UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

IDENTIFICACIÓN DE CADÁVERES CALCINADOS MEDIANTE EL ANÁLISIS DEL ADN PULPAR.

TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL DIPLOMADO DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

CARLOS HERNÁNDEZ ÁLVAREZ

TUTOR: Mtro. SERGIO NANNI ARGÜELLES

ASESOR: Dr. LUIS ALBERTO GAITÁN CEPEDA

MÉXICO, D.F. **2014**

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS:

A mi padre querido:

Quiero agradecer a mi padre querido **Blas Hernández Gutiérrez**, con todas las fuerzas que me dio el señor. Es el mejor padre, es MI MEJOR AMIGO, es tan bondadoso, es puro corazón. Llevo muy presentes todos sus consejos; como caminar siempre con humildad, con la frente en alto a vivir con respeto y trabajo, ¿Cómo agradecerle? MIL GRACIAS PAPÁ.

Estoy tan feliz que Blas Hernández Gutiérrez es mi padre, por nada del mundo le voy a fallar. Doy gracias a Dios porque LLEVO SU SANGRE como agradecerle MIL GRACIAS PAPÁ.

Por enseñarme de niño, a dar mis primeros pasos; lo hacía con tanto cariño, al igual que a mis hermanos.

Por enseñarme el camino a vivir con dignidad, por ser MÍ MEJOR AMIGO, MIL GRACIAS PAPÁ. Hemos compartido triunfos y fracasos, hemos sonreído y llorado también, me enseño a vivir lo bonito del campo; en donde orgulloso pasó su niñez. Estoy tan feliz que Blas Hernández Gutiérrez es mi padre, por nada del mundo le voy a fallar, doy gracias a Dios porque llevo su sangre.

A mi madre querida:

Juana Álvarez Jaimes, por su trabajo y dedicación diaria junto a mí, a lo largo de ésta carrera, trabajando juntos al fin terminamos una etapa muy importante. Pendiente de mi salud, de mis cosas, juntos hemos llegado, donde nadie llegó, por parte de su familia. Espero ser para ti Juana Álvarez Jaimes, el orgullo de tu maternidad, con estas palabras agradezco a Dios con el corazón haber crecido en tu vientre y siempre a tu lado, ser un hombre lleno de valores, un hombre bueno para la sociedad. Muchas gracias mamita linda.

A mis hermanos

Que son recuerdo de mi niñez, que sirvieron en mi vida como una guía, como un apoyo para ser quien soy.

A mi esposa

Victoria Marlen Juárez Hinojosa le agradezco su gran amor, su apoyo diario, su dedicación a mí y a mi hijo hermoso Mateo Blas Hernández Juárez.

A mis amigos

Por el apoyo de de toda la carrera y últimos años, ANA MARY, BETO, ALEJANDRO, NANCY, BRENDA V.

DEDICATORIAS.

A Dios por iluminar mi camino y mi pensamiento, siempre conmigo, siempre en todo momento… siempre vive en mí.

A mi Universidad Nacional Autónoma de México por darme el conocimiento en una gran charola de plata, llamada: Facultad de Odontología.

A mis profesores que me guiaron al conocimiento, de esta carrera tan hermosa y apasionante que es la de Cirujano Dentista.

En especial al **Mtro. Sergio Nanni Argüelles**, que siempre está dispuesto a guiar a los alumnos con sus conocimientos de criminalística y odontología forense, y que dedicó también su tiempo en este trabajo.

A mi asesor el **Dr. Luis Alberto Gaitán Cepeda**, que le reitero mi admiración por su gentileza y disponibilidad para apoyarme con este trabajo y por su gran experiencia que también está reflejada aquí.

¡ESTE TRABAJO ES PARA USTEDES!

ÍNDICE

TEMA PÁGINA

1. INTRODUCCIÓN. 6

2. OBJETIVOS. 7

3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS. 8

3.1 El análisis de ADN. 8

3.2 La odontología forense. 10

4. TEJIDO PULPAR. 13

4.1 La pulpa tejido conjuntivo. 13

4.1.2 Fibras del tejido conjuntivo. 13

4.1.3 Fibras reticulares. 14

4.1.4 Capa de odontoblastos. 14

4.1.5 Zona pobre en células (Zona basal de Weil). 15

4.1.6 Zona rica en células. 15

4.1.7 Pulpa propiamente dicha. 15

4.1.8 Tejido apical pulpar. 16

4.1.9 Odontoblastos. 16

4.1.10 Fibroblastos. 17

4.2 ADN en tejido pulpar. 17

5. IDENTIFICACIÓN DEL CADÁVER CALCINADO. 18

5.1 Características de los cadáveres carbonizados 18

5.2 Levantamiento del cadáver. 19

5.3 Ingreso a los servicios forenses. 22

5.3.1 Radiografía general del cuerpo 22

5.3.2 Reconstrucción 23
5.3.3 Estudio de tatuajes y marcas 23
5.3.4 Objetos personales 23
5.3.5 Estudios analíticos 24
5.3.6 Estudios dactilares 24
5.3.7 Estudios odontológicos 24
6. PROCESAMIENTO DE TEJIDO DE LABORATORIO. 26
6.1 Selección de dientes preservados. 26
6.2 Métodos de obtención de pulpa dental y ADN. 27
6.3 Análisis del ADN como método de identificación 30
6.4 Análisis de ADN pulpar. 31
6.5 IDENTIFICACIÓN DEL CADÁVER CALCINADO DESCONOCIDO. 33
7. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE TEJIDO PULPAR Y CARACTERÍSTICAS DE DIENTES CALCINADOS Y CONSERVADOS (SECCIÓN ILUSTRATIVA). 34
7.1 Material. 34
7.2 Método. 35
7.2 RESULTADO. 41
8. CONCLUSIONES. 43
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. 45

1. INTRODUCCIÓN.

El siguiente trabajo es una revisión de literatura científica, que conjunta la utilización de métodos modernos de identificación humana; en éste caso el análisis de ADN pulpar, pero todo tiene un origen del cual partiremos, a continuación: La Odontología es una ciencia de la salud humana, que cubre una gama de áreas que pueden variar, desde la simple prevención de caries, hasta la rehabilitación total de la cavidad bucal. En la actualidad, se desarrolla dentro de ella, una de sus sub-especialidades que es la **Odontología Forense**, la cual está en boga a nivel mundial, como una de las Ciencias que brinda a la sociedad una gran ayuda desde el punto de vista legal, en especial en el área penal. La identificación de una persona en determinadas circunstancias, puede ser muy difícil, ejemplo de ello son las muertes por calcinación extrema, donde los rasgos faciales y anatómicos desaparecen totalmente, al igual que en los casos de cadáveres de largo tiempo, donde solo contamos con el tejido óseo envejecido y la estructura dental deteriorados por el tiempo, donde el examen del odontólogo forense contribuye a determinar las causas de la muerte o la prueba de culpabilidad por lesiones que la provocaron.

Se busca también con la presente investigación, describir el proceso de identificación de cadáveres calcinados utilizando el ADN de la pulpa dental como una herramienta de la odontología forense al servicio de la administración de justicia, quizás, más por su eficacia, que por las dificultades que pudiera tener en su proceso, debe ser utilizada en nuestro sistema judicial a la hora del esclarecimiento del hecho criminal.

A la par de los avances tecnológicos y científicos, existen importantes interrelaciones directas con la odontología forense, que logran contribuir con la justicia al esclarecimiento de situaciones que hasta hace algún tiempo eran imposibles de resolver y de gran repercusión social.

La dificultad que encierra la investigación de cuerpos carbonizados obliga a ensayar procedimientos específicos, destacando los estudios dentales, ya que, en numerosas ocasiones, los únicos elementos recuperados son los dientes y prótesis fijas o removibles que han soportado las altas temperaturas sin sufrir daños estructurales.

En los casos de identificación forense, en los que los restos humanos son extremadamente dañados o deteriorados por la acción del fuego, los dientes y huesos son a menudo las únicas fuentes disponibles de ADN.

Los dientes son una fuente de ADN preferida por varias razones. Debido a su composición única y la ubicación dentro de los huesos de la mandíbula y maxila, están protegidos en gran medida del entorno y de condiciones físicas que actúan favorablemente a los procesos de descomposición post mortem y consecuentemente a la degradación lenta y progresiva del ADN.

2. OBJETIVOS.

- Conjuntar una serie de reportes científicos, que amplíen el conocimiento relacionado a la identidad de cadáveres calcinados y las estructuras dentales; específicamente con el ADN contenido en la pulpa dental.

- Conocer todo el proceso de identificación de un cadáver calcinado; desde el levantamiento en el lugar de los hechos, hasta el procesamiento de las muestras de ADN pulpar en el laboratorio.
- Exaltar las propiedades particulares de los dientes ante la acción del fuego y su motivo de elección para la obtención de ADN.

3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

3.1 El análisis de ADN.

En 1960 Bobo Guthrie, de la Universidad del estado de New York en Búfalo, desarrolló una clase de diagnóstico con implicaciones diferentes; que permite identificar una enfermedad hereditaria del metabolismo. El diagnóstico basado en análisis directo del ADN, que no sólo sería útil en lo que respecta a enfermedades hereditarias o a cáncer si no también en el ámbito forense. Ya que es posible determinar, con absoluta precisión de quien provino la muestra de ADN contenida en apenas unas gotas de sangre, de semen o un cabello.

Como se sabe el material genético está contenido en el ADN, dentro de él está codificada la información en 46 cromosomas (23 pares homólogos) en el núcleo celular y un pequeño cromosoma en el ADN mitocondrial.

La evolución de la genética forense tiene por objeto el análisis de la variación en la genética humana, sus inicios tiene poco más de un siglo

con el descubrimiento de Karl Landsteiner de la sangre humana, en los polimorfismos de los grupos del sistema sanguíneo ABO y en esta variación observó que era aplicable para solucionar crímenes.

Hacia finales de la década de los ochenta el laboratorio del FBI en los Estados Unidos de Norte América comenzó a implementar estudios viables enfocados en el análisis del ADN mitocondrial para la identificación humana. La investigación del laboratorio comenzó por un protocolo para usar el ADNmt que se ordenó en estudios de antecedentes forenses en 1992.[1]

Después de que la técnica de secuencia fuera validada, los exámenes en muestras de evidencia comenzaron el Junio de 1996; la secuencia de ADNmt es de uso frecuente en casos donde la evidencia biológica se encuentra degradada o en pequeñas cantidades; los casos en los que los cabellos, los huesos o en éste caso los dientes son la única evidencia recuperada en la escena del crimen.

Por lo que respecta a México, el ingreso de éste tipo de investigaciones se iniciaron con escasos recursos tanto técnicos como humanos; sin embargo paulatinamente se ha abierto camino en la brecha científica encontrándose gran parte de la investigación en fase experimental y limitadamente en la fase de ciencia aplicada.

A finales de la década de los 80´s México ya contaba con equipo y personal necesario para éste tipo de investigación, el Dr. Rafael Moreno González trabajó sobre la idea de crear un laboratorio genético para estudios criminalísticos. A partir de entonces, Ignacio Morales Lechuga

procurador en turno, teniendo la facultad para el mejoramiento de la impartición y de la procuración de justicia, programa a la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJ) la elaboración de un departamento con características propias para el estudio genético. Los recursos económicos eran insuficientes aún por los costos de los equipos y mano de obra altamente calificada, y no fue sino, hasta 1993 cuando el departamento de genética forense queda totalmente integrado; siendo el titular en jefe el Q.F.B. Alfonso Álvarez Luna. [2]

3.2 La odontología forense.

La Odontología Forense como especialidad, fue a partir de 1898, cuando el Dr. Oscar Luis Amöedo Valdés publicó su libro ***"L´ artdentaire en Medicine Legal",*** desarrollándose a partir de entonces, toda una normativa legal en relación a la Odontología.

En cuanto a la Odontología Forense podemos decir que ya desde la antigüedad fue aplicada en el campo de la identificación de personas, pudiendo citar como ejemplos en el año 1477, en la Batalla de Nancy, muere Carlos el Temerario, Duque de Borgoña y es posible lograr su identificación por la ausencia de varios dientes en la arcada superior, los cuales había perdido previamente a su muerte al caer de un caballo que montaba.

El Príncipe Napoleón IV, que murió en 1809 en África, su cuerpo fue identificado cuando lo trasladaron a Inglaterra llegando totalmente

descompuesto el cadáver, y su dentista, el doctor Evans, comprobó una obturación de oro que le había realizado, siendo así identificado.

En 1849 fue asesinado Parkman, un rico filántropo de Chicago, su cuerpo fue incinerado en un horno de laboratorio por su asesino, su identificación fue posible por una prótesis de porcelana que resistió las altas temperaturas, lo que permitió no solo su reconocimiento sino también la inculpación del asesino.

Otro hecho importante de destacar en la historia fue la identificación del cadáver de Adolf Hitler, realizada por su dentista personal a través de su ficha, prótesis y radiografías dentales.[3]

En el caso de nuestro país, en 1974 en el Servicio Médico Forense del Distrito Federal, se crea el departamento de odontología forense dando inicio a un nuevo horizonte en la identificación forense.

Bajo la responsabilidad de los doctores: Dr. Roberto Muñiz Garibay, Dr. Oscar Lozano y Andrade, Dr. Avilés. En esa fecha fungía como director el Dr. Ramón Fernández Pérez.

Uno de los primero aportes de relevancia de la odontología forense en nuestro país fue en el año de 1984, ocurrió una serie de explosiones e incendios en San Juan Ixhuatepec causando innumerables pérdidas económicas y humanas, el número de cadáveres ingresados en el servicio médico forense fue de 182 de los cuales se procedió a su individualización con la ayuda de métodos de identificación donde la odontología forense aportó gran ayuda para lograr identificar a 173 de los 182 cadáveres.

Terremoto de 1985, Cuidad de México.

En otro evento catastrófico sucitado solo un año después en la Ciudad de México, la mañana del 19 de septiembre de 1985 fue sacudida por un terremoto de 7.2 grados Richter causando innumerables pérdidas económicas y humanas, dejando como saldo 359 cadáveres en calidad de desconocidos solamente en el SEMEFO del Distrito Federal; la odontología forense fue de gran ayuda, gracias a ésta y a las demás áreas, se lograron identificar a 338 sujetos.

Accidente aéreo 1986.

En 1986 en los límites de Jalisco y Michoacán hubo un accidente aéreo que acabó con la vida de cientos de personas, por disposición oficial los cadáveres fueron trasladados al SEMEFO del D. F. para su identificación debido al grado de calcinación, la odontología forense fue de gran ayuda para la individualización de la mayoría de los cuerpos.

Caso “Lobohombo” 19 de octubre del año 2000.

El día 19 de octubre del año 2000 se incendió en la ciudad de México un centro nocturno conocido como ”Lobohombo”, a consecuencia de tal siniestro perdieron la vida en forma inmediata 19 personas. Dos más fallecieron días después debido a las quemaduras sufridas en el siniestro para hacer un total de 21 defunciones.

Los daños causados a los 19 cadáveres iníciales dificultaron su identificación de tal forma que solamente tres de ellos pudieron ser identificados de forma directa (ropas, calzado y pertenencias) de los 16 restantes diez fueron identificados por el departamento de identificación

dependiente del Servicio Médico Forense del Distrito Federal a través de diversos medios, como son la odontología y la antropología forense.

El resto de los cadáveres fueron identificados a través de Genética Forense. Toda vez que sus familiares carecían de datos para poder identificarlos o bien el daño a los cadáveres era tan intenso que era imposible realizarlo por cualquier otro medio.[4]

4. TEJIDO PULPAR.

4.1 La pulpa tejido conjuntivo.

En primera instancia es importante señalar directamente que el origen del esmalte es ectodérmico; sin embargo, los demás tejidos dentales como la dentina, pulpa, cemento, hueso y ligamento periodontal, se forman del mesodermo, capa germinal que origina a los tejidos conjuntivos. Los tejidos conjuntivos son, básicamente, los de soporte del cuerpo; su consistencia varía de líquida, como el sinovial de las articulaciones, hasta estructuras sólidas como hueso y dentina.

El tejido conjuntivo está compuesto por fibras y células fijas en una sustancia fundamental o matriz que contiene líquido celular.

4.1.2 Fibras del tejido conjuntivo.

En el tejido conjuntivo corporal se encuentran tres tipos de fibras: colágeno, reticulares y elásticas.

4.1.3 Fibras reticulares.

La pulpa contiene muchas fibras reticulares que forman una red dentro de su cuerpo. Todos los tejidos corporales tienen redes de fibras reticulares donde se requiere soporte.

4.1.4 Capa de odontoblastos.

El estrato más exterior de células de la pulpa sana es la capa de odontoblastos. Esta capa se encuentra localizada inmediatamente por debajo de la predentina. Dado que las proyecciones de los odontoblastos están ubicadas en el interior de los túbulos dentinarios, la capa de odontoblastos está compuesta predominantemente por los cuerpos o somas celulares de los odontoblastos. Además, entre los odontoblastos es posible encontrar algunos capilares sanguíneos y fibras nerviosas.

En la porción coronaria de una pulpa joven los odontoblastos adoptan una configuración cilíndrica alta. El agrupamiento marcado de estas células altas y delgadas determina un aspecto en empalizada. La capa de odontoblastos en la pulpa coronaria contiene más células por unidad de superficie que la pulpa radicular. Los odontoblastos de la porción media de la pulpa radicular son más cúbicos y cerca del foramen apical muestran el aspecto de una capa celular aplanada.

4.1.5 Zona pobre en células (Zona basal de Weil).

Inmediatamente por debajo de la capa de odontoblastos en la pulpa coronaria se observa a menudo una zona estrecha, que se encuentra relativamente libre de células. Esta zona es atravesada por capilares sanguíneos, fibras nerviosas amielínicas y los delgados procesos citoplasmáticos de los fibroblastos. La presencia o la ausencia de la zona pobre en células dependen del estado funcional de la pulpa.

4.1.6 Zona rica en células.

Usualmente visible en la región subodontoblástica, hay un estrato que contiene un porcentaje relativamente elevado de fibroblastos en comparación con la región más central de la pulpa. Este estrato es mucho más notable en la pulpa coronaria que en la pulpa radicular. Además de fibroblastos, la zona rica en células puede incluir una cantidad variable de macrófagos, linfocitos o células plasmáticas.

4.1.7 Pulpa propiamente dicha.

La pulpa propiamente dicha es la masa central de la pulpa. Esta masa o estroma pulpar contiene los vasos sanguíneos y fibras nerviosas de mayor diámetro. La mayoría de las células de tejido conectivo de esta zona son fibroblastos. Estas células, juntamente con una red de fibras de colágeno, se encuentran embebidas en la sustancia fundamental del tejido conectivo.

4.1.8 Tejido apical pulpar.

El tejido apical de la pulpa difiere estructuralmente del tejido pulpar coronario. El tejido pulpar de la corona consiste principalmente de tejido conectivo celular y menos fibras de colágena; el tejido pulpar apical es más fibroso y contiene menos células. Histoquímicamente, grandes concentraciones de glicógeno están presente en el tejido pulpar apical lo cual es compatible con un ambiente anaeróbico. La estructura fibrosa de la pulpa apical mantiene los vasos sanguíneos y terminaciones nerviosas que entran a la pulpa. La pulpa y el diente reciben un gran número de vasos sanguíneos que se originan en los espacios medulares del hueso que rodea el ápice radicular.

4.1.9 Odontoblastos.

El odontoblasto o dentinoblasto es la célula más característica del complejo pulpo-dentinario. Las diferencias más significativas entre los odontoblastos, osteoblastos y cementoblastos consisten en sus características morfológicas y las relaciones anatómicas entre las células y las estructuras producidas por ellas. Mientras que los osteoblastos y los cementoblastos son de forma poligonal a cúbica, el odontoblasto completamente desarrollado de la pulpa es una célula cilíndrica alta. El cuerpo celular del odontoblasto activo muestra un núcleo voluminoso que puede contener hasta 4 nucléolos. El núcleo está situado a nivel del extremo basal de la célula y se encuentra rodeado por una cubierta

nuclear. Es posible observar un complejo de Golgi bien desarrollado, situado centralmente en el citoplasma supranuclear y compuesto por un conjunto de vesículas y cisternas de pared regular. Numerosas mitocondrias se encuentran regularmente distribuidas a través de todo el cuerpo de la célula.

4.1.10 Fibroblastos.

Los fibroblastos son las células más abundantes de la pulpa dentaria. Estas células producen las fibras de colágena de la pulpa y dado que además degradan el colágeno, también son responsables del recambio del colágeno. Aunque están distribuidos a través de toda la pulpa, los fibroblastos son particularmente abundantes en la zona rica en células.[5]

4.2 ADN en tejido pulpar.

El complejo pulpo-dentinario constituye la mayor parte del diente y, en contraste con el esmalte, es altamente celular. La pulpa es un tejido conectivo ricamente vascularizado e inervado que contiene numerosos tipos de células ya mencionadas en el capitulo anterior. Estos incluyen, odontoblastos (células que forman la dentina), fibroblastos, células de defensa (por ejemplo, histiocitos y macrófagos), células plasmáticas, células nerviosas y las células mesenquimales indiferenciadas.

Los odontoblastos están orientados con sus cuerpos celulares a lo largo del estrato más exterior de la pulpa y sus procesos celulares son largos que se extienden a través de la dentina; son las células que se producen

en número más alto en el tejido pulpar y suman aproximadamente 11.000 por mm2. Los fibroblastos, que se han estimado en 1000 por mm2. Por lo tanto, aproximadamente 80 células diploides pueden producir mínima cantidad de ADN requerida para la tipificación de (Short Tandem Repeat) STR , la pulpa es una valiosa fuente de ADN.

Conductos accesorios se localizan predominantemente a lo en el tercio medio e inferior de la raíz y, en los molares, a través del piso de la cámara de la pulpa en la zona de bifurcación (el área entre las raíces). Dada la alta celularidad de la pulpa de este tejido proporciona la fuente más rica de ADN. Sin embargo, la pulpa puede ser en cantidad limitada o incluso inexistente en los dientes de larga edad y/o lesionados por caries.[6]

5. IDENTIFICACIÓN DEL CADÁVER CALCINADO.

5.1 Características de los cadáveres carbonizados

Los cuerpos carbonizados presentan, entre otras, las siguientes características de interés para la presente investigación:

• Sufren una reducción en el volumen de órganos y miembros, que les hace parecer más jóvenes.

• Presentan la llamada posición de *combate* o de *boxeador*, causada por la rigidez muscular, con predominio de la musculatura flexora sobre la extensora.

• La piel se endurece y puede estallar en forma de hendiduras irregulares, luego se torna de color negro, con apariencia seca y quebradiza.

• Cuando la carbonización es muy avanzada, se produce la abertura de la cavidad torácica, de la craneana y algunas veces hasta de la abdominal.

• Los huesos se separan a nivel de las articulaciones, hallándose frecuentemente fracturados y carbonizados.

• Los miembros y manos se acortan, de dos a tres veces con respecto a su tamaño natural.

• La cabeza de un adulto llega a tener la apariencia de la de un niño de 7 a 12 años.

• Cuando la intensidad del fuego es alta, al intentar examinar los restos, éstos se pueden convertir en cenizas. Además, en estos casos, desaparecen datos de información, como son ropa, documentación y otros objetos.

5.2 Levantamiento del cadáver.

Es de vital importancia identificar la causa, sobre todo cuando se sospecha de un homicidio en el cual es importante la inspección minuciosa de la escena del crimen. Además de las muestras que facilitan la identidad de la víctima, se buscarán datos de interés para averiguar todo lo ocurrido y la identidad del autor del delito. Habitualmente intervienen personas ajenas a la investigación, que manipulan erróneamente los cuerpos y objetos que los rodean, alterando negativamente la escena.

Es necesario evitar las pisadas o cualquier otro tipo de huellas producidas por inocentes.

Son importantes todas las huellas y muestras de sustancias relacionadas con la causa del incendio o explosión, especialmente las que pudieran relacionar a los autores de actos homicidas. En relación con el hallazgo del cadáver, debemos plantear las primeras preguntas:

• ¿Quién encontró el cuerpo?

• ¿A qué hora lo encontró?

• ¿Qué personas manipularon el lugar tras el suceso?

• ¿Qué condiciones meteorológicas se daban en ese momento?

• ¿Estaba en un lugar abierto o cerrado?

• Si es posible observar a simple vista si es masculino o femenino.

El otro aspecto de primera importancia es la toma muestras de indicios.

• Restos de explosivos.

• Sustancias acelerantes.

• Circuitos eléctricos.

• Restos biológicos (pelo, sangre, semen, Etc.).

• Elementos dentarios aislados, especialmente en las muertes con explosivo.

• Otras de interés para la investigación según la etiología del suceso.

Por ejemplo:

• Si hay vehículos involucrados, en su caso, aviones, trenes, automóviles.

•La presencia de testigos oculares en la zona, para recolectar información.

•Si es cadáver conocido (en los casos de accidentes aéreos, o de autobuses de pasajeros o trenes), o desconocido.

La investigación de cadáveres calcinados debe ser minuciosa y específica, recordando que el fuego puede dificultar enormemente la localización de indicios de utilidad para la investigación.

• **Fotografía:** Los cuerpos carbonizados se fragmentan con facilidad. La manipulación destruye fácilmente todos los indicios. Por tanto, es importante fotografiar todo de forma inmediata, antes de su traslado.

Frecuentemente la única imagen de la escena original es la fotografía.

• **Inspección general del cuerpo:** Es importante diferenciar la etiología del suceso. En las muertes accidentales, los indicios son claros, pero en las muertes por etiología homicida, el autor tratará de ocultar todas las pruebas y la inspección del cuerpo cobra una gran importancia. Es necesario demostrar cualquier manipulación del cuerpo de la víctima.

• **Estudio del fuego y explosivos:** Este trabajo está reservado a los especialistas en investigación de incendios, que determinarán las circunstancias del fuego: materiales combustibles, foco primario, forma de propagación, voluntaria o accidental, etc.

• **Huellas:** La búsqueda de huellas, proyectiles y otros elementos de interés puede resultar difícil después de un incendio. Es necesario adoptar precauciones especiales, para evitar su alteración.

• **Elementos dentarios:** Las características mecánicas y estructurales de los dientes, les hacen resistentes a las altas temperaturas. Después de la intervención de los grupos de emergencia, especialmente en los casos en

que se produce una explosión con posterior incendio, es frecuente la dispersión de elementos dentarios y prótesis removibles que pudieran tener las víctimas. Es necesaria la búsqueda minuciosa de dientes fragmentados o carbonizados. Debemos hacer hincapié en la importancia que tienen los dientes para identificar a las víctimas cuando el cuerpo está carbonizado y fragmentado.

En este tipo de casos en especial, en los que actúan los equipos de emergencia, al sofocar el incendio, manipulan incorrectamente los objetos que hay alrededor de la víctima, por ejemplo: prótesis removibles, prótesis provisionales, incluso fijas, que posteriormente son la clave de la identificación.

5.3 Ingreso a los servicios forenses.

Realizados todos los procesos anteriormente descritos, el siguiente paso importante es; con estricto apego a las leyes locales y federales, ingresar al servicio forense, el cuerpo y todos los indicios biológicos recolectados en el lugar de los hechos para continuar con la identificación del cadáver y búsqueda de un probable responsable.

A continuación se describen dichos pasos que debe seguir el cuerpo e indicios.

5.3.1 Radiografía general del cuerpo

La radiografía, que es necesaria en todos los cadáveres, cobra especial relevancia en los carbonizados y permite identificar:

• Lesiones relacionadas con la causa de muerte.

• Otras lesiones antemortem.

• Objetos extraños, especialmente proyectiles.

5.3.2 Reconstrucción

El reconocimiento directo es negativo cuando la destrucción por el fuego es muy avanzada. La reconstrucción corporal puede ayudar en las técnicas posteriores.

Las mediciones y estudios de tejidos blandos, como pueden ser, dactiloscopia, comparación visual mediante fotografía o retrato hablado, son de segunda importancia en este tipo de cadáveres, por las variaciones causadas por el fuego; aun que siempre a la inspección detallada podemos encontrar rasgos de identidad.

5.3.3 Estudio de tatuajes y marcas

Habitualmente, es difícil encontrar marcas de identificación en los cuerpos quemados. Sin embargo, debemos considerar la posibilidad de su estudio cuando permanezcan algunas zonas corporales sin haberse destruido totalmente. Los cuerpos quemados deben limpiase de forma minuciosa, ya que la tinción por el fuego puede camuflar datos de interés para la identificación.

5.3.4 Objetos personales

Las ropas y documentos suelen destruirse con el fuego; sin embargo, se buscarán especialmente:

• Anillos.

• Cadenas, colgantes o pulseras.

• Otros elementos metálicos localizados previamente con el estudio radiológico.

5.3.5 Estudios analíticos

La elevada temperatura puede dañar las muestras de interés para el estudio de ADN.

Centraremos el estudio en aquellos elementos corporales que aparezcan más protegidos del fuego:

• Dientes del sector posterior como molares no dañados por el fuego.

5.3.6 Estudios dactilares

La posición de garra que presentan las manos en los quemados, en los que prevalece la musculatura flexora sobre la extensora, sirve para resguardar los pulpejos de los dedos del fuego, que serán tratados según se describe:

• Amputación de pulpejos.

• Limpieza con gasa estéril y agua destilada.

• Observación de los dibujos papilares.

• Toma de impresión dactilar.

• Regeneración mediante rehidratación y posterior aplicación de hidróxido amónico en proporciones crecientes, en caso necesario.

5.3.7 Estudios odontológicos

Los dientes se encuentran incluidos en los maxilares dentro de una cavidad cerrada herméticamente y bañada por el medio húmedo que

conforma la saliva, además de protegidos interiormente por la masa de la lengua, que los defiende del calor antes de su destrucción.

Las características estructurales de los dientes, mineralizados en un 96 por 100, los hace resistentes a las altas temperaturas, por lo que debemos limpiar los maxilares para facilitar el posterior análisis. En la tesis "Importancia de la odontología en el ámbito forense."[7] donde describe las variaciones de la estructura dental, que soporta temperaturas superiores a los 1.100 grados centígrados antes de su destrucción.

Las características de los elementos de restauración y las condiciones de la boca en general, permiten recuperar perfectamente dientes obturados, prótesis metálicas o de material acrílico.

El estudio odontológico es una práctica rutinaria en los cuerpos quemados y se hace siguiendo estas pautas:

• Radiografía panorámica.

• Limpieza de los dientes visibles, utilizando un cepillo suave y agua jabonosa.

• Apertura de la cavidad oral, por cualquiera de las técnicas de autopsia bucodental.

• Búsqueda y protección de los dientes del sector posterior, por su mayor resistencia a las altas temperaturas.

• Limpieza de los molares recuperados y estudio completo.

• Manipulación y recomposición, en su caso, de fragmentos calcinados.

• Radiografía individualizada de cada uno de los fragmentos recuperados.

• Identificación radiológica de restauraciones y tratamientos radiculares.

• Análisis estructural de materiales de obturación utilizados.

• Recuperación de prótesis removibles y estudio completo.

• Aislamiento de dientes sanos para estudios de ADN, especialmente los del sector posterior.

Experiencias reportadas han demostrado la importancia que tiene el estudio de los dientes en cadáveres carbonizados, especialmente en los grandes desastres, cuando la explosión es de combustible e incendio es la causa principal de la muerte.[9]

6. PROCESAMIENTO DE TEJIDO DE LABORATORIO.

6.1 Selección de dientes preservados.

Es importante que la recogida de información sea hecha de manera adecuada y por los procedimientos legales establecidos. VILLALAÍN BLANCO (2000) acuerda algunas premisas básicas:

- Las muestras deben enviarse siempre secas y cuando sea posible completas.
- El embalaje de las piezas, una vez secas, se realizará siempre en bolsas de papel, sobres o cajas de cartón.
- Cada pieza se introducirá por separado, en los recipientes adecuados.
- Cada envase debe ir debidamente identificado mediante etiquetas adhesivas en el exterior, donde conste la descripción del contenido del envase.

- En el caso específico de los dientes deben enviarse muestras de molares ya que son los que mayor protección tienen de los tejidos musculares adyacentes, diferenciando y anotando la arcada de procedencia.
- Si los dientes son recogidos separados al cuerpo, el trabajo del odontólogo forense será determinar los mayores datos de la procedencia y ubicación de los mismos.
- A la hora de elegir qué tipo de dientes, es aconsejable siempre el análisis en molares (enviar al menos cuatro), que no estén externamente dañados ni restaurados.
- En éste tipo de piezas dentales es donde más cantidad de pulpa hay y por tanto más ADN para la identificación genética.
- Si el diente está cariado o partido no existe verdadera protección de la zona interior y esto ocasionará problemas de contaminación en el Laboratorio.
- En el caso de no disponer de molares no cariados ni restaurados el orden de preferencia será el siguiente: premolares no dañados, caninos no dañados y finalmente incisivos no dañados.

6.2 Métodos de obtención de pulpa dental y ADN.

Ya se indicó en otro capítulo la importancia que tienen los dientes como reservorio de ADN, especialmente los molares.

La extracción de los dientes elegidos para el estudio debe hacerse evitando la fractura radicular.

No debemos utilizar ningún elevador ni fórceps, por la fragilidad dental en los restos cadavéricos, especialmente los calcinados.

Se realiza un descubrimiento de la estructura dentaria, cortando el hueso alveolar con instrumentos rotatorios a baja velocidad, hasta que vemos perfectamente los dientes en toda su extensión.

Una vez rotas las paredes alveolares y extraído el molar, podemos seguir los pasos descritos en el capítulo correspondiente a la extracción de ADN, dejando al descubierto la cámara pulpar y conductos radiculares, para extraer muestras para su estudio.

Los únicos dientes que pueden extraerse con cierta facilidad utilizando un fórceps son los unirradiculares, pero en experiencias documentadas se describen casos en los que, incluso estos dientes, al intentar la extracción de forma convencional, se han facturado.

Recordemos que en caso de tener dudas, respecto a la recuperación de ADN del interior de los conductos, podemos tratar los dientes por el método de trituración criogénica y tratando las muestras recogidas mediante la aplicación de EDTA, que elimina los tejidos mineralizados, para después proceder a la extracción y ampliación del ADN por cualquiera de las técnicas actualmente empleadas en los laboratorios de genética forense.

Se han reportado varios métodos con respecto a la extracción de ADN de diente que vale la pena resaltar y que incluyen:

- El seccionamiento de los dientes horizontalmente en la unión cemento – esmalte (UCE).
- Corte vertical del tercio coronal hasta el tercio apical.
- El raspado y la aspiración.

El ADN también se puede extraer por seccionamiento horizontal del diente con la extirpación de la pulpa dental de la corona y la raíz restante se tritura en polvo fino. El polvo de cemento, de la dentina y la pulpa dental se pueden utilizar para la extracción de ADN por separado.

- Trituración criogénica o pulverización criogénica.

Es otro método que también produce la cantidad suficiente de material genético, en el que se utiliza un molino congelador para pulverizar los dientes previa congelación en nitrógeno líquido bajo condiciones estériles. El inconveniente de esta técnica es que puede resultar en la destrucción total del diente muestra.

Recientemente métodos conservadores están ganando importancia en lugar de moler todo el diente, con el objetivo de preservar los dientes muestra del acervo de los museos arqueológicos.

- Separación vertical por inmersión en Nitrógeno líquido (no hay pérdida de tejido).

Con ésta técnica se accede a la pulpa dental de manera limpia, sin riesgo de contaminación, si es llevada a cabo de manera correcta se puede obtener el tejido pulpar integro y suficiente para el análisis de ADN.

- Acceso convencional de endodoncia, para extraer la pulpa dental.

Dado que la pulpa dental es también rica fuente de material genético, la cámara pulpar se puede acceder a través de la preparación de la cavidad de acceso convencional y la pulpa dental se puede recuperar. Las ventajas de esta técnica son su simplicidad, coste relativamente bajo y la preservación de la integridad de los dientes que puede ser considerado en las investigaciones forenses.[10]

6.3 Análisis del ADN como método de identificación.

Es de suma relevancia para éste trabajo resaltar la importancia de la identidad humana; esa variabilidad que nos da la característica de individuos:

"La huella genética, la identificación de un ser vivo, sea humano o no, por las características singulares de su genoma se ha convertido en un método de identificación universal en todas las aplicaciones en que es factible, con una aceptación que hace 20 años apenas se vislumbraba"[7]

La técnica de la huella genética permite la identificación de individuos con la metodología más exacta y fiable hasta ahora desarrollada. Esta técnica consiste en estudiar ciertas regiones del ADN altamente variables en la población, que permiten identificar a los individuos.

Así, analizando un determinado número de regiones polimórficas, la probabilidad de que dos individuos sean genéticamente iguales es prácticamente nula (excepto en el caso de gemelos univitelinos).[8]

El término "huella genética" se acuñó para definir la tecnología del ADN recombinante que determina grupos de polimorfismos de ADN altamente

variable que permiten sean utilizados para identificar con certeza la identidad de un asesino, violador o descubrir el causante de un delito o falta, mediante el análisis de una muestra biológica como, tipo de sangre, semen, pelo, saliva, diente, hueso y otras.

Todo ADN que se hereda tiene interés en las investigaciones policiales y forenses.

6.4 Análisis de ADN pulpar.

Los dientes ofrecen una estupenda fuente de ADN. La corona anatómica del diente está recubierta por un tejido inerte, duro y a celular denominado esmalte. Este es el tejido más altamente mineralizado que existe en el organismo: un 96% de contenido inorgánico (hidroxiapatita como en el caso de los huesos) y un 4% de material orgánico y agua. Las raíces dentarias están cubiertas por el cemento que es un tejido conectivo duro mineralizado también por cristales de hidroxiapatita (50%) y también formado por colágeno. Existen células asociadas al cemento llamadas cementoblastos y cementocitos. De forma similar a los osteoblastos, los cementoblastos se encargan de formar el propio cemento y van quedando atrapados en lagunas dentro de su propia matriz, denominándose entonces cementocitos.

Por debajo del esmalte en la corona y del cemento en las raíces, nos encontramos la dentina, otro tejido conectivo compuesto por un 70% de material inorgánico (principalmente cristales de hidroxiapatita), un 20% de material orgánico (colágeno tipo I) y un 10% de agua. Dicha composición le confiere una dureza mayor que el hueso y menor que el esmalte. El

componente celular está formado por odontoblastos cuya estimulación hace que depositen dentina.

Inmediatamente después se encuentra con la cámara o cavidad pulpar, en contacto con el exterior por el foramen apical situado en la porción radicular. Por este orificio los nervios y los vasos penetran en el diente de forma que permiten que el diente sea un tejido activo. Dentro de la cavidad pulpar se sitúa la pulpa que es un tejido conectivo blando rico en células (odontoblastos, fibroblastos, células mesenquimatosas indiferenciadas, macrófagos y algunos linfocitos), vasos y nervios.

La mayor cantidad de células nucleadas (y por tanto de ADN) en el diente, se encuentra situada precisamente en la zona más interna de los dientes (pulpa), rodeadas por una dura matriz inorgánica que le proporciona una eficaz protección a todos los agentes externos químicos, físicos y biológicos.[11]

Según VILLALAÍN BLANCO (2000) los pasos que se siguen en laboratorio para obtener un perfil ADN son los siguientes:

1º Separar el material biológico - ADN - del soporte;
2º Extraer el ADN de la célula, destruyendo la membrana;
3º Cuantificar la cantidad de ADN extraído;
4º Valorar la cantidad del ADN extraído en un gel agarosa;
5º Amplificar por PCR las regiones elegidas;
6º Separar por electroforesis los fragmentos amplificados- multiplicados - y obtener las variantes en forma de gráficos o bandas;
7º Visualizar las bandas por medio de tición argéntica o con fluorocromos;
8º Leer las bandas y anotar los resultados;
9º Evaluar los resultados: cotejo de perfiles o de secuencias;
10º Emitir el informe pericial.

6.5 IDENTIFICACIÓN DEL CADÁVER CALCINADO DESCONOCIDO.

En el caso de restos humanos calcinados cuya identidad es desconocida, la investigación policial es fundamental, al disponer de los antecedentes personales del individuo cuya desaparición haya sido denunciada, ya que permite localizar a familiares directos (ascendentes , descendentes y/o colaterales), y obtener sangre de los mismos o conseguir vestigios biológicos indubitados del desaparecido (biopsias clínicas, cabellos, dientes, objetos personales que puedan contener alguna célula nucleada), que sirvan como fuente de ADN de referencia.

Entonces puede surgir una pregunta ¿para qué puede servir? La respuesta es muy simple: para poder establecer la identidad genética entre los dos tipos de muestra: la dubitativa de la cual queremos conocer la procedencia y la indubitada o de referencia, cuya procedencia no se cuestiona, y así llegar realmente a una identificación positiva y fidedigna. Para ello se realiza un cotejo de perfiles genéticos, de forma indirecta, a través de los datos obtenidos de los familiares o de forma directa a partir de algún resto biológico antes de la muerte procedente del sujeto cuyo resto se pretende identificar.

7. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE TEJIDO PULPAR Y CARACTERÍSTICAS DE DIENTES CALCINADOS Y CONSERVADOS (SECCIÓN ILUSTRATIVA).

7.1 Material.

Biológico.

- 2 Dientes anteriores (centrales, laterales o caninos).
- 2 Premolares.
- 2 Molares.

Ilustración 1. Grupo 1 y Grupo 2 de dientes que se someterán a altas temperaturas.

Instrumentos y sustancias.

- 1L. de Nitrógeno líquido.
- Contenedor térmico.
- Canastilla de inmersión.
- Papel aluminio.

- Soplete de gas Butano/propano.

Ilustración 2. Materiales necesarios para la elevación de la temperatura en dientes y para la obtención de pulpa dental por el método de trituración criogénica.

7.2 Método.

1. Someter a una temperatura aproximada de 1300ºC. a tres dientes (un anterior, un premolar y un molar) durante **20 minutos.** Grupo 1.

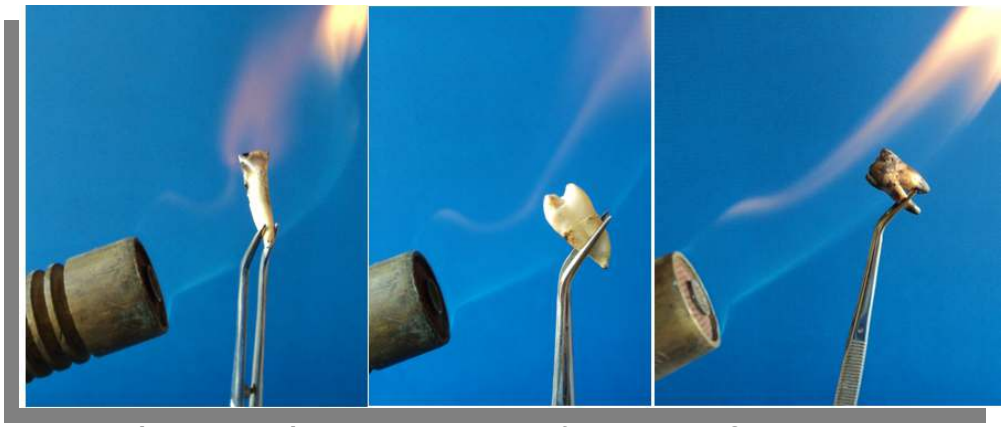

Ilustración 3. Elevación de la temperatura a fuego directo Grupo 1.

2. Somete a una temperatura aproximada de 1300ºC. a tres dientes (un anterior, un premolar y un molar) durante **5 minutos.** Grupo 2.

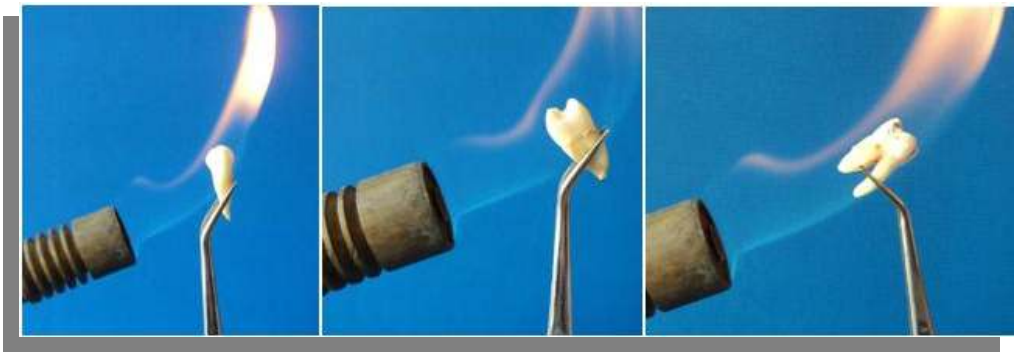

Ilustración 4. Elevación de la temperatura a fuego directo Grupo 2.

3. Registrar detalladamente los cambios de cada uno visibles a simple vista.

DIENTE	***CAMBIOS***
 Diente central sometido a 1300º C durante 20 minutos.	• Carbonización total de la corona. • Desintegración de la corona. • Desintegración de la pulpa. • Carbonización total de la raíz. • Coloración blanco en el ápice radicular.

 Premolar sometido a 1300ºC durante 20 minutos.	• Fragmentación de la corona. • Cambio a color café claro de la corona. • Coloración café del tercio superior de la raíz. • Carbonización del ápice radicular.
 Molar sometido a 1300ºC durante 20 minutos.	• Cambio de color café la corona sin pérdida de continuidad. • Carbonización externa de la raíz sin perder integridad. • Carbonización de los ápices radiculares
 Molar sometido a 1300ºC durante 5 minutos.	• Coloración negro uniforme en la corona. • Sin pérdida de continuidad en las estructuras en general • No presenta carbonización.

 Premolar sometido a 1300ºC durante 5 minutos.	• Coloración en zonas negro y en otras se distingue el color original del cemento radicular y el esmalte. • En la zona radicular se notan manchas negras de la acción del fuego en ligamento periodontal remanente.
 Canino sometido a 1300ºC durante 5 minutos.	• Coloración café claro en la corona y tercio coronal de la raíz. • Sin pérdida de continuidad en el tejido. • Carbonización de la zona apical.

4. Obtener el tejido pulpar del Grupo 1, por el método de trituración criogénica.

Ilustración 5. El molar sometido a la acción del fuego no muestra pérdida de tejido, en cambio premolar y anterior sí, resultando este último inservible para la extracción pulpar mediante el método de trituración criogénica.

5. Obtener el tejido pulpar del Grupo 2, por el método de trituración criogénica.

Ilustración 6. Se observa claramente la conservación de tejido, son ideales para la obtención de pulpa por el método de trituración criogénica.

6. Obtener el tejido pulpar de un tercer grupo que no fue sometido a temperaturas altas y que consta de dos premolares y un molar, por el método de trituración criogénica.

Ilustración 7. Grupo 3, no fue sometido a elevadas temperaturas.

7. Procedimiento de obtención de tejido pulpar por el método de trituración criogénica, aplicado al Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3.

Tabla de procedimiento

Descripción	***Imágenes***
Grupo 1 **Grupo 2** **Grupo 3**	
Envolver los tres grupos en papel aluminio para evitar la pérdida y contaminación de tejido.	

Colocar en la canastilla de inmersión los grupos, para verter el nitrógeno líquido en un recipiente.	
Se procede a verter el nitrógeno líquido que se encuentra a -195ºC.	

7.2 RESULTADO.

Grupo	*Imágenes*
Grupo 1 **Las flechas indican la exposición de pulpa dental.**	

Grupo 2 **Hay una obtención satisfactoria de pulpa dental integra.**	
Grupo 3 **La pulpa dental se obtuvo libre de contaminante y suficiente para el análisis de ADN.**	

8. CONCLUSIONES.

El contenido total de ADN de los dientes varía considerablemente entre individuos y también entre los dientes de un mismo individuo. Algunos de los factores indicados para tener un efecto en el contenido de ADN incluyen tipo de diente, la edad cronológica del individuo, y el estado de salud del diente. Cada uno de estos factores influirá en las proporciones relativas de ADN presente en la corona, la raíz, en la pulpa, la dentina y el cemento.

Los cuatro tipos de dientes humanos, molares, premolares, caninos e incisivos difieren en forma y tamaño, pero tienen una estructura histológica similar. El presente estudio determina que el contenido de ADN entre los diferentes dientes, es directamente proporcional al volumen; es decir, a mayor volumen es mejor la mejor fuente de ADN debido a la presencia de más volumen de tejido pulpar. También se ha demostrado que más muestras de ADN para su análisis se recuperan de dientes de multiradiculares, que los dientes de los uniradiculares, debido al aumento de la superficie de la raíz la cual proporciona más cemento radicular que contiene células.

En la ausencia de los molares, se esperaría que los premolares al ser multirradiculares tuvieran mayor tejido pulpar, pero la realidad en muchos casos es que, los caninos tienen un volumen de pulpa más grande. Por otra parte cabe señalar que la desventaja mayor es que al ser un diente de la zona anterior, es más probable que se pierda y se degrade más rápido el tejido pulpar por acción del fuego. Existe un grupo de dientes

que también son útiles y que no se han mencionado, estos son los dientes retenidos, en la porción ósea mandibular o maxilar, siempre tienen menos probabilidad de contaminación y degradación. He aquí la importancia de la selección minuciosa de dientes a analizar, para obtener la mejor calidad de ADN.

En adición queda resaltar los distintos métodos de obtención del tejido pulpar; en éste trabajo se mencionan varios, pero como conclusión queda claro que el mejor es la “trituración criogénica”, la cual:

- Permite un acceso limpio al tejido pulpar.
- El procedimiento es económico.
- El procedimiento es sencillo y rápido.
- No se contamina la muestra.
- El frío preserva la muestra.
- No hay pérdida de tejido.

Sin duda es importante señalar que el sistema judicial en nuestros días es más eficiente, con la contribución de la ciencia.

En éste trabajo se describe el uso de la odontología general y odontología forense, genética forense y sistemas judiciales. Con el único objetivo identificar a cadáveres calcinado mediante el análisis de ADN pulpar, y de buscar a posibles culpables de haber sospecha de homicidio. Y proporcionar a la población un derecho natural, que desde el inicio de la humanidad es de carácter básico y fundamental, que es la JUSTICIA.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Carracedo A. 1995. La huella genética. Ed. (C.M. Romero Casabona, ed.) “Genética humana. Fundamentos para el estudio de los efectos sociales derivados de los avances en genética humana”, Diputación Foral de Bizcaia, Bilbao, pp. 295-326.
2. Fragoso P. 1999. Ed. UNAM, Tesis “La genética forense como prueba pericial para la identificación de individuos”, Estado de México, Aragón, pp.44-45.
3. Antonio R., “La odontología forense, una ciencia al servicio de la justicia”, Anuario nº 34 (2011), ISSN: 1316-5852.
4. Lara J. Agosto 2005. Ed. UNAM, Tesis “Importancia de la estomatología forense en la identificación de cuerpos en estado esquelético y putrefacto en el SEMEFO del Distrito Federal”, México, D.F. pp. 13-17.
5. Cohen, Stephen, Burns, Richard C. “Vias de la pulpa”. 8ª. ed. Mosby. St Louis. 2002. 1031 pp. 525-532.
6. Higgins D., Jeremy J, Teeth as a source of DNA for forensic identification of human remains: A Review, Australian Centre for Ancient DNA, School of Earth and Environmental Sciences and Environment Institute, University of Adelaide, South Australia 5005, Australia, Aviable 12 June 2013, Science and Justice 53 (2013) 433–441.

7. López L. Sánchez Y., Ed. UNAM, Tesis “Importancia de la odontología en el ámbito forense” México D.F, 2001. pp. 62-65.
8. Díaz S. Ed. UNAM, Tesis “Avances de la genética forense”, México, D.F, 2011. pp. 48-55.
9. López J, Muertes por carbonización. Metodología en la identificación. Aplicación en la odontología forense. 2013, No. 156. Cap.16 Pp.52-60.
10. Manjunath BR, Chandrashekar R, Melkundi M, Vatchala R: DNA Profiling and forensic dentistry, A review of the recent concepts and trends. J Forensic and Legal Medicine 18 (2011) 191e197.
11. JEFFREYS C, Leicester Alec. Edición de internet, 15 de septiembre de 2004:1.