando no es posible la identificación civil en el ámbito forense, se realiza la identificación criminal, ya sea en personas vivas o muertas. La acción multidisciplinar en identificación forense se ha vuelto cada vez más eficiente y fiable, produciendo resultados sumamente satisfactorios en la cualificación humana.³⁸ Sin embargo, es importante resaltar que, aunque los métodos son una herramienta útil, también se debe enfrentar ante el ingenio malicioso y la capacidad de la delincuencia organizada.³⁹

La Identificación es un conjunto de procedimientos que se encuentran aplicados de manera directa para la identificación de una persona. Este tipo de proceso permite confirmar las cualidades o ciertos rasgos que hace a un ser humano diferente de los demás.⁴⁰ La identificación humana se basa en la comparación de las características de una persona frente a otra o usando como referencia información de ella, este tiene el objetivo de encontrar patrones precisos.³⁹

La identificación es un aspecto sumamente especializado en Odontología Forense, cuyo principal objetivo es verificar todos los elementos de la cavidad bucal, incluidos los de carácter individual. Para que una técnica de identificación sea aplicable, se deben emplear ciertos principios: Singularidad e Individualidad; Inmutabilidad; Durabilidad; Viabilidad y Clasificación. La odontología forense es la ciencia capaz de correlacionar dientes con principios legales, analizando y estudiando patrones y lesiones creadas por el ser humano, posibilitando incluir el proceso de identificación humana en posibles campos de actuación de los peritos odontólogos forenses. Las mordeduras se pueden considerar como lesiones estandarizadas cuya identificación conducirá a la identificación del agresor. Cuando se observan lesiones en patrón que se asemejan a marcas de mordeduras en la víctima o el agresor de un posible delito, se debe hacer todo lo posible para llevar a cabo una investigación inmediata y adecuada.⁴¹

Alejos, et al.,⁴² mencionan que la concentración de ADN obtenida depende de manera directa de la cantidad de la muestra, no obstante, al utilizar la técnica de PCR se obtiene grandes cantidades de pequeñas muestras. Por ejemplo, de 200 microlitros de sangre humana se obtiene entre 3 y 10 microgramos, cantidad suficiente para la replicación.

Ácido Desoxirribonucleico (ADN)

El ADN es una molécula que se encuentra compuesta por una serie de nucleótido que permiten la codificación de una serie de instrucciones para el adecuado funcionamiento de todos los órganos del ser humano, además, de ser el responsable de transmitir la herencia biológica o las características de tipo genéticas. Estas moléculas se encuentran estructuradas dentro de los cromosomas.⁴³ Contiene la información hereditaria de los seres humanos y de la mayoría de los demás seres vivos, la mayor parte del ADN se puede encontrar en el núcleo celular pero también se encuentra en menor medida en las mitocondrias.⁴⁴

El ácido desoxirribonucleico (ADN) se considera tradicionalmente como la molécula genética en los sistemas vivos. El ADN, como material genérico con programabilidad de secuencias, se construye con cuatro monómeros de desoxinucleótidos diferentes. Cada monómero se compone de una de cuatro nucleobases que contienen nitrógeno (citosina [C], guanina [G], adenina [A] o timina [T]), una desoxirribosa y un grupo fosfato. En el ser humano se pueden encontrar alrededor de tres mil millones de bases y de estas el 99% con similares en todas las personas.⁴⁴ La desoxirribosa de un monómero y el grupo fosfato del siguiente monómero forman un enlace fosfodiéster. El enlace ordenado y continuo de un cierto número de monómeros a través de enlaces fosfodiéster da como

resultado una cadena de desoxinucleótidos, denominada ADN monocatenario. Forma una estructura de doble hélice, denominada ADN de doble cadena. En detalle, se forman dos enlaces de hidrógeno entre A y T, y se forman tres enlaces de hidrógeno entre C y G, lo que da como resultados pares de bases con secuencias complementarias específicas como el lado interno de la estructura de doble hélice. Como resultado, dos las cadenas forman una estructura de doble hélice en direcciones antiparalelas.¹⁰ (Figura 3)

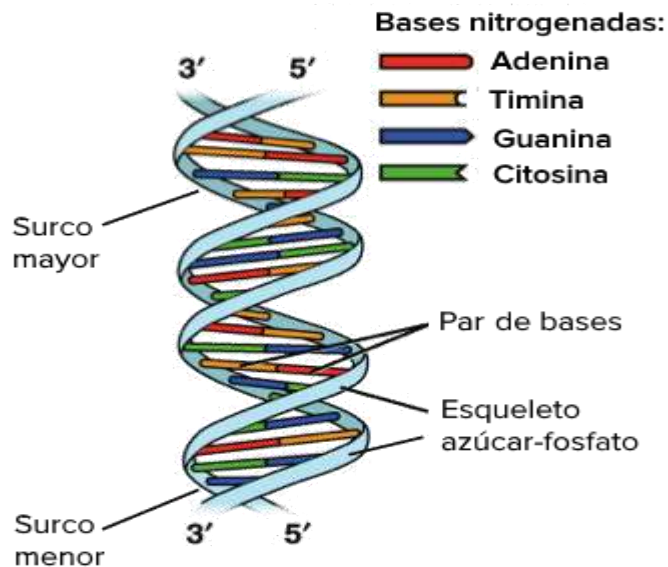


Figura 3. Estructura del ADN

Fuente: Pérez R. Descubrimiento de la estructura del ADN. [Online].; 2017

Métodos de Extracción de ADN

La extracción de ADN corresponde a un método que permite la purificación del ADN a través del uso de una serie de métodos tanto físicos como químicos de una muestra, este proceso es clave para caracterizar a una especie en estudio.⁴⁶ Cualquiera de estas técnicas conduce a una extracción con alta calidad y cantidad, libre de alguna contaminación tales como ARN o proteínas. En la actualidad para extraer el ADN se emplean métodos manuales o kits comerciales, todo el proceso incluye la lisis celular y la solubilización del ADN, sumado a ello el método enzimático o químico de erradicación de macromoléculas, lípidos, ARN o proteínas. También se reconocen algunas de las técnicas de extracción de ADN las mismas que incluye la extracción orgánica (método de fenol-cloroformo), el método no orgánico (salado y tratamiento con proteinasa K) y finalmente el método de adsorción (membrana de gel de sílice).

La extracción del ADN es importante para el estudio molecular por tal razón se debe contar con un protocolo adecuado para su procedimiento con el objetivo de garantizar su concentración, pureza e integridad, pues influyen en el resultado final de una investigación.⁴⁷ Los métodos utilizados son:

Extracción orgánica

La lisis celular se realiza a través del uso de detergentes no iónicos, tales como dodecilsulfato de sodio, Tris-Cl y ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), donde por centrifugación se eliminan los restos celulares. Posteriormente se realiza el tratamiento con proteasas para desnaturalizar y precipitar las proteínas con el uso de cloroformo fenol, conjuntamente con la centrifugación. Para eliminar el ARN se utiliza la proteína ARNasa. Para precipitar el ADN se utiliza etanol enfriado con hielo y lograr su concentración. Otros métodos incluyen la tecnología basada en sílice (el ADN se absorbe en perlas/partículas de sílice a un pH específico en presencia de sales específicas), la separación magnética (el ADN se une de forma reversible a las perlas magnéticas, que están recubiertas con un anticuerpo que se une al ADN), la tecnología de intercambio de aniones, salting out y el cloruro de cesio.⁴⁸

Extracción con Kit

Se emplea un kit con una membrana de sílice, donde se da la lisis en una columna con una solución que cuenta con un pH específico, donde inicialmente se adiciona etanol para eliminar la capa hidratante del ADN. El ácido nucleico se queda pegado en la columna por lo que para su recuperación se realizan lavados y ciclos de centrifugación para evaporar el etanol y eliminación de solución. Subsiguientemente, se agrega agua o solución amortiguadora al centro de la membrana, misma que permite que el ADN se hidrate, se centrifuga para recuperarlo de la matriz y resuspenderlo.⁴²

4. RESULTADOS

4.1. Técnicas de Análisis de ADN en Odontología Forense

Tabla 2. Técnicas de Análisis de ADN en Odontología Forense

	Técnica de ADN	Eficacia
1	Análisis del cromosoma Y	85%
2	Análisis de cromosoma Y	85%
3	Técnica de espectros RAMAN	95%
4	Genotipado STR autosómico	96%
5	PCR-RFLP	97%
6	PCR	99%

Fuente: ^{49,50,51}

Elaborado por: Guillen, B. (2022)

4.2. Métodos de Extracción del ADN

Tabla 3. Técnicas de Análisis de ADN en Odontología Forense

Método de Extracción de ADN	
1	Extracción Orgánica fenol-cloroformo
2	Extracción Orgánica CTAB+ alcohol isoamílico cloroformo
3	Cloruro de sodio-acetato de sodio
4	Método de extracción de sílice
5	Chelex 100 inorgánico
6	QIAamp DNA mini-kit inorgánico basado en sílice

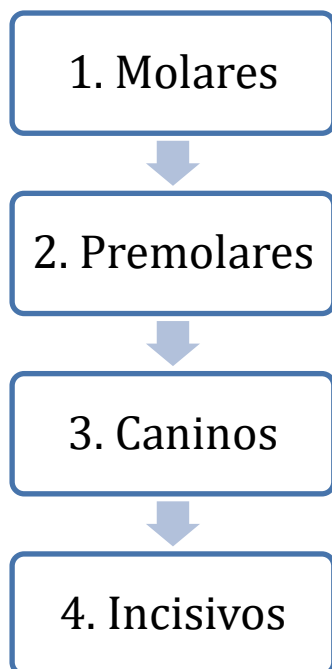
7	QIAamp DNA mini-kit+método de compuestos modificados con fenol-cloroformo
8	Método de extracción de base inorgánica DNA IQ System

Fuente: ^{14,29,52}

Elaborado por: Guillen, B. (2022)

4.3. Grupo dental con mejores características para la extracción de ADN

Figura 4. Grupo dental con mejores características para la extracción del ADN

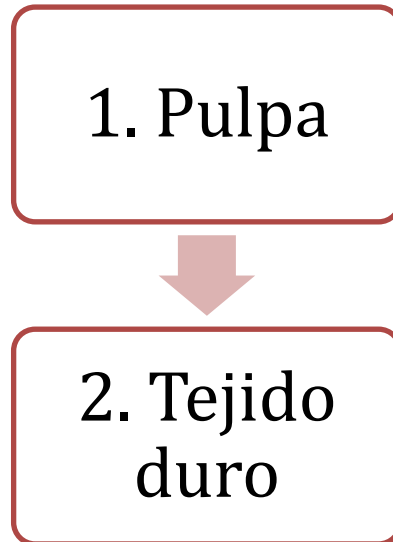


Fuente: ^{52,40,49}

Elaborado por: Guillen, B. (2022)

4.4. Estructuras dentales como Medio para la Extracción de ADN

Figura 5. Estructura dental como medio para la extracción de ADN



Fuente: ^{21,10,8,53}

Elaborado por: Guillen, B. (2022)

5. DISCUSIÓN

La odontología forense se encarga de manera directa de la identificación de un individuo a través de sus restos, enfocada de manera directa en los dientes y maxilares.⁵⁴ Este análisis depende de manera directa del estado de descomposición de los restos, donde por medio de los dientes se puede identificar el sexo, origen geográfico y edad, siempre y cuando se respeten cada uno de los estándares forenses.⁵⁵

Para Naravindhya et al.,⁵⁶ es una ciencia de gran utilidad cuando las personas han sido víctimas de una destrucción de sus tejidos corporales, incluyendo los desastres masivos. Los avances moleculares en la ciencia, como el análisis de ADN, han ampliado el alcance de la odontología forense, ya que los dientes poseen la capacidad de resistir condiciones ambientales extremas, ya sea temperatura, presión o cualquier agresión química. Se ha descubierto que los dientes son el suministro abundante de ADN, y por lo tanto es una excelente fuente de ADN genómico.⁵⁶ Gambini y Fonseca⁴ concuerdan con las ventajas de la odontología forense, pues expresan que las estructuras dentales son las más duras del cuerpo y por lo tanto su resistencia es elevada, lo que favorece a ser una fuente distintiva de los individuos. Por medio de la identificación de un ser humano a través de la odontología forense se obtiene resultados con alta confiabilidad post mortem afirma Smitha et al.,⁵⁷.

En la actualidad existen múltiples técnicas que dentro de la odontología forense contribuyen de manera directa en la identificación de un ser humano por medio del uso del ADN.⁵⁸ La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) es la que presenta mayor eficacia y la de mayor uso. Esta técnica permite la replicación del ADN, para que después por medio de una electroforesis se identifique el perfil genético del individuo (58). Anjum, et al.,⁴⁹ por medio de una revisión bibliográfica identificaron las técnicas de perfil de ADN, las cuales fueron: polimorfismo de longitud de fragmentos de restricción, tipificación de STR, análisis de ADN mitocondrial, análisis de cromosoma Y, STR de cromosoma X, polimorfismo de nucleótido único. La técnica de mayor eficacia fue el análisis del cromosoma Y, con un valor igual al 85%. Por su parte De la Garza et al.,¹⁹ menciona que los métodos comúnmente empleados son los registros dentales, como odontogramas, fotografías intraorales, modelos de estudio y también las radiografías; el análisis de ADN, del cual se extrae tejido pulpar del diente; y el análisis de marcas de mordida, que contribuyen a identificar agresores y son clave en el sistema judicial.

Por otra parte, Kristano ⁵⁹ por medio de una revisión bibliográfica el gen Y-STR de los dientes se encuentra presente en la superficie del esmalte, dentina y raíces, la técnica de espectros RAMAN genera un láser durante la prueba de PCR, por lo que se obtiene una eficacia de más del 95% en los resultados obtenidos. Yazdanián, et al., ⁵³ identificaron que la odontología forense como método científico de identificación de restos humanos se ha referido considerablemente a ser eficiente en desastres. Para la identificación de cuerpos humanos por medio del análisis del ADN generalmente se utiliza la técnica de genotipado STR autosómico, no obstante, requiere una mayor cantidad de ADN.

Da Rocha, et al.,⁵⁰ identificaron que el 70% de las identificaciones humanas realizadas en todo el mundo son realizadas por estos profesionales, demostrando eficacia y fácil realización. Debido a la resistencia del elemento dentario, además de los aspectos craneales, existen varios métodos que se pueden utilizar para identificar cadáveres, como por ejemplo a través del ADN pulpar, rugosidad palatina, determinación del sexo por características craneales, historial médico, entre otros.

Cada una de las técnicas descritas anteriormente sirven para la identificación del ADN, no obstante, para su análisis se requiere la extracción del mismo. De igual manera existen múltiples técnicas que se enfocan en la extracción de ADN siendo la más frecuente la que viene enfocada en la utilización de un KIT.

Nandini, et al.,⁶⁰ determinaron que antes de la extracción de ADN, los dientes extraídos pueden esterilizarse con hipoclorito de sodio al 0,5 %, lavarse con agua destilada durante cinco minutos, dejarse secar a temperatura ambiente y someterse a irradiación con luz ultravioleta (UV) durante una hora. El aislamiento del ADN implica tres etapas, a saber, la lisis celular por ruptura de la membrana, la desnaturalización o inactivación de proteínas por sustancias quelantes o proteasas y, por último, el aislamiento del ADN. Identificaron que el mejor método de extracción es aquel que utiliza un kit comercial debido a su facilidad de uso.

Inostroza, et al.,⁶¹ realizaron una comparación entre dos kits de extracción enfocados en el ADN para la identificación de humanos. El kit DFK® funcionó en un tratamiento conservador de dientes generando tejidos dentales (pulpa y cemento) y FFPE™ para extracción de ADN fue un método muy barato, rápido y fácil para obtener ADN genómico dental.

Ugrappa, et al.,⁵² definieron que el Intervalo postmortem (PMI) juega un papel importante en la ciencia forense para la identificación de un sospechoso. Actualmente, se han realizado algunos estudios para demostrar la importancia de los tejidos dentales en la estimación de PMI, en los que la mayoría de los estudios están relacionados con el tejido pulpar dental y se utilizó la estructura molecular del ADN del diente por el método de PCR. Sin embargo, todavía hay un déficit en resultados concluyentes satisfactorios para establecer la técnica estandarizada para usar un tejido dental particular en la estimación de PMI. Además, se requieren más estudios para autenticar el papel de otros tejidos dentales para predecir el PMI en una etapa temprana con técnicas rentables y más convenientes.

Finalmente, una vez identificado la importancia de la odontología forense y los métodos aplicables para la identificación de personas, queda por resolver una interrogante más. ¿Cuál es la mejor pieza dental que puede servir para la mejor identificación en la odontología forense? Para responder a esto citamos en primer lugar a Lizcano y Omaña¹⁷, quienes mencionan que para conseguir el objetivo de identificación de la odontología forense es importante tomar en cuenta la posición, tamaño y características de cada pieza, pues la efectividad de este método de identificación está vinculada con las propiedades de las piezas dentales frente a ciertas condiciones como la temperatura, exposición al fuego, putrefacción y el tiempo.

Pérez Bayón⁶² al analizar las características de los dientes frente al fuego ha obtenido que las piezas dentales más pequeñas soportan 1000°C mientras que las más grandes 1700°C. Lozano Peral⁶³, menciona que tanto la naturaleza mineralizada del diente como su estructura propia son factores determinantes en el uso para la identificación de las personas pues de estas depende la esencia del reservorio de material genético. En base a ello, se ratifica la importancia del tipo de diente a emplear como muestra de análisis, pues se tienen cuatro grupos de dientes definidos con estructuras similares, pero varían en su forma y tamaño.⁶³

De Leo et al.,⁶⁴ menciona que los dientes que tienen mayor volumen de pulpa, siendo esta una característica de los molares, son los que dan cabida a un número mayor de células por lo que contienen mayor cantidad de ADN. Rubio et al.,⁶⁵ fecunda esto en su investigación pues concluye que los dientes multiradiculares, los cuales aluden a los dientes posteriores como los molares y premolares son los mejores para este fin. Zapico y Ubelaker⁶⁶ encontró un resultado similar pues el rendimiento del ADN está

estrechamente relacionado con el tipo de diente y este era más bajo en los más pequeños, es decir los incisivos y más alto en los molares.

Autores como Hervella et al.,⁶⁷, Karkhanis y Franklin⁶⁸, afirman que los dientes deciduos son más frágiles ante procesos de incineración por lo que los más adecuados son los molares. Organismos como la INTERPOL⁶⁹, también toma como referencia a los molares como los más aptos para las muestras de ADN con fines de identificación humana.

6. CONCLUSIONES

- Se determinó el 95% de eficacia de la técnica de análisis de ADN de pulpas dentales para la identificación humana. El método empleado con predominancia en la identificación de cadáveres que involucra el uso del material genético, es la reacción en cadena de la polimerasa, por medio de la cual se replica este material y después por medio una electroforesis se identifica al ser humano.
- Se identificaron las estructuras dentales como medio para la extracción del ADN, en primer lugar, la pulpa dental es la estructura que presenta una mayor concentración de material genético, útil para la identificación humana, la razón de ello se debe a que se encuentra protegida por la estructura del diente.
- Se describieron las técnicas de obtención de ADN de pulpas dentales y su aplicación en la identificación de seres humanos. El método de extracción Orgánica fenol-cloroformo es el utilizado con mayor frecuencia por medio del cual se realiza la lisis celular y la concentración del ADN. De igual manera, la extracción por medio de Kits presenta mayores niveles de eficacia donde el ADN no se contamina.
- Se determinó el grupo dental con mejores características para la extracción de ADN, por lo que se puede concluir que los molares son las piezas mayormente utilizadas para la extracción del ADN y por consiguiente la identificación humana debido a que su estructura y tamaño protege totalmente a la pulpa dental, evitando algún daño.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sánchez S, Villegas L, Nápoles J, Carballeda K, Espinoza J, Gutiérrez K, et al. Identificación de cuerpos humanos calcinados mediante el análisis odontológico. *Revista Mexicana de Medicina Forense*. 2019; 4(3): p. 39-50.
2. Singh R. Chronology of preceding medico-legal practices with Reference to post-mortem forensic toxicology. *Forensic Science International: Reports*. 2022; 5(1).
3. Stamm B, Carriego M, Nicolotti M, Wirz L. ADN y Odontología Forense: una eficaz interacción para la identificación humana. *Revista de la Facultad de Odontología*. 2017; 32(73).
4. Gambini L, Fonseca G. Implantes dentales para la identificación forense en incineraciones: recomendaciones a partir de una revisión con búsqueda sistemáticas. *Odontoestomatología*. 2021; 24(1).
5. Talavera D. Tratamientos kinésicos en los trastornos temporomandibulares generados por Bruxismo: una revisión bibliográfica. *ELSEVIER*. 2020; 2(1).
6. Salcedo M, Rebolledo M. 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(7).
7. Sofian C. Extracción de ADN de los dientes. Sevilla : Universidad de Sevilla; 2017.
8. Kumar P. Una descripción general de las propiedades, la descomposición térmica y el comportamiento de combustión de los propulsores sólidos a base de ADN y ADN. *ELSEVIER*. 2018; 14(6).
9. Campos A. Odontología Forense. *Revista de la Facultad de Derecho de la Universidad Veracruzana*. 2020; 2(1).

10. Dong Y, Yao C, Zhu Y, Yang L, Luo D, Yang D. DNA Functional Materials Assembled from Branched DNA: Design, Synthesis, and Applications. *Chemical Reviews*. 2020; 120(1).
11. Varela S. Volteando el Aula de Anatomía Dental. *PubMed*. 2018; 6(3).
12. Ugalde C, Olivares J, González E, Moncada G, De Oliveira O. Métodos de odontología forense para estimar la edad cronológica de los individuos. *Revista de la facultad de Odontología*. 2017; 29(1).
13. García E, Gil L, Hernández B, Vicente A, Del campo R, Parra D, et al. Validación del uso del ADN extraído de dientes con caries en necroidentificación. *Medicina Legal y Forense*. 2017; 2(1).
14. Rodríguez V. Análisis de las técnicas de extracción de ADN en piezas dentales con fines identificativos forenses. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2022.
15. Calatrava L. Actualización en odontología adhesiva y sellado inmediato dentinario (SID). Revisión de la literatura. *Dialnet*. 2018; 56(2).
16. Jimbo , Chusino , Roca. Odontología legal y forense. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Salud. SALUD Y VIDA*. 2019; 3(6).
17. Lizcano S, Omaña F. LA IMPORTANCIA DE LA ODONTOLOGÍA FORENSE COMO UN MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN EN COLOMBIA Y LA NECESIDAD DE AMPLIAR SU NORMATIVIDAD. Cúcuta: UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CUCUTA; 2019.
18. Tapia R, Lovón W. Evaluación odontológica forense de huellas de mordida: reporte de un caso. *Revista de Evidencias en Odontología Clínica*. 2017; 1(1).

19. De la Garza R, Rodríguez A, García F. La impotancia de la Odontología Forense en la identificación de individuos. Revisión bibliográfica. Revista Mexicana de Estomatología. 2019; 6(1).
20. Nadeem J, Shivani R, Radhika T. Tendencias actuales en odontología forense. PubMed. 2017; 9(3).
21. Forrest A. Forensic odontology in DVI: current practice and recent advances. Taylor Francis Online. 2019; 4(4).
22. Baryah , Krishan , Kanchan. The development and status of forensic anthropology in India: A review of the literature and future directions. Med Sci Law. 2019; 59(1): p. 61-69.
23. Hernandez-Gutierrez A, Vargas-Segura A, Rumayor-Piña A, Mata-Tovar C. Odontología forense en Coahuila: un avance en la identificación humana. CienciAcierta. 2021;(67): p. 238-253.
24. López Tovar D. Los sistemas de identificación personal y su importancia en el sistema de justicia penal acusatorio. Hechos y Derechos. 2018;(47).
25. Espinoza Palma A, Guevara Altamirano C. Metodología activa en la enseñanza de Odontología Legal y Forense. Experiencia en una universidad pública de Nicaragua. Enfoque cualicuantitativo. Educación. 2021; 30(59): p. 193-212.
26. Shah P, Velani P, Lakade L, Dukle S. Dientes en medicina forense: una revisión. Indian Journal of Dental Research. 2019; 30(2).
27. Jiménez Romero M, Zhunio Ordóñez K. HABLEMOS DE DIENTES TORCIDOS: ¿CÓMO SABER CUÁNDO ACUDIR AL ORTODONCISTA? Revista OACTIVA UC Cuenca. 2018; 3(2): p. 37-40.

28. Chaerita M, Ibrahim E. Análisis molecular para la determinación del sexo en odontología forense: una revisión sistemática. Springer Link. 2020; 10(36).
29. Morris A, Tadi P. Anatomía, Cabeza y Cuello, Dientes. PubMed. 2022; 2(2).
30. Sulyanto R. Anatomía y desarrollo de los dientes. [Online].; 2021. Available from: <https://www.msmanuals.com/es-mx/professional/trastornos-odontol%C3%B3gicos/aproximaci%C3%B3n-al-paciente-odontol%C3%B3gico/anatom%C3%ADa-y-desarrollo-de-los-dientes>.
31. Vila R. Anatomía dental México: Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial; 2020.
32. MedlinePlus. Las coronas dentales. [Online].; 2022. Available from: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007631.htm>.
33. San B, Ravikiran K, Makkissi J. Anatomical relationship between mental foramen, mandibular teeth and risk of nerve injury with endodontic treatment. SpringerLink. 2017; 21(1).
34. Martínez Macal J, Olin Moreno I. Caracterización microscópica de la dentina de dientes temporales. Revista ADM. 2021; 78(6): p. 314-331.
35. Simancas-Escorcía V, Romero-Polo. Estrategias de ingeniería tisular de la pulpa dental: revisión de literatura. Ciencia y Salud Virtual. 2020; 12(2): p. 113-126.
36. Astudillo E. Regeneración de la pulpa dental. Una revisión de la literatura. Revista de la Asociación Dental Mexicana. 2018; 1(6).
37. Ghannam M, Alamaddine H, Bordoni B. Anatomía, Cabeza y Cuello, Pulpa (Diente). PubMed. 2022; 2(2).

38. Menrique L, Vieira D, Cury S, Viera R, Ferreira E. Identifying missing people: the contribution of forensic dentistry and DNA. *Revista de Odontología DA UNESP*. 2017; 46(6).
39. Peláez Guevara , Gutiérrez Núñez. El Iris Humano Como Método de Identificación Forense. *Advocatus*. 2021; 1(1): p. 181 - 202.
40. Briem A. Rol del Odontólogo Forense para la Identificación Humana en incidente adverso con víctimas múltiples. *Skopein:La Justicia en manos de la Ciencia*. 2017; 17(1).
41. Araujo I, Tavares L, Muniz N, Holanda M, Tavares A, Ribeiro M. Importância da identificação humana através de marcas de mordida. *Derecho y cambio social*. 2019; 1(57).
42. Alejos L, Aragón M, Cornejo A. Extracción y Purificación de ADN. [Online].; 2022. Available from: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/710/extraccion.pdf>.
43. Espinoza E. Datos Genéticos Forenses para 20 Marcadores de Identificación Humana de la Población de Panamá. *Redes*. 2020; 1(13).
44. MedlinePlus. ¿Qué es el ADN? [Online].; 2019. Available from: <https://medlineplus.gov/spanish/genetica/entender/basica/adn/>.
45. Pérez R. Descubrimiento de la estructura del ADN. [Online].; 2017. Available from: <https://es.khanacademy.org/science/biology/dna-as-the-genetic-material/dna-discovery-and-structure/a/discovery-of-the-structure-of-dna>.
46. Suazo Ubieta , Lacayo Romero , Miranda Calero , Tenorio Juárez , Rivers Carcache. Evaluación de metodologías de extracción de ADN de plantas recalcitrante. *Rrecista Torreón Universitario*. 2020; 9(24): p. 45-57.

47. Cruz-Enríquez A, Espinosa-Padilla E, Medina-Torres A. Importancia del adecuado protocolo de extracción de DNA para estudios moleculares. *Alergia Asma e Inmunología Pediátricas*. 2021; 30(2): p. 50-53.
48. Gupta N. Extracción de ADN y reacción en cadena de la polimerasa. *PubMed*. 2019; 36(2).
49. Anjum R, Kaur M, Hussain M, Shafi S. DNA in forensic odontology: An overview. *Indian Journal of Forensic and Community Medicine*. 2022; 9(1).
50. De Rocha M, Da Silva F, Machado B. Contributions of forensic dentistry regarding identification methods: literature review. *Revista Brasileira de Odontología*. 2019; 76(2).
51. Heathfield L, Haikney T, Mole C, Finaughty C, Zachou A, Gibbon V. Identificación humana forense: investigación del morfotipo dental y métodos de extracción de ADN de los dientes. *ELSEVIER*. 2021; 61(4).
52. Ugrappa S, Jain A. Una aparición de tejidos dentales en la medicina forense para la estimación del intervalo post mortem: una revisión de alcance. *Forensic Science and Medicine*. 2021; 7(2).
53. Yazdanián M, Karami S, Tahmasebi E, Alam M, Abbasi K, Rahbar M, et al. Tecnología de radiografía dental/radiografía digital junto con agentes biológicos en la identificación humana. *HINDAWI*. 2022; 2(1).
54. Khanagar S, Vishwanathaiah S, Naikf S, Kheiraif A, Devang D, Sarode S, et al. Aplicación y desempeño de la tecnología de inteligencia artificial en odontología forense: una revisión sistemática. *ELSEVIER*. 2021; 48(1).
55. Mella J. VIRDENTOPSY: Autopsia Dental Virtual y Evaluación Odontológica Forense a Distancia. *MDPI*. 2021; 9(9).

56. Naravindha B, Sudakshina M, Rajesh E, Malthi L. Perfiles de ADN – Salvador en Odontología Forense. *Medicina Clínica y Molecular*. 2020; 7(5).
57. Smitha T, Sheethal H, Hema K, Franklin R. La odontología forense como herramienta humanitaria. *PubMed*. 2019; 23(1).
58. Pellegrino J, Crespillo M. El genoma humano y el desarrollo de la genética forense. *Asociación Médica Argentina*. 2021; 134(2).
59. Kristano R. Análisis genético de la genealogía a partir de ADN dental Y-STR con el método de espectros Raman: revisión de la literatura. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. 2022; 16(4).
60. Nandini D, Juniya J. El diente como fuente de ADN en genética forense o de investigación: una visión general. *Journal of Forensic Dental Sciences*. 2020; 12(3).
61. Inostroza C, Carrasco P, Godoy M, Gatti G, Paulino B. Dental Forensic Kit (DFK®) y kit de extracción de ADN Quick Extract™ FFPE, un nuevo flujo de trabajo para obtener ADN dental para la identidad genética humana. *ELSEVIER*. 2020; 73(1).
62. Pérez Bayón. ODONTOLOGÍA FORENSE. *Sec2crime*. 2022; 1(1): p. 1-5.
63. Lozano Peral. Degradación del ADN humano en muestras dentales sometidas a estrés térmico. *Universidad de Málaga, RIUMA*; 2020.
64. De Leo D, Turrina S, Marigo M. Effects of individual dental factors on genomic DNA analysis. *Am J Forensic Med Pathol*. 2000; 21(4): p. 411-500.
65. Rubio , Santos , Gaitan J, De las Heras. Time-dependent changes in DNA stability in decomposing teeth over 18 months. *Acta Odontol Scand*. 2013; 71(3-4): p. 638-43.

66. Zapico , Ubelaker. Sex determination from dentin and pulp in a medicolegal context. J Am Dent Assoc. 2013; 144(12): p. 1379-85.
67. Hervella , Iñiguez M, Izagirre , Anta , De la Rúa. Nondestructive methods for recovery of biological material from human teeth for DNA extraction. J Forensic Sci. 2015; 60(1): p. 136-41.
68. Karkhanis S, Ball J, Franklin D. Macroscopic and microscopic changes in incinerated deciduous teeth. J Forensic Odontostomatol. 2009; 27(2): p. 9-19.
69. INTERPOL. Disaster Victim Identification Guide. ; 2018. Report No.: Annexure 4.
70. Putrino A, Raso M, Bruti M, Marinelli E, Barbato E, Galluccio G. Odontología Forense en la Identificación Humana: Panorama de una Ciencia Moderna. Transilvania. 2021; 29(1).
71. Suma G, Dogra T, Dinkar D, Rao J, Krishnoji Rao D, Seth P, et al. El PMI juega un papel importante en la ciencia forense para la identificación de un sospechoso. Actualmente, se han realizado algunos estudios para demostrar la importancia de los tejidos dentales en la estimación de PMI, en los que la mayoría de los estu. Indian Journals. 2020; 29(1).
72. Silva FB. Universidad Católica Los Ángeles Chimbote. [Online].; 2017. Available from:
http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/9202/ESTADO_P ERIODONTAL MALOCLUSION SILVA MEDINA FREDY BERNARDO.pdf?sequence=4&isAllowed=y.
73. Toro C, Hilario M, Díaz N, Caballero J, Barboza J. La eficacia de la CPAP en recién nacidos con síndrome de aspiración de meconio: revisión sistemática y metanálisis. PubMed. 2022; 9(5).

CERTIFICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN

Od. Esp. PhD Priscilla Medina Sotomayor

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN ODONTOLOGÍA

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación denominado **“La Identificación Humana mediante análisis de ADN en pulpas dentales”**, realizado por **Bryan Javier Guillen Cárdenas**, ha sido inscrito y es pertinente con las líneas de investigación de la Carrera de Odontología, de la Unidad Académica de Salud y Bienestar y de la Universidad, por lo que está expedito para su presentación.

Azogues, 23 de febrero 2023



DEDICATORIA.



Bryan Javier Guillen Cárdenas portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **1350197768**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación "**La Identificación Humana mediante análisis de ADN en pulpas dentales**" de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, **27 de febrero de 2023**

F:

Bryan Javier Guillen Cárdenas

C.I. 1350197768