

Iglesias, María Josefa, Eduardo Arroyo, Andrés Ciudad Ruiz, Sara Álvarez, Eva Fernández y Jesús Adánez
2002 Los análisis de ADN de enterramientos de Tikal: La arqueología entre la esperanza y la desesperación. En *XV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2001* (editado por J.P. Laporte, H. Escobedo y B. Arroyo), pp.763-773. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

65

LOS ANÁLISIS DE ADN DE ENTERRAMIENTOS DE TIKAL: LA ARQUEOLOGÍA ENTRE LA ESPERANZA Y LA DESESPERACIÓN

María Josefa Iglesias
Eduardo Arroyo
Andrés Ciudad Ruiz
Sara Álvarez
Eva Fernández
Jesús Adánez

En la ponencia presentada en el simposio del pasado año, *Aplicaciones de la Antropología Molecular a la Arqueología Maya: el Caso de Tikal* (Iglesias et al. 2001) presentamos de manera preliminar las bases en que se asentaba el proyecto “*Los Mayas prehispánicos ante el siglo XXI: aplicación de análisis de ADN mitocondrial al estudio de las clases sociales de la ciudad arqueológica de Tikal, Guatemala*”. En él se planteaba la posibilidad de aplicar nuevas vías para resolver una serie de graves problemas de interpretación con que los arqueólogos nos encontramos a la hora de realizar inferencias a partir de los limitados restos que hallamos en nuestro trabajo de campo. Más específicamente, a partir de aquellos restos de individuos fallecidos en la antigüedad que han sido colocados o depositados intencionalmente siguiendo pautas culturales predeterminadas en cuanto al cuerpo mismo, y que incluyen en muchas ocasiones el acompañamiento de determinados objetos que pueden informarnos sobre la vida de dichos individuos y, en general, sobre la sociedad en que vivieron.

El proyecto contemplaba la investigación de determinados entierros de Tikal a través de diversas vías, una la recopilación de los datos puramente arqueológicos, vía habitualmente conocida y usada por los arqueólogos: el estudio de los restos funerarios en contextos arqueológicos controlados, localización, orientación, posición, ajuares, etc. La segunda vía era más novedosa: se trataba de aplicar análisis de ADN a los restos óseos con el objeto de intentar conocer, en la medida de lo posible, aspectos como el sexo o –sobre todo- la existencia o no de parentesco entre ellos. Una tercera vía, no utilizada en esta ocasión por motivos que explicaremos escuetamente a continuación, era la puesta en relación de estos análisis de ADN con la información epigráfica de Tikal conocida hasta el momento.

Como la nominación del proyecto indica, nuestro interés abarcaba en principio a las diversas clases sociales que, todos suponemos, se dieron en esta ciudad petenera a lo largo de su desarrollo histórico. Pero un primer estudio *in situ* del conjunto de las inhumaciones de Tikal resultó en cierta medida decepcionante. En general debido al estado de natural deterioro en que se encuentra la mayor parte en los entierros de las Tierras Bajas. Pero más específicamente en el caso del *Tikal Project* de la Universidad de Pennsylvania por dos cuestiones diferentes: la primera por la ausencia de un número no determinado de inhumaciones de elite - que parecen encontrarse aún en Estados Unidos y que nunca fueron devueltas ni reclamadas por Guatemala al terminar el proyecto -, y en segundo lugar por la más que posible pérdida de contexto de las inhumaciones presentes en la Bodega de Tikal, debido al paso de los años y a los sucesivos traslados de los restos. Dado por tanto que la información epigráfica estaba mayoritariamente relacionada con las inhumaciones de elite halladas por el *Tikal Project* no presentes en Guatemala, esa vía fue desechada.

Toda vez que aparcamos los restos del *Tikal Project* nos centramos en los del Proyecto Nacional Tikal, de excavaciones más modernas y por ello en mejores condiciones de control que los anteriores, pero ante las limitaciones encontradas a la hora de obtener permiso en relación con el número de muestras a llevar a España, pensamos que era más operativo limitar nuestras propuestas a una sola época, pero una época de gran interés en el contexto histórico de Tikal: el Clásico Temprano, una etapa que supone, al menos para esta ciudad, un fuerte avance en la complejidad de la sociedad Maya.

Este periodo ha sido objeto de numerosas investigaciones, y también especulaciones, que se inician en relación con la subdivisión cronológica de que fue objeto en los ya lejanos tiempos de las excavaciones de Uaxactun y la propuesta de división del Horizonte Tzakol (Manik para Tikal) en tres subfases. Por el momento, quizá sean las excavaciones llevadas a cabo en los años 80 en Tikal - y más especialmente las de los Grupos 6C-XVI y 6D-V (Figura 1) - las que han proporcionado la mayor cantidad y variedad de material hasta ahora conocido para este periodo en el área y, que si bien nos podría parecer que ello ayuda a resolver todos los problemas y especialmente a sentar bases más firmes para la división del periodo, ocurre el fenómeno contrario: en ocasiones nos lo complica más, los árboles no nos dejan ver el bosque. Y esto es así por algo que ha sido apuntado recientemente, aunque de manera específica para situaciones y contextos urbanos: no podemos evitar que Tikal sea una ciudad excepcional - e incluso única - en muchos aspectos, pero sí debemos calibrar esta situación en su justa medida, ya que su excepcionalidad la ha hecho en parte responsable de que muchos modelos de comportamiento de los Mayas clásicos se hayan elaborado a partir de la interpretación de sus numerosos datos. Es este un "Tikal-centrismo" que ha influido por ejemplo en nuestra percepción acerca de las ciudades Mayas (Ciudad e Iglesias 2001:12; Laporte 2001:150), pero que también hace que ciertamente al lado de sus registros arqueológicos los rescatados en otros sitios queden en ocasiones minimizados. Háganse cuenta que pudiera ser - obviamente exagerando - un equivalente a las diferencias en géneros que podemos hallar hoy entre los de la pequeña tienda de la esquina de nuestra manzana y las grandes tiendas Paiz o Cemaco. Cualquier cosa que procede de Tikal marca pauta y sirve de comparación para el resto. ¿Pero podríamos asegurar que la imagen que nos transmite las variadas estanterías de los grandes almacenes es fiel reflejo de la cultura material actualmente usada por una gran parte de la sociedad guatemalteca? ¿Realmente Tikal u otra gran urbe nos da la medida de todas las cosas para el área Maya?

A partir de estas reflexiones hay momentos en que pensamos si la elección de Tikal para iniciarnos en los análisis de ADN era la mejor idea, pero ciertamente jugábamos con la ventaja de poder controlar con una cierta facilidad los datos arqueológicos, y por otra que el monto de excavación realizada por los diferentes proyectos nos presentaba, en un nivel teórico, una variedad de entierros mucho mayor que en cualquier otra ciudad Maya. Y es que a pesar de los problemas de limitación, de los que les acabo de hablar, Tikal seguía teniendo una muestra arqueológica con altas dosis de interés, como todo en Tikal.

Al final la muestra elegida – hasta 26 dientes - procede mayoritariamente (Figura 2) de los dos grupos citados (n=22), pero asimismo se tomó muestra de dos entierros procedentes de sendas estructuras de Mundo Perdido (5C-47 y 5D-84), y otras dos muestras de una inhumación de la Zona Norte, la localizada en la Estructura 3D-43.

Si estos eran los problemas arqueológicos, no crean que los problemas puramente técnicos moleculares eran menores: los problemas generales que una ciencia tan joven como la Antropología Molecular se encuentra al trabajar con muestras arqueológicas son aún importantes: por ejemplo, una obvia posibilidad de contaminación del ADN antiguo con ADN actual por no tener las suficientes precauciones a la hora de tomar la muestra; o que el ADN aparezca extraordinariamente dañado debido sobre todo a factores de tipo medio-ambiental; o que los procesos particulares de putrefacción del cadáver en relación con factores como suelos especiales lleven a la presencia de inhibidores que no permitan amplificar (con PCR) las con frecuencia mínimas muestras de ADN presentes. Otro problema añadido está en la naturaleza misma del ADN que da mayores posibilidades si trabajamos con el ADN mitocondrial (ADNmt) que con el nuclear, al haber en cada célula un solo núcleo y muchas mitocondrias (que en la fecundación las aporta el óvulo, el elemento femenino), lo que teóricamente amplifica las

posibilidades de hallar ADN si trabajamos con él, aunque esto nos mueve por líneas de parentesco puramente femeninas.

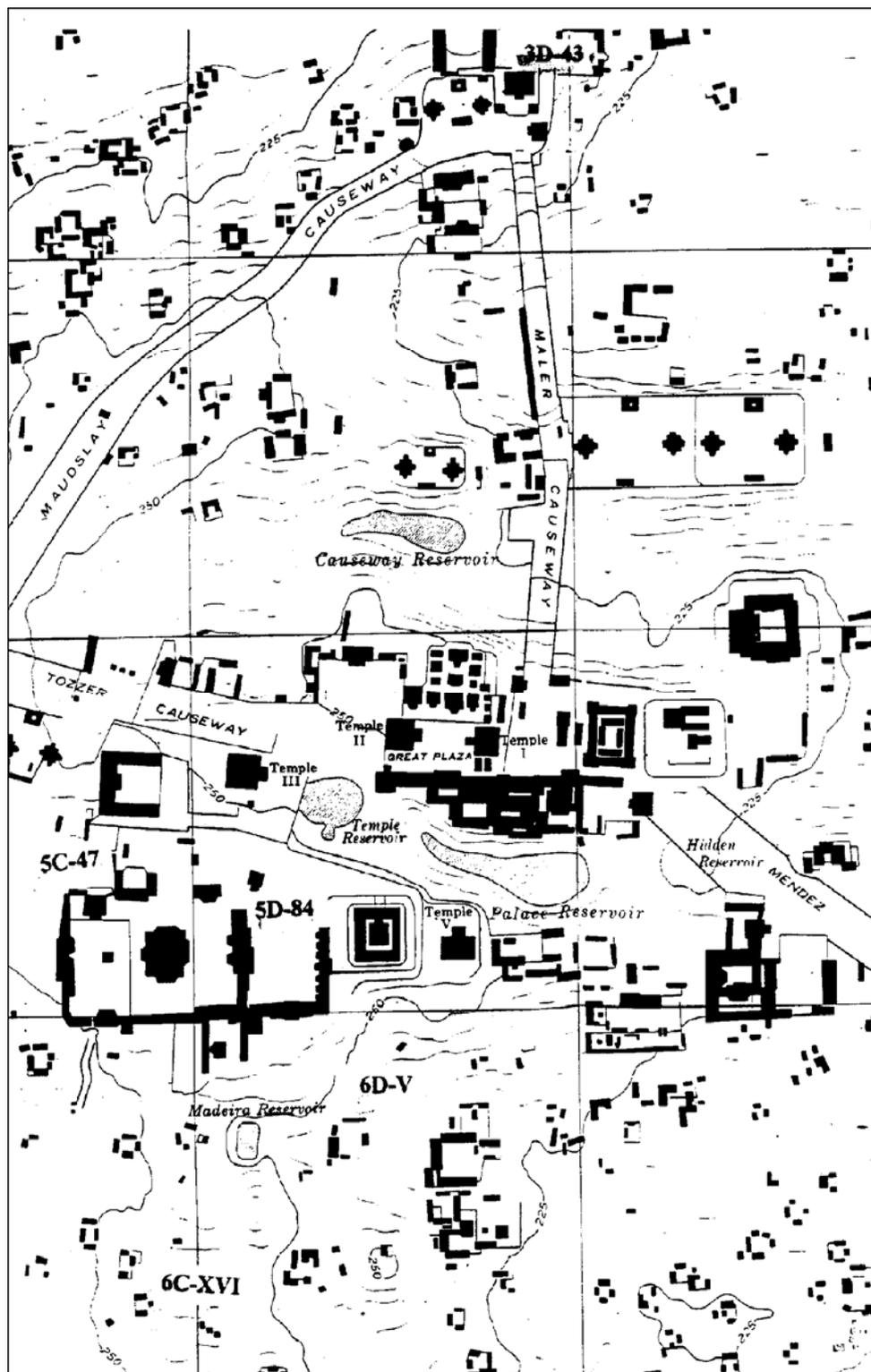


Figura 1 Localización de los Grupos 6C-XVI y 6D-V de Tikal (tomado de Carr y Hazard 1961)

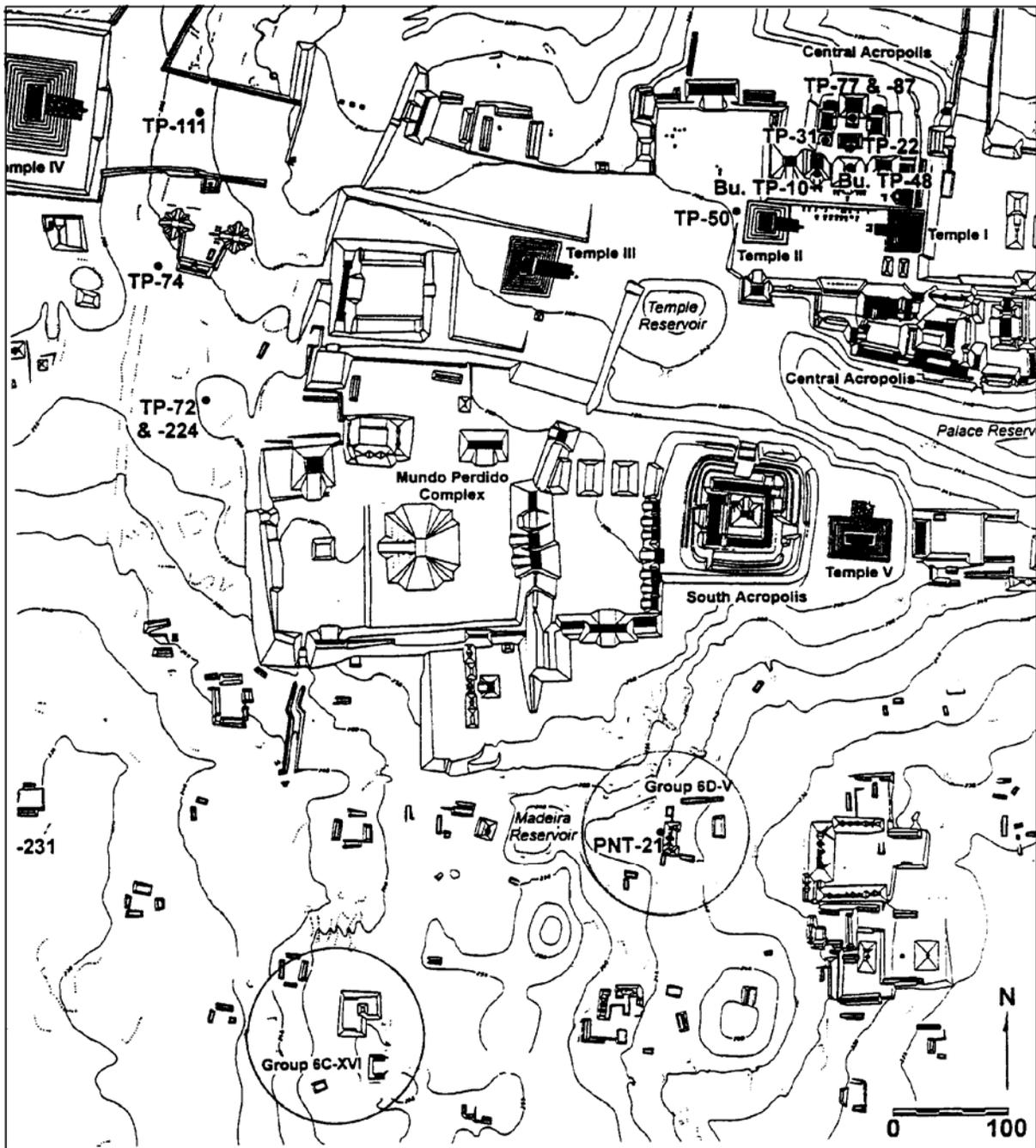


Figura 2 Localización de los grupos de donde se obtuvo la muestra elegida para análisis de ADN

Por último, es necesario informar que dado que se trata de un proyecto pionero y que los análisis conllevan una destrucción total de la muestra, se optó por elegir un porcentaje de la muestra procedente de contextos no primarios y así de las 26 muestras, 12 proceden de los llamados Depósitos Problemáticos, pero incluso una parte de los entierros más formales eran asimismo secundarios, como puede verse en la Tabla 1.

TABLA 1
PROCEDENCIA Y CONTEXTO DE LAS MUESTRAS A ANALIZAR

PROCEDENCIA	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	TIPO DE CONTEXTO
Grupo 6D-V	DP 21 H-1	Depósito problemático
Grupo 6D-V	DP 21 H-2	Depósito problemático
Grupo 6D-V	DP 21 H-3	Depósito problemático
Grupo 6D-V	DP 21 H-III	Depósito problemático
Grupo 6D-V	DP 21 J-2	Depósito problemático
Grupo 6D-V	DP 21 J-4	Depósito problemático
Grupo 6D-V	DP 21 K-2	Depósito problemático
Grupo 6D-V	DP 21 K-4	Depósito problemático
Grupo 6C-XVI	DP 31 - PNT 60	Depósito y Entierro secundario
Grupo 6C-XVI	DP 31 - PNT 60	Depósito y Entierro secundario
Grupo 6C-XVI	DP 19	Depósito problemático
Grupo 6C-XVI	DP 19-I	Depósito problemático
Estructura 5D-84	PNT 24	Entierro primario
Estructura 5C-47	PNT 29/30 – DP 10	Depósito problemático
Grupo 6C-XVI	PNT 55	Entierro primario
Grupo 6C-XVI	PNT 61	Entierro secundario
Grupo 6C-XVI	PNT 141A	Entierro primario
Grupo 6D-V	PNT 143	Entierro primario
Grupo 6D-V	PNT 157	Entierro secundario
Grupo 6D-V	PNT 164	Entierro primario
Grupo 6D-V	PNT 172	Entierro secundario
Grupo 6C-XVI	PNT 174	Entierro secundario
Grupo 6D-V	PNT 177	Entierro primario
Estructura 3D-43	PNT 212A	Entierro primario
Estructura 3D-43	PNT 212B	Entierro primario

RESULTADOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Un refrán hispano dice que "las cosas de palacio van despacio", y en la actualidad de las 26 muestras llevadas a España para analizar se han trabajado 18 (Arroyo *et al.* 2001), y no en su total rendimiento. Y en principio esta lentitud se debe a que, dado el aún escaso número de trabajos de investigación sobre ADN en poblaciones americanas, no tanto actuales de las cuales hay cada vez más (Bianchi *et al.* 1998; Ruiz-Linares *et al.* 1999), como especialmente prehispanicas (Álvarez *et al.* 2001; Arrellín *et al.* 2001; Coral *et al.* 1995 (1999); Merriwether 1997; Whittington y Reed 1997), la estrategia de trabajo va enfocada a tratar de controlar el mayor número posible de variables, experimentando con diferentes aplicaciones para lograr un rendimiento mayor.

Y así, nuestro equipo de antropólogos moleculares pensaron que, a pesar de las dificultades preexistentes, era de interés tratar de investigar en primer lugar el ADN nuclear, que apenas ha sido usado en investigaciones americanas, para seguir posteriormente con el análisis de ADN mitocondrial.

En estos momentos, de las 18 muestras investigadas tres (TK 3, TK 11, TK 13), han dado resultados positivos y uno dudoso (TK 9), es decir, en tres de ellas se han podido hallar fragmentos de cromosoma Y. Esto supone que tenemos un porcentaje de resultados para ADN nuclear cercano al 20 %. En estos tres casos se ha podido constatar que estamos frente a individuos indudablemente masculinos y uno con fuertes posibilidades de serlo; es posible que las muestras que faltan por analizar nos deparen uno o dos positivos más, todo lo cual nos indica que, disponiendo de material suficiente, siempre merece la pena intentar esta vía además de la mitocondrial, de manera que la visión final sea lo más completa posible.

Otra información importante que nos ha proporcionado los resultados de estas tres muestras es que no existe parentesco entre ellos, ya que ninguno comparte haplotipo alguno entre los recuperados.

Centrándonos en el análisis más arqueológico de dichos resultados, vemos que las muestras positivas (Figura 3) están localizadas en diferentes grupos: 5C-47 o uno de los palacetes que componen el complejo conocido como la Herradura en Mundo Perdido, el Grupo 6C-XVI y el Grupo 6D-V, y que aunque pertenecen a un mismo periodo temporal amplio, pueden existir unas diferencias de 200 años entre ellas, ya que los contextos nos remiten a Manik 2 (300-450) para el PNT-61, Manik 3 a (450-550) para el PNT-172, e incluso Manik 3b o comienzos de Ik para el PNT-29/30/DP10.

El hecho puntual de no haber tenido resultados positivos de cromosoma Y en las restantes muestras, no quiere decir que necesariamente éstas sean de sexo femenino, pensamos que más bien se debe a la presencia de agentes inhibidores que no permiten ver con claridad los restos de ADN en caso de que estén presentes. Debo dejar claro que, en ningún caso, esto agota las posibilidades de información de estas muestras, ya que también se están realizando análisis de ADN mitocondrial.

Otro aspecto de interés a analizar a la vista de los resultados, es el hecho de que, frente a nuestras primeras expectativas, pensando de forma "lógica", que los entierros primarios podrían tener mayores posibilidades de éxito por el hecho de poseer contextos más "vírgenes", vemos que nuestros tres "éxitos" (ver Tabla 1) son inhumaciones secundarias, es decir entierros que, por motivos que obviamente ignoramos, fueron en la antigüedad removidos de su localización original. Ello es interesante ya que nos lleva a pensar que no necesariamente el hecho de que un entierro se haya manipulado de forma sucesiva suponga un problema añadido en la pérdida de masa molecular analizable. Da la impresión de que son otros, como vamos también a comentar, los condicionantes que hacen más complicados nuestros resultados.

De hecho, si parece cada vez más evidente que – además de los procesos particulares y únicos de putrefacción de cada cadáver - la incidencia del clima es uno de los factores de mayor importancia. Así, en el más reciente Congreso de la Sociedad Española de Antropología Biológica celebrado en Barcelona (10-13 julio 2001), se presentaron ejemplos, en algunos casos más antiguos que los nuestros y de lugares geográficamente tan dispares como la isla de Mallorca y sobre poblaciones Talayóticas de los siglos VI al II AC (Montiel y Malgosa 2001), con un clima puramente mediterráneo, o muestras procedentes del periodo Neolítico de Oriente Medio - área de gran sequedad - (Fernández *et al.* 2001), en donde las condiciones climáticas han logrado preservar un porcentaje mucho mayor de lo que sin duda es habitual en nuestros trópicos.

Dos ejemplos americanos bastantes próximos al área Maya, tales como Monte Albán en Oaxaca y Tlatelolco (Muñoz Moreno *et al.* 2001; De la Cruz *et al.* 2001), han proporcionado unos porcentajes de resultados en ADN mitocondrial y nuclear realmente excelentes, pero también es cierto que ambos se encuentran en lo que calificamos como Tierras Altas con un clima manifiestamente menos húmedo que el nuestro.

Y así, en Monte Albán de una muestra de 46 individuos, en 41 lograron extraer haplogrupos (A y B) a partir de muestras de ADN mitocondrial (Muñoz Moreno *et al.* 2001). Estos resultados han sido usados, en principio, para realizar inferencias acerca del tipo de linajes que entraron originariamente a América, pero sin duda pueden proporcionar informaciones mucho más ajustadas al desarrollo socio-histórico de un sitio como Monte Albán de gran transcendencia para la historia de Mesoamérica.

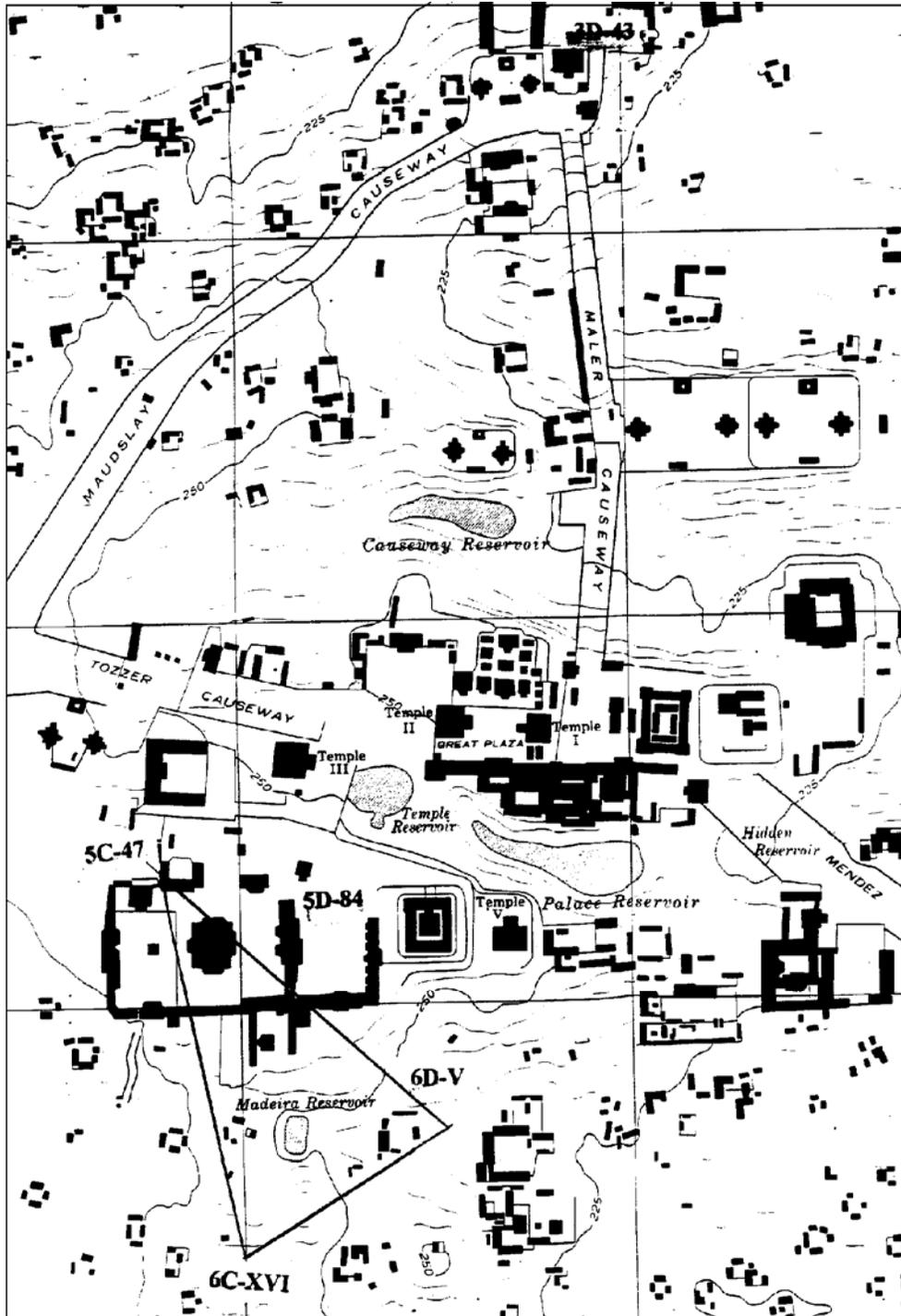


Figura 3 Grupos donde se han obtenido resultados positivos a amplificación de ADN nuclear

En el caso de las investigaciones llevadas a cabo con restos de 43 individuos – en su mayoría infantes de corta edad (0-3 años) procedentes del *Templo de Ehecatl-Quetzalcoatl* en Tlatelolco de época Azteca, estaban encaminadas a tratar de resolver los problemas de sexamiento que no podían solucionarse por puras técnicas morfométricas (De la Cruz *et al.* 2001). Pues bien, los resultados de los análisis moleculares muestran que en su inmensa mayoría fueron masculinos, lo que apoya la hipótesis de que los individuos escogidos para sacrificio eran la personificación viviente del dios al que se ofrecían, en este caso a los Tlaloque – ayudantes de Tlaloc dios de la lluvia -, y por ello pequeños y varones.

Para terminar este apartado nos gustaría comentar, tal y como he avanzado, que nuestro equipo está llevando a cabo ensayos de amplificación de ADN mitocondrial, pero dado que el estudio de estas secuencias requiere un mayor número de repeticiones por muestra, hasta aclarar todas las posiciones de la secuencia, no hemos considerado conveniente aportar en este momento los resultados obtenidos, por otro lado, aún bastante parciales, y por ello susceptibles de sesgar nuestras apreciaciones.

Existe una vía que solo ha sido apuntada preliminarmente en el pasado Simposio y es la aplicación de otro tipo de análisis (isótopos de oxígeno y estroncio) a los restos de la muestra – más específicamente a los residuos de esmalte - que tenemos en España. Es posible que estas pruebas nos puedan proporcionar información sobre la homogeneización o variación étnica de los entierros y depósitos investigados. Esto guarda relación directa con el problema de interacción de Tikal y Teotihuacan en la fase Manik 3a, y sería interesante saber si existen restos de individuos foráneos en los contextos funerarios y problemáticos en los que hay objetos no Mayas y que no necesariamente tuvieron que llegar a Tikal por una vía comercial más o menos directa, sino en relación directa con individuos que los pudieron transportar en sus ajuares.

CONCLUSIONES

1. Se puede asegurar que el proceso de amplificación es riguroso y los resultados obtenidos fiables, a juzgar por la ausencia de señal de los controles.
2. Es necesario tener en cuenta que aunque en la actualidad las poblaciones más estudiadas a nivel de ADN son las europeas, seguidas de las asiáticas, cada vez más se dispone de datos de amerindios, aunque en un pequeño porcentaje de prehispánicos que son los que nos interesan a nuestro proyecto. En cualquier caso, los haplotipos recuperados en Tikal (0.019 para TK 3, 0.0000052 para TK 11 y 0.029 para TK 13) ayudan a marcar claramente las diferencias con poblaciones europeas y asiáticas (Hou *et al.* 2001). El sistema más informativo es DYS439 que presenta en el haplotipo un alelo 10; este alelo tiene una frecuencia de 0.038 en europeos (Italia) (Grignani *et al.* 2000) y de 0.213 en pakistaníes (Ayub *et al.* 2000). Esto supone un importante avance de cara a crear las tan necesarias bases de datos para indígenas americanos prehispánicos.
3. Se ha demostrado que a pesar de las múltiples dificultades, es posible recuperar fragmentos de cromosoma Y de población Maya prehispánica, aunque sea todavía en un pequeño porcentaje (20%).
4. Los resultados fallidos de las muestras en la amplificación de ADN nuclear pueden deberse tanto al sexo femenino de las muestras como a la presencia de inhibidores, aunque nos inclinamos más bien a esto último. Estos inhibidores son sustancias que copurifican con el ADN durante el proceso de extracción y pueden ser tanto elementos del propio suelo como productos de degradación de restos orgánicos.
5. Los haplotipos recuperados permiten asegurar que los individuos TK3, TK11 y TK13 no están relacionados patrilinealmente, ya que ninguno comparte haplotipo.
6. Es necesario ampliar los resultados obtenidos al resto de las muestras restantes (TK12, TK14, TK16, TK18A y TK18B), así como continuar los estudios en marcha de secuencias de ADN

mitocondrial (ADNmt), ya que a pesar de la existencia de inhibidores en la muestra, se ha demostrado que resulta factible la amplificación de ADNmt en este tipo de muestras (Fernández *et al.* 2001).

7. Como avanzábamos al comienzo de la plática, cuando planteamos el proyecto sabíamos que podíamos encontrarnos en teoría con una serie de factores que actuaban en contra nuestra. Entre ellos el trabajar con una muestra procedente de excavaciones realizadas hace entre 16 y 40 años, en unos momentos en que ni siquiera se intuían los avances que íbamos a tener en los decenios siguientes. Parece claro que los mayores problemas que quizá tenemos actualmente para obtener mejores resultados guardan relación con los procesos acelerados de degradación que sufren todos los materiales orgánicos en las Tierras Bajas tropicales. Y así, aunque externamente las muestras - en este caso los dientes - aparezcan como perfectamente encapsulados o sellados, la realidad es que el posible ADN que reste en su interior ha podido sufrir, junto con el paso del tiempo, una serie de procesos de degradación que no se dan en otros lugares del mundo de clima más propicio, aun en muestras de mayor antigüedad que las nuestras. Esta es en parte nuestra desesperación.
8. Otro aspecto importante es que a partir de los resultados obtenidos - incluso de los negativos - es posible ver con mayor claridad los problemas que pueden limitar, aunque creemos que sólo temporalmente, las expectativas que el desarrollo de la Antropología Molecular ha generado en los arqueólogos. No hay que olvidar que los trabajos pioneros más que resolver grandes problemas, sirven fundamentalmente para sentar bases firmes en las que apoyar una relación científica que en el futuro cercano puede depararnos una gran cantidad de satisfacciones en forma de apoyo a nuestras limitadas interpretaciones de bases solamente arqueológicas. Al lado de otros tipos de investigaciones existen todavía muy pocos análisis de ADN, aunque raro es el foro internacional que estos últimos años no cuenta con alguna ponencia dedicada a ello (De la Cruz *et al.* 2001; Muñoz Moreno *et al.* 2001). Esto nos indica que el camino iniciado con las muestras de Tikal es extraordinariamente relevante, ya que sólo contando con una base de datos importante, y no limitada en un nivel regional o de grupos étnicos, sino también ampliada a nivel supranacional, es decir, emplazándonos en amplias zonas culturales como por ejemplo Mesoamérica, seremos capaces de empezar a montar con mayor seguridad el "rompecabezas" que actualmente suponen las inferencias realizadas sobre diversos desarrollos históricos de las poblaciones prehispánicas.
9. Por último, nos gustaría incidir en algo que apuntamos el año pasado, y es que - independientemente de los resultados aquí expuestos - es necesario plantear una política institucional que contemple, como parte esencial de los programas de excavación, una toma de muestras controlada de los restos óseos, de manera que comencemos a prever lo que en un tiempo muy reducido serán análisis que se puedan asumir con facilidad a niveles científicos y económicos por los diferentes proyectos que excavan en el país y en cualquier lugar del mundo, como una técnica analítica más.

Estoy convencida de que el hecho de no haber obtenido todavía resultados espectaculares que ameriten un artículo en la *National Geographic*, no debe en ningún caso desesperarnos. La paciencia es una excelente virtud, y entre las cosas que nos diferencian a los seres humanos de los animales está la conciencia de que existe un futuro más o menos inmediato, y sin duda ésa es nuestra mayor esperanza.

REFERENCIAS

- Ayub Q., A. Mohyuddin, R. Qamar *et al.*
2000 Identification and Characterization of Novel Human Y-chromosomal Microsatellites from Sequence Database Information. *Nucleic Acids Res* 28:e8.
- Arrellín T., L. Manzanilla, R. Vargas-Sanders
2001 Preservación de ADN: Estudio de ADN nuclear en esqueletos prehispánicos. Ponencia, XII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Antropología Biológica, Barcelona.
- Arroyo-Pardo, Sara Álvarez, Eva Fernández, Daniel Turbón, Andres Ciudad, Jesús Adánez y M. Josefa Iglesias
2001 Estudio de polimorfismos STR del cromosoma Y en una muestra de población Maya de la ciudad de Tikal (Guatemala). Ponencia, XII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Antropología Biológica, Barcelona.
- Bianchi N.O., C.I. Catanesi, G. Baillet *et al.*
1998 Characterization of Ancestral and Derived Y-chromosome Haplotypes of the New World Native Populations. *American Journal of Human Genetics* 63:1862-1871.
- Carr, Robert y James Hazard
1961 *Map of the Ruins of Tikal, El Petén, Guatemala*. Tikal Report 11. The University Museum. University of Pennsylvania, Philadelphia.
- Ciudad Ruiz, Andrés y M. Josefa Iglesias Ponce de León
2001 Un mundo ordenado: La ciudad Maya y el urbanismo en las sociedades antiguas. En *Reconstruyendo la ciudad Maya: El urbanismo en las sociedades antiguas* (editado por A. Ciudad, M.J. Iglesias y M.C. Martínez), pp.11-40. Sociedad Española de Estudios Mayas, Madrid.
- Coral Vásquez, Ramón, Fabio Salamanca Gómez y Leonor Buentello Malo
1995 (1999) Aportación del ADN mitocondrial en el estudio filogenético de las poblaciones indígenas de América. *Anales de Antropología* XXXII: 73-82.
- De la Cruz, M.I., A. González-Olivier, J.A. Román J. Sánchez-Reyes y A. Torre-Blanco
2001 Identificación del sexo de niños sacrificados a los antiguos dioses Aztecas de la lluvia en Tlatelolco, México, por medio de técnicas moleculares. Ponencia, XII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Antropología Biológica, Barcelona.
- Fernández, Eva, Sara Álvarez, Eduardo Arroyo-Pardo y Daniel Turbon
2001 Estudio de inhibidores de la PCR presentes en diferentes extractos de ADN antiguo. Ponencia, XII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Antropología Biológica, Barcelona.
- Grignani P., G. Peloso, P. Fattorini *et al.*
2000 Highly informative Y-chromosomal haplotypes by the addition of three new STRs DYS437, DYS438 and DYS439. *International Journal of Legal Medicine* 114: 25-129.
- Hou Y., J. Zhang, Y.B. Li, J. Wu, S.Z. Zhang y M. Prinz
2001 Allele sequences of six new Y-STR loci and haplotypes in the Chinese Han population. *Forensic Science International* 118: 147-152.

- Iglesias Ponce de León, M^a Josefa, Andrés Ciudad, Eduardo Arroyo, Jesús Adánez y Sara Álvarez
2001 Aplicaciones de la Antropología Molecular a la Arqueología Maya: El caso de Tikal. En *XIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2000* (editado por J.P. Laporte, A.C. de Suasnávar y B. Arroyo, pp.1069-1088. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.
- Laporte, Juan Pedro
2001 Dispersión y estructura de las ciudades del sureste de Petén, Guatemala. En *Reconstruyendo la ciudad Maya: El urbanismo en las sociedades antiguas* (editado por A. Ciudad, M.J. Iglesias y M.C. Martínez), pp.137-161. Sociedad Española de Estudios Mayas, Madrid.
- Merriwether, D. Andrew, D. Reed y Robert Ferrell
1997 Ancient and Contemporary Mitochondrial DNA Variation in the Maya. En *Bones of the Maya: Studies of Ancient Skeletons* (editado por S. Whittington y D. M. Reed), pp.208-221. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Muñoz Moreno, M.L., M. Moreno Galeana, V.M. Macías Juárez, M.L. Márquez Morfín y A. Martínez Meza
2001 Análisis de ADNmt de una población prehispánica de Monte Albán. Ponencia, XII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Antropología Biológica, Barcelona.
- Ruiz Linares A., D. Ortiz Barrientos, M. Figueroa *et al.*
1999 Microsatellites Provide Evidence for Y Chromosome Diversity among the Founders of the New World. *Proceedings of the National Academy of Science* 96:6312-6317.
- Whittington, Stephen y David M. Reed (ed)
1997 *Bones of the Maya: Studies of Ancient Skeletons*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.