

ESTUDIOS DE ADN ANTIGUO EN RESTOS ARQUEOLÓGICOS INFANTILES

STUDIES ON ANCIENT DNA IN ARCHAEOLOGICAL REMAINS OF CHILDREN

*A. Calderón Ordóñez**

*A. Trujillo Mederos***

*R. Fregel****

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es presentar un estado de la cuestión sobre el análisis de ADN antiguo en restos arqueológicos infantiles, así como una propuesta metodológica que considere las particularidades tanto del ADN antiguo como de los restos infantiles. Teniendo en cuenta la dificultad para determinar el sexo en restos infantiles con métodos antropológicos tradicionales, la determinación del sexo genético se presenta como una alternativa a esta limitación. Este tipo de análisis resultan ser de gran utilidad a la hora de emprender interpretaciones históricas relacionadas con la estructura social de las poblaciones del pasado, en particular con la familia. Es fundamental hacer una propuesta metodológica que tenga en cuenta las particularidades de los restos con los que se está trabajando. Es por eso que se propone la utilización de falanges en buen estado de conservación, ya que se considera que estas tienen diversas ventajas para este tipo de análisis.

PALABRAS CLAVE: ADN antiguo, restos infantiles, antropología física, amelogenina.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to present a review about the aDNA analysis in infantile archaeological remains, as well as a methodological proposal that takes into account aDNA and infantile remains specific features. Bearing in mind the difficulty of sex determination in infantile remains using traditional anthropological methods, genetic sex determination is presented as an alternative. This kind of analysis are very useful when we are trying to issue historical interpretations regarding social structures of past societies, specially when studying the family. It is of vital importance to make a methodological proposal that takes in consideration the specific characteristics of the remains we are dealing with. This is why we propose the use of well preserved phalanges, as they present numerous advantages for this type of analysis.

KEYWORDS: aDNA, infantile remains, physical anthropology, amelogenin.

En los últimos años han ido apareciendo diversos estudios sobre ADN antiguo en restos infantiles, como consecuencia, en parte, de su gran aportación a las interpretaciones históricas. Teniendo en cuenta las dificultades para determinar el sexo de restos infantiles con métodos antropológicos, que detallaremos más adelante, el ADN antiguo se presenta como una alternativa prometedora.

Hacer un breve repaso por los principales trabajos presentados hasta el momento en este campo resulta fundamental para tener una visión del estado actual de estos estudios. En algunos casos, la genética ayuda a confirmar hipótesis planteadas, pero en otros presenta unos resultados contradictorios con las explicaciones de determinados fenómenos, por lo que se hace imprescindible replantear diversas cuestiones, enriqueciendo así las interpretaciones históricas, herramienta fundamental para entender determinados aspectos de las sociedades del pasado.

Los ejemplos que se presentan a continuación harían parte de tres líneas principales de investigación. La primera es aquella que estudia las prácticas de infanticidio y sacrificios infantiles. En estos casos se intenta hacer una caracterización de los individuos sometidos a este tipo de prácticas y

*,**Departamento de Prehistoria, Arqueología, Antropología e Historia Antigua. Facultad de Geografía e Historia. Universidad de La Laguna. Campus de Guajara. 38071. San Cristóbal de La Laguna. Santa Cruz de Tenerife. Islas Canarias. España; Correo electrónico: alejcalderono@gmail.com. Estudios sobre el Patrimonio Arqueológico del Parque Nacional del Teide. Referencia: 328/2011. Organismo Autónomo de Parques Nacionales.

***Instituto de Medicina Legal, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

ver el papel jugado por el género. La segunda serían aquellas investigaciones en las que el ADN antiguo se utiliza como herramienta para una mayor comprensión de instituciones como la familia en las diferentes sociedades del pasado. Una tercera línea sería la de los estudios de las prácticas funerarias y las posibles diferenciaciones por criterios de género.

En lo referente a la primera línea de investigación se proponen 4 trabajos como una muestra del tipo de investigaciones que se están llevando a cabo en este campo y los resultados que se han obtenido hasta el momento. Es necesario distinguir entre dos tipos de trabajos. Los estudios de ADNmt que van más enfocados hacia la caracterización genética de los individuos sometidos a este tipo de prácticas, en un intento por comprender mejor su origen dentro de una sociedad concreta. El segundo tipo de estudios serían aquellos que intentan determinar el sexo genético de los individuos y que pretenden establecer posibles roles de género en estas prácticas. La determinación genética del sexo se suele hacer mediante el estudio del gen de la amelogenina,¹ que codifica una de las proteínas fundamentales en el desarrollo de los brotes dentales, y que exhibe un dimorfismo de longitud entre el cromosoma X y el cromosoma Y. La gran ventaja de la amelogenina radica en que al estar presente en los dos cromosomas sexuales, actúa como un control positivo interno. La aplicación de nuevas técnicas como la PCR a tiempo real, han aumentado la sensibilidad así como la fiabilidad de los estudios de amelogenina en ADN degradado.²

Entre los trabajos sobre ADNmt está el realizado por Wilson³ sobre niños sacrificados en el Imperio inca. En este se analizaron cuatro momias encontradas en los Andes. Los individuos habían sido víctimas de sacrificios humanos, práctica extensamente documentada por la arqueología y por diferentes crónicas. El planteamiento de la investigación era realizar la reconstrucción de la identidad individual y de la dieta. Para ello se hicieron análisis de isótopos estables, de toxicología y de ADNmt. No se entrará en detalles sobre los dos primeros tipos de análisis porque superan el propósito de este texto. En cuanto a los análisis genéticos se determinó que los niños pertenecían a los haplogrupos C y D, que junto con los haplogrupos A y B, son los principales grupos en las poblaciones amerindias. Esto hace que la información de la procedencia geográfica sea bastante limitada al ser haplogrupos tan comunes. Sin embargo, estos dos haplogrupos tienen una pequeña tendencia a tener frecuencias más altas en el sur, lo que coincidiría cronológicamente con la expansión hacia el sur del Imperio inca, aunque esta correlación sea probablemente solo una coincidencia.

Entre los estudios sobre la determinación del sexo genético se encuentran varios casos que vale la pena mencionar. El primero sería el estudio realizado por Faerman y col.⁴ sobre los restos infantiles encontrados en el yacimiento de Ashkelon, Israel, de época romana. Los restos infantiles se hallaban en las cañerías de una cloaca, bajo una casa de baños, junto con restos de animales, trozos de cerámica y algunas monedas aisladas. Este sistema casual de desecho de los restos, contrasta con las cuidadas jarras de enterramientos infantiles pertenecientes al mismo periodo, y encontradas a corta distancia. Los análisis antropométricos determinaron que se trataba de restos de neonatos, con entre uno y dos días de vida. Las características del enterramiento dieron pie a plantear la posibilidad de que se tratara de un caso de infanticidio, y se planteó el género como uno de los posibles motivos para ello. La amplificación de ADN fue exitosa en 19 de los 43 especímenes estudiados. Catorce sería varones y cinco hembras, dando como resultado una frecuencia significativamente más alta de niños que de niñas. Lo que sorprendió a los autores de este trabajo es que la mayoría de estudios concuerdan en que en esta época era mucho más común el infanticidio femenino que el masculino, por lo que los resultados obtenidos irían en contra de la idea inicial de que la mayoría de estos restos pertenecerían a niñas. La hipótesis que plantean los autores es que probablemente los individuos infantiles sean hijos no deseados de las cortesanas que servían en estos baños, que en solían ser utilizados como burdeles. A pesar de que ambos sexos eran reclutados para trabajar como prostitutas en el mundo bisexual romano, las hembras tendrían mayor demanda. Por eso Faerman y col.⁵ proponen que las prostitutas de Ashkelon se quedarían selectivamente con algunos de sus hijos ilegítimos, la mayoría niñas, para continuar con la profesión y que descartarían a otros.

Existe un estudio similar realizado en el Reino Unido,⁶ cuyo objetivo inicial era confirmar la hipótesis sobre el infanticidio femenino, que se basaba en las fuentes y en la diferencia de enterramientos femeninos y masculinos adultos. Datos combinados de unos 2400 enterramientos adultos revelaban una proporción de 1.46:1 a favor de los varones. Sin embargo, una vez más los resultados no fueron los esperados por lo que se hizo necesario un replanteamiento de las hipótesis dadas. En el registro arqueológico se ha identificado el infanticidio cuando se observa un pico

importante en los individuos muertos muy cerca del final del periodo de gestación, ya que si las muertes se debieran exclusivamente a causas naturales, las edades de los individuos serían más variadas sin picos tan significativos alrededor del nacimiento. En el caso de Gran Bretaña se dan estos picos durante la época romana, pero la curva de la edad de la muerte se dispersa en la época medieval, por lo que se plantea el infanticidio como explicación a este cambio de la distribución. Los restos para este estudio provenían de dos enterramientos romano-británicos, Ancaster, Lincolnshire y Thistleton, Rutland. De los 31 individuos estudiados se obtuvieron resultados para 13, seis de Ancaster y siete de Thistleton, de los cuales nueve especímenes fueron identificados como varones y cuatro como hembras. Las edades de los individuos sobre los que se obtuvieron resultados estaría alrededor de 38-41 semanas, lo que corresponde con el final de periodo de gestación. La proporción de los sexos de este estudio sería de 2.25:1 en favor de los varones. Como consecuencia del pequeño número de individuos que fue posible sexar, esta proporción no difiere de manera significativa de aquella presente en las proporciones de neonatos naturales 1.05:1. Estos resultados, por lo tanto no respaldan la hipótesis de un exceso de muertes femeninas perinatales; aunque los resultados tampoco son concluyentes debido al bajo éxito de las amplificaciones.

Un último ejemplo de este tipo de investigaciones es el de la determinación del sexo genético en casos de sacrificios infantiles. De la Cruz y col.⁷ realizaron un estudio sobre los niños sacrificados a los antiguos dioses aztecas de Tlatelolco. El ritual de sacrificio de niños a los antiguos dioses aztecas de la lluvia está documentado por los cronistas españoles del siglo XVI. Sin embargo, poca evidencia arqueológica al respecto había estado disponible hasta que se realizaron las excavaciones del templo mayor de Tenochtitlán y en Tlatelolco, dos ciudades fundadas en dos isletas vecinas en el lago de Tezcoco, cuyas ruinas se encuentran hoy en día en la mitad de Ciudad de México. En recientes excavaciones se han recuperado un número importante de restos de víctimas de sacrificios. La determinación de su sexo contribuiría a un mejor entendimiento de estas ceremonias. La muestra analizada estaba compuesta por 43 individuos, 37 subadultos y 6 adultos. Según los análisis antropológicos la mayoría de los subadultos (66%) serían niños de hasta tres años. Se obtuvo ADN amplificado de 32 de los 37 subadultos y de los 6 adultos. Inicialmente todos fueron identificados como masculinos por la presencia del amplicon del cromosoma Y. Sin embargo, solo se pudieron replicar los resultados en 26 individuos. Según Broda,⁸ las víctimas escogidas para los sacrificios en los antiguos rituales aztecas se convertían en la personificación viva del dios a quien eran ofrecidas. También se ha propuesto que los niños eran escogidos como víctimas de los sacrificios porque su juventud les daba una pureza propicia para comunicarse con los dioses y obtener su favor.⁹ Los resultados de este estudio tienden a apoyar la postura de Broda porque, partiendo de que Ehecatl-Quetzalcoatl, deidad del templo estudiado, era una deidad masculina, las víctimas masculinas personificarían al dios mejor que las femeninas. Por ende, los resultados de este estudio apoyarían la interpretación arqueológica de la ceremonia llevada a cabo en el templo dedicado a Ehecatl-Quetzalcoatl en Tlatelolco.

Dentro de la segunda línea de investigación encontramos diversos estudios en los que los análisis de ADN antiguo, en especial aunque no exclusivamente del ADNmt, permiten estudiar determinados yacimientos desde una perspectiva de familia y género. Se hace necesario matizar aquí que, si se pretende hacer una contribución significativa a un entendimiento más amplio de la historia de las poblaciones, las investigaciones sobre ADN antiguo deben ir más allá de las relaciones biológicas individuales para incluir sistemas de parentesco de las poblaciones del pasado.

Un primer ejemplo de este enfoque sería el trabajo presentado por Dudar y col.,¹⁰ en el que se recuperó ADN de un cementerio de pioneros canadienses del siglo XIX. Los genotipos obtenidos se utilizaron para inferir las relaciones de parentesco. Estos resultados a su vez fueron contrastados con la información obtenida de las prácticas funerarias y con los registros históricos para sustentar las conclusiones sobre esta sociedad en particular. Esta sería una investigación preliminar sobre la eficacia de los análisis de ADN antiguo para la determinación de sistemas de parentesco dentro del registro arqueológico. Para ello se utilizaron aproximaciones estadísticas provenientes de las teorías del parentesco convencionales y de las ciencias forenses.¹¹ Las muestras de huesos y dientes fueron sometidas al análisis de ADNmt y de distintos STRs para determinar los genotipos que permitieran calcular la probabilidad de parentesco matrilineal por azar (PrMKBC por sus siglas en inglés) y un índice de parentesco (IK por sus siglas en inglés).

Se analizaron 38 individuos del cementerio de Harmony Road en Toronto. 27 adultos jóvenes, adultos y seniles, 6 sub-adultos de menos de 18 años y 5 infantiles que murieron antes del primer año. También se realizó la determinación del sexo genético para contribuir a la identificación individual mediante la comparación con la documentación histórica de los enterramientos. Unificando los datos de los diversos análisis realizados fue posible generar 45 perfiles únicos de ADN antiguo, con coherencia filogenética. Algunas de las conclusiones que se proponen es que el sistema de parentesco tiene una residencia patrilocal, lo que explicaría el comportamiento de los linajes mitocondriales, y aunque se intentó apoyar estas hipótesis con los resultados obtenidos de los STRs, estos eran demasiado escasos como para proponer cualquier opción de manera concluyente.

Otro ejemplo del estudio de las relaciones familiares y de los sistemas de parentesco sería el realizado por Di Bernardo y col.¹² en una casa de Pompeya. Se estudiaron 13 esqueletos que al parecer pertenecían a una misma familia, según lo inferido de los datos antropológicos y patológicos. Después del análisis del ADNmt, de la asignación de haplotipos, y de su comparación con poblaciones italianas moderna, se concluyó que seis de los individuos estaban relacionados por vía materna. Basándose en su edad se propone que 4 de ellos serían hermanos o primos y el sexto individuo, una mujer joven de entre 16-18 años podría ser una hermana mayor, una prima o una tía de los individuos infantiles. El otro individuo que es pariente por vía materna, un hombre de entre 25 y 30 años podría ser un tío por el lado de la madre. Llama la atención que ninguna de las mujeres adultas que por su edad podrían ser las madres de los individuos infantiles tenga el mismo haplotipo, lo que las descarta como madres o tías. El análisis de microsatélites muestra una posible relación mendeliana entre los miembros de esta casa, con excepción de dos individuos con alelos incompatibles. Los microsatélites también se usaron para corroborar los resultados del ADNmt, pero ni los confirmaron ni los contradijeron. Los análisis de ADN nuclear no dieron ningún resultado concluyente debido posiblemente a la degradación de las muestras.

Un último caso de aplicación del ADN antiguo en esta línea de investigación es la revisión que hace sobre las familias nucleares en la edad del bronce Simon y col.¹³ Este trabajo se enmarcaría en el debate sobre la relación entre los individuos cuyos enterramientos evidencian una asociación cercana, y en donde, hasta el momento las relaciones familiares entre ellos se plantean como la principal hipótesis. El enterramiento se componía de dos adultos, un hombre y una mujer, y cinco niños de ambos sexos, lo que llevaba a pensar que se trataba de una estructura típica de una familia nuclear. Fue posible obtener ADN de todos los individuos. El diagnóstico morfológico y genético del sexo fue concordante en los tres individuos en los que fue posible hacer una estimación morfológica del sexo. En otro de los individuos solo fue posible asignarla como mujer con base en los datos morfológicos y en tres individuos infantiles fue posible determinar el sexo gracias a los análisis genéticos. Se identificaron cuatro haplogrupos de ADNmt. Cuatro individuos pertenecían al haplogrupo J, dos al U, uno al V, y uno al K. Dentro de los individuos pertenecientes al haplogrupo J, tres pertenecen al mismo haplotipo pudiendo estar relacionados por vía materna, y del otro no fue posible determinar su haplotipo. Los dos individuos pertenecientes al haplogrupo U tienen haplotipos diferentes. Este sería un claro ejemplo de como los análisis genéticos han probado que la hipótesis de que este grupo representaba una familia nuclear, estaba equivocada. El ADNmt revela que la mujer adulta no puede haber sido la madre de ninguno de los individuos infantiles. Aunque tres de los individuos infantiles y el hombre adulto comparten un mismo haplogrupo, al menos 5 linajes mitocondriales diferentes se encontraron en la cueva. Estos resultados hacen que sea necesario plantear otras hipótesis sobre los sistemas de parentesco de esta sociedad. Los autores proponen que pueda representar un pequeño grupo con un sistema patrilocal de emparejamiento.¹⁴

En cuanto a la tercera línea de investigación sobre las prácticas funerarias, un buen ejemplo es el estudio mencionado por Faerman¹⁵ sobre los restos de 10 individuos infantiles, encontrados en jarras, o bajo cerámica o debajo de las casas, en el yacimiento israelí de Tel Teo. Su cronología va desde el Neolítico hasta principios de la edad del Bronce y las edades de los individuos van desde recién nacidos hasta los tres meses. La determinación genética del sexo fue consistente en 5 de los 9 individuos estudiados, siendo todos niños. Esto lleva a plantearse la posibilidad de un tratamiento especial en el enterramiento de individuos infantiles masculinos.

Como podemos ver en los diferentes estudios realizados la determinación del sexo en restos infantiles resulta fundamental a la hora de emprender interpretaciones históricas relacionadas con la estructura social de las poblaciones del pasado, en particular con la familia. Los estudios sobre la

infancia, sobre la manera como esta es entendida en las diferentes culturas y sobre las posibles diferencias en las condiciones de vida de niños y niñas también se ven complementados por este tipo de análisis, que permiten profundizar algunas de las interpretaciones que se han hecho al respecto hasta el momento. Sin embargo, la determinación sexual basada en métodos antropológicos presenta algunas dificultades. El dimorfismo sexual es mucho menor en los individuos infantiles por lo que la exactitud de los resultados es inferior a la de los individuos adultos. Se han hecho algunas propuestas para la utilización de diversas metodologías antropológicas, pero aún así la efectividad no es demasiado alta.¹⁶ Es por esto que la determinación genética del sexo se vuelve una alternativa muy tentadora en este tipo de estudios.

Para los análisis de ADN la selección adecuada de las muestras resulta fundamental para la obtención de buenos resultados. Los dos principales problemas que plantean los estudios de ADN antiguo son la degradación y la contaminación. El ADN sufre una degradación constante, incluso estando el individuo vivo, que deja de repararse cuando este muere. Con el transcurso del tiempo las moléculas se encontrarán cada vez más dañadas, al ser afectadas por procesos como la oxidación o las lesiones hidrolíticas.¹⁷ La contaminación sería en parte consecuencia de trabajar con un ADN degradado, porque las técnicas utilizadas para amplificarlo, es decir multiplicarlo para que se pueda analizar, deben ser muy sensibles para que puedan funcionar con fracciones mínimas de este. Esta sensibilidad es contraproducente en la medida en que estas técnicas serían también extremadamente sensibles a cualquier tipo de contaminación con ADN moderno. Además, el ADN moderno, al estar en mejores condiciones, será preferentemente amplificado en el caso de hallarse los dos tipos de ADN en la reacción de amplificación.

Teniendo en cuenta estos dos factores se han propuesto algunos protocolos en el momento de escoger la región anatómica de donde se va a obtener una muestra.¹⁸ El diente suele ser la primera opción, ya que el esmalte dental al ser un tejido muy resistente actúa como un protector del ADN que se encuentra en la dentina, en el interior del diente, además se han desarrollado técnicas que no implican la destrucción del diente, una ventaja en el estudio de restos arqueológicos. El problema es que en los restos infantiles los dientes no están del todo formados por lo que tienen las raíces abiertas.¹⁹ Esto hace que aumenten considerablemente las posibilidades de contaminación.

La segunda opción suelen ser los huesos largos, sobre todo los fémures y tibias, porque tienen una cortical más gruesa. Sin embargo, en los individuos infantiles las epífisis de estos huesos no están unidas hasta una edad relativamente avanzada, entre los 14 y los 20 años aproximadamente,²⁰ lo que aumenta, una vez más, las posibilidades de contaminación. Además, la cortical es menos gruesa que en los individuos adultos, dificultando un posible raspado de la superficie de los huesos previo a la extracción de la muestra, que se suele realizar ya que al parecer la mayoría del ADN contaminante se concentra en los dos milímetros superficiales del hueso.²¹ Otro de los inconvenientes de la utilización de huesos largos es que tienen que ser sometidos a una técnica destructiva, ya que hay que raspar la superficie de donde se va a obtener la muestra y luego realizar un agujero en la diáfisis para obtener el polvo de hueso.

Una vez vistos algunos ejemplos de la aplicación del estudio del ADN antiguo en restos infantiles, queda claro que hay múltiples campos de aplicación para estas técnicas. A nivel general la determinación del sexo genético, así como la asignación filogenética de individuos infantiles son una herramienta para la profundización de las interpretaciones históricas de diversos comportamientos de las sociedades del pasado. Entre ellos está todo lo relacionado con sacrificios infantiles o infanticidio. También podrían aportar pistas en el estudio de tratamientos funerarios diferenciales en individuos infantiles pertenecientes a una misma sociedad. Su mayor campo de acción está en todo lo que se relacione con la infancia y con una de las instituciones básicas de cualquier sociedad; la familia en su sentido más amplio. Estos análisis podrían arrojar luces sobre las posibles diferencias en las condiciones de vida y muerte de los individuos infantiles, permitiendo evaluar el posible papel del género en estas diferencias.

Ya en el caso concreto de Canarias existen diversas posibilidades para este tipo de estudios. En distintos enterramientos de la Edad Moderna en el archipiélago encontramos restos infantiles. Su estudio desde la perspectiva de la biología molecular sería un gran aporte para entender las relaciones familiares, la infancia y algunas de las diferencias de género en esta época dentro de la sociedad canaria. Esto no implica descartar la posibilidad de analizar individuos infantiles de época aborigen que puedan ampliar nuestro conocimientos sobre estas poblaciones del pasado. El estudio de estas dos

poblaciones permitiría también comparar y contrastar los resultados para ofrecer una visión diacrónica.

En vista de las posibles líneas de investigación aquí presentadas y de las particularidades tanto del ADN antiguo como de los restos infantiles, es necesario hacer una propuesta metodológica que subsane algunos de estos problemas. En otros estudios se han usado costillas²² o fémures²³ pero aquí se propone la utilización de falanges por presentar diversas ventajas. Es un hueso que no está abierto, como otros que ya hemos mencionado, lo que disminuye la posibilidad de contaminación. Es un hueso que no suele aportar demasiada información por sí solo, por lo que la información que pueda aportar el estudio de ADN, compensa de alguna manera que tenga que ser destruido. Vale la pena aclarar que en cualquier caso el hueso debe ser debidamente, medido, analizado y fotografiado antes de ser sometido a cualquier procedimiento. Es un hueso bastante compacto desde etapas tempranas del desarrollo lo que aumenta las posibilidades de que conserve ADN endógeno. Al ser un hueso poco manipulado en los estudios antropológicos tradicionales también se reducen las posibilidades de contaminación por parte de los investigadores.

También se propone que, para poner la técnica a punto y comprobar su eficacia, se hagan unas primeras pruebas con individuos infantiles que tengan ya dientes definitivos en buen estado. La idea es utilizar sus dientes y sus falanges para la obtención de ADN, con la intención de comprobar la fiabilidad de los resultados obtenidos a partir de las falanges, asegurándonos así del éxito de este planteamiento metodológico.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, M., ENGSTROM, A. S., MEYERS, S., HANDT, O., SALDEEN, T., VON HAESELER, A., PÄÄBO, S. & GYLLENSTEN, U. (1998). "Mitochondrial DNA sequencing of shed hairs and saliva on robbery caps: Sensitivity and matching probabilities", en *Journal of Forensic Sciences*, vol. 43, nº. 3, pp. 453-464.
- ARNAY-DE-LA-ROSA, M., GONZALEZ-REIMERS, E., FREGEL, R., VELASCO-VAZQUEZ, J., DELGADO-DARIAS, T., GONZALEZ, A. M. & LARRUGA, J. M. (2007). "Canary islands aborigin sex determination based on mandible parameters contrasted by amelogenin analysis", en *Journal of Archaeological Science*, vol. 34, nº. 9, pp. 1515-1522.
- BOUWMAN, A. S., CHILVERS, E. R., BROWN, K. A. & BROWN, T. A. (2006). "Brief communication: Identification of the authentic ancient DNA sequence in a human bone contaminated with modern DNA", en *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 131, nº. 3, pp. 428-431.
- BRODA, J. (1971). "Las fiestas aztecas de los dioses de la lluvia", en *Revista Española de antropología*, vol. 6, pp. 245-327.
- BUIKSTRA, J. E. Y. U. D. (1994). *Standards. For data collection from human skeletal remains*, Arkansas, Arkansas Archaeological Survey Research Series.
- DE LA CRUZ, I., GONZALEZ-OLIVER, A., KEMP, B. M., ROMAN, J. A., SMITH, D. G. & TORRE-BLANCO, A. (2008). "Sex identification of children sacrificed to the ancient Aztec rain gods in Tlatelolco", en *Current Anthropology*, vol. 49, nº. 3, pp. 519-526.
- DI BERNARDO, G., DEL GAUDIO, S., GALDERISI, U., CASCINO, A. & CIPOLLARO, M. (2009). "Ancient DNA and Family Relationships in a Pompeian House", en *Annals of Human Genetics*, vol. 73, pp. 429-437.
- DUDAR, J. C., WAYE, J. S. & SAUNDERS, S. R. (2003). "Determination of a kinship system using ancient DNA, mortuary practice, and historic records in an Upper Canadian pioneer cemetery", en *International Journal of Osteoarchaeology*, vol. 13, nº. 4, pp. 232-246.
- FAERMAN, M., BAR-GAL, G. K., FILON, D., GREENBLATT, C. L., STAGER, L., OPPENHEIM, A. & SMITH, P. (1998). "Determining the sex of infanticide victims from the late Roman era through ancient DNA analysis", en *Journal of Archaeological Science*, vol. 25, nº. 9, pp. 861-865.
- FAERMAN, M. S., P. (2008). "Has society changed its attitude to infants and children? Evidence from archeological sites in the southern Levant", en: GUSI, F. M., S. OLARIA, C (ed.) *Nasciturus, Infans, Puerulus vovis mater terra*. Castelló: SIAP-Diputació de Castelló.
- FREGEL, R., ALMEIDA, M., BETANCOR, E., SUÁREZ, N. M. & PESTANO, J. (2011). "Reliable nuclear and mitochondrial DNA quantification for low copy number and degraded forensic samples" en *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, vol. 3, nº. 1, pp. e303-e304.
- KRENZEL, U. (2005). "Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico. Tomo II Métodos para la determinación del sexo", en *Compendio de métodos antropológico forenses*. Guatemala Centro de análisis forense y Ciencias aplicadas.
- LÓPEZ AUSTIN, A. (1984). *Cuerpo humano e ideología*, Mexico City, Universidad Nacional Autónoma de México.
- LUNA, L. A., CM. (2005). "Evaluación de marcadores sexuales de individuos subadultos procedentes del sitio Chenque I (Parque Nacional Lihué Calef, Provincia de La Pampa, Arentina)", en *Rev. Esp. Antrop. Fís.*, vol. 25, pp. 25-39.
- MAYS, S. & FAERMAN, M. (2001). "Sex identification in some putative infanticide victims from Roman Britain using ancient DNA", en *Journal of Archaeological Science*, vol. 28, nº. 5, pp. 555-559.
- ORDÓÑEZ, A. C., TRUJILLO, A., RAMOS, G. & ÁLVAREZ, N. (2010, mayo). "Protocolos para la recogida de muestras en restos bioantropológicos. El caso del Tolmo de Minateda", ponencia presentada en el *JIA (Jóvenes Investigadores en Arqueología)*, Barcelona, España.
- PÄÄBO, S., POINAR, H., SERRE, D., JAENICKE-DESPRES, V., HEBLER, J., ROHLAND, N., KUCH, M., KRAUSE, J., VIGILANT, L. & HOFREITER, M. (2004). "Genetic analyses from ancient DNA", en *Annual Review of Genetics*, vol. 38, pp. 645-679.
- SIMON, M., JORDANA, X., ARMENTANO, N., SANTOS, C., DIAZ, N., SOLORZANO, E., LOPEZ, J. B., GONZALEZ-RUIZ, M. & MALGOSA, A. (2011). "The presence of nuclear families in prehistoric collective burials revisited: The bronze age burial of montanissell cave (Spain) in the light of aDNA", en *Am J Phys Anthropol* (en prensa).
- WENK, R. E., TRAVER, M. & CHIAFARI, F. A. (1996). "Determination of sibship in any two persons", en *Transfusion*, vol. 36, nº. 3, pp. 259-262.
- WILSON, A. S., TAYLOR, T., CERUTI, M. C., CHAVEZ, J. A., REINHARD, J., GRIMES, V., MEIER-AUGENSTEIN, W., CARTMELL, L., STERN, B., RICHARDS, M. P., WOROBAY, M., BARNES, I. & GILBERT, M. T. (2007). "Stable isotope and DNA evidence for ritual sequences in Inca child sacrifice", en *Proc Natl Acad Sci U S A*, vol. 104, nº. 44, pp. 16456-61.

NOTAS

¹ ARNAY-DE-LA-ROSA (2007).

² FREGEL (2011).

³ WILSON (2007).

⁴ FAERMAN (1998).

⁵ FAERMAN (1998).

⁶ MAYS (2001).

⁷ DE LA CRUZ (1998).

⁸ BRODA (1998).

⁹ LÓPEZ AUSTIN (1984).

¹⁰ DUDAR (2003).

¹¹ WENK (1996), ALLEN (1998).

¹² DI BERNANRDO (2009).

¹³ SIMON (2011).

¹⁴ SIMON (2011).

¹⁵ FAERMAN (2008).

¹⁶ LUNA (2005), KRENZE (2005).

¹⁷ PÄÄBO (2004).

¹⁸ ORDÓÑEZ (2010).

¹⁹ BUIKSTRA (1994).

²⁰ BUIKSTRA (1994).

²¹ BOUWMAN (2006).

²² DE LA CRUZ (2008).

²³ FAERMAN (1998).