



**Rev Mex Med Forense, 2019, 4(3):39-50**

**ISSN: 2448-8011**

**Identificación de cuerpos humanos calcinados mediante  
el análisis odontológico**  
**Artículo de Revisión**

Identification of calcinated human bodies through dental analysis

**Sánchez Gaytán, Sara <sup>1</sup>; Villegas Sánchez, Luz María<sup>1</sup>; Nápoles Martínez, Jesús<sup>1</sup>;  
Carballeda García, Karla Elizabeth<sup>2</sup>; Espinoza Chico, José Carlos<sup>2</sup>; Gutiérrez  
Mendoza, Karina<sup>2</sup>; y García Muñoz, Alejandro <sup>2</sup>.**

Recibido: 25 marzo 2019, Aceptado: 5 mayo 2019, Publicado: 15 Septiembre 2019

<sup>1</sup> Universidad Nacional Autónoma de México Clínica Odontológica Aragón Facultad de Estudios Superiores Iztacala Edo. Mex. México

<sup>2</sup> Laboratorio de investigación odontológico Almaráz, Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM

Corresponding author: Luz María Villegas Sánchez, [villegasluzmas@gmail.com](mailto:villegasluzmas@gmail.com)

## RESUMEN

*En el presente artículo se realiza un análisis de la información de aspecto odontológico forense y metodología para la identificación de cuerpos humanos en desastres masivos o cadáveres aislados; hacemos énfasis en la obtención de ADN en los restos dentales y el comportamiento de los dientes a diferentes temperaturas, con ayuda de métodos nuevos y rápidos para la identificación de ellos; con este nuevo mecanismo se pretende recuperar y replicar ADN.*

*Palabras clave: ADN; odontología forense; identificación; cuerpos, calcinados; dientes; calcinación*

## SUMMARY

*In the present article an analysis of the information of forensic odontological aspect and methodology for the identification of human bodies in massive disasters or isolated corpses is carried out; we emphasize on obtainment of DNA in the dental remains and the behavior of teeth at different temperatures, with the help of new and quick methods for their identification; with this new mechanism it is intended to recover and replicate DNA.*

*Keywords: DNA; Forensic Odontology; ID; bodies, burned; teeth; calcination*

## INTRODUCCIÓN

Keizer-Neilson definió la Odontología Forense en 1970 como "la rama de la medicina forense que, en interés de la justicia, se ocupa del manejo y examen adecuados de la evidencia dental y con la evaluación y presentación adecuada de los procedimientos dentales".

La identificación se basa en la comparación entre las características conocidas de una persona desaparecida (denominado antemortem) con características recuperadas de un cuerpo desconocido (denominado postmortem). El propósito del perfil postmortem es proporcionar información a los investigadores que restringirá la búsqueda a una población de individuos más pequeña. Los odontólogos forenses generalmente pueden determinar el sexo, la raza y la edad (en el momento de la muerte) a partir del estudio cuidadoso de

los dientes, su disposición anatómica y las características osteológicas del cráneo [1].

La aplicación de la Odontología en los procesos de identificación no es nueva; su importancia es extraordinaria cuando los cadáveres quedan carbonizados y cuando por acción del fuego han desaparecido elementos que permitan la certera identificación de los restos humanos disponibles, o por las propias limitaciones que presentan otros métodos. Además, está admitido por todos los especialistas que "no existen dos arcadas iguales" y que "aún los dientes de gemelos idénticos presentan variaciones"; ,adicionalmente, se conoce la resistencia de los dientes a la destrucción por el fuego, lo cual demuestra su alto valor para la correcta identificación de individuos quemados o carbonizados; se basa sobre el número de dientes presentes, procesos patológicos detectables en los mismos, restauraciones, materiales odontológicos empleados y prótesis e implantes que

hacen infinito el número de combinaciones posibles. Por ello es evidente que si de un cadáver no quedan dientes, difícilmente se podrá disponer de otros datos de valor en la identificación [2].

La identificación de un cuerpo requiere la comparación de las radiografías o registros dentales antemortem y postmortem; se pueden realizar pruebas de Ácido desoxirribonucleico (ADN) [3]. Los dientes a menudo representan la única evidencia disponible para análisis forense. Los dientes son las estructuras más duras en el cuerpo humano, y su pulpa está bien protegida por dentina, esmalte y cemento, explicando su uso frecuente para obtener ADN de cuerpos extremadamente dañado o restos humanos degradados [4].

El ADN extraído de los fragmentos de hueso quemado puede estar altamente degradado, lo que dificulta o incluso imposibilita la amplificación de los marcadores genéticos. Además, los huesos muy quemados son muy propensos a la contaminación con ADN externo [5]. El mantenimiento de la integridad de las estructuras frágiles es crucial para la confirmación exitosa de la identidad [6].

La comparación de registros odontológicos es utilizada para la identificación en situaciones con gran destrucción o exposición prolongada de los tejidos del cuerpo humano al medio ambiente como incendios, severos traumas y/o desastres masivos, donde otros métodos no resultan suficientes. Los dientes desempeñan un importante rol en el establecimiento de la identidad inequívoca, en virtud de sus características de unicidad y elevada resistencia física y química. Se conoce la injerencia de los métodos de análisis de ADN en el contexto forense. El uso de los perfiles de ADN en

Odontología Forense representa una alternativa válida en la identificación humana, al contener el material genético, propiedad distintiva del individuo. Los exámenes de ADN actualmente disponibles resultan de alta fiabilidad y se aceptan como pruebas legales en los tribunales [7]. La tasa de degradación postmortem del ADN en los dientes depende del intervalo postmortem y de la temperatura del suelo. En períodos cortos a medianos, incluso pequeños cambios en la temperatura del suelo pueden tener un impacto sustancial en la preservación del ADN. El cemento (la capa externa mineralizada de la raíz del diente) es particularmente importante para la recuperación del ADN nuclear, ya que su integridad estructural se mantiene durante períodos prolongados, posiblemente brindando protección adicional al material celular atrapado dentro de la matriz mineral [8]. Las técnicas de ADN implican la detección, cuantificación y análisis del ADN genómico y las mitocondrias. El ADN nuclear es representativo de la herencia paterna y materna. El ADN mitocondrial (ADNmt) se deriva del óvulo y, por lo tanto, es puramente materno. Especialmente en los dientes, la dentina consiste en extensiones celulares (fibras de Tomé) ricas en mitocondrias. El polvo de dentina es, por lo tanto, presumiblemente una buena fuente de ADNmt [9].

## Objetivos

El objetivo general es difundir de manera clara y precisa los resultados de la investigación forense, así como conocer las posibles técnicas para identificar a un cadáver mediante la odontología forense; de esa manera lograr comprender porque es utilizado cada procedimiento.

Sabiendo que la Odontología Forense es una gran herramienta para la identificación de cadáveres, es de suma importancia entender cuáles son las limitantes, así como el mostrar al público los parámetros que no permitirían la identificación principalmente en los cuerpos calcinados.

Como objetivo adicional buscamos fomentar la investigación para la creación de nuevos métodos y técnicas en la identificación forense.

## METODOLOGÍA

Se realizó la búsqueda de artículos de Odontología forense en la base de datos PubMed con las palabras claves: Identification of calcined bodies, Identification with teeth in calcined bodies, dental identification, report of

cases, Ancient pathogen DNA in human teeth and petrous bones, effect of various temperatures, Capillary electrophoresis applied to DNA, determination and taking advantage of the sequence and the structure to bioanalysis; fueron revisados alrededor de 40 artículos relacionados con el tema, y se tomó un artículo de la base de datos Semantic scholar.

## RESULTADOS

En los desastres a gran escala asociados con el fuego, el daño causado por el calor puede dificultar la identificación legal de los restos humanos. Los dientes, las restauraciones y las prótesis son resistentes a temperaturas bastante altas y pueden utilizarse como ayuda en el proceso de identificación (figura 1) [10].



Figura 1. Cambios morfológicos dentales en relación a la exposición a altas temperaturas

## Efectos del calor en materiales de restauración dental

Las características anatómicas incluyen la morfología de la corona, la forma de la raíz, el tamaño y las

curvaturas, y la relación espacial entre los dientes. La preservación de las características dependerá de la duración, la temperatura y el grado de exposición a la llama directa (figura 2) [11].



Figura 2. Del lado izquierdo: Restauración de ionómero de vidrio a 800 ° C: solo macroscópicamente una porción de la estructura de la corona junto con el relleno se mantuvo. los el relleno permaneció intacto dentro de la corona que se había vuelto opaca blanca como tenía la raíz. Del lado derecho: Óxido de zinc eugenol a 600: macroscópicamente gris oscuro con Grietas y contracción dimensional por pérdida de agua, aglomerada partículas de zinc [10].

En la siguiente tabla (tabla 1) se menciona los efectos del fuego a nivel de

cráneo y su comportamiento en órganos dentales:

N° muestras*	Temperatura en rados centigrado	Duración en minutos	Tamaño de la muestra	Cambios morfológicos	Cambios radiograficos
1	100	30	12	Lustre de la superficie retenida de color amarillo pálido a claro	No hay cambios apreciables
2	300	30	12	Gris claro con manchas gris oscuro Raíces-marrón amarillento	Fisuras entre esmalte y dentina
3	500	30	12	Esmalte:gris azulado claro a oscuro parches Raíces: marrón grisáceo Pérdida del brillo de la superficie	Fracturas entre esmalte/ dentina y dentro de dentina
4	700	30	12	Gris azulado claro a gris azulado oscuro oscuro Desintegracion en pequeños fragmentos	Fracturas entre esmalte/ dentina y dentro de dentina
5	1000	30	12	Blanco neutro con parches gris azulado claro y gris verdoso	Grandes fracturas que se extienden a traves de la dentina y el aplastamiento de la corona

Tabla 1. Cambios morfológicos y radiológicos según temperatura a la que fueron expuestas las piezas dentales.

Los cambios que presenta el cráneo con un estudio comparativo a diferentes

temperaturas en determinado tiempo pueden resumirse en la tabla 2.

Hora	<u>Günther y Schmidt [4]</u>	<u>Richards [5]</u>	<u>Estudio actual</u>
	1000 ° –1100 ° C	680 ° C	670 ° –810 ° C
8–10 min	tejidos blandos de la cara carbonizados		cráneo-tapa libre de tejidos blandos, tejido blando de la cara carbonizado
13–16 min	frente y vértice libre de tejidos blandos, huesos faciales que sobresalen calcinados	mostrando huesos de la cara	
20 minutos		mostrando cráneo	Queda escaso tejido blando en la cara, Fracturas por calor del cráneo-capuchón.
20–25 min	Contracción severa de los tejidos blandos en el cráneo, roturas de calvaria cerebro superficialmente carbonizado, destrucción de partes prominentes de el cráneo facial		
30 minutos			Tabula externa de la calvaria desmoronada
40 min			cerebro mostrando, los huesos de la cara comienzan a desintegrarse
50 min			huesos del rostro en gran parte destruidos, mostrando la base del cráneo
45–75 min	La base del cráneo sigue intacta, la cabeza a veces se parada del tronco		

Tabla 2. Cambios morfológicos de los huesos del cráneo

Cualquier tipo de organismo puede identificarse mediante el examen de secuencias de ADN únicas de esa especie. Cada célula de un individuo lleva una copia del ADN. El orden de los pares de bases en el ADN de cada individuo es diferente, excepto los gemelos idénticos [14].

### **Chelex 100**

Se han desarrollado procedimientos que utilizan la resina quelante Chelex 100 para extraer ADN de muestras de tipo forense que se utilizarán con la PCR. Los procedimientos son simples, rápidos, no implican disolventes orgánicos y no requieren transferencias múltiples de tubos para la mayoría de los

tipos de muestras [15]. Se ha informado que la extracción de ADN de la pulpa dental utilizando este método es eficiente en comparación con la proteína K y la extracción con fenol-cloroformo. La extracción, amplificación y tipificación de ADN basadas en Chelex 100 son posibles en dientes incinerados [16].

### **Electroforesis**

Las secuencias repetitivas dentro del genoma se aprovechan para identificar biomarcadores específicos para una serie de aplicaciones relevantes para la detección de patógenos, enfermedades humanas y especialmente la identificación humana. Los análisis de ADN son críticos para los laboratorios forenses de todo el

mundo. Los métodos de identificación humana se basan en el análisis de secuencias de ADN conocidas como STR, que contienen de dos a cinco repeticiones básicas. Un individuo tendrá dos conjuntos diferentes de esta repetición, una copia de cada padre. Se utilizan trece STR diferentes en el sistema de índice de ADN combinado de la Oficina Federal de Investigaciones (FBI), también conocido como CODIS, para la comparación de probabilidad de una muestra de ADN con un individuo específico. En un solo análisis forense, se separan y clasifican un mínimo de 16 marcadores [17].

### **Comparación de ADN en huesos y dientes**

La calidad del ADN extraído de los dientes es generalmente más alto que el del ADN de los huesos. La calidad del ADN obtenido se considera de larga data. Demostraron que altas cantidades de microbios en el ADN ( $\mu\text{g}$ ) puede interferir con la hibridación específica de secuencias humanas en un formato de ranura-blot, renderizado, con resultados falsos negativos en la cuantificación del ADN humano [18]. En un estudio se investigó si la capa externa de las raíces de los dientes contenía mayores proporciones de ADN endógeno que la dentina, que representa la parte interna del diente. Para 11 de 14 dientes, observaron una fracción más alta de ADN humano en la superficie de la raíz en comparación con la dentina [19].

El tejido óseo es un tejido conectivo denso y mineralizado que consiste principalmente de un componente mineral (hidroxiapatita) y una matriz orgánica compuesta de colágenos, proteínas no colágenas y proteoglicanos (PG). Las proteínas de la matriz extracelular y las PG se unen fuertemente

a la hidroxiapatita que protegería estas moléculas de los efectos destructivos de la temperatura y los agentes químicos después de la muerte. Recientemente se han analizado los PG en huesos y dientes humanos y arqueológicos. Los PG desempeñan un papel importante en la morfogénesis ósea, la homeostasis y la enfermedad ósea degenerativa; la capacidad de aislar y caracterizar el contenido de PG de los esqueletos arqueológicos podría revelar información valiosa [20].

El ADN nuclear de los huesos en diferentes estados de degradación se puede aislar mediante tres métodos: extracción clásica con fenol y cloroformo orgánico, extracción con ADN de agregados de cristales y extracción por desmineralización total. La desmineralización total es el mejor método para la mayoría de los casos de extracción de ADN de los huesos, aunque no proporciona ADN puro. La extracción de ADN de los agregados elimina los inhibidores mucho mejor y también es un buen método de elección cuando es necesaria la determinación de identidad de los restos exhumados. En el caso de huesos no enterrados, los protocolos de desmineralización total o fenol-cloroformo son más eficientes para la extracción exitosa de ADN [21].

Cuando hay cambios térmicos mínimos en los restos, se pueden seguir los procedimientos normales de identificación. Las alteraciones extensas relacionadas con el calor pueden alterar gravemente los procedimientos normales, pero con frecuencia, sobreviven pruebas suficientes para facilitar la identificación. La contracción, la fragmentación y las alteraciones de la forma pueden afectar el

análisis esquelético y deben considerarse en el análisis [22].

## DISCUSIÓN

La identificación se basa en la comparación entre las características conocidas de un individuo perdido (denominado datos antemortem) con características recuperadas de un cuerpo desconocido (denominado postmortem).

El resultado de nuestra investigación con colaboradores resulta importante para la identificación de cuerpos humanos calcinados mediante el análisis de los dientes, tomando en cuenta la importancia del ADN en los diferentes tejidos; a lo largo del tiempo los dientes han sido resistentes a los cambios ambientales por lo que quiere decir que son un método confiable para este tipo de investigación; el motivo de esta investigación es poder obtener información de un solo diente como el sexo, edad, tipo de sangre de una persona; este resultado presenta algunas limitaciones, tales como recolectar más muestras de la investigación que podría ampliarse; eso nos llevará a estudiar más allá de la identificación y agilizar el reconocimiento de los cuerpos humanos.

Como primer parámetro se opta por estudiar e investigar acerca de la identificación de cuerpos humanos, con ayuda del ADN en dientes ya que este medio no se puede alterar; los dientes están formados por un tejido que es la dentina, la cual contiene varias extensiones celulares llamadas fibras de tomé, las cuales son altamente ricas en ADNmt que nos ayudarán a la identificación. Como segundo parámetro se recolecta información acerca del PCR como método de alta fidelidad para determinar el sexo

de la persona. Como tercer parámetro se obtiene información acerca de los materiales y métodos de obtención de ADN; aunque el método de fenol cloroformo fue muy utilizado en su tiempo y tenía buenos resultados, actualmente existen otros métodos con mejores resultados y en menos tiempo y sin ser tan laborioso; este sería el caso de la extracción de ADN basada en sílice, ya que permite muy bien el rescatar el ADN en dientes o huesos muy antiguos. Otro método es con la resina Chelex 100 ya que reduce el trabajo en un procedimiento más corto y facilita la extracción de proteína K así mismo del ADN en órganos dentales expuestos a altas temperaturas.

Es conveniente implementar herramientas y ampliar el desarrollo de investigación que nos ayude a crear un banco de ADN para así facilitar la comparativa, entre ADN de cuerpos calcinados y las personas que se tenga sospecha de algún parentesco o bien de personas del banco de ADN.

## Conclusión

Uno de los objetivos de la odontología forense es encargarse de utilizar el conocimiento odontológico en la identificación de cuerpos que han sido sometidos a altas temperaturas y no pueden ser reconocidos. El fin de esta disciplina es recolectar, manejar, evaluar y presentar la información a cerca de cuerpos calcinados mediante el análisis de la evidencia dental que ha podido resistir a los efectos del calor a elevada temperatura.

Los dientes juegan un rol muy importante en los procesos de

identificación, ya que están formados por esmalte y cemento, tejidos duros y resistentes a estímulos biológicos, químicos y mecánicos que protegen a los tejidos blandos como la dentina y la pulpa; forman un complejo del cual se puede obtener información propia del individuo, como lo es por ejemplo; el sexo, raza y edad a partir del material genético contenido en el DNA. La cantidad de piezas dentarias encontradas, anatomía, procesos patológicos, restauraciones, prótesis e implantes también son datos valorados al identificar a una persona.

Para el análisis forense de las muestras de DNA obtenidas de los dientes se usan diferentes métodos de aislamiento. Se ha demostrado que la amplificación y tipificación de DNA de dientes incinerados es posible gracias al uso de resinas quelantes ya que no contiene disolventes orgánicos además de ser un procedimiento rápido y simple.

## REFERENCIAS

1. Role of forensic odontologist in post mortem person identification Jahagirdar B. Pramod, Anand Marya, Vidhi Sharma. *Dent Res J (Isfahan)* 2012 Sep-Oct; 9(5): 522–530. PMID: PMC3612186
2. Freddy Moreno. (October 2011). Forensic dentistry: dental identification. Report of cases. /, de Researchgate.
3. Ohira H, Yamamuro Y, Kitagawa Y, Nakagawa K, Yamamoto I, Yamada Y. Effective appropriate use of dental remains and forensic DNA testing for personal identity confirmation. *Leg Med (Tokyo)*. 2009 Apr; 11 Suppl 1:S560-2. doi: 10.1016/j.legalmed.2009.01.085. Epub 2009 Mar 6. PubMed PMID: 19269216.
4. Dental color measurement to predict DNA concentration in incinerated teeth for human identification Leticia Rubio, Jose Manuel Sioli, Maria Jesús Gaitán, Stella Martin-de-las-Heras *PLoS One*. 2018; 13(4): e0196305. Published online 2018 Apr 26. doi: 10.1371/journal.pone.0196305 PMID: PMC5919669
5. Schwark T, Heinrich A, Preusse-Prange A, von Wurmb-Schwark N. Reliable genetic identification of burnt human remains. *Forensic Sci Int Genet*. 2011, Nov;5(5):393-9. doi: 10.1016/j.fsigen.2010.08.008. Epub 2010 Sep 15. PubMed PMID: 20832378.
6. Reesu GV, Augustine J, Urs AB. Forensic considerations when dealing with incinerated human dental remains. *J Forensic Leg Med*. 2015 Jan; 29:13-7. doi: 10.1016/j.jflm.2014.10.006. Epub 2014 Nov 13. Review. PubMed PMID: 25572078.
7. Briem Stamm AD, Carriego MT, Nicolotti ME, Wirz LN. (15/03/2017). DNA and Forensic Odontology: an effective interaction for human identification. : 23/05/2017, de Universidad de Buenos Aires.
8. D. Higgins, A.B. Rohrlach, J. Kaidonis, G. Townsend, J.J. Austin Differential nuclear and mitochondrial DNA preservation in post-mortem teeth with implications for forensic and ancient DNA studies. *PLoS One*, 10 (5) (2015), Article e0126935, 10.1371
9. Muruganandhan J, Sivakumar G. Practical aspects of DNA-based forensic studies in dentistry. *J Forensic Dent Sci*. 2011 Jan;3(1):38-45. doi:10.4103/0975-1475.85295. PubMed PMID: 22022138; PubMed Central PMCID: PMC3190439.
10. Shubhangi P. Bagdey, Rohit Balwant Moharil, Alka M. Dive, Samantha Thakur, Ashish Bodhade, Akshay A. Dhobley. (n Friday, October 5, 2018). Effect of various temperatures on

- restored and unrestored teeth: A forensic study. *Journal of forensic Dental Sciences*, Vol.6, 5. January-April 2014,
11. Berketa JW. Maximizing postmortem oral-facial data to assist identification following severe incineration. *Forensic Sci Med Pathol*. 2014 Jun;10(2):208-16. doi: 10.1007/s12024-013-9497-4. Epub 2013 Oct 25. Review. PubMed PMID: 24158682.
  12. Priyanka S\* , Prasad K, Raghavendra B, Avinash K and Arati P... ((March 23, 2015). Teeth in fire- Morphologic and Radiographic Alterations: An In Vitro Study. *Forensic Research*, Volumen 6, 12. Marzo 19, De Semantic S. Base de datos.
  13. Bohnert M, Rost T, Pollak S. The degree of destruction of human bodies in relation to the duration of the fire. *Forensic Sci Int*. 1998 Jul 6;95(1):11-21. PubMed PMID: 9718667.
  14. Manjunath BC, Chandrashekar BR, Mahesh M, Vatchala Rani RM. DNA profiling and forensic dentistry--a review of the recent concepts and trends. *J Forensic Leg Med*. 2011 Jul;18(5):191-7. doi: 10.1016/j.jflm.2011.02.005. Epub 2011 Mar 23. Review. PubMed PMID: 21663865.
  15. Walsh PS, Metzger DA, Higushi R. Chelex 100 as a medium for simple extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material. *BioTechniques* 10(4): 506-13 (April 1991). *Biotechniques*. 2013 Mar;54(3):134-9. PubMed PMID: 23599926.
  16. Tsuchimochi T, Iwasa M, Maeno Y, Koyama H, Inoue H, Isobe I, Matoba R, Yokoi M, Nagao M. Chelating resin-based extraction of DNA from dental pulp and sex determination from incinerated teeth with Y-chromosomal alphoid repeat and short tandem repeats. *Am J Forensic Med Pathol*. 2002 Sep;23(3):268-71. PubMed PMID:12198355.
  17. Brandon C. Durney, Cassandra L. Crihfield, y Lisa A. Holland. (13 de mayo 2015.). Electroforesis capilar aplicada al ADN: determinación y aprovechamiento de la secuencia y la estructura para hacer avanzar los bioanálisis (2009-2014). Springer, -, pag. 33. 2019 Marzo, De PubMed Base de datos.
  18. Antonio Alonso, Šimun Anđelinoviæ1, Pablo Martín, Davorka Sutloviæ1, Ivana Erceg1, Edwin Huffine2, Lourdes Fernández de Simón, Cristina Albarrán, Marija Definis-Gojanoviæ1, Amparo Fernández-Rodríguez, Pilar García, Irena Drmiæ1, Boja Reia1, Sendi Kuret1, Manuel Sancho, Dragan Primorac1. (June 2001). DNA Typing from Skeletal Remains: Evaluation of Multiplex and Megaplex STR Systems on DNA Isolated from Bone and Teeth Samples. *FORENSIC SCIENCES*, 42(3), 7.
  19. Peter B. Damgaard1 , Ashot Margaryan1, Hannes Schroeder1,2 , Ludovic Orlando1 , Eske Willerslev1 & Morten E. Allentoft1. (17 June 2015). Improving access to endogenous DNA in ancient bones and teeth. *SCIENTIFIC REPORTS*, -, 12. Marzo 2019, De <https://www.nature.com/articles/srep11184.pdf> Base de datos.
  20. Yvette M. Coulson-Thomas1,2\*, Vivien J. Coulson-Thomas1,3, Andrew L. Norton4 , Tarsis F. Gesteira1,3, Renan P. Cavalheiro1 , Maria Cecília Z. Meneghetti1 , João R. Martins1 , Ronald A. Dixon2 , Helena B. Nader1. (June 24, 2015). The Identification of Proteoglycans and Glycosaminoglycans in Archaeological Human Bones and Teeth. *PLOS one*, 10(6).
  21. Joanna Jakubowska & Agnieszka Maciejewska & Ryszard Pawłowski. (30 June 2011). Comparison of three methods of DNA extraction from human bones with different degrees of degradation. **SHORT**

Sánchez S, Villegas LM, Nápoles J, Carballeda KE, Espinoza JC, Gutiérrez K, García A.  
Rev Mex Med Forense, 2019, 4(3):39-50

- COMMUNICATION, Volume 126, pp 173–178. doi: 10.183(1-3):1-5. doi: 10.1016/j.forsciint.2008.09.019. Epub 2008 Nov 17. Review. PubMed PMID: 19010619.
22. Ubelaker DH. The forensic evaluation of burned skeletal remains: a synthesis. Forensic Sci Int. 2009 Jan



**Revista Mexicana de Medicina Forense  
y Ciencias de la Salud**