



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

POSGRADO EN ANTROPOLOGÍA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES

CENTRO DE INVESTIGACIONES MULTIDISCIPLINARIAS SOBRE CHIAPAS Y
LA FRONTERA SUR

ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DEL ADN MITOCONDRIAL EN
ENTIERROS DE TLAILOTLACAN, TEOTIHUACÁN.

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN ANTROPOLOGIA

PRESENTA:
JOSÉ MANUEL SOLER HERNÁNDEZ

TUTOR: DRA. ANA JULIA AGUIRRE SAMUDIO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX., NOVIEMBRE, 2019.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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

Agradezco al laboratorio de Antropología Genética del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial a la Dra. Ana Julia Aguirre Samudio quien me brindó su tutoría y enseñanzas en el laboratorio para llevar a buen término esta tesis.

A la Dra. Lilia Escorcía Hernández del Laboratorio de Antropología Forense del IIA-UNAM, quien hizo posible el inicio de este aprendizaje.

A la subdirección técnica de la Zona Arqueológica de Teotihuacán del Instituto Nacional de Antropología e Historia, particularmente a la Dra. Verónica Ortega Cabrera por facilitar el acceso a los materiales óseos.

A la Coordinación del Posgrado en Antropología-UNAM.

Al PAEP-UNAM y al CONACYT por las becas otorgadas.

A la beca y apoyos de los proyectos de la UNAM:

PAPIIT N402015 “Un análisis poblacional mediante ADN antiguo. Diversidad genética en Teotihuacán y la Joya, Veracruz”.

PAPIIT N402818 “Historia microevolutiva a través del ADN antiguo. Movimiento poblacional ancestral zapoteca en el Valle de Tlacolula, Oaxaca”.

Al Comité Académico de evaluación de esta tesis, conformado por:

Dr. Carlos Serrano Sánchez. IIA-UNAM.

Dra. Emily McClung. IIA-UNAM.

Dr. Bernd Fahmel Beyer. IIA-UNAM.

Dra. Blanca González Sobrino. IIA-UNAM.

A todos ellos, gracias por sus valiosos comentarios y asesoría.

Agradezco al Dr. Julio Granados Arriola del INCMNSZ por su apoyo durante la maestría.

INDICE

I- INTRODUCCIÓN	1
II- MARCO TEÓRICO	4
2.1 ADN ANTIGUO	4
2.2 GENÉTICA DE POBLACIONES.....	5
2.3 ESTRUCTURA GENÉTICA DE UNA POBLACIÓN	6
2.4 FLUJO GENÉTICO	8
2.5 EXTRACCIÓN DE ADN ANTIGUO.....	11
2.6 VARIABILIDAD DEL ADN MITOCONDRIAL.....	12
2.7 PROCESOS HISTÓRICOS DE MOVIMIENTO POBLACIONAL EN MESOAMÉRICA.....	13
III.- ANTECEDENTES	15
IV.- MARCO HISTÓRICO Y GEOGRÁFICO	18
4.1 LAS LENGUAS QUE SE HABLABAN EN TEOTIHUACÁN	18
4.2 RELACIONES ENTRE OAXACA Y TEOTIHUACÁN.....	20
4.3 TRADICIÓN FUNERARIA EN TEOTIHUACÁN, OAXACA Y TLAILOTLACAN	25
4.4 EVIDENCIA DE CONTACTO ENTRE TEOTIHUACÁN Y OAXACA DESDE LA ICONOGRAFÍA.....	29
V.- OBJETIVOS	47
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	47
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	47
VI.- HIPÓTESIS	47

VII.- METODOLOGÍA	48
7.1 GRUPO DE ESTUDIO	48
7.2 MEDICIÓN DEL pH DEL SEDIMENTO	53
7.3 MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO	54
7.4 TÉCNICA DE EXTRACCIÓN UTILIZADA	59
7.5 ANÁLISIS DE GENOTIPOS Y DE FRECUENCIAS	66
VIII.- RESULTADOS	71
IX.- DISCUSIÓN	87
X.- CONCLUSIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	95
INDICE DE FIGURAS	104
INDICE DE TABLAS	108

I. - INTRODUCCIÓN

La variabilidad humana es el objeto de estudio de la antropología física, su estudio debe hacerse tomando en cuenta el contexto de la diversidad. En este estudio se aborda a nivel molecular, la variación genética de un grupo de pobladores prehispánicos respecto a los polimorfismos del ADN antiguo mitocondrial.

En México, el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas equipara los conceptos de agrupación lingüística con el de Pueblo Indígena y señala 68 agrupaciones lingüísticas, consideradas, al mismo tiempo, como Pueblos Indígenas (INPI, 2019). Esta gran diversidad cultural es portadora de una gran variabilidad biológica, la cual se estudia desde la genética molecular, considerando la variabilidad genética, el aspecto lingüístico, los aspectos culturales y el pasado histórico.

En el caso de poblaciones vivas, algunos estudios en ADN nuclear con polimorfismos de genes del sistema inmune denominados HLA (Antígenos del Leucocito Humano) dan cuenta como se diferencian los grupos del norte de los del centro y a su vez de los del sur y sureste. Basándose en los polimorfismos de estos genes algunos investigadores han generado tablas donde caracterizan algunos grupos indígenas de México con haplogrupos de referencia (Zuñiga, 2013). En el mismo sentido se han caracterizado estas variaciones entre los grupos mediante estudios de ADN mitocondrial y del cromosoma Y.

Esta riqueza coexiste e interactúa desde la época prehispánica, en la que Teotihuacán agrupó sectores de diversas partes de Mesoamérica. Siendo Tlailotlacan uno de estos sectores habitado presuntamente por personas provenientes de Oaxaca.

En este sentido el estudio de esta variabilidad es de importancia para conocer la estructura genética de la población de Tlailotlacan respecto a los haplogrupos del ADN mitocondrial, e identificar algún patrón de movilidad poblacional en la ciudad prehispánica de Teotihuacán, particularmente en esta zona del llamado barrio oaxaqueño.

Esta investigación forma parte del Proyecto “Un análisis poblacional mediante ADN antiguo. Diversidad genética en Teotihuacán y la Joya, Veracruz” a cargo de la Dra. Ana Julia Aguirre Samudio. Y contó con financiamiento de UNAM-PAPIIT IN402015.

Para hacer uso de los materiales óseos se contó con la autorización de la Dra. Verónica Ortega Cabrera, de la Subdirección Técnica de la Zona arqueológica de Teotihuacán.

La zona arqueológica de Teotihuacán fue reconocida como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1987.

A lo largo del tiempo se han realizado diversas excavaciones en Teotihuacán que han permitido identificar la presencia de grupos pertenecientes a otras áreas de Mesoamérica, como el Occidente de México, el Golfo de México, el área Maya y Oaxaca. Desde 1905 se iniciaron las excavaciones y continúan en la actualidad (Rattray, 1997; Rodríguez Manzo, 2003).

La última de éstas investigaciones se ha realizado desde el año 2008, a través del Proyecto de Investigación Arqueológica Barrio Oaxaqueño, auspiciado por el INAH y dirigido por Verónica Ortega Cabrera, quien logró determinar que la ocupación foránea se dio, probablemente desde las fases Tzacualli- Miccaotli, alrededor de 100-200 d. C. (Ortega y Archer, 2014).

Otros autores propusieron que la ocupación zapoteca más temprana encontrada en el área del denominado barrio oaxaqueño corresponde a la fase Tlamimilolpa temprano (200-300 d.C.). Este se ha descrito como oaxaqueño con base en tiestos cerámicos y otras evidencias establecidas para la fase Tlamimilolpa tardía (Rattray, 1987).

En la época en que se fundó el vecindario oaxaqueño, la ciudad de Teotihuacán ya presentaba las construcciones que la caracterizan, mostrando una extensión de 22km² y con una población aproximada de 125, 000 habitantes (Palomares, 2006). El carácter cosmopolita de Teotihuacán lo atribuyo Rattray en 1987 al intercambio de sal mineral, obsidiana y materiales de calidad para la construcción, y al hecho de que existía una buena organización y sistema de transporte (Gonzalez Licón, 2011).

El crecimiento de la industria de obsidiana durante las fases Patlachique, Miccaotli y Tlamimilolpa pudo promover el intercambio comercial y artesanal entre el centro, la costa y el área maya (Spence, 1987).

Estas redes de intercambio que incluían el área de Oaxaca hasta Teotihuacán, dejaron una evidencia del movimiento poblacional, mismo que es susceptible de ser evaluado a través del ADN mitocondrial del linaje materno y a su patrón mutacional a lo largo de las generaciones.

Por otra parte el análisis de marcadores moleculares del cromosoma “Y” y del ADN mitocondrial humano en conjunto con los datos lingüísticos, geográficos, arqueológicos, históricos y culturales permiten contrastar estudios moleculares a nivel regional para comprender mejor la composición genética y dinámicas de las poblaciones humanas actuales (Pineda, 2015).

El presente estudio, se centra en conocer la estructura genética de la colección ósea de los antiguos habitantes de Tlailotlacan a partir del análisis de los haplogrupos del ADN mitocondrial, y se compara a nivel molecular con otros barrios teotihuacanos y algunos otros grupos del Centro, Sureste y Sur de Mesoamérica del período Clásico, como Xcaret, Q.R., del 600-800 d.C. (González-Oliver et al., 2001); Copán, Honduras, del 400-800 d.C. (Merriwether, 1997); Xaltocan al norte de la Ciudad de México del 1400 -1500 d.C. (Mata-Míguez et al., 2012); y los barrios de Teotihuacán: Teopancazco (Álvarez-Sandoval et al., 2015), La Ventilla (300-700 d.C.), San Francisco Mazapa (250-400 d.C); Atetelco (350-600 d.C.) y San Sebastián Xolalpan (250 d.C.). Y del período Posclásico, Tlateloco del 1,200-1,500 d.C. (López Armenta, 2005); Chichen Itzá del 900 d.C. (Bustos, 2016) y de la colección del Mendrugo en Puebla, originaria de los Valles centrales de Oaxaca, del 900-1,500 d.C. (Aguirre, en revisión).

II.- MARCO TEÓRICO

2.1 ADN ANTIGUO

Los primeros estudios de ADN antiguo utilizaron la clonación bacteriana para amplificar pequeñas secuencias nucleotídicas recuperadas a partir de pieles de animales y momias humanas (Higuci, 1984; Paäbo, 1985, 1989).

El estudio del ADN antiguo extraído de huesos cuya antigüedad de cientos o miles de años es de gran importancia para el análisis de genética poblacional y aporta información a los estudios de arqueología, ciencias forenses y evolución.

Después de la muerte el ADN usualmente se degrada rápidamente por la acción de las endonucleasas. Los sistemas de reparación del ADN dejan de funcionar y el daño resulta en pérdida de bases, el ADN antiguo se encuentra fragmentado en secuencias cortas y ha sufrido modificaciones químicas postmortem, y es especialmente susceptible a la contaminación (Aguirre, 2011).

Después de la muerte las cadenas de ADN ya no son reparadas y mantenidas por enzimas celulares, y comienzan a romperse. El daño se inicia con la depurinización, que es la pérdida de alguna adenina (A) y guanina (G) en la molécula, que hace que se fragmente el ADN. Por esta razón una muestra de ADN antiguo tendrá una cantidad de algunos cientos pares de bases (González-Oliver, 2001) y menor a 500 pares. La mayoría miden entre 200pb y 400pb.

El ADN mitocondrial es muy confiable para el estudio del ADN antiguo, su alto número de copias por célula ofrece una mejor oportunidad de conservación respecto al ADN nuclear, cuando los procesos tafonómicos no hayan degradado el material, en los que la temperatura también es un factor determinante. Las bajas temperaturas conservan mejor el material.

Debido a esto se han recuperado restos óseos muy antiguos de alrededor de 700,000 años de antigüedad bajo capas de hielo (Orlando, 2013).

Por otra parte el ADN nuclear se degrada dos veces más rápido que el ADN mitocondrial, debido a que con el tiempo el daño se acumula en las células inactivas, ocasionado por procesos como la hidrólisis y la oxidación (Pääbo, 1989).

Los estudios en ADN antiguo permiten estudiar genética de poblaciones, reconstruir patrones de variación genética, evolución y migración, comparando las frecuencias de los polimorfismos estudiados y evaluando el flujo genético, la deriva genética y las distancias genéticas entre poblaciones.

2.2 GENÉTICA DE POBLACIONES

El concepto de “población” en su acepción biológica se refiere a un grupo de individuos de la misma especie que habitan un mismo espacio y comparten ciertas propiedades biológicas que implican el intercambio de material genético entre los individuos.

En genética una población puede ser definida por una frecuencia alélica¹ al interior de la misma. Al centrar el interés en reconstruir eventos en el pasado demográfico se asume que la demografía es una propiedad de las poblaciones y no de los individuos. Por esta razón se nombra “Genética de Poblaciones” (Jobling, 2004).

La genética de poblaciones tuvo un gran desarrollo alrededor de 1930 con el trabajo de Ronald Fisher, John Haldane y Sewall Right, quienes unieron los conceptos de la teoría de la selección natural de Darwin y caracteres heredados de Mendel. La evolución biológica interpretada por Darwin como un efecto de la selección natural reconoce la participación y el efecto en el proceso de los cambios generados por la mutación sin que este componente sea evaluado o tomado en cuenta en la propuesta de Darwin.

En los siguientes años la descripción de la diversidad genética en el nivel molecular, y lo inadecuado de la selección como el único proceso que explica los niveles de polimorfismo, han requerido un desarrollo sustancial de la teoría de genética de poblaciones (Klug and Cumings, 1999). Diversos autores como Dobzhansky, Mayr, Huxley, Dawkins, Kimura y Gould, entre otros, la han enriquecido.

¹Alelo: Forma alternativa de un gen.

Existe desde la antropología un interés en la prehistoria de las poblaciones, sus orígenes, movimientos y demografías. Y en la historia evolutiva de segmentos específicos de ADN, respecto a genes individuales, cromosomas o genomas enteros (Jobling, 2004).

Es importante tener en cuenta que los procesos poblacionales afectan la diversidad molecular. La genética de poblaciones estudia la variabilidad a nivel de los alelos. Describe frecuencias genotípicas y alélicas en las poblaciones y estudia las fuerzas evolutivas que pueden cambiar estas frecuencias.

Actualmente se integran los aportes de la selección natural de Darwin, las leyes de la herencia genética de Mendel, la mutación como fuente de variación y la genética de poblaciones.

La genética de poblaciones proporciona información acerca de la evolución con bases cuantitativas, ya que se basa en un tipo de modelo de aproximación matemática de las poblaciones, su sistema de apareamiento y sus interacciones. Las poblaciones son dinámicas y pueden crecer y expandirse o disminuir y contraerse mediante cambios en las tasas de nacimientos o de mortalidad, o por migración o por fusión con otras poblaciones y esto a lo largo del tiempo puede dar lugar a cambios en la estructura genética de las poblaciones.

Aunque la Genética de Poblaciones distingue cuatro mecanismos de evolución, los cuáles son: Selección Natural, Deriva Genética, Mutación y Flujo Genético; la presente investigación se centra en conocer la estructura genética y analizar el último de estos cuatro mecanismos, que es el análisis del Flujo Genético.

2.3 ESTRUCTURA GENÉTICA DE UNA POBLACIÓN

La estructura genética de una población se expresa en términos de frecuencias de alelos, también llamadas frecuencias génicas y en términos de frecuencias genotípicas. En algunos casos un grupo pudo haberse aislado y generar frecuencias génicas particulares. El genoma mitocondrial humano contiene marcadores frecuentemente utilizados en los estudios evolutivos para la reconstrucción de la ancestría materna, ayuda a detallar historias poblacionales y en el análisis de ADN antiguo, además su variación permite examinar la diversidad genética poblacional por lo que es uno de los sistemas genéticos más investigados (Stoneking y Sodyall, 1996; Behar, 2007).

Regularmente los miembros de una especie se distribuyen frecuentemente en un rango geográfico amplio. Una población es un grupo local que pertenece a una especie, dentro de la que ocurren apareamientos real o potencialmente. A la serie de informaciones genéticas que llevan todos

los miembros que se cruzan de una población se denomina “estructura genética”. Para un locus dado, este acervo incluye todos los alelos de dicho gen que están presentes en la población.

La estructura de la población es el monto de variabilidad genética y su distribución dentro y entre poblaciones locales y de individuos al interior de las especies. Esta definición enfatiza el patrón espacial de variación genética que emerge de las reglas del intercambio gamético.

El patrón de variabilidad genotípica entre individuos dentro de una población local depende del sistema de apareamiento, el cual en los humanos no es totalmente al azar sino que puede ser determinado culturalmente por una elección consciente en la que pueden influir aspectos religiosos, políticos, económicos, etc.

Se distinguen tres componentes en la estructura de la población:

- El sistema de apareamiento
- La deriva genética
- El flujo genético

El flujo genético y la deriva genética tienen efectos contrarios por lo que el balance entre estos es determinante en la estructura de la población. Mismo que determina el monto y el patrón de la variabilidad genética disponible para la evolución al interior de las especies y de las poblaciones, siendo este cambio en las frecuencias alélicas denominado microevolución. La selección natural y otras fuerzas evolutivas operan con las limitaciones que impone la estructura de la población.

Se representan las frecuencias alélicas en relación con las frecuencias genotípicas. La frecuencia genotípica es la frecuencia o proporción de genotipos en una población. La frecuencia alélica o frecuencia génica es la proporción que se observa de un alelo específico respecto al conjunto de los que pueden ocupar un locus determinado en la población. Si las frecuencias permanecen constantes de una generación a la siguiente, la población no está experimentando cambio evolutivo, y se dice que está en equilibrio génico.

Los cambios en las frecuencias alélicas en generaciones sucesivas implican que ha ocurrido evolución. Los resultados del análisis de la frecuencia génica se expresan en proporciones, por lo que la suma de las frecuencias de los alelos estudiados para el locus es igual a uno.

Una manera de estudiar la estructura genética de las poblaciones es medir la frecuencia de los alelos de un marcador molecular polimórfico dado. Esto es posible una vez que se ha establecido el modo de herencia y el número de alelos diferentes de dicho gen en la población.

Las distintas medidas de estructura genética se relacionan entre sí, y se basan en analizar las diferencias en las frecuencias alélicas. Las pruebas comparan estadísticamente estas frecuencias. Otros métodos estiman la proporción de variación genética que se encuentra dentro y entre las poblaciones, usualmente empleando el estadístico F_{st} (distancia genética) que permite comparar de la diferencia que existe entre poblaciones.

La distancia genética (F_{st}) se ha calculado en gran cantidad de organismos, por lo cual se facilita su comparación; y su interpretación es sencilla: si es de 0, indica que las frecuencias alélicas son iguales en todas las poblaciones. El máximo posible es de 1, cuando cada población está fija en alelos diferentes. Otra manera es la propuesta por Excoffier que generaliza el método anterior en el AMOVA (Análisis de Varianza Molecular), que tiene menos requerimientos estadísticos y resulta menos sesgado que una estimación de F_{st} normal.

Si hay una correlación significativa entre las distancias geográfica y genética, existe evidencia de aislamiento por distancia (Slatkin, 1994; Rousset, 2001).

2.4 FLUJO GENÉTICO

El flujo genético es un factor evolutivo que cambia las frecuencias alélicas. Es la transferencia de genes de una población a otra. La migración hacia o desde una población puede ser responsable de cambios en el acervo genético. Un factor que contribuye al flujo genético es el movimiento poblacional.

La reducción poblacional en cambio puede afectarlo perdiendo variantes y entonces participa la deriva génica. La deriva genética, también conocida como deriva alélica o efecto Sewall Wright (por el biólogo Sewall Wright), es una fuerza evolutiva que, igual que otros procesos evolutivos, como la selección natural, cambia las frecuencias alélicas de las especies en el tiempo. Es un efecto estocástico que es consecuencia del muestreo aleatorio en la reproducción y de la pérdida de unos alelos por azar y no por selección natural.

Se trata de un cambio aleatorio en la frecuencia de alelos de una generación a otra. Normalmente se da una pérdida de los alelos menos frecuentes y una fijación (frecuencia próxima al 100%) de los más frecuentes, resultando una disminución en la diversidad genética de la población. La deriva genética causa la fijación y la eliminación de nuevos alelos. Juega un papel importante en las poblaciones aisladas o que perdieron alelos por eventos naturales.

El flujo genético decrece la variabilidad genética entre poblaciones locales e incrementa la variabilidad genética al interior de una población (Templeton, 2006).

Las especies en general y también los humanos frecuentemente se subdividen en poblaciones que en cierto grado están separadas geográficamente. Las diferencias entre tasas de mutación y en las presiones selectivas pueden establecer frecuencias alélicas diferentes en las subpoblaciones. La migración se da cuando los individuos se desplazan entre estas poblaciones. Al intercambio genético entre estas poblaciones se le llama flujo genético.

La migración se puede considerar como un flujo de genes entre dos poblaciones que tal vez en algún momento estuvieron geográficamente aisladas. El efecto de la migración puede alterar las frecuencias alélicas en las poblaciones.

El flujo génico es un importante componente de la estructura poblacional, ya que sus patrones y niveles determinan hasta qué grado cada población de una especie es una unidad evolutiva independiente (Slatkin 1994). La tasa de movimiento de genes de una población a otra afecta de manera importante a las especies.

Por otra parte la adenina (A) y la guanina (G) son purinas o bases púricas, y a su vez, la citosina (C), la timina (T) y el uracilo (U) son pirimidinas o bases pirimidínicas. Debido a la forma en que se enlazan, las purinas y pirimidinas son complementarias entre sí: La adenina y la timina ($A=T$), se unen a través de dos puentes de hidrógeno, mientras que la guanina y la citosina ($G=C$) se unen mediante tres puentes de hidrógeno. En el caso del ARN la complementariedad se establece entre adenina y uracilo ($A=U$) mediante dos puentes de hidrógeno, ya que no contiene timina. Esta complementariedad de las bases es la clave de la estructura del ADN y tiene implicaciones sobre los procesos de replicación, la transcripción (generación de ARN a partir de ADN) y la traducción del ARN en proteínas.

En el proceso de la mutación puede producirse un error en la replicación que da lugar a la sustitución de una base por otra. Entre las mutaciones se pueden distinguir “transiciones”, que son aquellas en las que una purina es sustituida por otra purina y una pirimidina es sustituida por otra pirimidina. Y “trasversiones” en las que se sustituye una purina por pirimidina y una pirimidina por purina. Así, el flujo genético y la mutación introducen nuevos alelos en las poblaciones.

Algunos métodos indirectos como el modelo de aislamiento por distancia o el modelo de alelos privados (Slatkin, 1981) utilizan estadísticos tradicionales para determinar la estructura de las poblaciones, se basan en el análisis de la distribución espacial de alelos en las poblaciones y de esta manera se hacen inferencias de los niveles o patrones de flujo génico en las poblaciones (Slatkin 1985).

La mayoría de los modelos teóricos de flujo génico surgen de los conceptos desarrollados por Sewall Wright, basados en poblaciones continuas, y utilizan un enfoque de aislamiento por distancia o en poblaciones que funcionan como islas que se diferencian por mutación y deriva génica (Wright 1943). El modelo usado comúnmente para estimar flujo génico es el modelo de islas infinitas (infinite islands model) de Wright (1951). Este modelo considera condiciones en equilibrio entre un número infinito de islas o subpoblaciones de igual tamaño, que intercambian migrantes entre cualquiera de las islas con la misma probabilidad a una tasa constante.

2.5 EXTRACCIÓN DE ADN ANTIGUO

La conservación del ADN antiguo está influenciada por las condiciones que existen en el depósito en el cual fue hallada la muestra, en este caso, el entierro. Estas son: temperatura, pH, humedad y concentración de sales que pueden afectar el ADN después de la muerte.

Es importante señalar que antes de realizar la extracción se analiza el estado de conservación de las fibras de colágena con microscopía electrónica de transmisión para determinar si hay moléculas suficientes que sobreviven y permiten la recuperación del material biológico. Se ha recuperado ADN antiguo de diferentes materiales como huesos, tejidos momificados o dientes.

Para estudios de PCR, el fémur es el que se elige con más frecuencia, mientras que en estudios de secuenciación se prefieren regularmente los huesos de la porción temporal interna o los dientes (Hofman y Warinner, 2019).

Al comparar diferentes técnicas de extracción y amplificación de ADN antiguo, como el basado en la extracción mediante disolventes orgánicos con fenol-cloroformo, o el del uso de resinas tipo Chelex (Barrio-Caballero, 2013), se ha encontrado que en los extractos del método de sílica se obtuvo ADN antiguo de calidad con óptimos resultados de amplificación y genotipificación de muestras de fémur y falange. Aunque en el laboratorio del IIA- UNAM se ha extraído ADN de diferentes diáfisis de huesos largos (Aguirre, 2011).

Otro aspecto a considerar es el aporte que en 1983 hizo la técnica de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) para amplificar los fragmentos de ADN. Posteriormente se desarrolló la tecnología conocida como secuenciación de terminación de cadena o Secuenciación de Sanger, por Frederick Sanger, quien fue quien lo inventó.

La Secuenciación de Alto rendimiento de Alta calidad (HTS) estuvo disponible comercialmente a gran escala a principios de la década de los 2010 (Hofman and Warinner, 2019). La cuál se conoce también como Secuenciación de Nueva Generación (NGS).

La Secuenciación de Sanger es más económica que la Secuenciación de Alto rendimiento de Alta calidad, pero esta última es una tecnología más poderosa (Hofman y Warinner, 2019).

2.6 VARIABILIDAD DEL ADN MITOCONDRIAL

El genoma mitocondrial es una molécula de ADN circular de doble cadena. Se encuentra en las mitocondrias de las células, y no en el núcleo. Está compuesto por 16 569 pb y contiene 37 genes: 13 genes estructurales que codifican polipéptidos de la cadena de fosforilación oxidativa y 24 codifican moléculas de ARN, 22 de transferencia y 2 ribosómicos (Lewin, 1997). El ADN mitocondrial tiene una tasa de mutación de 5 a 10 veces mayor que el ADN nuclear (Brown, 1979). Tiene la característica de ser no recombinante, por lo que la diversidad haplotípica se debe al efecto de la mutación. Su modo de herencia es haploide uniparental materna. Esto se explica por el hecho de que el espermatozoide no contribuye al cigoto con la mitocondria paterna, ya que las mitocondrias están contenidos en la cola que en el momento de la fecundación se desprende y solo se fusionan los núcleos de ambas células progenitoras por lo que no ayuda en la formación del cigoto.

Cuando se inició el análisis de la variación del ADN mitocondrial una de sus primeras aplicaciones fue investigar la diversidad entre grupos nativo americanos. Se encontró que más del 95% del ADN mitocondrial se agrupaba en cuatro distintos haplogrupos: A, B, C y D. Un quinto haplogrupo se identificó después, el haplotipo X, con una baja frecuencia en América, alrededor del 3% encontrado en amerindios de Norte América (Jobling, 2006).

Algunos estudios de la frecuencia de los haplogrupos del ADN mitocondrial en poblaciones indígenas antiguas y contemporáneas de México sugiere que los haplogrupos A y B son los más frecuentes (Kemp, 2010; González Sobrino, 2016).

En el ADN mitocondrial humano existen variaciones en la secuencia de nucleótidos, producidas por mutaciones, que caracterizan a individuos y poblaciones; estos cambios se conocen como polimorfismos. Algunas de estas mutaciones producen o eliminan sitios de reconocimiento para endonucleasas de restricción y son fácilmente reconocibles ya que alteran el patrón de fragmentos producidos por la endonucleasa correspondiente; a este tipo de cambios se les llama polimorfismos de longitud de los fragmentos de restricción o RFLPs (Restriction Fragment Length Polymorphisms). En el caso del ADN mitocondrial humano estos polimorfismos se utilizan para definir haplotipos o haplogrupos. Los haplogrupos se nombran por letras de la A a la Z y se distribuyen por todo el mundo y presentan variantes por continentes, en el caso de América se encuentran los haplogrupos A, B, C, D y X, los cuales también se encuentran en Asia (Malhi, 2002).

Otros estudios del ADN mitocondrial en poblaciones nativas contemporáneas y antiguas de México han propuesto que el haplogrupo A presenta la mayor frecuencia, seguido del B y en menor proporción C y D (Torróni, 1994; González Oliver, 2001, González Sobrino, 2016). La presencia y distribución de los cuatro haplogrupos fundadores en poblaciones nativas americanas tanto contemporáneas como antiguas sugiere que todos los haplogrupos estuvieron presentes en el nuevo mundo previo al contacto europeo (Merriwether, 1995) y perduran en las actuales poblaciones indígenas y mestizas de América.

2.7 PROCESOS HISTÓRICOS DE MOVIMIENTO POBLACIONAL EN MESOAMÉRICA

La agricultura que era parte esencial del estilo de vida de los mesoamericanos también pudo promover el flujo génico entre el centro y el sur de México (López Austin, 1989). (Fig.1).

Figura 1. Mapa de las áreas culturales de Mesoamérica.



Fuente: Modificado de: Vela y Solanes (2000). Arqueología Mexicana, Especial 5, Atlas del México prehispánico.

Además se ha destacado la característica de Teotihuacán de ser una ciudad con una gran diversidad cultural y étnica, y existen evidencias que indican la residencia de personas con costumbres y tradiciones originarias de otras urbes como Monte Albán, en Oaxaca; Kaminaljuyú, en Guatemala, y Maticapan, Veracruz. Y al mismo tiempo evidencia de la presencia de Teotihuacán en Oaxaca, y el área Maya, llegando hasta Copán, en el actual Honduras. En este sentido aparte de las evidencias en la arquitectura, la iconografía, el arte y las costumbres funerarias, la cerámica que se conoce como “Anaranjada Delgado” fue distribuida por los teotihuacanos por toda Mesoamérica. Aunque tal vez el aspecto político y militar haya sido el que provocó esta expansión, también, el comercio mesoamericano a larga distancia fue el factor cohesivo más importante durante el clásico (López y López 2001).

Se piensa que los primeros años en los que surge la importancia de Teotihuacán, ha tenido lugar entre 100 a.C y 150 d.C. cuando concentra el 90% de la población de la Cuenca de México, siendo tal vez la erupción del volcán Xitle un evento que intervino en el crecimiento de la ciudad.

Ya desde el Preclásico se observan semejanzas entre la cerámica del Valle de Tehuacán, Puebla y la de San José Mogote, en Oaxaca. En esta zona de Oaxaca se han encontrado asociadas al Preclásico cerámica y esculturas de piedra verde del Golfo, que muestran la relación que en esta época Oaxaca tenían con los Olmecas de San Lorenzo. Estas relaciones de personas que van de un lugar a otro se pueden observar desde diferentes disciplinas.

En Teotihuacán, algunos conjuntos habitacionales componían una unidad de etnia, parentesco, profesión y culto. Es posible que estas unidades formaran una organización parecida a la que después en el posclásico se llamaría calpultin en lengua nahuatl. Los ejemplos más notables de este tipo de unidades son los conjuntos del Barrio oaxaqueño de Tlailotlacan, los del Barrio de los Mercaderes de San Francisco Mazapa y los del linaje de militares de alto rango en Amanalco (Ibidem).

En las rutas de intercambio en Mesoamérica, los cargadores teotihuacanos utilizaban la ruta de Oaxaca y tal vez tenían permiso para tener un tránsito libre por la ciudad (Fahmel, 2012).

En este contexto es Tlailotlacan el objeto de estudio de esta investigación.

III.- ANTECEDENTES

Entre los primeros estudios de colecciones óseas de Oaxaca, están los de Denise Hodges quien en 1989 analizó 465 esqueletos prehispánicos del Valle de Oaxaca, buscando diferencias dentales, dietéticas o de salud. Se enfocó principalmente en analizar los efectos de la intensificación de la agricultura en la salud, comparando las frecuencias de reacciones periósticas, criba orbitaria e hipoplasia del esmalte entre dos grupos, uno de agricultura no intensiva (1400-500 a. C.) y otro de agricultura intensiva (500 a. C. – 1400 d.C.). Encontraron diferencias no significativas entre los grupos, por lo que concluyó que la intensificación de la agricultura no parece haber tenido un efecto en la salud de la población prehispánica del Valle de Oaxaca.

En un estudio de Marquez y González Licón, (2001) se compararon las poblaciones de cuatro centros urbanos de Mesoamérica del período Clásico: Tlajinga 33 en Teotihuacán, Monte Albán, periodos II (100 a. C a 350 d.C) y IIIa, (350 – 600 d. C) Palenque y Copán. Encontraron que la presencia de espongio hiperostosis y criba orbitalia es mayor en los ambientes húmedos tropicales de las ciudades mayas analizadas y se vincula con parásitos y enfermedades. Las infecciones son más frecuentes en las ciudades mayas que en Monte Albán o Tlajinga 33 en Teotihuacán y reflejan las condiciones de vida y salud. También encontraron que la hipoplasia en incisivos y caninos por desnutrición es superior en Palenque y Copán y seguida por Tlajinga en un nivel muy bajo en Monte Albán. Los datos también informan que en Palenque los individuos mostraron niveles más altos de infecciones, desnutrición y enfermedades, su esperanza de vida al nacer era de 26.9 años. En Tlajinga era de 20 años y con presencia de infecciones respiratorias y gastrointestinales. En Monte Albán era de 26.2 años.

Con relación a los estudios de restos óseos prehispánicos mediante el análisis del ADN mitocondrial están los que ha realizado González-Oliver en el 2001 en Xcaret, Quintana Roo, en una colección del período Clásico del 600-800 a.C.; Juárez en el 2002 en Cholula, Puebla en huesos con una antigüedad de 1100-1500 d.C.; Kempenel 2005 en una colección de Tlateloco del período clásico; Mata-Miguez en el 2012 en una colección ósea del posclásico 1400-1500 d.C. en Xaltocan, al norte de la Ciudad de México; López Armenta en el 2007 en entierros de Bonampak, Chiapas del período clásico del 600-800 d.C.; Alvarez-Sandoval en el 2015 en entierros del barrio de Teopancazco en Teotihuacán y Aguirre-Samudio en el 2017 en entierros de La Ventilla del 300-700 d.C; San Francisco Mazapa del 250-400 d.C.; y San Sebastian Xolalpan, los tres barrios ubicados en Teotihuacán.

Estos últimos estudios se han centrado en analizar los patrones de movimiento poblacional de Oaxaca a Teotihuacán y entre otros grupos de Mesoamérica.

En uno de ellos realiza el análisis del ADN antiguo, de entierros de tres barrios ubicados en el Valle de Teotihuacán con el objetivo de identificar patrones de multiétnicidad durante el Período Clásico e identifican los haplogrupos mitocondriales más frecuentes en amerindios en 10 individuos de San Francisco Mazapa, 7 de San Sebastián Xolalpan y 19 residuos de herramientas óseas de La Ventilla.

Estos barrios mostraron diversidad genética estadísticamente significativa en comparación con 7 poblaciones antiguas del centro y sur de México.

Los resultados mostraron que los datos biológicos coinciden con los datos arqueológicos reportados respecto al contacto de teotihuacanos principalmente de La Ventilla y Mazapa con mayas de Xcaret en Yucatán. Y este intercambio con otros grupos por propósitos de comercio, servicios o gubernamentales, implica integración que determina multiétnicidad en Teotihuacán durante el período Clásico (Aguirre-Samudio, 2017).

En otro estudio no encuentran correlación entre Cholula y Teotihuacán, pero si flujo genético entre Mayas de Xcaret y Cholula. Lo que está de acuerdo con la propuesta basada en análisis de cerámica que realizó E. Rattray en 1987 y que ubica a Cholula como un punto medio entre Oaxaca, particularmente Monte Albán y Teotihuacán (Aguirre-Samudio, 2017).

En otro trabajo se analizan los patrones de diversidad y distancia genética mediante el estudio de ADN antiguo de 20 entierros de un sitio del Clásico nombrado La Joya y los compara con 11 grupos antiguos de México a través de los haplogrupos del ADN mitocondrial. La Joya fue un centro urbano ubicado en la costa de Veracruz, ha sido estudiado por la Dra. Annick Daneels desde 2004 (Daneels y Guerrero, 2013) y según los estudios de cerámica, los fragmentos y las figurillas del sitio, se estima una ocupación aproximada desde el periodo Olmeca (1,200 – 400 D.C). Alfonso Medellín en 1960 identificó que pertenecen a la cultura Remojadas del periodo Clásico. La Joya fue un sitio geográficamente importante que formaba parte de un sitio de intercambio amplio entre los pueblos (Aguirre-Samudio, en revisión).

Los resultados sugieren que los pobladores de La Joya pudieron haber tenido contacto en el periodo Clásico con varios barrios de Teotihuacán en el centro de México y con algunos posibles zapotecos antiguos, que se obtuvieron al analizar la colección de cráneos de la Colección Mendrugo, misma que se encuentra bajo resguardo en el Museo Casa del Mendrugo en la Ciudad de Puebla. Y es el capítulo de un libro (Aguirre, en prensa).

Así, tomando en cuenta estos antecedentes este trabajo se centra en conocer la estructura genética de los entierros de Tlailotlacan respecto a marcadores de ADN mitocondrial para aportar información acerca de la problemática sobre su origen.

IV.- MARCO HISTÓRICO Y GEOGRÁFICO

4.1 LAS LENGUAS QUE SE HABLABAN EN TEOTIHUACÁN

Teotihuacán fue una ciudad pluricultural y multiétnica por lo que se entiende que se hablaban diferentes lenguas. El nombre que le daban sus antiguos habitantes no se conoce.

Diferentes investigadores han abordado esta problemática.

La lingüística, y particularmente la semiótica, nos brindan instrumentos para la lectura e interpretación de muchos de los signos contenidos en la pintura mural, la escultura y la cerámica de Teotihuacán.

El arqueólogo Sergio Gómez y Timothy King, lingüista de la Universidad de Stanford, han realizado excavaciones en La Ventilla desde 1993 hasta 2002, que se enfocan en el desciframiento del sistema de escritura. Encontraron una serie de glifos en el piso de una estructura de La Ventilla y la asociaron con un tipo de escritura conocida como mixteca-Puebla. El estudio de estos glifos permite conocer que lengua se utilizaba en el sistema de escritura de Teotihuacán.

Existe muy poca información respecto al tema de las lenguas que se hablaban en Teotihuacán, pero un investigador que aportó mucha información en este aspecto fue Leonardo Manrique, quien fue a su vez discípulo de Maurice Swadesh y elaboró una vertiente de la glotocronología que han llamado arqueológica-histórica. En su ensayo “Lingüística Histórica” del año 2000, establece una correlación entre las lenguas y la secuencia de culturas de Mesoamérica. Señala las lenguas que se hablaron en los grandes centros de poder, no solo en Teotihuacán, también en La Venta y Monte Albán. Muestra como estos señoríos expandieron sus lenguas a costa de otras que desaparecieron o quedaron marginadas.

Manrique realizó un vínculo entre la glotocronología y la arqueología y con los estudios de Lingüística histórica identifica que en el territorio de lo que ahora es México en un tiempo anterior a los 2,500 años a.C., se encontrarían los antepasados de alguna de las familias típicamente mexicanas: la otopame, la oaxaqueña, la chinanteca y la manguéna, actualmente desaparecida. El autor sugiere que los hablantes de proto-oaxaqueño tuvieron un papel importante en el largo camino que lleva de la utilización de plantas recolectadas a su cuidado y selección cada vez más constantes (Manrique 2000).

Otro aspecto importante que aporta es que piensa que se debe al "imperio" teotihuacano la presencia original del náhuatl en muchas de las regiones donde ahora se le encuentra. Ya que en la región poblana parece haberse intercalado con las lenguas de la familia oaxaqueña.

Leopoldo Valiñas hace una revisión exhaustiva y crítica de la historia lingüística de México. En una parte describe seis historias lingüísticas: la totonacana, la mixezoque, la maya, la tequistlateca, la otomangue y la yutoazteca, en las que aporta datos acerca de las lenguas que se hablaban en Teotihuacán.

Kaufman asegura haber identificado diez aspectos léxicos propios y exclusivos del totonaco y de algunas lenguas mayas de las tierras altas guatemaltecas lo cual es importante al considerar la gran influencia de Teotihuacán en las culturas del área maya en Tikal, Guatemala y Copán, Honduras.

En el caso del Mixteco, que pertenece a la familia Otomangue, se ha postulado, que la gente de habla mixteca de la Mixteca Baja se relacionaban con Teotihuacán, mientras que los de la Mixteca Alta con Monte Albán, aunque no se determina claramente su temporalidad. (Valiñas, 2010). Las relaciones entre mixtecos y zapotecos fueron constantes durante el Preclásico.

Durante el Clásico, en el apogeo de Teotihuacán y Monte Albán es posible que una lengua zapoteca también de la familia otomangue se hablara en Tlailotlacan, ya que al ser un vecindario con tradiciones oaxaqueñas lo más probable es que realizaran sus ritos en la lengua originaria. Pero no se sabe con certeza que otras lenguas se hablaban en Tlailotlacan.

Para algunos autores los nahuas tenían el poder en Teotihuacán, y plantean que en Teotihuacán había gente que hablaba náhuatl, siendo "la lengua más importante hablada en Teotihuacán (Suárez, 1995; Manrique, 2000; Dakin y Wichmann 2000).

Pero otros autores lo ponen en duda, dado que es muy difícil establecer si una lengua era de poder o no (Valiñas, 2010). Además de que el Altiplano central es una zona donde tuvo un gran desarrollo la familia otomangue a la que pertenece el Otomí.

4.2 RELACIONES ENTRE OAXACA Y TEOTIHUACÁN

Las diferentes regiones de Mesoamérica se conectaban mediante el comercio a larga distancia de productos manufacturados o de algunas materias primas. En lo que confiere a la región de Oaxaca, el intercambio de estos productos ocurría entre el Valle Central y el Istmo, la costa del Pacífico, la Cañada o la Mixteca. Y las rutas más largas y significativas de este intercambio llegaba a regiones distantes como la costa del Golfo, las tierras altas de Chiapas y Guatemala, así como Teotihuacán (González Licón, 2011).

En la región de Oaxaca alrededor de los años 850-700 a. C., en la denominada Fase Guadalupe, hay evidencia del intercambio de espejos de magnetita, la obsidiana, el jade, vasijas cerámicas y otros artículos entre los líderes de cacicazgos distantes como San José Mogote en Oaxaca, Tlapacoya y Tlatilco en la Cuenca de México, San Lorenzo en la Costa del Golfo y Chalcatzingo en el Valle de Morelos (Flannery y Marcus, 1994).

Durante el Preclásico tardío, los zapotecos expandieron sus relaciones más allá del valle de Oaxaca. En el año 200 d.C. Monte Albán ya era la comunidad más grande de Oaxaca y concentraba las mejores mercancías de comercio.

En 1990 González Licón excavó una residencia de elite en la esquina noreste de la Plataforma norte de Monte Albán, perteneciente a la Fase II, y encontró gran cantidad de artículos importados de Teotihuacán como vasijas de cerámica, cuentas de jade y concha marina.

Otro detalle es que los pisos de los cuartos tenían mica. La mica es uno de los minerales que se encuentra con relativa facilidad en la región oaxaqueña; se emplea desde fases muy tempranas (1150-500 a.C.) pero como material de prestigio. Teotihuacán es otra gran urbe donde se ha encontrado mica, procedente de Oaxaca y pudo haber sido resultado del intercambio por algunos otros productos con Monte Albán (González Licón, 2011).

En la Fase IIIA (350-650 d. C) perteneciente al Clásico Temprano y Clásico Medio, Monte Albán fue el centro político del valle. Y durante la Fase IIIB (650-1000) llegó a su auge político y cultural.

No existe evidencia de guerra entre Monte Albán y Teotihuacán, es probable que tuvieran acuerdos especiales, incluyendo la presencia de un barrio de oaxaqueños en Teotihuacán (Rattray, 1987; Roldán Olmos, 2011; Spence, 1992). En Monte Albán no hay indicios de una presencia permanente de Teotihuacán, aunque existe una clara influencia en la arquitectura, pintura mural, decoración de las tumbas, inscripciones de estelas y formas y decorados de cerámicas. Sin embargo es reducido el número de elementos importados de Teotihuacán que se ha encontrado en Monte Albán (Paddock, 1978; Roldán Olmos, 2011).

Se han hallado vasijas y urnas con formas y motivos teotihuacanos pertenecientes a este periodo como parte de las ofrendas de algunas tumbas ubicadas en residencias de élite en Monte Albán (Paddock, 1978).

A su vez existe evidencia del estilo zapoteca en el arte funerario y la cerámica en la ruta que transitaron entre Oaxaca y el Altiplano central, en localidades como Chila, Tehuacán y Los Teteles en Puebla, Chimalacatlán en Morelos, Calixtlahuaca y Teotihuacán en el Estado de México y Acoculco, El Tesoro y Chingú en Hidalgo (Fig. 2).

Figura 2 – Mapa donde se ubican tumbas y cerámica de estilo zapoteco, asociada a cerámica teotihuacana.



Fuente: Ortega V. (Tomado de Smith y Lind, 2005:170).

Existen algunas variaciones en la cronología del Valle de Oaxaca, según diversos autores, por lo que a continuación se muestra un cuadro para ubicar la temporalidad de la zona.

Tabla 1. Cronología del Valle de Oaxaca

Fecha	Etapa	Fase
1521		
	Monte Albán V	Posclásico tardío terminal
1300		
	Monte Albán V	Posclásico tardío terminal
1000		
		Clásico tardío
	Monte Albán IV	
700/750		
	Monte Albán IIIb	Clásico tardío
500		
	Monte Albán IIIa	Clásico temprano
200		
dC.	Monte Albán II	
aC.		Formativo tardío
100		
	Monte Albán tardío I	
300		
	Monte Albán temprano I	
500		
	Rosario	Formativo medio
700		
	Guadalupe	
850		
	San José	
1150		
		Formativo temprano
1500	Tierras largas	

Fuente: Blanton, Feinman, Kowalewski y Nicholas, 1999:7. Marcus, 2008 (Tomado de González Licón, 2011:36).

En 1991 Arthur Joyce estudió elementos químicos e isótopos estables en restos esqueléticos, en la Costa de Oaxaca y los utilizó en la comparación de los barrios foráneos de Teotihuacán y su posible relación con los habitantes del Valle de Oaxaca.

Los marcadores de isótopos pueden reflejar patrones de movimientos poblacionales, incluso se han realizado este tipo de estudios en los restos de sacrificios asociados a la Pirámide de la Serpiente Emplumada en Teotihuacán y se identificó que tenían un origen extranjero (White, 2002).

Este análisis ha revelado que el barrio de Tlailotlacan recibió inmigrantes que provenían del Valle de Oaxaca (White, 2004).

El Teotihuacán Mapping Project delimitó un área de alrededor de 25,000 m² que se llamó "Oaxaca Barrio". Las evidencias arqueológicas consideradas para definir los barrios étnicos, más allá de la cerámica, incluyeron las costumbres funerarias, la fabricación local de utilaje propio de sus regiones de origen, el mantenimiento de rituales específicos (Millon, 1973; Spence, 1999, 2002) y la construcción de espacios arquitectónicos ajenos a los estándares teotihuacanos. Evelyn Rattray (1993), reporta que durante las excavaciones realizadas en el "Barrio Oaxaqueño" exploró una tumba similar a las localizadas en Monte Albán, que contenía un entierro secundario múltiple.

De esta forma se denominó Barrio Oaxaqueño a un espacio urbano en el que se incluían por lo menos 14 conjuntos arquitectónicos, de los cuales hasta el año 2002 se habían explorado parcialmente 6 de ellos (Ortega, 2014).

Las primeras excavaciones realizadas en este lugar las realizaron J. Paddock y E. Rattray en 1966 a 1967. Posteriormente R. Millon y Juan Vidarte en 1967. M. Spence de 1987 a 1989. Consuelo Quintanilla de 1990 a 1992. L. Gamboa en 1995. T. Palomares en 2003 y 2007 y V. Ortega desde el 2008 al 2014.

Michael Spence es el primer investigador en utilizar la palabra Tlailotlacan para identificar al Barrio Oaxaqueño. Dicho término es el nombre indígena del barrio de San Juan Evangelista, perteneciente a San Juan Teotihuacán. A partir de entonces tanto Spence como Evelyn Rattray utilizan dicho término al referirse a los conjuntos arquitectónicos antes mencionados.

Spence estableció que la arquitectura era típica teotihuacana, deduciendo que los oaxaqueños tuvieron que adaptarse a un entorno urbano ajeno, y que este proceso los llevó a luchar por su identidad desde su unidad doméstica, donde se reproducía la ideología, las costumbres y la cosmovisión propios de su lugar de origen (Spence, 1999). Además de que la religión conservó fuertes vínculos con la cultura a la que pertenecía en todas sus instancias.

Ortega y Archer en 2014 descubren el entierro 13 que se hizo famoso como la “Mujer de Tlalilotlacán” y hacen mención al carácter multiétnico de la ciudad con este enunciado: “Por el lugar donde se localizó, inferimos que pudo ser una persona de élite proveniente del sur de Mesoamérica (Oaxaca o la zona maya)”. Encontraron además evidencia de intercambio de bienes que proceden de Oaxaca, del Valle de Toluca y del Occidente de México. Y señalan que no necesariamente todo el denominado Barrio Oaxaqueño estuvo ocupado por migrantes de aquella región, pero una buena parte de su población sí procedía del área de Oaxaca, aunque también había población local con relaciones estrechas con migrantes de ese barrio, ya sea por alianzas matrimoniales, económicas o políticas, así como migrantes de otras zonas de Mesoamérica. (Ortega y Archer, 2017).

4.3 TRADICIÓN FUNERARIA EN TEOTIHUACÁN, OAXACA y TLAILOTLACAN.

Debido a que Tlailotlacan se encuentra en Teotihuacan se mencionan algunas características generales de los tratamiento mortuorios en esta ciudad, en la que se ha encontrado que la gran mayoría de los entierros están en simples fosos hechos en el recinto de las residencias multifamiliares que habitaba gran parte de la población. Aunque no hay verdaderas tumbas en la ciudad solo las de Tlailotlacan, se distinguen diferencias de estatus en las formas de tratamiento mortuario. Otra característica es que los entierros secundarios no son comunes. Los decapitados son casos raros pero si ocurrieron. Algunos están en contextos públicos principales y pueden representar sacrificios asociados con rituales (Serrano, 1999).

En relación a los tipos de enterramiento las variantes encontradas en Teotihuacán son: flexionado en decúbito lateral y flexionada sedente con ligeras variantes (Romano, 1974).

En lo que respecta a los entierros en la zona de Monte Albán según J. Romero (1983) y J. Urcid (2005) la posición más frecuente es decúbito dorsal extendida. Así como la reutilización del espacio funerario. Otro patrón común, entre los antiguos habitantes de Oaxaca, es la costumbre de enterrar animales como acompañantes en especial los perros (Winter et al.1995). En la zona zapoteca las Tumbas formales asociadas a estructuras residenciales eran un componente importante. La tumba se reutilizaba a lo largo del tiempo, con entierros secundarios en algunas tumbas, y eventualmente fueron pintados con un pigmento rojo tal vez de origen mineral.

En algunas ocasiones se removieron huesos de las tumbas, principalmente el cráneo o fémur. Esto pudo haber ocurrido cuando una tumba fue finalmente cerrada y los ocupantes de la residencia se movieron a una nueva localidad. Y los huesos removidos de la tumba original pudieron haber sido depositados como entierros secundarios en la tumba de la nueva residencia (Urcid, 1987).

Los niños a veces eran enterrados en vasijas de cerámica (Romano, 1974). En Monte Albán IIIA algunos subadultos fueron enterrados en el patio central. En Lambityeco que se ubica en el municipio de Tlacolula de Matamoros a unos 38 kilómetros de Monte Albán, los subadultos tenían ofrendas (Urcid, 1983).

En Tlailotlacan llama la atención la edad, ya que no hay entierros de individuos entre 8 y 17 años de edad. Hay de neonatos a 7 años y adultos. Algunos entierros de menores de 7 años estaban situados en “cajas de agua”. Se distingue además entre entierros primarios y secundarios. Y en lo que se refiere a las ofrendas, se tienen objetos que reflejan el bienestar o el acceso a bienes importados (Cerámica fina color naranja, concha marina, y piedra verde o jadeíta) y artículos que indican acceso al poder social o ritual (partes de urnas o incensarios). Algunas ofrendas incluyen vasijas y urnas en estilo zapoteca y algunos huesos de perro, así como incensarios en estilo teotihuacano. En una de las tumbas, la presencia de heces fecales de perro sugiere que fue enterrado vivo cuando ingresó a la tumba, probablemente como sacrificio. En algunos entierros, algunos huesos estaban pintados con un

pigmento rojo, posiblemente obtenido de minerales como el cinabrio o la hematita. También es importante considerar los materiales asociados al entierro y la duración de las actividades mortuorias.

Así el entierro en tumba puede indicar alto estatus, no solo por el esfuerzo para construirla, también por los rituales que se pudieron haber prolongado durante años. Ya que los huesos fueron ocasionalmente pintados después de la descomposición de la carne, algunos huesos fueron después removidos de las tumbas. El entierro en tumba no solo estaba destinado a la pareja principal de la casa sino también a sus allegados. Como señala Urcid, para el Valle de Oaxaca muchas residencias tienen una tumba, lo que denota una jerarquía de autoridad doméstica no de poder de clase. Hombres y mujeres recibían bienes de comercio y rituales especiales, así como el reconocimiento de su ancestría cultural mediante la inclusión de cerámica de estilo zapoteca.

Es importante considerar lo anterior ya que la información de los contextos arqueológicos de los restos óseos a estudiar de Tlailotlacan, en algunos casos muestran aspectos parecidos a los encontrados en la región de Monte Albán. La tesis de licenciatura de Archer ofrece una recopilación de dichos contextos. Por mencionar algunos:

El entierro 1-TL1-2002 de la fase Tlamimilolpa temprano, estaba en posición decúbito dorsal extendido y presenta deformación craneal tipo tabular oblicua y en su ajuar se encontraron dos figuras de piedra verde, así como una urna funeraria estilo Monte Albán II (0–200 d.C.). Respecto a este tipo de deformación craneal en Mesoamérica es importante señalar que se realizaba principalmente en grupos del Sureste, principalmente Mayas y del área de Oaxaca.

El entierro 5-TL1-2002 estaba en posición decúbito dorsal extendido. Con deformación craneal, con ajuar de piedra verde y vasija tipo oaxaqueño.

El entierro 10-TL11-2009 Presentaba en su ajuar funerario asociado al entierro una vasija efigie de tipo Oaxaqueño representando al dios 5 F, un Omechicahuaztli y una mandíbula de cánido. Y el cráneo presentaba deformación craneal.

El entierro 25-TL11-2009 presentaba deformación craneal y también se encontró un fragmento de urna zapoteca asociada al entierro (Archer, 2012).

De esta manera se muestra un breve panorama de las prácticas funerarias identificadas en el Tlailotlacan, que resumiéndolas se puede considerar que la posición más común para disponer los restos fue la decúbito dorsal extendido. Utilizaron tumbas tipo oaxaqueño o fosas semi rectangulares. Huesos de cánidos asociados a los entierros. La reutilización de espacios funerarios y la posible práctica de sacrificio (Ibidem).

Respecto a la deformación craneal tabular oblicua en Mesoamérica es importante señalar que se realizaba principalmente en grupos del Sureste, principalmente Mayas y del área de Oaxaca. La modificación cefálica intencional ha sido una expresión cultural característica de Mesoamérica, que conferían signos de belleza y distinción (Tiesler y Serrano, 2018).

Los habitantes de Tlailotlacan conservaron algunas de sus costumbres, principalmente la de enterrar a sus muertos en tumbas, siguieron elaborando cerámica con estilos del Valle de Oaxaca, así como importando piezas de la región de origen. Continuaron venerando a sus ancestros zapotecos, y utilizando incensarios zapotecos y figuras zapotecas en rituales. Dando continuidad a la tradición zapoteca en lo referente a las tumbas que fueron reabiertas en diferentes momentos para depositar cadáveres más recientes, así como la reutilización de segmentos de esqueletos (principalmente cráneos), quizá para asegurar la cercanía parental con las familias de mayor prestigio. Así como la práctica de pintarlos de rojo. Se han hallado entierros infantiles en depósitos de agua, lo que podría tener un paralelismo con el Chultún en el área maya, que servía para algún ritual respecto a la producción agrícola, particularmente el maíz, tal vez en esta asociación con los niños y el maíz y del ofrecimiento del niño al agua. La atención que mostraron a los entierros de subadultos pudo haber sido una asimilación de costumbres teotihuacanas.

En la actualidad se aprecia un fenómeno similar de movimiento poblacional, los habitantes de la actual colonia El Mirador, donde se encuentra el sitio arqueológico de Tlailotlacan, se reconocen como una comunidad de inmigrantes, desarrollan estrategias de ayuda mutua y comparten complejos simbólicos que les permiten seguir ligados a sus comunidades de origen. Sería interesante conocer que prácticas y ceremonias conservan en la actualidad de su región de origen, que es Oaxaca.

4.4 EVIDENCIA DE CONTACTO DESDE LA ICONOGRAFÍA

Los zapotecos contribuyeron de manera muy importante al desarrollo de la civilización en Mesoamérica. La escritura zapoteca es una de las primeras tradiciones de escritura en Mesoamérica, y es interesante el hecho de que el significado de algunos jeroglíficos zapotecos se puede identificar en otras áreas de Mesoamérica. Muchos de los ejemplos conocidos de escritura en Mesoamérica, provienen de Monte Albán, que fue un centro principal de civilización del cual la escritura se esparce a otras partes de Oaxaca y Mesoamérica. La primera evidencia de escritura zapoteca data de entre 500 y 300 a.C. Influyó en Teotihuacan, Mixteca baja, Xochicalco, Teotenango, Cacaxtla, Tula y Mixteca alta.

Se relaciona con la escritura epícolmea que eventualmente lleva a la escritura maya. La escritura zapoteca involucra una combinación de narrativa pictográfica y un sistema logosilábico. (Urcid, 2001)

La presencia de materiales extranjeros y de Oaxaca en Teotihuacan es una característica constante a través de la historia, desde la fase Miccaotli (100 d.C) a la fase Metepec (650 d.C). (Goguitchaichvili, 2017). Estos materiales van desde la construcción de tumbas, vasijas, efigies o quemadores de incienso.

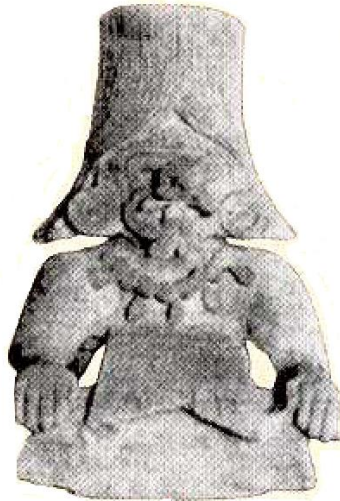
Tanto en Oaxaca como en Tlailotlacan las urnas se usaron para dos fines principales, la mayoría como objetos de culto funerario y como ofrendas dedicadas a la construcción de templos o la erección de estelas (Urcid, 2003).

La interpretación de la iconografía de las urnas del edificio 1 de Monte Albán permite obtener información para el caso de Tlailotlacan dadas sus similitudes.

En el edificio 1 de Monte Albán, Oaxaca (350-500 d.C.) se encuentra la ofrenda 1 y la ofrenda 3. En la ofrenda 1 se encontró una urna, cuatro figurillas y un vaso. La urna tiene personificación del dios joven del maíz y porta la máscara bucal del dios de la lluvia (Figura 3). Dentro de esta urna se hallaban veinticuatro figurillas de piedra verde, dos orejeras de jade y un collar de cuentas de jade y otras piedras verdes. El vaso con el glifo 3 maíz, podría ser el nombre calendárico del personaje representado en la urna. Dentro del vaso se encontró una figura de jade.

En la ofrenda 3 se halló una urna con personificador del dios joven del maíz (Urcid, 2003), (Figura 4).

Figura 3– Urna con personificador del dios joven del maíz. Porta la máscara bucal del dios de la lluvia. Ofrenda 1 de Monte Albán.



Fuente: Urcid, 2003.

Figura 4 - Urna con personificador del dios de la lluvia. Ofrenda 3 de Monte Albán.



Fuente: Urcid, 2003.

En Tlailotlacan también se encontraron urnas y vasijas. Una de estas vasijas se encontró en 1966 como ofrenda de un entierro, tiene la representación de un personaje que lleva máscara bucal. Según Urcid, tal vez sea una serpiente o la personificación de Pitao Xoo, dios de la tierra y los temblores (Figura 5). Esta pieza fue manufacturada en Teotihuacan con barro local (Ibidem).

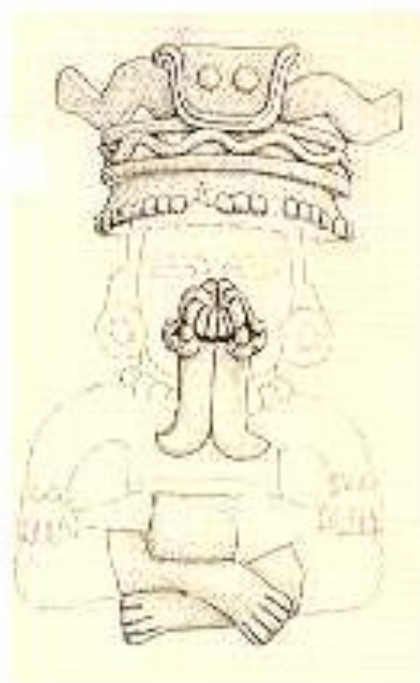
Figura 5 - Vasija encontrada en el conjunto Tlailotlacan, en 1967.



Fuente: Urcid, 2003.

Otra urna se encontró en 1967, es una pieza importada del Valle de Oaxaca que debió elaborarse entre 350-500 d.C. (Figura 6). Representa un personaje con máscara bucal de serpiente, tiene un nombre calendárico que lo ubica como 8 maíz. Según Urcid, tal vez se trate de Pitao Pilzi, dios de los agujeros. Parece que fue rota de manera intencional como parte de un ritual dedicado a la construcción de un templo. Lleva un pectoral de jade y placas de concha y fue pintada dos veces de rojo (Ibidem).

Figura 6 - Vasija encontrada en el conjunto Tlailotlacan, en 1966.



Fuente: Urcid, 2003.

En la temporada de excavaciones en 2002 se encontraron cuatro urnas más. La primera de éstas es una urna con la personificación del dios Cocijó, dios de la lluvia y el rayo y porta una capa decorada con chaquiras y vírgulas. Tiene restos de pigmento rojo. Es una pieza importada de los valles centrales de Oaxaca que debió elaborarse entre el 200 y 350 d.C. (Figura 7). (Ibidem).

Figura 7 - Vasija efigie de cerámica encontrada en el conjunto Tlailotlacan, TL1 en 2002.



Fuente: Urcid, 2003.

La segunda es una representación de un anciano con arrugas faciales y barba. Las placas orbitales semejan alas y un pico de ave como antifaz, pectoral con mascarilla y pulseras. Tiene pigmento rojo. Se elaboró en Teotihuacán con barro local. (Figura 8). (Ibidem).

Figura 8 - Vasija efigie de cerámica encontrada en el conjunto Tlailotlacan, TL1 en 2002.



Fuente: Urcid, 2003.

La tercera es una urna que representa a un personaje con máscara bucal de serpiente, orejeras, collar y un botón en cada empeine. Tal vez sea Pitao Piizi, dios de los agujeros, el tocado tiene el glifo J maíz. La pieza tiene pigmento rojo. Se elaboró en Teotihuacan con barro local. (Figura 9). (Ibidem).

Figura 9 - Vasija efigie de cerámica encontrada en el conjunto Tlailotlacan, TL1 en 2002.



Fuente: Urcid, 2003.

La cuarta es una urna con representación de un anciano con arrugas faciales y barba. Las placas orbitales semejan alas y lleva un pico de ave como antifaz, orejeras, pectoral con nudo, pulseras y botón en el empeine. Tiene restos de pigmento rojo. Fue importada de Oaxaca y fue elaborada entre 100 a.C. y 200 d. C.). (Figura 10). (Ibidem).

Figura 10 - Vasija efigie de cerámica encontrada en el conjunto Tlailotlacan, TL1 en 2002.



Fuente: Urcid, 2003.

De esta manera se observa el estilo de Monte Albán en las vasijas efigie que fueron halladas en Tlailotlacan.

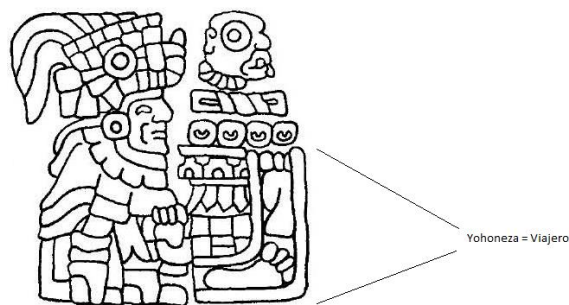
Por otro lado, existe evidencia de que la élite teotihuacana visitó Monte Albán con presentes para un señor zapoteco, como se puede percibir en las piedras labradas de la Plataforma Sur de Monte Albán (Figs. 11 y 12), y en la Lápida de Bazán (Fig. 13). Otro lugar que indica el contacto es el palacio en la Plataforma Norte de Monte Albán donde había un cuarto lleno de mica y objetos teotihuacanos, lo que indica la posibilidad de que la élite gobernante de Teotihuacán organizara un abastecimiento directo de mica desde los valles centrales de Oaxaca, en alianza con la élite gobernante de Monte Albán. (Manzanilla, 2017).

Figura 11. Personajes con atavíos teotihuacanos en presencia de un gobernante local de Monte Albán Piedra SP9. Cara Noroeste de la Plataforma Sur, Monte Albán, Oaxaca. Periodo Clásico.



Fuente: Urcid., 2001.

Figura 12. Detalle de Personaje con atavío teotihuacano en la que se señala el glifo compuesto que significa viajero. Piedra SP9. Cara Noroeste de la Plataforma Sur, Monte Albán, Oaxaca. Periodo Clásico.



Fuente: Urcid, 2001.

En la piedra SP9 de Monte Albán (Fig. 11), se observa a un grupo de individuos con atavíos teotihuacanos y en el extremo derecho se ubica el gobernante de Oaxaca. En este grupo destaca uno en el lado izquierdo que porta un glifo referente a “viajero” y que según Marcus es también el glifo de Tetitla-Teotihuacán. Estos conjuntos de glifos involucran la representación de una casa de élite o un templo y un camino con huellas de pisada por lo que pueden representar, que el personaje abandona Tetitla para cumplir una misión de embajador en Monte Albán. Esta interpretación se basa en la similitud gráfica entre el glifo “Casa” o “Templo” y representaciones de estructuras similares en los murales de Tetitla en Teotihuacán (Marcus, 1983).

Según fray Juan de Córdova en su diccionario Español-Zapoteco del siglo 16, son respectivamente Yoho (Casa o Templo) y Neza (Camino). En otra entrada de dicho diccionario, Córdova registró la palabra zapoteca para “caminante o viajero” como Yohoneza (Fig. 12). De este modo, podría proporcionar el nombre personal del personaje representado el cual podría ser debido a su ocupación como comerciante a larga distancia y puede no tener nada que ver con una delegación de la embajada proveniente de Teotihuacán (Urcid, 2005).

Figura 13. Personaje con atavío teotihuacano en compañía de un gobernante local de Monte Albán. Lápida de Bazán, Montículo X. Monte Albán, Oaxaca. Período Clásico.

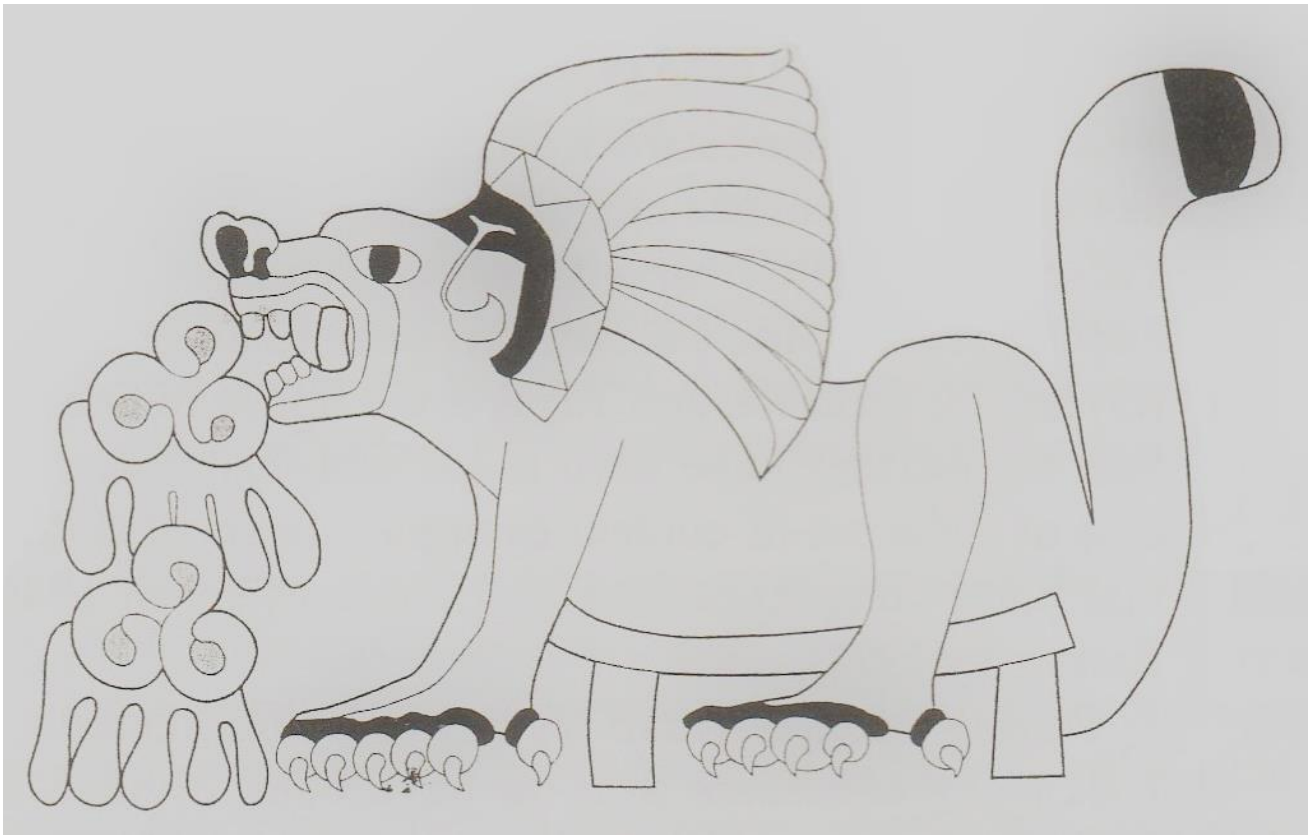


Fuente: Urcid, 2001.

En la Lápida de Bazán, se observa del lado izquierdo un personaje ataviado en estilo Teotihuacano y a la derecha un personaje con atavío de jaguar en estilo de Oaxaca (Fig. 13).

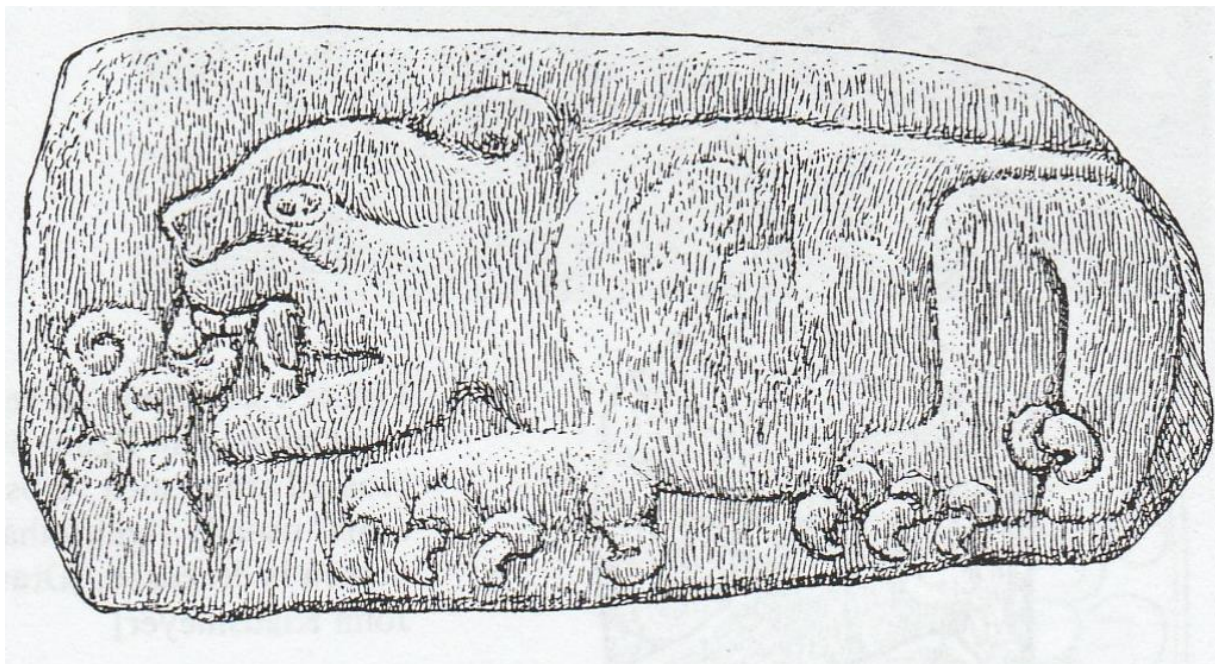
Asimismo, otro motivo que se encuentra en algunos lugares de Mesoamérica es el del jaguar devorando un corazón humano que se encuentra tanto en murales de Tetitla, Teotihuacan, como en una escultura en piedra en Oaxaca, incluso también se encuentra en el área maya. (Figs. 14 y 15).

Figura 14. Jaguar devorando un corazón humano. Pintura mural en Tetitla, Teotihuacán. Periodo Clásico.



Fuente: Balkansky, 2002.

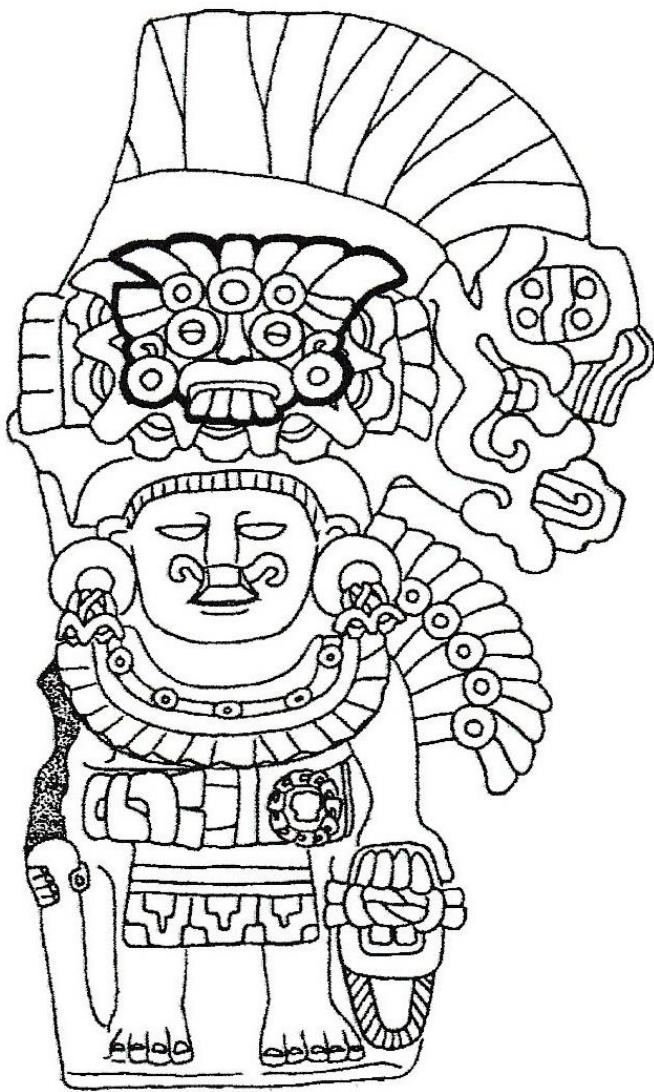
Figura 15. Jaguar devorando un corazón humano. Piedra tallada. Ejutla, Oaxaca. Periodo Clásico.



Fuente: Balkansky, 2002.

Otro elemento que indica la influencia de Teotihuacán en áreas como Oaxaca y la zona Maya es la representación de Tláloc, con sus anteojeeras. Se observa en vasijas en estilo zapoteca portando este elemento en el Museo Frisell de Mitla, Oaxaca, (Figs. 16, 17, 18 y 19). Se observa la similitud con un incensario de Teotihuacán con este elemento distintivo (Fig. 20).

Figura 16. Vasija efígie zapoteca con máscara de Tláloc en el tocado. Museo Frisell, Mitla, Oaxaca. Origen desconocido. Periodo Clásico.



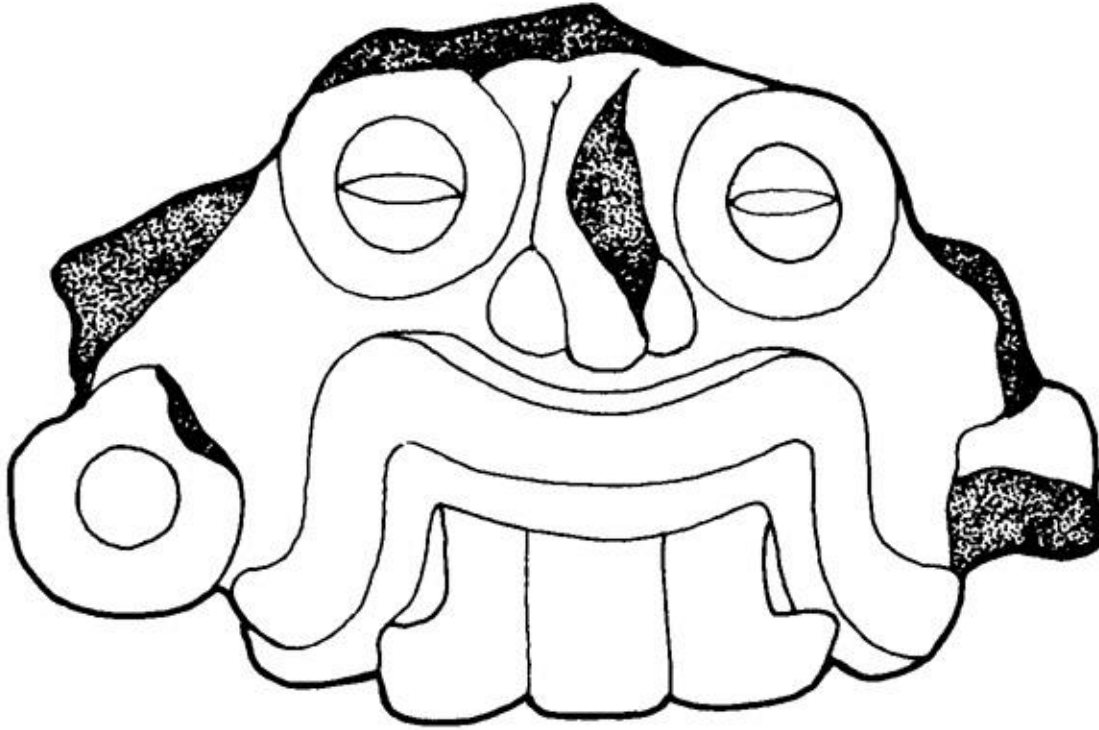
Fuente: Sellen, 2002.

Figura 17. Vasija efígie zapoteca con máscara de Tláloc. Museo Frisell, Mitla, Oaxaca. Origen desconocido. Periodo Clásico.



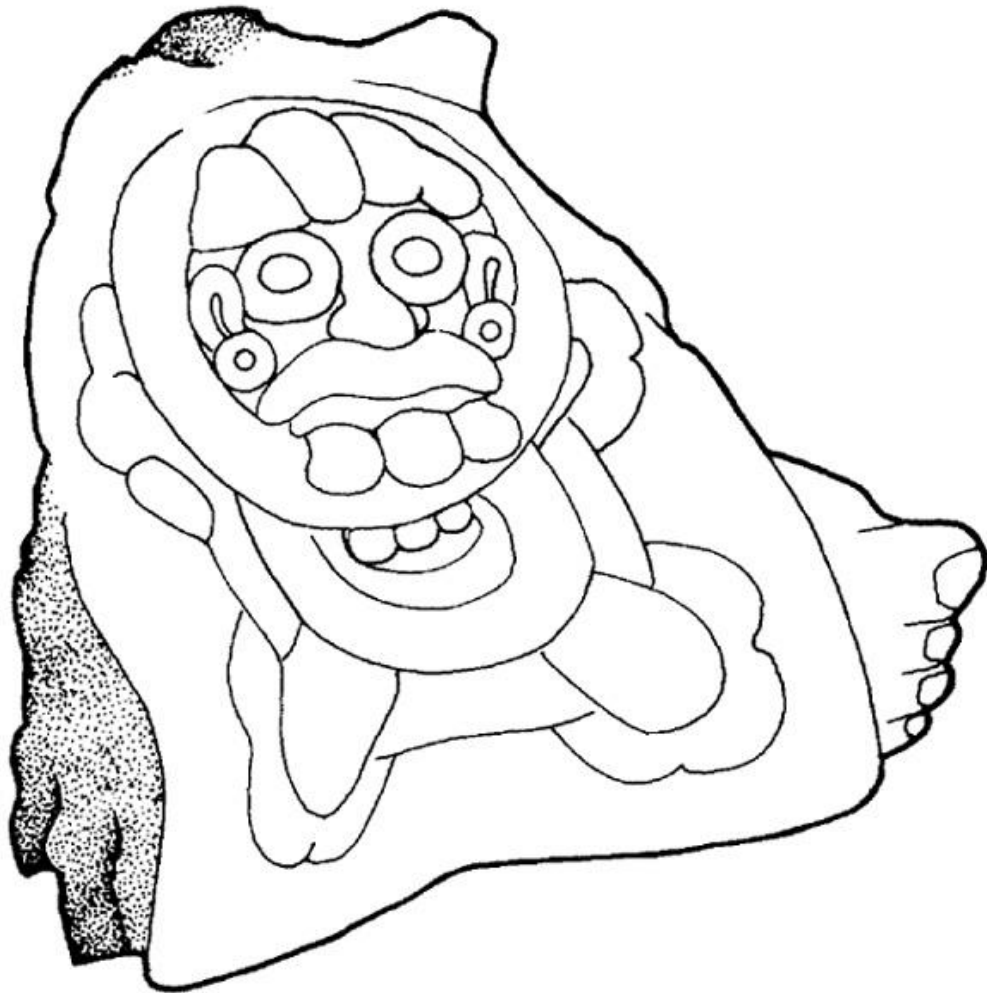
Fuente: Sellen, 2002.

Figura 18. Fragmento de una cabeza de Tláloc. Instituto de Investigación Mesoamericana, Universidad Tulane, Nueva Orleans (bodega). Procedencia desconocida. Periodo Clásico.



Fuente: Sellen, 2002.

Figura 19. Fragmento que muestra la cara de Tláloc sobrepuesta al glifo para milpa. Museo Frisell, Mitla, Oaxaca. Procedencia Ixtepec, Oaxaca. Periodo Clásico.



Fuente: Sellen, 2002.

Figura 20. Incensario compuesto, Teotihuacán. Museo Nacional de Antropología. Periodo Clásico.



Fuente: Fotografía tomada por J. Pérez de Lara, s/f.

V.- OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer la estructura genética de los entierros de Tlailotlacan con marcadores de ADN mitocondrial en relación a otros grupos de Mesoamérica del periodo clásico.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar la variabilidad encontrada dentro del grupo con referencia a otras poblaciones relacionadas.

2. Estudiar aspectos históricos y socio-culturales de la población de estudio en relación a los datos genéticos obtenidos.

3.- Identificar patrones de movimiento poblacional.

4.- Identificar elementos iconográficos que aparecen en Teotihuacán y el área de Oaxaca que evidencian un contacto.

VI.- HIPÓTESIS

Las frecuencias de los haplogrupos del ADN mitocondrial de los entierros encontrados en Tlailotlacan muestran una relación con otros grupos del sureste de Mesoamérica.

VII.- METODOLOGÍA

Una parte de la recolección de información se obtiene de manera indirecta, en lo que se refiere a la consulta de libros, artículos y algunas otras fuentes escritas acerca del tema de los movimientos poblacionales hacia Teotihuacán de otras zonas de Mesoamérica, y a los estudios ya publicados que estudian la estructura genética de restos prehispánicos. Cabe mencionar que los resultados que se mencionan para Tlailotlacan en un estudio que analiza algunos barrios de Teotihuacán (Aguirre, 2017), no son los mismos del presente trabajo, aquellos están referidos como Herrera (2007), y pertenecen a otro sector a 300 metros de Tlailotlacan.

En este estudio, en la medida de lo posible traté de seleccionar entierros que presentaban ofrendas con elementos de tradición funeraria representativa de Oaxaca.

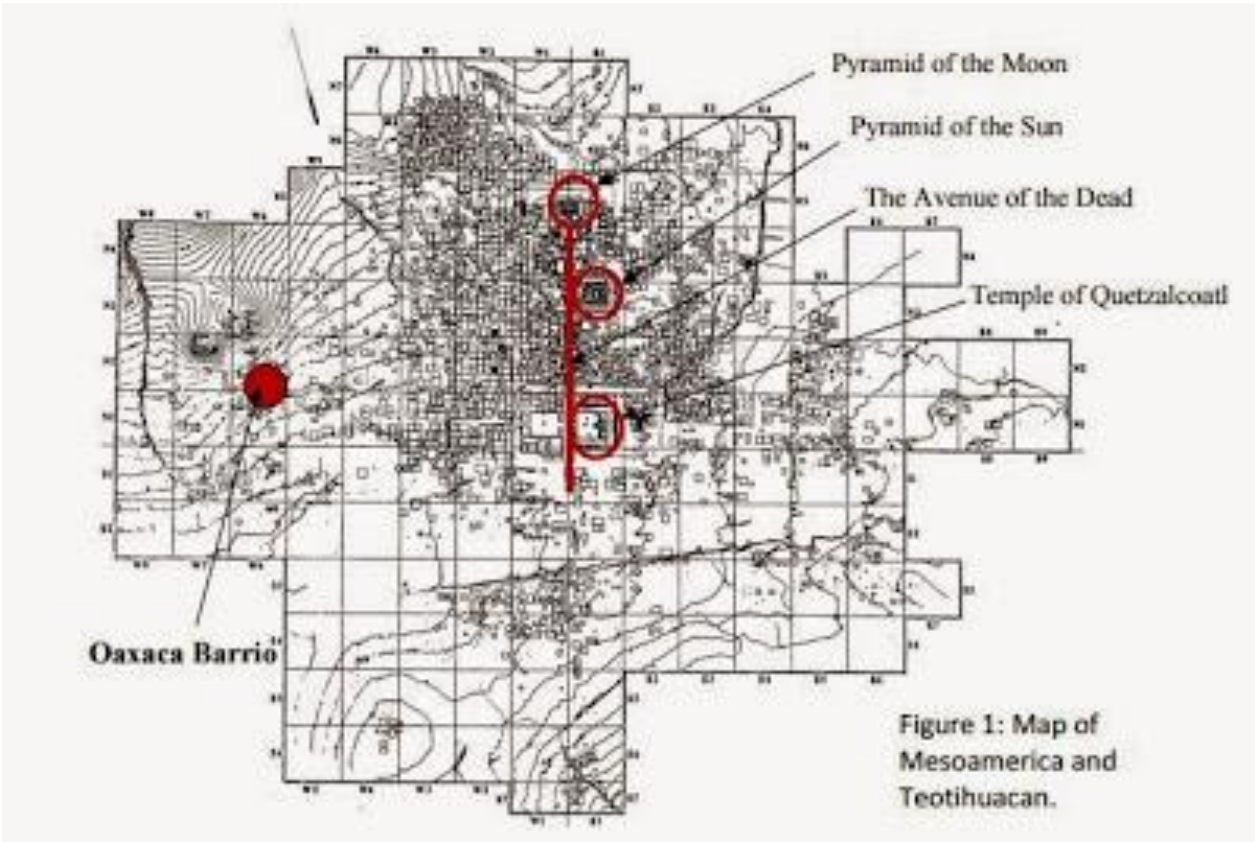
Otra parte de la investigación se centra en la técnica de extracción de ADN antiguo en el laboratorio de Antropología Genética del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

7.1 GRUPO DE ESTUDIO

Tlailotlacan se asentó en la ladera sur del Cerro Colorado Chico, el cual es una de las elevaciones que delimitan al Valle de Teotihuacán en su extremo poniente. Se ubica aproximadamente a tres km al poniente de la Calzada de los Muertos, en un predio de la actual colonia El Mirador, en la población de San Juan Evangelista, en Teotihuacán, en este lugar se situaba el Barrio Oaxaqueño (Figs. 21 y 22).

El nombre de Tlailotlacan significa: “Lugar de la gente de tierras lejanas”; abarca los sectores N1W6 y N2W6 (Fig.22). Tlailotlacan se compone de 10 a 15 conjuntos, por lo que Michael Spence propuso una nomenclatura basada en anteponer las letras TL seguidas por el número de conjunto correspondiente al plano de sector; así, el conjunto 1:N1W6, por ejemplo, es también nombrado como TL1 [Spence, 1989].

Figura 21. Mapa de Teotihuacán señalando el Barrio Oaxaqueño ó Tlailotlacan.



Fuente: Teotihuacán Mapping Project – Millon, 1967.

Figura 22. Mapa que muestra la localización del “Barrio Oaxaqueño” o Tlailotlacan y otros barrios en Teotihuacán, en los sectores N1W6 y N2W6, donde se ubican TL1, TL6 y TL11.

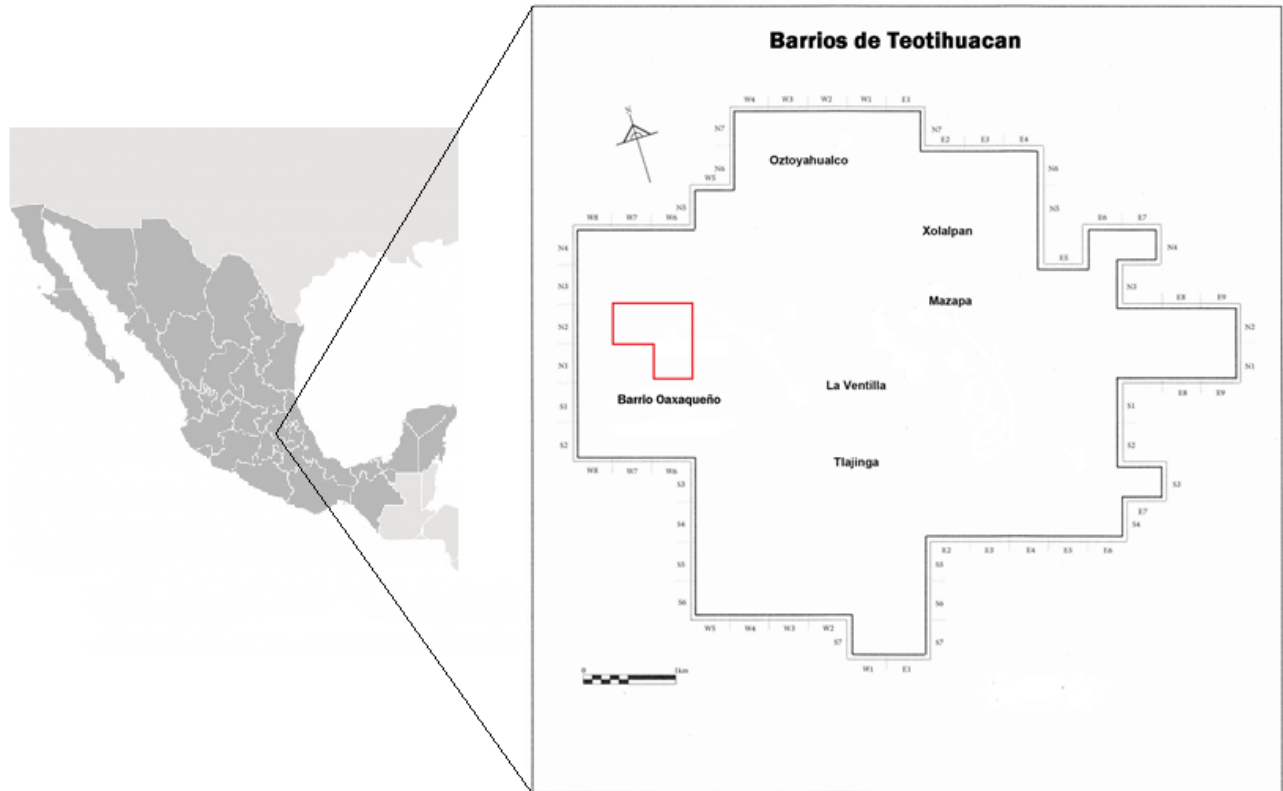


Tabla 2. Muestras de fragmentos óseos para análisis genético de entierros del Barrio Oaxaqueño en Teotihuacán.

Número	Entierro	Sexo	Tipo de hueso	Sector	Sección	Fecha de excavación	Ofrenda
1	9		falanges	N1W6	TL6	14-agosto-2009	
2	21	Fem	falanges	N1W6	TL11	2009	Si
3	26	Infant	peroné	N1W6	TL11	2009	Si
4	10	Masc	falanges	N1W6	TL11	19-agosto-2009	Si
5	13	Fem	peroné	N1W6	TL11	2008	Si
6	43	Infant	falanges	N1W6		01-diciembre-2009	
7	32	Fem	falanges	N2W6		31-noviembre-2009	Si
8	2		húmero	N1W6	TL1	22-septiembre- 2010	Si
9	20	Fem	falanges	N1W6	TL11	21-septiembre-2009	Si
10	41	Masc	falanges	N1W6	TL11	19-agosto-2009	Si
11	16		peroné	N1W6	TL11	23-noviembre-2009	
12	2B		falanges	N1W6	TL11	30-septiembre-2010	Si
13	36		peroné	N1W6	TL11	2009	Si
14	37		falanges	N1W6	TL11	2009	Si
15	6-2		tibia	N1W6	TL1	mayo-2012	
16	5		fémur	N1W6	TL1	Mayo-2002	Si

Fuente: Elaboración propia. Los datos de sexo y presencia de ofrenda son tomados de Archer, 2012.

Se seleccionaron falanges, fémures y tibias debido a que con anterioridad se comprobó que de este tipo de huesos se puede obtener ADN de calidad (Figs. 23 y 24).

Figura 23. Foto individuo 21.



Fuente: Fotografía tomada por Manuel Soler

Figura 24. Foto individuo 10.



Fuente: Fotografía tomada por Manuel Soler.

7.2 MEDICIÓN DEL pH DEL SEDIMENTO

Un primer paso para conocer las condiciones del material óseo a estudiar, es medir el pH del sedimento donde se encontraron los huesos.

Se mide el pH con la introducción del potenciómetro “Microprocessor pH Meter”, marca HANNA instruments modelo pH 212, calibrado con soluciones de pH7 y pH4 (Fig. 25).

El pH del sedimento se puede evaluar con este instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ion de hidrógeno.

Para obtener el valor del pH se coloca en un tubo 1 gramo de sedimento de la muestra y se agregan 10 mililitros de agua destilada. Se agita y después se reposa la muestra por 10 minutos. Se anotan los valores obtenidos y se comparan con los valores de referencia (Figs. 39 y tabla 5).

Figura 25. Medición del pH del sedimento con el “Microprocessor pH Meter”.

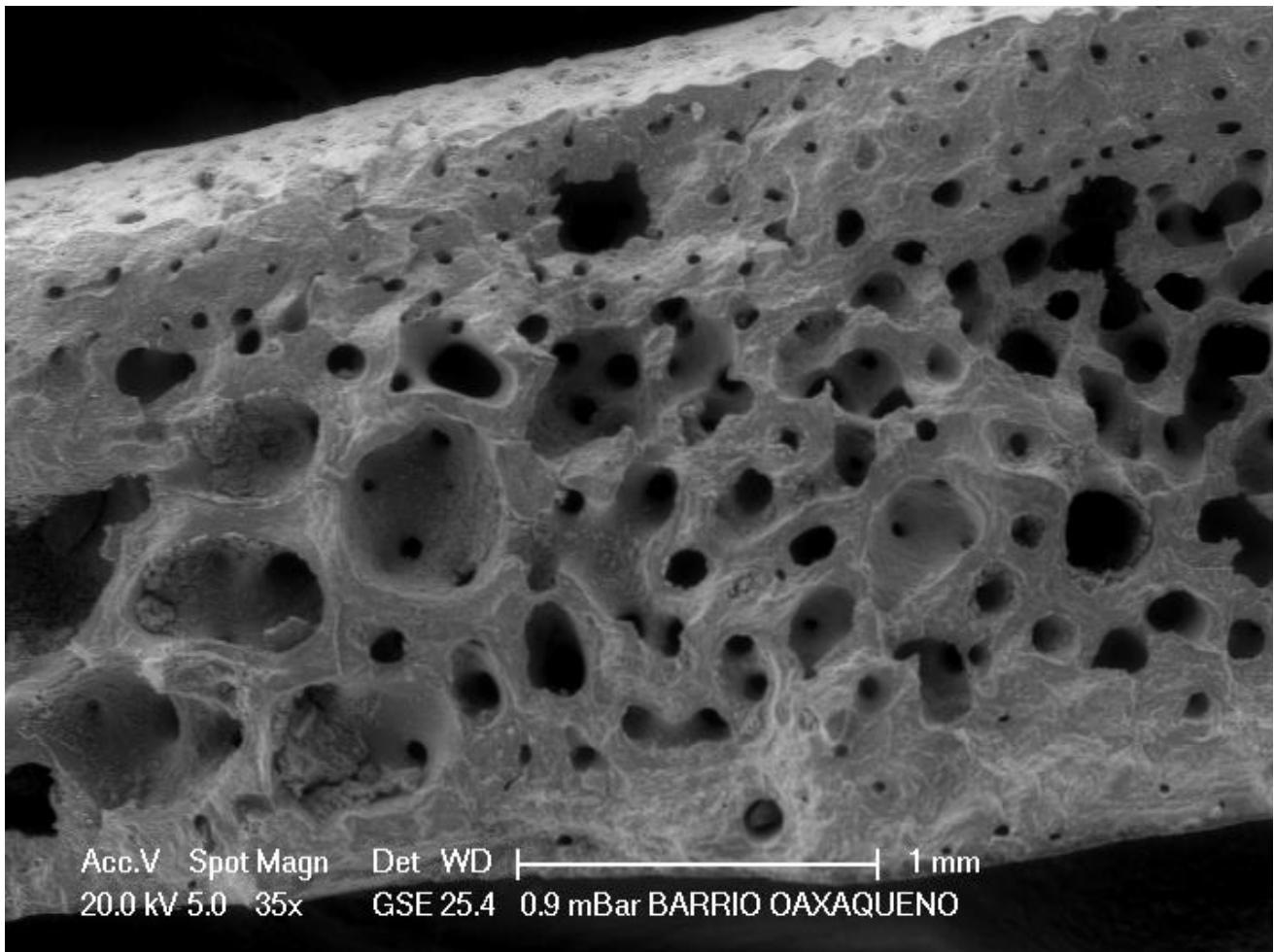


Fuente: Fotografía tomada por Manuel Soler.

7.3 MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO.

Como primer paso se observan los huesos en microscopio electrónico de barrido para verificar que hay condiciones adecuadas para la extracción de ADN. Las observaciones se realizaron en el microscopio electrónico de transmisión tecnai-10 (Phillips Electronics, Holanda). La técnica empleada se describe en Aguirre, 2011.

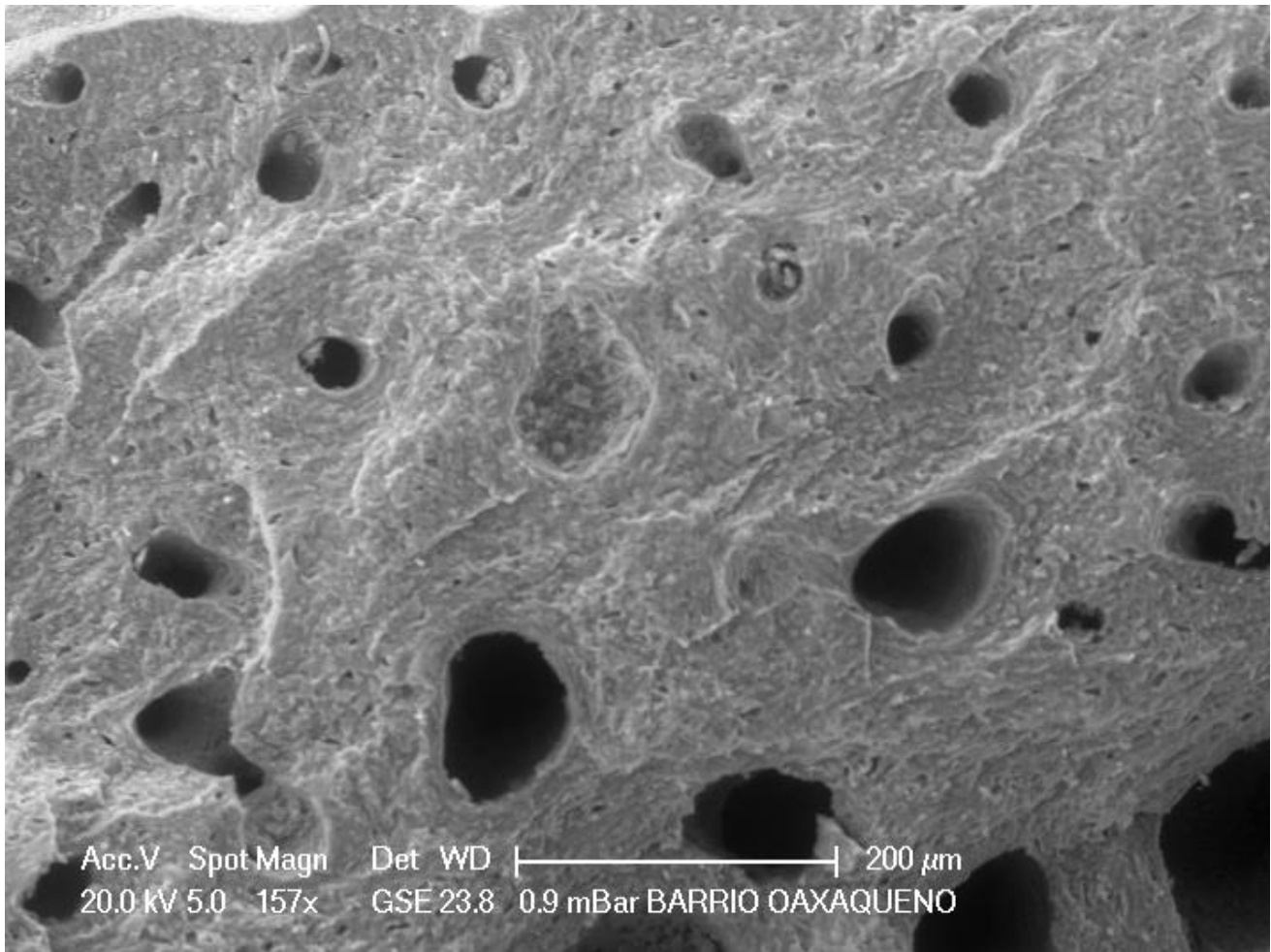
Figura 26. Vista de Fragmento de hueso en microscopia electrónica de barrido.



Fuente: Lilia Solís Arrieta. Laboratorio de Microscopía electrónica del Instituto Nacional de Rehabilitación.

La figura 26 muestra tejido óseo trabecular que mantiene su estructura. A la izquierda de la imagen se observan depósitos de minerales. Es una imagen aumentada a 35x.

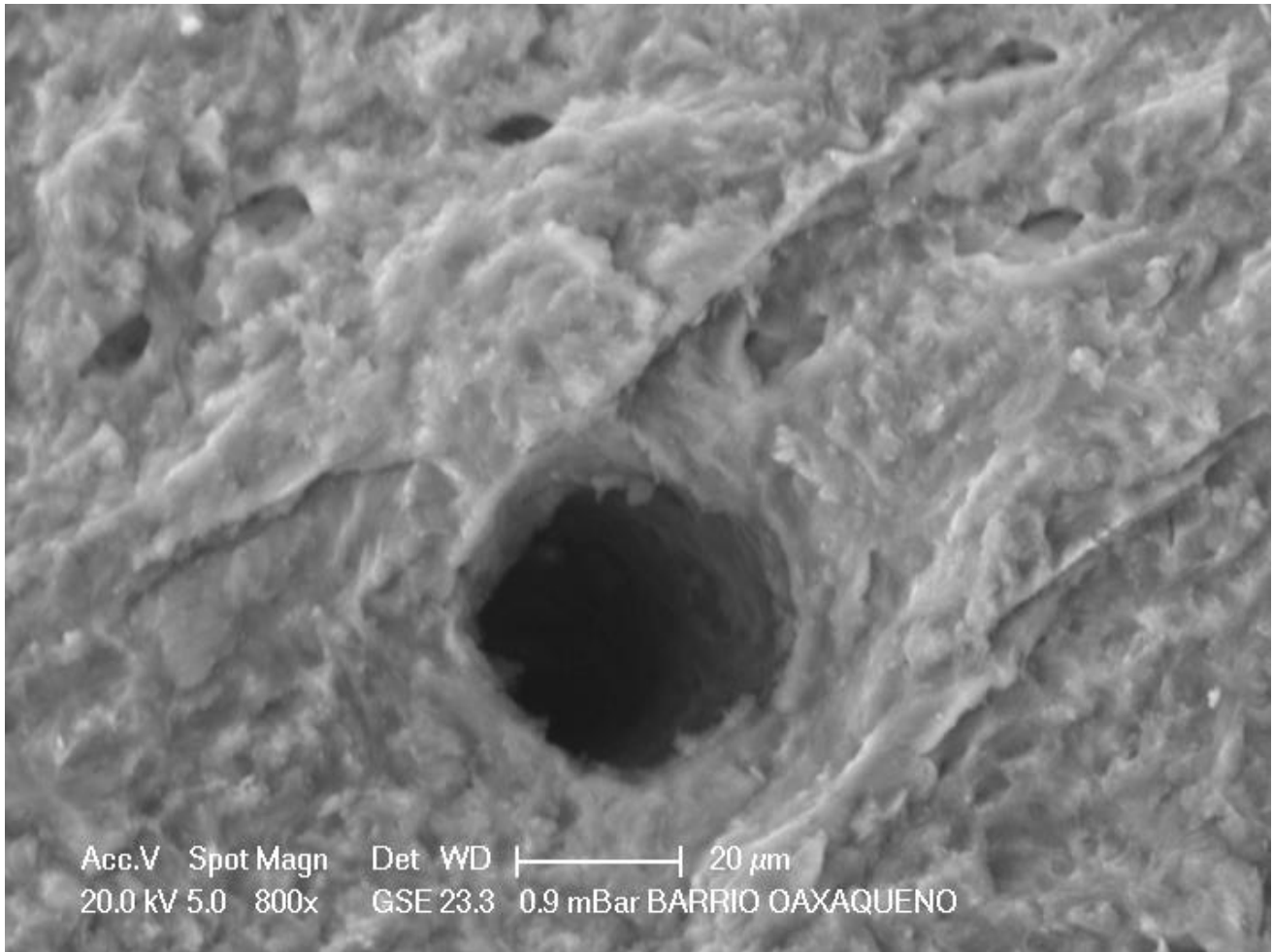
Figura 27. Vista de Fragmento de hueso en microscopia electrónica de barrido.



Fuente: Lilia Solís Arrieta. Laboratorio de Microscopía electrónica del Instituto Nacional de Rehabilitación.

La figura 27 muestra una imagen aumentada a 157x donde se aprecia que entre los espacios trabeculares hay algunos depósitos de minerales, mientras que las fibras de colágena no están bien definidas.

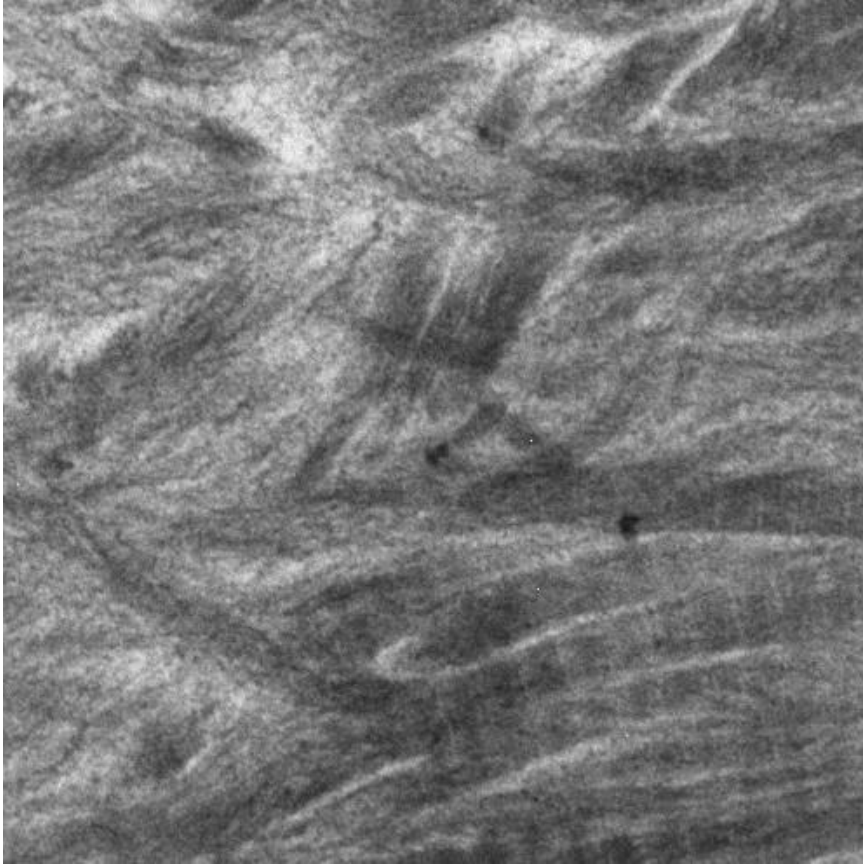
Figura 28. Vista de Fragmento de hueso en microscopia electrónica de barrido.



Fuente: Lilia Solís Arrieta. Laboratorio de Microscopía electrónica del Instituto Nacional de Rehabilitación.

La figura 28 muestra una imagen aumentada a 800x de tejido óseo trabecular donde se observa que las fibras de colágeno han perdido la continuidad de su estructura, pero el orificio trabecular se conserva, lo que indica cierto grado de conservación.

Figura 29. Vista de Fragmento de hueso en microscopía electrónica de transmisión.

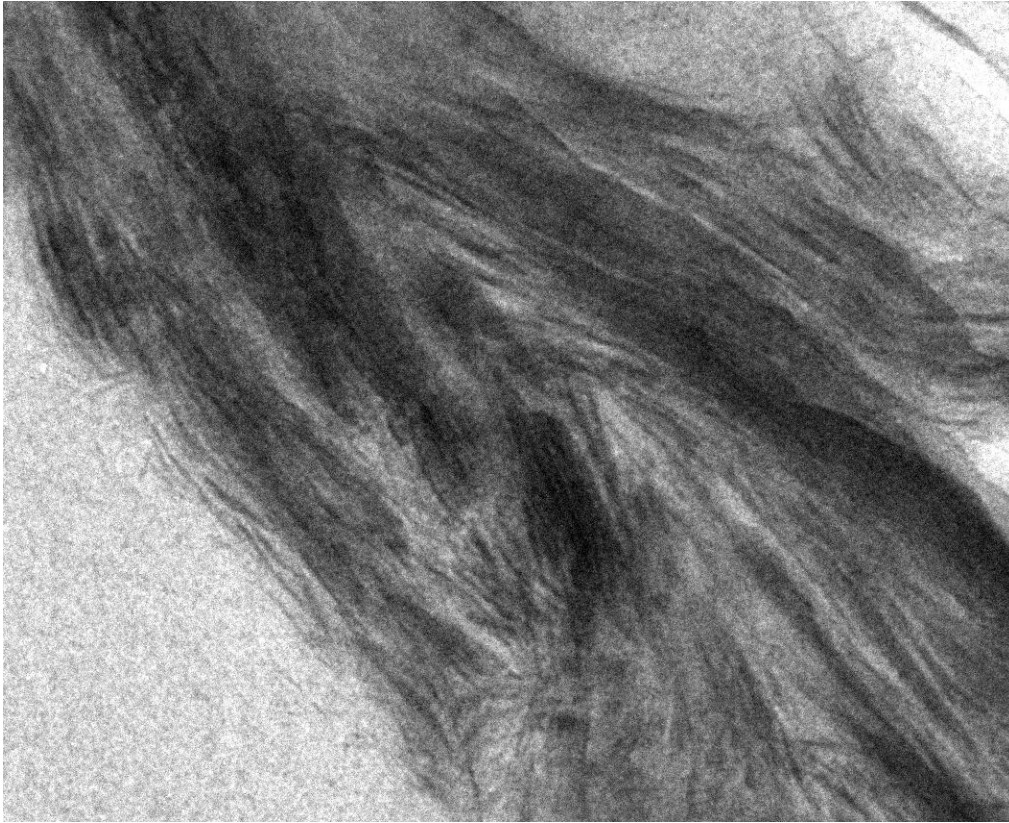


Fuente: Lilia Solís Arrieta. Laboratorio de Microscopía electrónica del Instituto Nacional de Rehabilitación.

La figura 29 muestra una imagen aumentada a 40,000 x de tejido óseo, en donde se observan espacios entre el patrón estriado que indican pérdida de estructura de la fibra de colágeno. En la parte superior, el patrón de fibras ya no es visible. Se observa que el tejido ha perdido su organización.

En la parte inferior derecha se aprecia el patrón de estrías que indica una colágena todavía conservada.

Figura 30. Vista de Fragmento de hueso en microscopia electrónica de transmisión.



Fuente: Lilia Solís Arrieta. Laboratorio de Microscopía electrónica del Instituto Nacional de Rehabilitación.

La figura 30 muestra una imagen aumentada a 40,000 x de tejido óseo, en donde se aprecia que ya no mantiene el patrón de estrías, sin embargo, se observa que mantiene las continuidades de las fibras.

En la parte inferior derecha se observan las fibras ya disgregadas y sin patrón.

7.4 TÉCNICA DE EXTRACCIÓN UTILIZADA

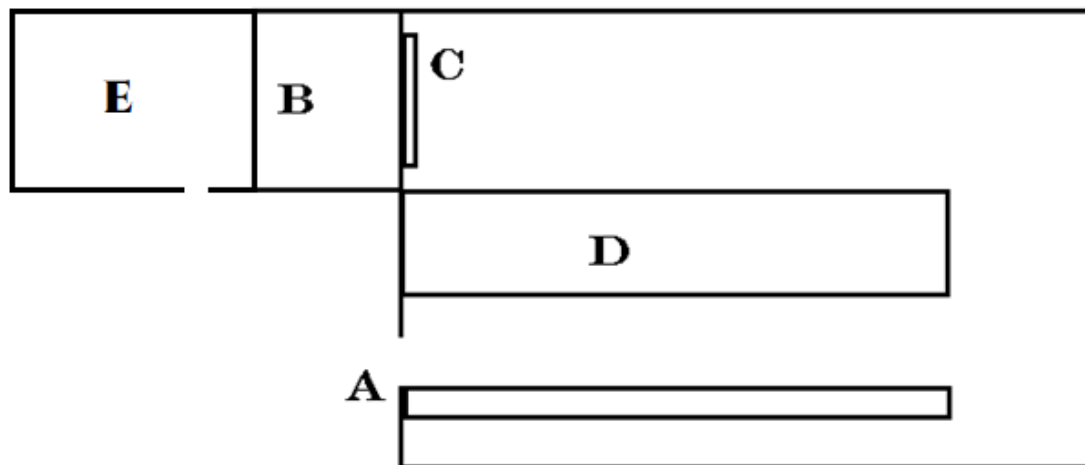
La extracción debe realizarse en un área aislada específica para este paso (Fig. 31). Antes de empezar se elimina el ADN exógeno usando una solución de cloro para limpiar todas las superficies (puertas, campana de extracción, mesa, banco). Antes de extraer, se deja por espacio de 45 minutos en radiación con luz UV el cuarto de extracción. Y ya deben estar dentro todos los materiales que van a ser proceso empleados en el de lijado y molienda.

Para ingresar a trabajar en esta área, es obligatorio hacerlo con ropa de cirugía desechable y estéril previamente radiada con luz UV: gorro, cubrebocas, casaca, pantalón y botas.

La muestra de hueso se prepara como se enuncia a continuación:

1. Dentro de una caja de Petri, se coloca un papel redondo estéril: con el que se manipula el fragmento de hueso.
2. Se lija el hueso con una solución de agua y jabón neutro suave. Una vez eliminadas las manchas superficiales, se enjuaga con agua destilada.
3. Se coloca el hueso en cloro por 1 ó 2 segundos. Se enjuaga con agua bidestilada.
4. Se enjuaga con agua bidestilada una vez más para eliminar por completo el cloro.
5. Se enjuaga con alcohol
6. Finalmente se enjuaga una vez más con agua bidestilada y se deja secar en la campana de extracción con flujo de aire.
7. Se pasa a un mortero, donde se muele hasta obtener polvo.

Figura 31. Esquema de las áreas de trabajo del laboratorio de Antropología Genética del IIA-UNAM.



Fuente: Elaboración propia.

A – Puerta de acceso al área de trabajo de laboratorio

B – Área aislada para evitar contaminación

C – Lámpara de luz ultravioleta

D – Mesa de trabajo donde se ubica la centrífuga

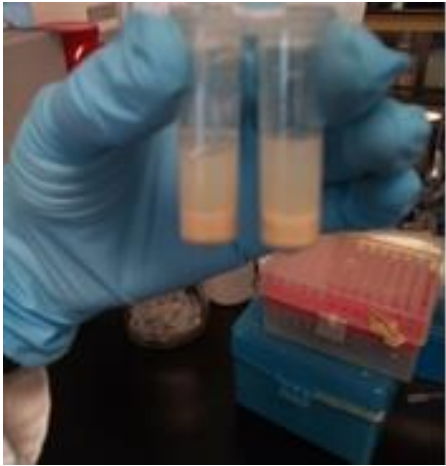
E – Cuarto con Termociclador y campana de flujo para realizar la PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa)

Una vez obtenido el polvo de hueso, se extrae el ADN antiguo por un método basado en sílica, utilizando el Kit GENE CLEAN de la marca MP biomedical. (Santa Ana, California, Estados Unidos). Para la extracción de ADN antiguo se siguió el proceso estandarizado de Aguirre-Samudio (2011):

- 1.- Usar entre 240-500 mg de la muestra de hueso (previamente preparada y pulverizada).
- 2.- Mezclar el polvo de hueso con la solución de extracción (5 µl de 0.5 M EDTA, 200 µl l de SDS al 10 %, 100 µl de proteinasa K a 20 mg/ml) y dejar incubar toda la noche a 60 °C en movimiento suave.
- 3.- Mover la muestra, agregar 1ml de DeHybernation Solution A a cada muestra e incubar de 2-4 hrs más a 37 °C.
- 4.- Centrifugar la muestra a alta velocidad por 5 minutos. Transferir el sobrenadante a un nuevo tubo libre de ácidos nucleicos. Centrifugar nuevamente por 3 minutos (para remover cualquier residuo que haya quedado).
- 5.- Transferir el sobrenadante a un nuevo tubo y agregar 1.2 ml de Ancient DNA GLASSMILK, e incubar a temperatura ambiente de 10 a 30 minutos.
- 6.- Transferir la suspensión a un SPIN Filter y Catch Tube. Centrifugar a 14,000 xg en una microcentrífuga por un minuto.
- 7.- Añadir 0.5 ml de Salton Wash para resuspender el pellet, centrifugar a 14,000 xg
- 8.- Añadir 0.5 ml de Salton Wash y centrifugar a 14,000 xg.
- 9.- Añadir 0.5 ml de Ancient DNA alcohol Wash y centrifugue
- 10.- Vaciar el Match Tube y centrifugar por 2 minutos
- 11.- Colocar el filtro en un DNA –free Elution Match Tube. Añadir 50 µl DNA –free Elution Solution. Centrifugar por un minuto.
- 12.- Remover el SPIN Filter y descartar. El DNA está listo para usar en amplificación sin manipulación adicional.

A continuación se muestran una serie de imágenes del proceso de extracción de ADN llevado a cabo (Figs. 32-36):

Figura 32.- Ilustra el paso 2. En que se mezcla el polvo de hueso con la solución de extracción (5 μ l de 0.5 M EDTA, 200 μ l l de SDS al 10 %, 200 μ l de proteinasa K a 20 mg/ml) y dejar incubar toda la noche a 37 °C en movimiento suave.



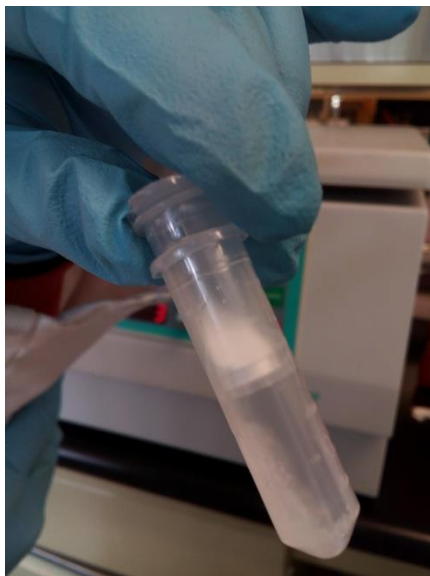
Fuente: Fotografía tomada por Manuel Soler

Figura 33.- Ilustra el paso 4.- En donde se centrifuga la muestra a alta velocidad por 5 minutos para obtener un pellet. Se transfiere el sobrenadante a un nuevo tubo libre de ácidos nucleicos y se centrifuga nuevamente por 3 minutos (para remover cualquier residuo que haya quedado).



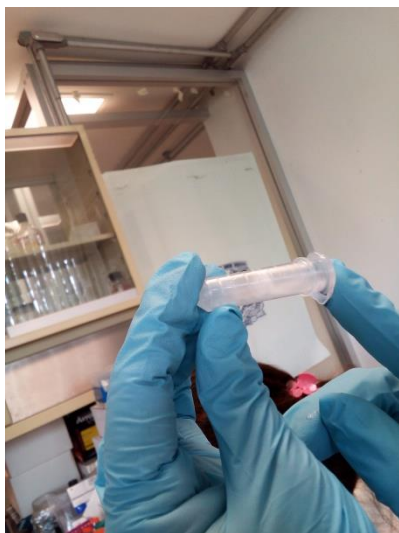
Fuente: Fotografía tomada por Manuel Soler

Figura 34.- Ilustra el paso 7 en donde se añade 0.5 ml de Salton Wash para resuspender el pellet, se centrifuga a 14,000 xg para lavar el GLASSMILK/DNA complex.



Fuente: Fotografía tomada por Manuel Soler

Figura 35.- Ilustra el paso 8 en el que se añade 0.5 ml de Salton Wash y centrifuga a 14,000 xg.



Fuente: Fotografía tomada por Manuel Soler

Figura 36.- Ilustra el paso 12 en donde se remueve el SPIN Filter y descartar.

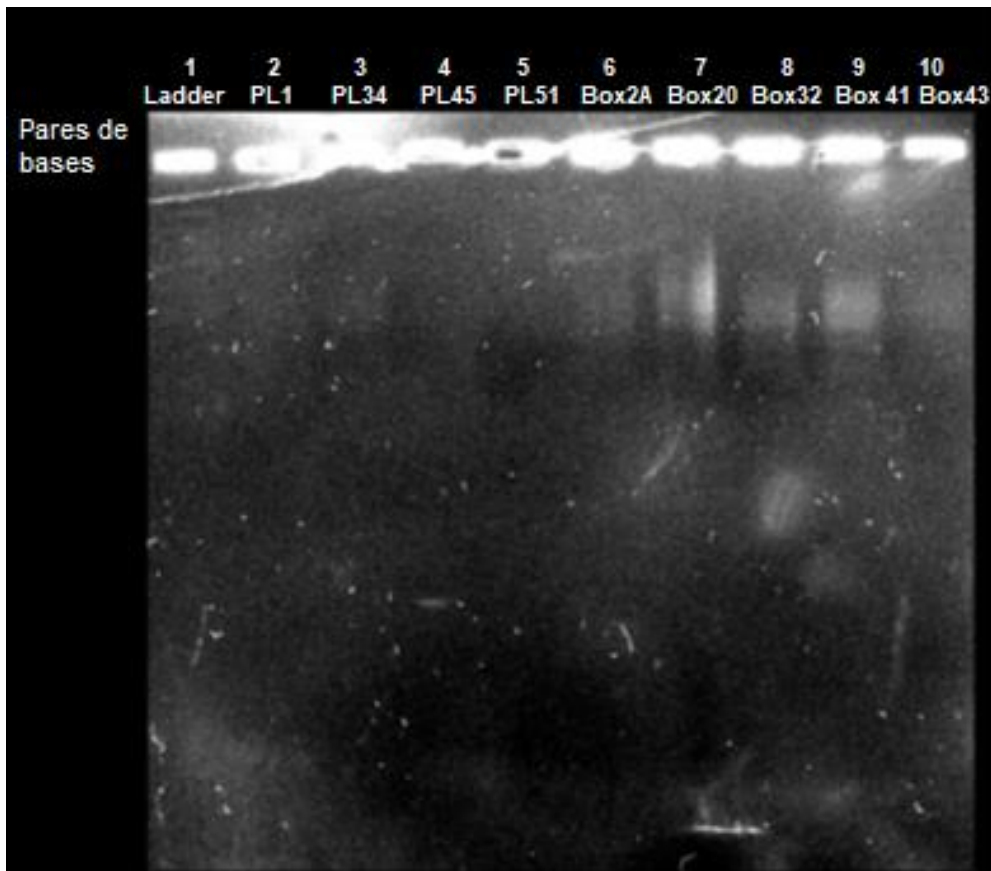
El ADN está listo para usar en amplificación sin manipulación adicional.



Fuente: Fotografía tomada por Manuel Soler

Al obtener el ADN se verifica la cantidad disponible. El proceso de cuantificación es muy importante ya que verifica el tamaño de la molécula de ADN y en este caso que es antiguo deben ser fragmentos de muy pocos pares de bases y baja cantidad.

Figura 37.- Gel de agarosa que muestra la calidad y presencia de ADN mediante electroforesis.



Fuente: Fotografía tomada por Manuel Soler

En este caso el círculo indica verificación de la amplificación para la región mitocondrial Hae III (Fig.37).

7.5 ANALISIS DE GENOTIPOS Y DE FRECUENCIAS

Se utiliza la técnica de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) para amplificar el ADN mitocondrial (ADNmt), con Ampli Tac Gold polimerase de Applied Biosystems.

Se identifican los haplogrupos del ADN mitocondrial mediante las enzimas de restricción correspondientes. Se utilizan Fragmentos de Restricción de Polimorfismos de Longitud (RFLPs) para identificar los polimorfismos presentes en la región codificante del ADNmt de las muestras de Tlailotlacan (Fig. 38).

La determinación de polimorfismos por RFLPs utiliza enzimas de restricción que pueden reconocer una secuencia de nucleótidos de entre 4 y 12 pares de bases, y romper los enlaces fosfodiéster de la doble cadena en un punto específico llamado sitio de restricción o sitio de corte.

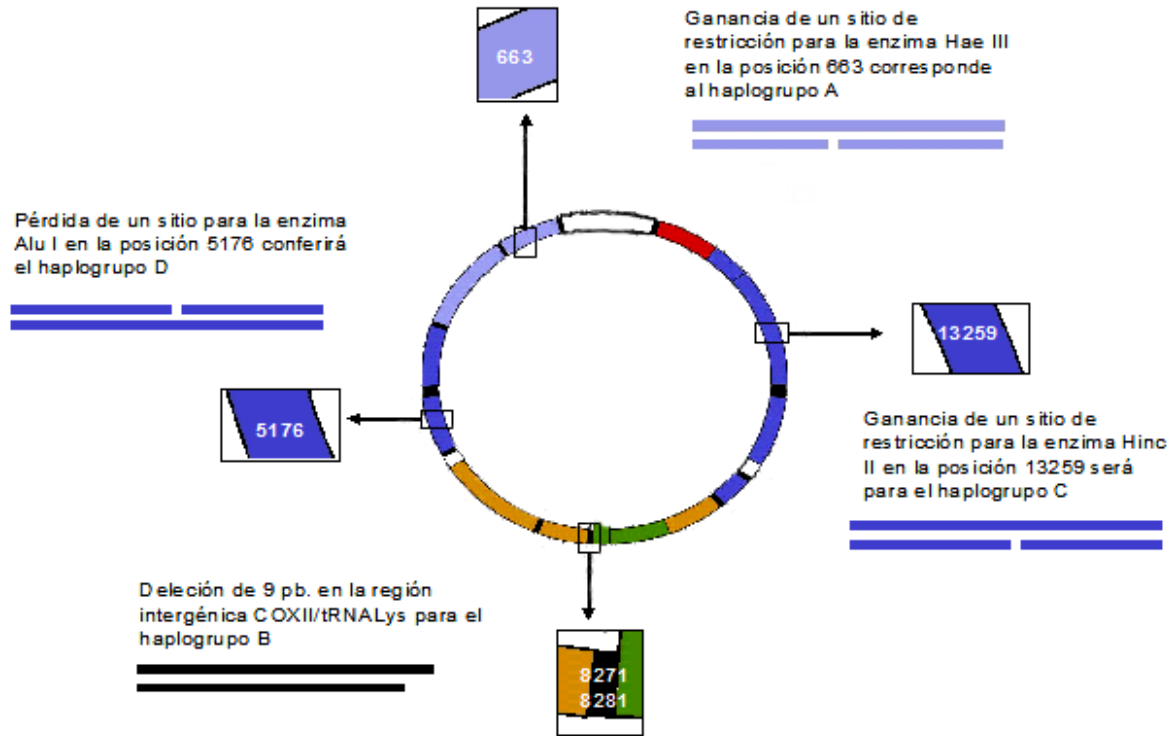
Para identificar el haplogrupo A, la secuencia de referencia presenta en la cadena ligera una A en la posición 663, mientras que la secuencia correspondiente al Haplogrupo A, presentará en la misma posición una G. La enzima Hae III, reconocerá la secuencia CT | GG y romperá los enlaces fosfodiéster entre T y G.

Dado que el tamaño del producto de amplificación es de 170 pb, la restricción generará dos fragmentos observables electroforéticamente: el primero de 77 pb y el segundo de 93 pb. Lo que se conoce como “ganancia del sitio de restricción”.

Otra manera de determinar la pertenencia de un individuo a un haplogrupo es por ausencia del sitio de corte. En esta forma, el sitio de corte está presente en la secuencia de referencia, y si la muestra es polimórfica, la enzima no romperá los enlaces en ese punto. A este tipo de RFLP se le llama “pérdida del sitio de restricción”. Las deleciones que se refieren a la pérdida de un segmento de la secuencia también son importantes para la determinación de haplogrupos. El Haplogrupo B presenta la deleción de 9 pb.

Al final se observa el ADN en un corrido electroforético de un gel de acrilamida al 15%. La acrilamida permite distinguir fragmentos más pequeños de modo que es eficaz para observar si las muestras presentan o no restricción. A continuación pondremos un ejemplo respecto a algunas de las muestras. En México existe una predominancia del haplogrupo A, seguido del B. Los haplogrupos C y D son poco frecuentes.

Figura 38. Localización de los polimorfismos diagnósticos de los haplogrupos americanos y el nombre de las enzimas que participan en la identificación de cada haplogrupo.



Fuente: Bustos, 2016.

A partir de conocer los genotipos, se calculan los valores de frecuencias de haplogrupos para conocer la estructura de la población a estudiar y se realiza una Inferencia poblacional es decir, una comparación de distancias genéticas con otras poblaciones antiguas. (Tablas 3 y 4).

Las distancias son la comparación pareada de las frecuencias de acuerdo a los alelos que tiene la población con una prueba estadística que confirma la hipótesis de relación entre los grupos poblacionales, este se mide con F_{ST} y otras pruebas cuando hay secuencias.

Con el programa Arlequín se realiza el Análisis de Varianza Molecular (AMOVA) y el cálculo por parejas de distancias genéticas (F_{st}) para todos los pares de poblaciones.

La significancia de las distancias genéticas es probada mediante la permutación de los haplogrupos de los individuos entre las poblaciones. Los valores de pares de F_{st} se presentan en forma de una matriz de distancia molecular entre haplogrupos, una gráfica que representa el número de diferencias moleculares entre todos los diferentes haplogrupos hallados en el proyecto.

La estructura de la población se infiere mediante el análisis de varianza (AMOVA). Este análisis en Arlequin (AMOVA, Excoffier et al. 1992) es esencialmente similar a otros métodos basados en el análisis de varianza de frecuencias genéticas, pero toma en cuenta el número de mutaciones entre haplogrupos moleculares.

Definiendo los grupos de poblaciones se define una estructura genética particular. Un análisis jerárquico de varianza dividida en componentes de covarianza lleva a notar diferencias intra-individuales, inter-individuales y/o inter-poblacionales.

Los resultados del presente estudio se comparan con las siguientes poblaciones:

Tabla 3. Grupos prehispánicos de Mesoamérica de los que se ha estudiado ADN mitocondrial.

Lugar	Temporalidad	Autor
Xcaret, Quintana Roo	Clásico 600-800 d.C.	González-Oliver, 2001
Copán, Honduras	Clásico 400-800 d.C.	Merriwether, 1997
Xaltocan, Estado de México	Posclásico 1,400-1,500 d.C.	Mata-Miguez, 2012
Tlatelolco	Posclásico 1,200-1,500 d.C.	López-Armenta, 2005
Colección Mendrugó, Puebla	Posclásico 900-1500 d.C.	Aguirre-Samudio, en revisión
Chichen Itzá	Clásico tardío 900 d.C.	Bustos, 2016

Fuente: Elaboración propia con datos de referencia.

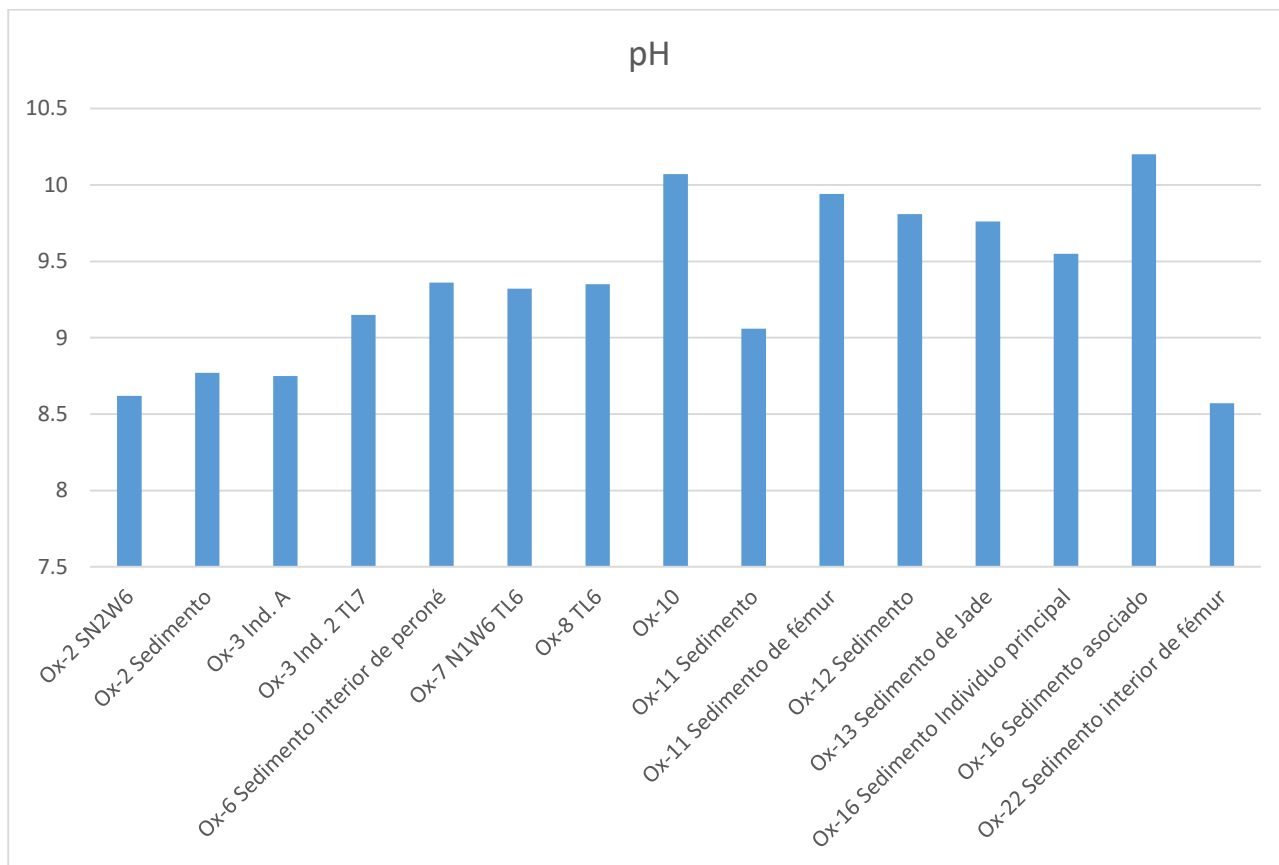
Tabla 4. Barrios de Teotihuacán de los cuáles se ha estudiado ADN mitocondrial.

Lugar	Temporalidad	Autor
La Ventilla	Clásico 300-700 d-C.	Aguirre-Samudio, 2015
Teopancazco	Clásico 350-600 d.C.	Álvarez-Sandoval, 2015
Tlailotlacan	Clásico 100-650 d-C.	Presente estudio
San Francisco Mazapa	Clásico 250-400 d.C.	Aguirre-Samudio, 2015
San Sebastian Xolalpan	Clásico 250 d.C.	Aguirre-Samudio, 2015
Atetelco	Clásico 350-600 d.C.	Plaza Benhumea, 2011

Fuente: Elaboración propia con datos de resultados obtenidos y de referencia.

VIII.- RESULTADOS

Figura 39. Mediciones de pH de sedimentos de entierros de Tlailotlacan, Teotihuacán.



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que los valores de pH oscilan entre medianamente alcalino a fuertemente alcalino, lo que indica que el material óseo ha conservado propiedades que permiten obtener ADN antiguo para su estudio. Esta condición de pH indica un ambiente que permite conservar el hueso, contrapuesto a una condición de pH ácido que transforma la hidroxiapatita del hueso y daña tanto el hueso como el ADN.

Para clasificar los valores de pH se consideran los siguientes parámetros:

Tabla 5. Parámetros de medición de pH.

Categoría	Valor del pH
Fuertemente ácido	≤ 5.0
Moderadamente ácido	5.1 – 6.1
Neutro	6.6 – 7.3
Medianamente alcalino	7.4 – 8.5
Fuertemente alcalino	≥ 8.5

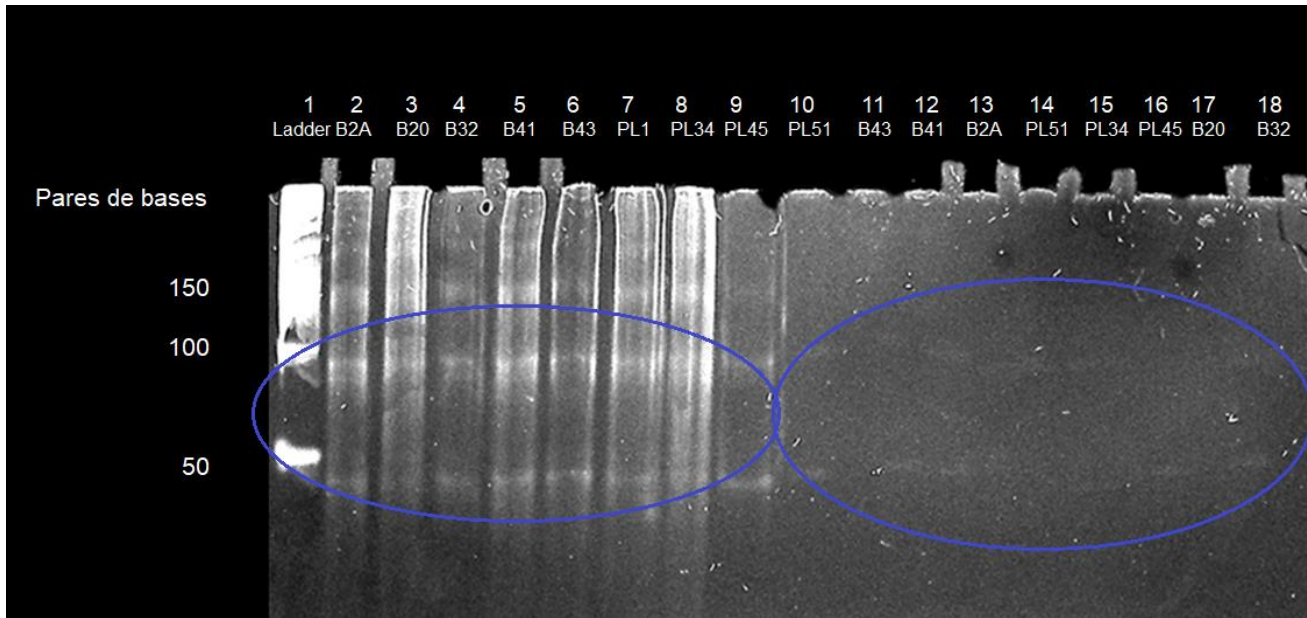
Fuente: Elaboración propia

La identificación de haplogrupos se realizó mediante electroforesis en gel de Poliacrilamida

Los fragmentos con menor número de pares de bases corren más rápido, en base a este hecho es posible calcular cuánto pesan las bases de abajo hacia arriba.

Se tiene como referencia el primer carril de la izquierda (Ladder) que es un marcador de peso molecular.

Figura 40. Fotografía de gel de poliacrilamida. ADN cortado con las enzimas Hae y Hinc.



Fuente: Fotografía tomada por Manuel Soler

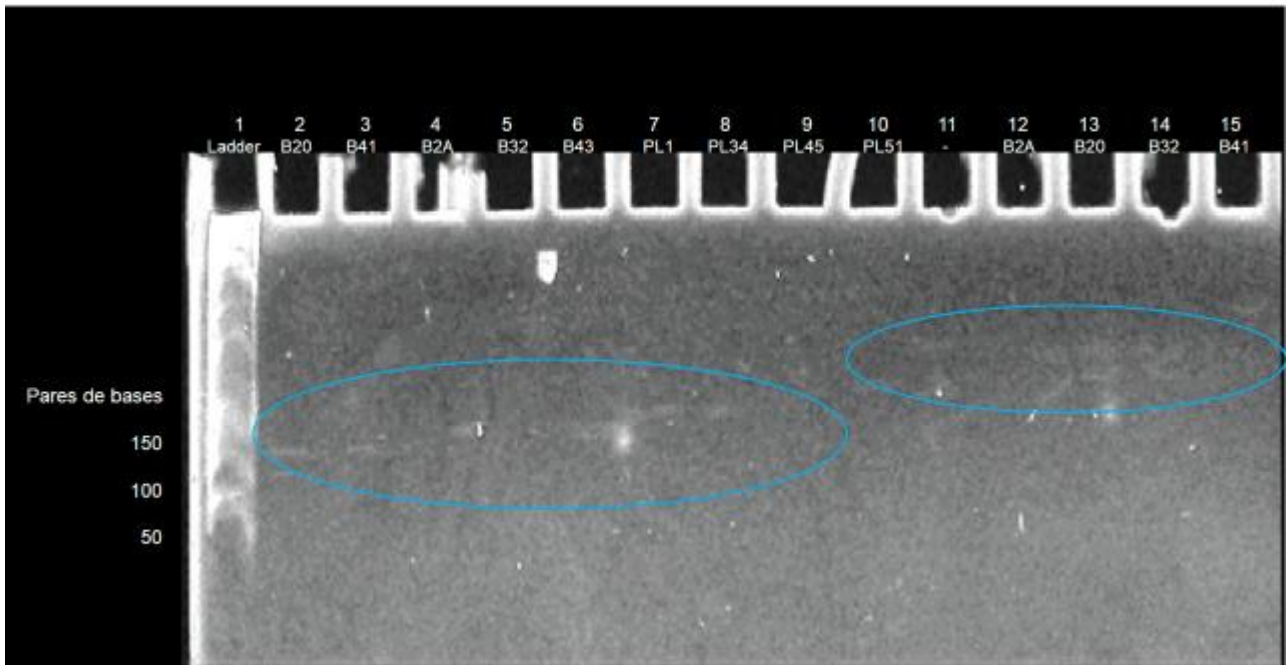
PL = Control

El carril 1 es un marcador de peso molecular. (Ladder).

En los carriles 2 al 9 se observan los marcadores para Hae III que define el haplogrupo A, se observan las bandas que confirman el haplogrupo A.

Del carril 10 al 18 se observan los marcadores para Hinc que define el haplogrupo C, el hecho de que hay dos bandas visibles indica que no son haplogrupo C (Fig. 40).

Figura 41. Fotografía de gel de poliacrilamida. ADN cortado con las enzimas Alu y la delección de 9 pares de bases (9 del).



Fuente: Fotografía tomada por Manuel Soler

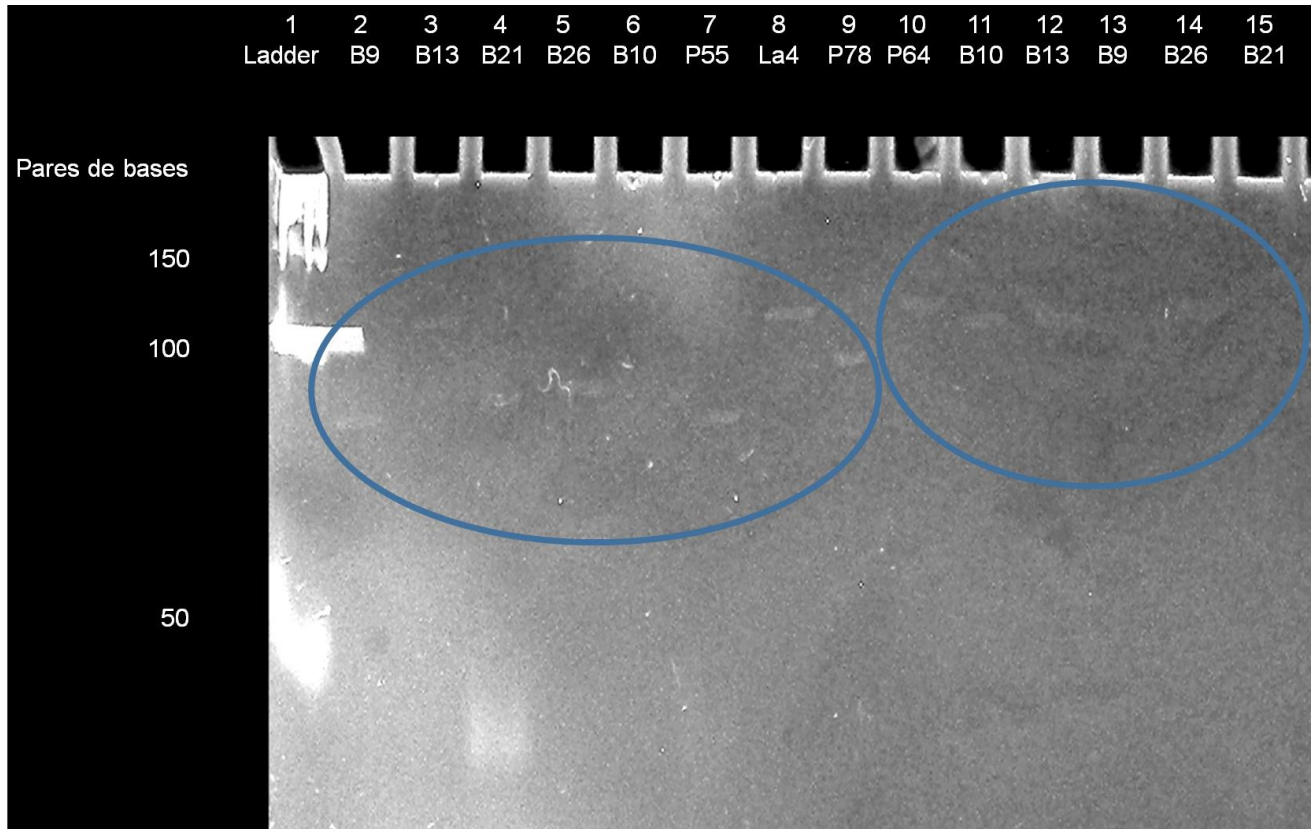
PL = Control

El carril 1 es el marcador de peso molecular.

De los carriles 2 al 9 se observan los marcadores para 9del que define el haplogrupo B. Las bandas están arriba de 100 pares de bases lo que indica que no son haplogrupo B.

De los carriles 10 al 15 las de Alu 1, se observa que si digirió Alu 1, por lo tanto ninguna muestra define haplogrupo D (Fig. 41).

Figura 42. Fotografía de gel de Poliacrilamida Hae III y la delección de 9 pares de bases (9 del).



Fuente: Fotografía tomada por Manuel Soler

La = Control, P = Control

Del carril 2 al 9 se observan los marcadores de la enzima Hae III que definen el haplogrupo A. La mayoría son haplogrupo A, excepto los carriles 3, 8 y 9.

Del carril 10 al 15 se observan los marcadores para 9del que define el haplogrupo B. Se observan bandas de aproximadamente 150 pares de bases, por lo que no confirma el haplogrupo B (Fig. 42).

De esta manera se identificaron los haplogrupos de ADN mitocondrial de la muestra de entierros de Tlailotlacan.

Tabla 6. Haplogrupos de los individuos de los entierros de Tlailotlacan del presente estudio.

Resultados ADNmt Tlailotlacan 2019		
Número	Individuo*	Haplogrupo
1	B9	A
2	B21	A
3	B26	A
4	B10	A
5	B13	C
6	B43	A
7	B32	A
8	B2A	A
9	B20	A
10	B41	A
11	B16	A
12	B2B	A
13	B36	A
14	B37	A
15	B6-2	A
16	B5	C

Fuente: Elaboración propia.

* B = Barrio Oaxaqueño o Tlailotlacan

N=16

Se observa una alta frecuencia del haplogrupo A en la muestra de Tlailotlacan, y dos individuos con haplogrupo C (Tabla 6).

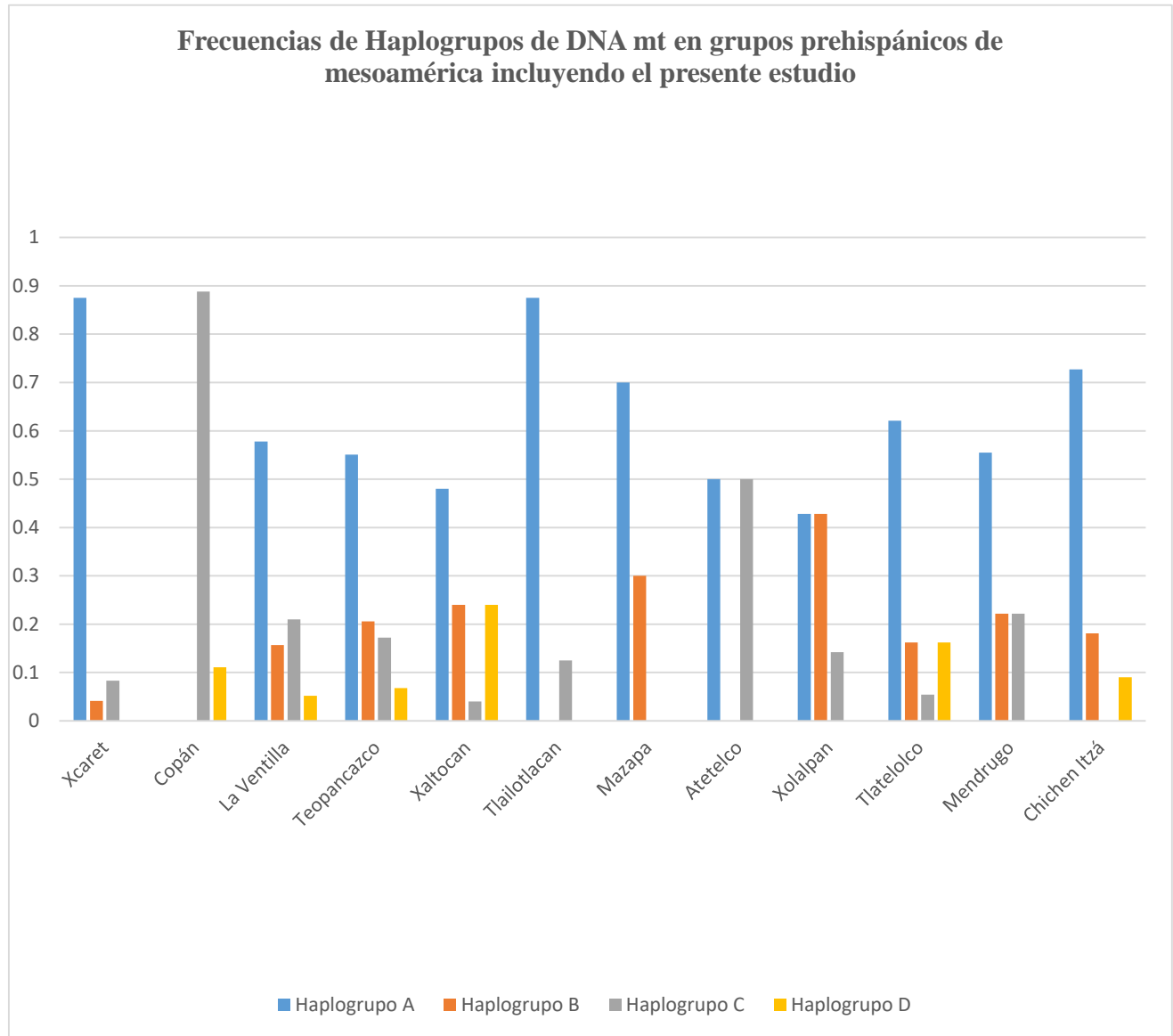
Tabla 7. Frecuencias de Haplogrupos de DNA mt en grupos prehispánicos de Mesoamérica incluyendo el presente estudio.

Lugar	Haplogrupo A	Haplogrupo B	Haplogrupo C	Haplogrupo D	Autor
Xcaret	0.875	0.041	0.083		González-Oliver, 2001
Copán			0.888	0.111	Merriwether, 1997
La Ventilla	0.578	0.157	0.21	0.052	Aguirre-Samudio, 2015
Atetelco	0.5		0.5		Plaza-Benhumea, 2011
Teopancazco	0.551	0.206	0.172	0.068	Álvarez-Sandoval, 2015
Xaltocan	0.48	0.24	0.04	0.24	Mata-Miguez, 2012
Tlailotlacan	0.875		0.125		Presente estudio
Mazapa	0.7	0.3			Aguirre-Samudio, 2015
Xolalpan	0.428	0.428	0.142		Aguirre-Samudio, 2015
Tlatelolco	0.621	0.162	0.054	0.162	Kemp, 2005
Mendrugó	0.555	0.222	0.222		Aguirre-Samudio, 2015
Chichen Itzá	0.727	0.181		0.09	Bustos, 2016

Fuente: Elaboración propia.

Se muestran las frecuencias de los haplogrupos del ADN mitocondrial, que se obtienen al dividir el número de haplogrupo encontrado entre el tamaño de la muestra (N) (Tabla 7).

Figura 43. Frecuencias de Haplogrupos del presente estudio y de otros grupos de Mesoamérica.



Fuente: Elaboración propia.

Se observan las frecuencias reportadas en la literatura en comparación con las de este estudio, el haplogrupa A presenta mayor frecuencia en las poblaciones del México prehispánico, seguido del haplogrupa B y en menores frecuencias los haplogrupos C y D. Excepto en los mayas de Copán que muestran altas frecuencias de C, seguido de Atetelco, también con altas frecuencias de C (Fig. 43).

El análisis de estructura de poblaciones realizado con el programa Arlequin muestra los siguientes resultados:

Tabla 8. Resultados del Programa Arlequin.

INFORMACIÓN DEL PROYECTO	
Número de muestras	12
Tipo de datos	DNA
Datos genotípicos	4 haploides

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados del programa Arlequin.

Tabla. 9. Análisis AMOVA.

Estructura Genética a probar:

Número de grupos = 2

Nota: Esta forma de agrupar prueba una hipótesis de temporalidad, Grupo 1: Clásico, Grupo 2: Posclásico.

Grupo 1
Xcaret
Copán
La Ventilla
Atetelco
Teopancazco
Xaltocan
Tlailotlacan
Mazapa
Xolalpan

Grupo 2
Tlateloco
Mendruco
Chichen Itzá

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados del programa Arlequin.

Tabla 10. Cálculo de estadísticos F convencionales a partir de frecuencias de haplogrupos.

AMOVA diseño y resultados:

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Componentes de la varianza	Porcentaje de variación
Entre grupos	1	0.226	-0.01271 Va	-4.45
Entre poblaciones				
Al interior de los grupos	10	8.577	0.03935 Vb	13.77
Al interior de las poblaciones	188	48.702	0.25905 Vc	90.67
Total	199	57.505	0.28569	

Índices de Fijación	
FSC:	0.13187
FST:	0.09325
FCT:	-0.04449
Va and FCT P value:	0.8818

En esta tabla se observan los resultados de la prueba de Análisis de Varianza Molecular (AMOVA) en la que se aprecia que hay variación entre las poblaciones estudiadas y que no es significativa, dado que el valor de p en los Índices de Fijación (FSC, FST y FCT) es mayor que 0.5. La variación entre grupos es de -4.45, y al interior de los grupos es de 13.77, con un índice de fijación de -0.0444 y p: 0.8818 (Tabla.10).

Lo que sugiere un flujo entre todos los grupos.

Tabla 11. Comparaciones de pares de muestras de población.

Lista de las muestras poblacionales:

Número	Nombre de la población
1	Xcaret
2	Copán
3	La Ventilla
4	Atetelco
5	Teopancazco
6	Xaltocan
7	Tlailotacan
8	Mazapa
9	Xolalpan
10	Tlatelolco
11	Mendrugó
12	Chichen Itzá

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados del programa Arlequin.

Esta tabla muestra los grupos a comparar en el programa Arlequin (Tabla 11).

Tabla 12. Matriz de Movimiento.

Matriz de valores M (M=Nm para datos haploides, M=2Nm para datos diploides) basada en el modelo de migración de isla.												
	Xca	Cop	Ven	Atet	Teo	Xalt	Tlail	Ma	Xol	Tla	Me	Ch
Xca												
Cop	0.16658											
Ven	4.97698	0.67636										
Atet	4.090241	0.32177	7.47541									
Teo	4.17551	0.69954	inf	8.23281								
Xalt	2.13057	0.60181	33.03037	inf	166.05667							
Tlail	inf	0.17362	6.28710	0.98324	4.70265	2.24513						
Ma	4.86817	0.26878	inf	2.59414	inf	25.75301	3.81424					
Xol	1.15049	0.52418	inf	3.77914	Inf	inf	1.20704	Inf				
Tla	5.84946	0.48921	inf	inf	Inf	Inf	5.96083	Inf	14.28175			
Me	3.43491	0.62069	inf	6.00000	Inf	Inf	4.07692	inf	inf	inf		
Ch	19.30617	0.28245	inf	6.84034	inf	84.57492	11.63477		11.96016	inf	inf	

Inf = Infinito. Se refiere a un valor incalculable por ser muchos.

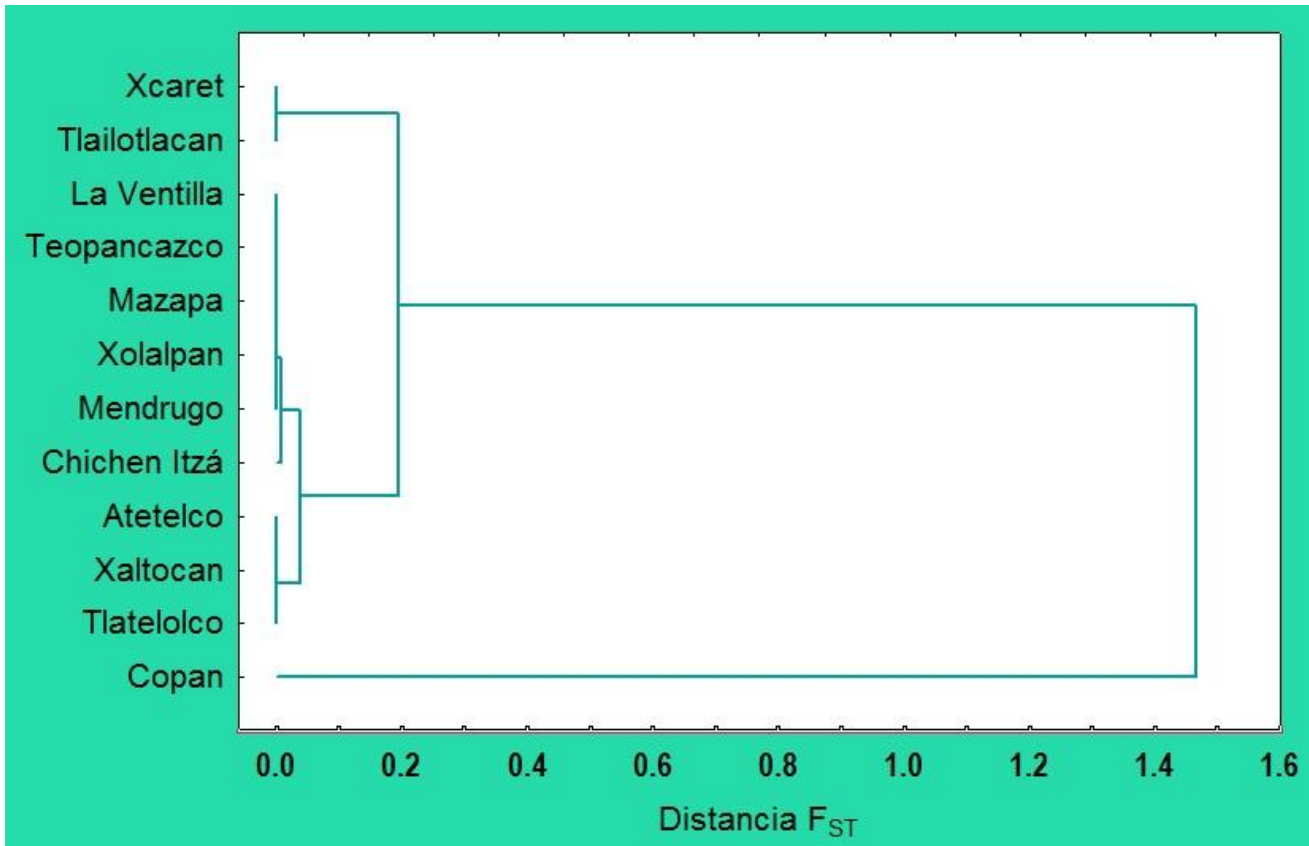
Se asigna un número a cada grupo estudiado (Tabla 11), el cual hay que considerar para analizar la matriz de movimiento (Tabla 12), en la que observa que los valores que indican un flujo genético considerable entre individuos de Tlailotlacan- La Ventilla (6.2871), Tlailotlacan-Chichen Itzá (11.6347) y Tlailotlacan-Mendrugro (4.0769).

Tabla 13. Matriz de Slatkin.

Matriz de Slatkin linearizada M (M=Nm para datos haploides, M=2Nm para datos diploides).

	Xca	Cop	Ven	Atet	Teo	Xalt	Tlail	Ma	Xol	Tla	Me	Ch
Xca	0.00000											
Cop	3.00150	0.00000										
Ven	0.10046	0.73925	0.00000									
Atet	0.55407	1.55392	0.06689	0.00000								
Teo	0.11975	0.71476	0	0.06073	0.00000							
Xalt	0.23468	0.83083	0.01514	0	0.00301	0.00000						
Tlail	0	2.87982	0.07953	0.50852	0.10632	0.22270	0.00000					
Ma	0.10271	1.86022	0	0.19274	0	0.01942	0.13109	0.00				
Xol	0.43460	0.95388	0	0.13231	0	0	0.41424	0	0.00000			
Tla	0.08548	1.02205	0	0	0	0	0.08388	0	0.03501	0.00		
Me	0.14556	0.80556	0	0.08333	0	0	0.12264	0	0	0	0.00	
Ch	0.02590	1.77025	0	0.07310	0	0.00591	0.04297	0	0.04181	0	0	0.00

Figura 44. Relación entre grupos respecto a las frecuencias.



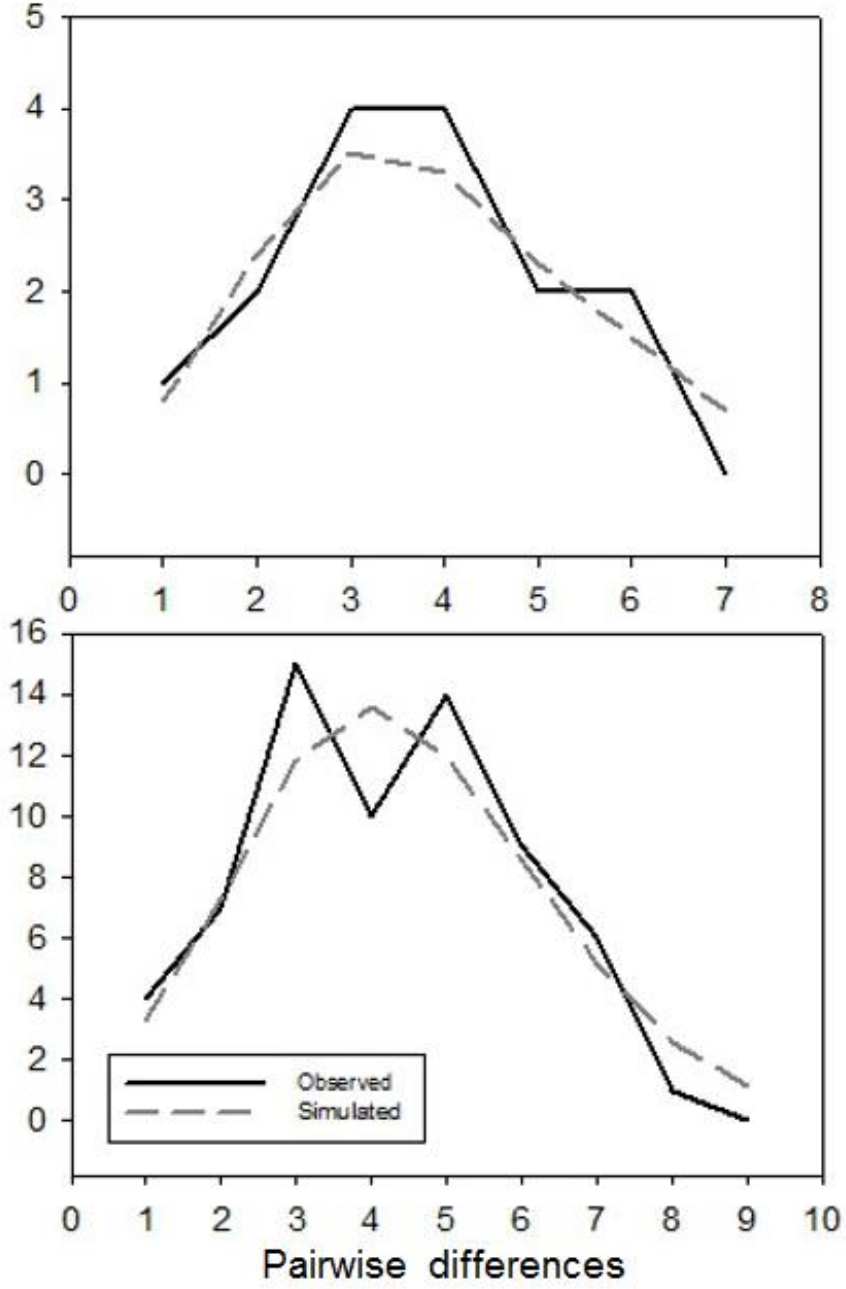
Fuente: Elaborada con el tutor a partir de resultados del programa Statistica.

Con base en la matriz de Slatkin para el análisis de distancia genética entre los grupos prehispánicos de Mesoamérica, se construyó el dendrograma en el programa Statistica (Fig. 44).

La menor distancia se observa entre Tlailotlacan y Xcaret, y la mayor entre Tlailotlacan y Copán, agrupados en otra rama separada.

Tlailotlacan hace un cluster con todos los grupos de Teotihuacan (La Ventilla, Teopancazco, Mazapa, Xolalpan, Atetelco y Xaltocan). Y además incluye a las poblaciones del Posclásico, incluyendo a los cráneos del Mendrugo, que fueron encontrados en una cueva en Zaachila Oaxaca.

Figura 45. Distribución de desajuste (Mismatch distribution) con haplotipos de 15 secuencias de la región hipervariable de ADN mitocondrial de individuos de Teopancazco y Tlailotlacan.



Fuente: Elaborada con el tutor a partir de resultados del programa Arlequin.

Se realizó un análisis de secuencia de la región hipervariable 1 (HV1) con los primers:

CCC CAT CCT

GTG CTA TGT

De la región 16190 a la región 16339 con el equipo Sequencing Analyzer 3500 de Applied Biosystem. Con estas secuencias se hizo el análisis de distribución Mismatch, el cual, se realizó con las secuencias de diez individuos de Teopancazco (Álvarez, 2015), y cinco individuos de Tlailotlacan,

La gráfica muestra una curva nominal de un solo pico que indica un crecimiento poblacional de ambos grupos prehispánicos (Fig. 45).

Se obtuvo un valor de Tajima: -1.4083 y un valor P: 0.0460.

IX.- DISCUSIÓN

La intención propuesta en los objetivos de conocer la estructura genética de los entierros de Tlailotlacan en base a los marcadores de ADN mitocondrial y en relación a otros grupos de Mesoamérica de la época prehispánica, se cumplió desarrollando los objetivos específicos.

Con el primero de ellos se propuso analizar la variabilidad encontrada dentro del grupo con referencia a otras poblaciones relacionadas. Los resultados en el programa Arlequin muestran en el análisis de AMOVA (Tabla 10) que el porcentaje de variación es negativo (-4.45), lo que indica que no se observa una relación genética intensa entre los grupos estudiados, es decir, se observa poca variación entre los grupos.

Se distingue un linaje que se divide en dos ramas agrupando primero a Tlailotlacan con los mayas de Xcaret con igual frecuencia de haplogrupo A. (Fig. 44) y a una distancia de 0.2 con otros barrios teotihuacanos y cierta relación con los mayas de Chichen Itzá. Estos a su vez están cercanos a los del centro de México que se separan enormemente de Copan, dónde se observa la mayor distancia de 2.8798. Sin embargo, las evidencias arqueológicas muestran algunas coincidencias.

A su vez con el grupo del Mendrugo que es del posclásico, y que con reservas se tomaron como posibles oaxaqueños antiguos, se observó una distancia de 0.1226. Lo que puede indicar una relación ancestral que comparten pero que debido a varios períodos de mestizaje pudieron haber modificado su frecuencia.

Figura 46. Filogenia bayesiana de los linajes de ADN mitocondrial americanos entre tarahumaras, tepehuanes del sur, zapotecos y mayas (contemporáneos).



Nota: El árbol tiene su raíz en un haplotipo africano L02. Está basado en 149 SNP,s y una secuencia de 440 pb de la región hipervariable HV1 del ADN mitocondrial. En los nodos de ramificación se indican las probabilidades, y a la derecha se especifican las variaciones de los nucleótidos.

Fuente: González, 2016.

Para una mejor explicación de las semejanzas encontradas entre las frecuencias del haplogrupo A de este estudio y las de Xcaret, se incluye un dendrograma que muestra las variantes de los haplogrupos A, B, C y D, en este caso haplotipos, de cuatro poblaciones indígenas contemporáneas: Tarahumaras, Tepehuanes, Zapotecos y Mayas (Fig. 46). Se observan al menos 27 cuadros azules que representan los haplotipos mayas. De los cuales 24 son variantes de A, 2 de C y 1 de D. Por otra parte se muestran 33 cuadros verdes para los haplotipos zapotecos. En los que 18 son variantes de A, 3 de B, 1 de C y 11 de D.

Estos haplotipos dan una idea de cómo se hubieran esperado las frecuencias de la muestra de Tlailotlacan en comparación con los zapotecos contemporáneos.

Por otra parte, se observa que existen varios haplotipos de A, tanto para mayas, como para zapotecos, pero solo los que están en el mismo renglón son los que se presentan en ambos grupos, los demás son variantes exclusivas para cada grupo.

Por lo que tal vez en el presente estudio estén presentes las variantes de A que se comparten entre zapotecos y mayas, y que a pesar de la similitud de las frecuencias entre Tlailotlacan y Xcaret, no se puede distinguir cuáles son sin el análisis de secuenciación que define los haplotipos.

Los cuadros en los que se encuentran muchos haplotipos fundadores indican que tienen una gran antigüedad.

Un segundo aspecto a estudiar fueron las cuestiones históricas y socio-culturales de la población de estudio en relación a los datos genéticos obtenidos, y en este sentido la literatura revisada ofrece información acerca de las costumbres que practicaba la gente de Tlailotlacan, y la evidencia arqueológica indica que sus costumbres funerarias las seguían haciendo como en su lugar de origen, replicando el estilo oaxaqueño en el arte. En este contexto, la información de algunas prácticas culturales, como las funerarias nos ofrecen un panorama acerca de cómo se realizaban. En Tlailotlacan se hallaron entierros infantiles en depósitos de agua, lo que podría tener un paralelismo con el Chultún en el área maya, que servía para algún ritual respecto a la producción agrícola, particularmente el maíz, tal vez en esta asociación con los niños y el maíz y del ofrecimiento del niño al agua.

Los resultados que muestran que no hay distancia genética entre Tlailotlacan y Xcaret (Fig. 44), se deben tal vez al tamaño de la muestra, y al hecho de que el haplogrupo de mayor frecuencia en Mesoamérica es A, pero es interesante que los datos genéticos de un estudio previo no encuentran correlación entre Cholula y Teotihuacán, pero si flujo genético entre Mayas de Xcaret y Cholula, lo que correlaciona con la propuesta basada en análisis de cerámica que realizó E. Rattray en 1987 y que ubica a Cholula como un punto medio entre Oaxaca, particularmente Monte Albán y Teotihuacán. (Aguirre-Samudio, 2017). También tiene relación con la propuesta de que en el periodo Clásico Cholula estaba habitado por grupos de la Mixteca Baja y formaba parte de la red comercial de

Teotihuacán hacia el sureste de Mesomérica. Además, según Thompson desde Xicalanco en la actual Laguna de Términos, en el estado de Campeche había una ruta de intercambio hacia Cholula (Thompson, 1970).

Es preciso aclarar que aunque el auge de Xcaret ocurre en el periodo Posclásico, el estudio de Xcaret (González, 2001), que se tomó como referencia incluye individuos del Clásico.

El tercer objetivo que era identificar patrones de movimiento poblacional se alcanzó analizando los valores obtenidos en la Matriz de Movimiento (Matrix of M) que nos muestran el estimado conjunto de la importancia de la deriva génica y el flujo génico, es decir, el número efectivo de migrantes por generación, o Nm (Tabla 12). Que es la multiplicación del tamaño efectivo (N_e) por la tasa de migración (m), y nos habla del número de “migrantes efectivos”. Si Nm o el número de migrantes efectivos es mayor que 1, teóricamente el flujo génico supera los efectos de la deriva génica y previene la diferenciación local. Si Nm es menor que 1 entonces se puede decir que la deriva actúa independientemente en cada una de las poblaciones, y si es mayor de 4 entonces las poblaciones se comportan como una gran población que se aparean al azar (Piñero, 2008).

Así, al realizar los cruces de Tlailotlacan- La Ventilla (6.2871), Tlailotlacan-Chichen Itzá (11.6347) y Tlailotlacan-Mendrugó (4.0769), el análisis mostró que estos valores indican una estimación de un movimiento de individuos entre estos grupos.

Por otra parte, al realizar la distribución de desajuste (Mismatch distribution) con haplotipos de 14 secuencias de región hipervariable de ADN mitocondrial de individuos de Teopancazco y Tlailotlacan, se realizó una simulación con los valores de Tau observados. Se observó una expansión demográfica con un patrón unimodal en ambos grupos. La prueba de Tajima D y Los valores F_s 's Fu, apoyan la inferencia demográfica (-1.5, $p < 0.05$, respectivamente) en el grupo Tlailotlacan y (-5.53, $p < 0.01$ en el grupo Teopancazco (Figura 45). Esto indica un crecimiento demográfico en ambas poblaciones en esa misma temporalidad. Tal vez debido al flujo de migrantes que llegaban a Teotihuacán.

El último objetivo fue identificar elementos iconográficos que evidencian un contacto entre Teotihuacán y el área de Oaxaca, el cual se abordó revisando la bibliografía acerca de las piezas existentes, encontrando que se han publicado estudios sobre las urnas o vasijas efigie desde principios

del siglo veinte por Caso y Bernal, pero, aun en la actualidad falta investigar sobre el significado de los símbolos de las vasijas efigie.

Por una parte estos primeros estudios propusieron que las vasijas efigies representaban deidades, mientras que otros autores como Marcus y Flannery proponen que son ancestros ataviados.

Las investigaciones actuales demuestran una correlación entre la lista de nombres de las entidades del calendario zapoteca y los complejos trajes y máscaras portados por las figuras que se muestran en las urnas (Sellen, 2002; Urcid, 2001). En Oaxaca la mayor parte de las urnas zapotecas está relacionada con un contexto mortuorio y con las tumbas en particular (Sellen, 2001).

Se asume que no se conoce la función específica de la vasija adherida a la efigie. Las primeras interpretaciones suponen que es para conservar los restos cremados (Chavero 1940: 404-405). No obstante, no existe evidencia arqueológica de que los Zapotecas cremaran a sus muertos y colocaran los restos humanos en vasijas (Ibidem).

Para el caso de Tlailotlacan las vasijas efigie son artefactos relacionados con actividades religiosas de tipo doméstico, pues en su mayoría forman parte de ajuares funerarios o rituales privados, llevados a cabo en conjuntos habitacionales ocupados por familias nucleares (Ortega, 2014).

La revisión bibliográfica permite señalar que en Tlailotlacan había vasijas tanto importadas del área de Oaxaca, como elaboradas en Teotihuacán con materiales locales.

Respecto a la escultura en piedra se encuentran los ejemplos hallados en Monte Albán, como la piedra SP9 (Figs. 11 y 12) y la Lápida de Bazán (Fig. 13), que dan cuenta de estos contactos entre la gente de Teotihuacán y la de Oaxaca en el periodo Clásico. También los ejemplos de Tetitla en Teotihuacán (Fig. 14) y Ejutla en Oaxaca (Fig. 15), que tienen similitud en la representación de un jaguar devorando un corazón evidencian estas relaciones. Además, esta manera de representar un corazón trilobulado también se encuentra en Copán, Honduras, ciudad del Clásico que también tuvo vínculos con Teotihuacán, pero no presentan una evidencia de contacto genético, solo cultural.

Las esculturas de Oaxaca que portan anteojeras (Figs. 16 a la 19), es un elemento que se atribuye a la representación de Tláloc en el Altiplano Central y en el periodo Clásico particularmente en Teotihuacán (Fig. 20). Es interesante que este elemento también se observa en algunas ciudades mayas del Clásico.

X.- CONCLUSIONES

Se observó que la distribución de las frecuencias de los haplogrupos del ADN mitocondrial de la población de Tlailotlacan es muy particular y no es igual a otra población prehispánica, pero se acerca a las frecuencias de Xcaret, Chichen Itzá y Mazapa. La frecuencia de A es igual de alta como en otros grupos. La diferencia la hace la frecuencia del haplogrupo C (Fig.43).

La población de Tlailotlacan tiene características particulares pero con frecuencias cercanas a los mayas de Xcaret y alejadas en proporción menor a los teotihuacanos, lo que indica un flujo génico paulatino posiblemente en el auge de Teotihuacán y la necesidad de hacer lazos y compartir un gobierno que los protegiera dada su condición migrante.

Es posible concluir que en términos del análisis del ADN mitocondrial, Tlailotlacan tiene poca distancia con otros grupos de Teotihuacán, lo que permite inferir que si bien se mezclaron un poco con la gente local, ya que en la dinámica de intercambio de bienes, posiblemente también intercambiaron mujeres, y siguieron manteniendo tanto sus elementos culturales, como cierta estructura genética.

Estos resultados en los que las frecuencias del haplogrupo A en Tlailotlacan tienen parecido con Xcaret, puede indicar relaciones y movimiento poblacional.

Entre las muestras, se incluyó el entierro de un individuo femenino conocido como la mujer de Tlailotlacan, (individuo 13) que presenta una incrustación de piedra verde en un diente y modificación cefálica. Tiene el haplogrupo C, que como se mencionó, algunas de sus variantes son exclusivas de mayas. Ortega y Archer (2014) mencionan que puede ser del área de Oaxaca o del área Maya.

Mediante la interpretación de la gráfica de la distribución de desajuste (Mismatch distribution), siguiendo la curva unimodal, se puede suponer que el grupo de Tlailotlacan, en algún momento en el tiempo, crece y se mezcla con la gente de Teotihuacán. En otro momento dejó de crecer y dejan de mezclarse (Figura 45).

Acerca de la relación entre los grupos de Tlailotlacan y Mendrugo los resultados permiten suponer que pertenecen a temporalidades diferentes, pero se relacionan a lo largo del tiempo; cabe mencionar que aún queda pendiente conocer más acerca del origen de los individuos de esta colección del Mendrugo.

Respecto a la iconografía, según Sellen las vasijas efigie zapotecas representan ancestros que están personificando deidades representadas en el antiguo calendario. Asimismo propone que la iconografía de los dos dioses del agua (Tlaloc y Cocijo) presentan analogías y que los zapotecos en ocasiones sustituían la imagen de Cocijo por la de Tláloc (Sellen, 2001).

En este estudio se observó que las vasijas efigie muestran similitudes de manera bidireccional: por una parte se encuentran en Teotihuacán las que tienen estilo zapoteca y por otra se encuentran las de Oaxaca que representan a Tláloc con las anteojeras como rasgo distintivo.

Estas representaciones de Tláloc también están presentes en el área maya en lugares como Copán, Tikal y Kaminaljuyu que son ciudades mayas que también tuvieron un contacto con Teotihuacán y dejaron evidencia en estelas y costumbres funerarias. La representación de Tláloc en el área Maya también evidencia el contacto con Teotihuacán, y las anteojeras es también el elemento distintivo. Lo que indica un movimiento poblacional en Mesoamérica en el Clásico.

El presente estudio se enfrenta a algunas limitantes, como son:

El hecho de que el ADN mitocondrial solo es una parte de la herencia materna. Por lo que es recomendable en futuros proyectos el análisis del cromosoma Y.

Otro aspecto es el tamaño de muestra, ya que en los estudios de ADN antiguo, frecuentemente se cuenta con pocos individuos, pero se plantea la necesidad de hacer estudios de secuenciación con un mayor número de individuos y en los que se incluyan muestras de los Valles centrales de Oaxaca prehispánicos del Clásico.

En el presente estudio no se contó con muestras de Oaxaca del periodo Clásico para comparar, sin embargo, se encontró un estudio de Morales (2007), en el que analizó dos individuos de Monte Albán, uno de la tumba 7 y otro lo denomina “entierro 8”, pero al ser solo dos individuos, no se consideró para hacer incluirlos en la comparación. Lo que destaca es que los resultados de sus dos muestras, son haplogrupo D, y en el presente estudio no tenemos presencia de este haplogrupo.

Por último, que para hacer una reconstrucción del movimiento poblacional más completa en los grupos prehispánicos se debe considerar el análisis de isótopos estables.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Samudio, A.J., González Sobrino, B.Z., Solís Arrieta, L., Terrazas Mata, A., Daneels Verriest, A., Serrano Sánchez, C., Meza Peñaloza, A. y Ramírez Castilla, G. (2011). *Estandarización de metodologías de ADN antiguo y sus aportaciones al estudio biocultural de poblaciones prehispánicas*. *Anales de Antropología* 45:33-50.
- Aguirre Samudio, A.J., González Sobrino, B.Z., Álvarez Sandoval, B.A., Montiel, R., Serrano Sánchez, C. y Meza Peñaloza, A. (2017). *Genetic history of the classic period of Teotihuacan burials in Central Mexico*. *Revista Argentina de Antropología Biológica*. 19:1-14.
- Aguirre Samudio, A.J., González Sobrino, B.Z., Solís Arrieta, L. y Hernández Pérez, A.D. (En revisión). *Alcance de la diversidad genética de Tlailotlacan dentro de Teotihuacan*. En: V. Ortega (Ed.) *Teotihuacan intercultural: presencia oaxaqueña en la urbe*.
- Aguirre Samudio, A.J., González Sobrino, B.Z., Álvarez Sandoval, B.A., Montiel, R., Serrano Sánchez, C. y Meza Peñaloza, A. (2017). *Genetic history of the classic period of Teotihuacan burials in Central Mexico*. *Revista Argentina de Antropología Biológica*. 19:1-14.
- Aguirre Samudio, A.J. et al. (En Prensa) “Inferencia de las relaciones poblacionales mediante distancias genéticas de los Cráneos Grabados. Comprobación del ADN antiguo por fibras de colágena”. En: Serrano Sánchez, Carlos., Camarillo, Oswaldo y Fahmel, Bernd. Editores. *Los Toltecas en Oaxaca: el legado arqueológico de la casa del Mendrugo*. México: Aceptado para publicar en Diciembre 2018. Arbitrado. Producto de Investigación. UNAM.

Alvarado, Isela. (2017). *Analizan osamenta de mujer en Tlailotlacan, Teotihuacan*. Gaceta UNAM. Marzo.

Álvarez-Sandoval, B.J., Manzanilla, L.R., González-Ruíz, M., Malgosa, A., Montiel, R. (2015). *Genetic Evidence Supports the Multiethnic Character of Teopancazco, a Neighborhood Center of Teotihuacan, Mexico (AD 200-600)*. PLoS ONE 10(7): e0132371. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132371>.

Archer Velasco, Jorge Nukyen., (2012). *Prácticas funerarias y condiciones de vida en el barrio oaxaqueño de la ciudad prehispánica de Teotihuacan*. Tesis de Licenciatura. México: ENAH.

Barrio, Caballero Pedro A. (2013). *Revisión de métodos de extracción de ADN a partir de restos óseos en el laboratorio forense*. Revista Española de Medicina Legal. 39(2):54-56.

Balkansky, Andrew K. (2002). *The Sola Valley and the Monte Albán State: a study of Zapotec imperial expansion*. Michigan: Ann Arbor.

Courtney A. Hofman and Christina Warinner. (2019). *Ancient DNA 101: An introductory guide in the era of High-Throughput Sequencing*. The SAA Archaeological Record. Vol. 19, No. 1: 18-25.

Daneels, A., Guerrero, L. (2013). *Rescate de estructuras prehispánicas de barro crudo en la costa veracruzana, México. En: Construcción con tierra. Pasado, presente y futuro. Congreso de Arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2012.* España, Valladolid: Catedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. Pp. 17-26.

Excoffier, L., Laval, G. y Schneider, S. (2005). *Arlequin (Version 3.0): An integrated software package for population genetics data analysis.* Evol Bioinform Online. 1: 47-50.

Fahmel Beyer, Bern T. (2005). *El paisaje sagrado del estado en Monte Albán.* Indiana, 22, pp. 161-187.

Fahmel Beyer, Bern T. (2012). *Tratos y contratos.* En: Ramírez Gasca Eva Elena (Compilador). *Arte y Cultura Zapoteca.* México: Universidad de Itsmo. Pp. 17-30.

Gogitchaichvili, Avto; Ortega, Verónica; Archer, Jorge; Morales, Juan y Teran Guerrero, Anuar (2017). *Absolute geomagnetic intensity record from pre-Columbian pottery dates elite Tlailotlacan Woman in ancient Teotihuacan.* Journal of Archaeological Science: Reports. 14: 146-151.

González Licón, E. (2011). *Desigualdad social y condiciones de vida en Monte Alban, Oaxaca.* México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

González Licón, E. y Márquez Morfín, Lourdes. Coordinadores (2009). *Paradigmas y retos de la bioarqueología mexicana*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

González Oliver, A; Márquez Morfin, L; Jimenez, J.C; Torre Blanco, A. (2001). *Founding Amerindian mitochondrial ADN lineages in ancient Maya from Xcaret, Quintana Roo*. American Journal of Physical Anthropology. 116: 230-235.

González Oliver, A. (2001). *Análisis de los linajes fundadores del DNA mitocondrial en los restos óseos de pobladores prehispánicos del sitio maya de Xcaret, Quintana Roo*. Tesis de Doctorado. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

González Sobrino, Blanca Z. (2016). *México entre ajetreos históricos y enredos genéticos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Antropológicas.

González Sobrino, B. Z., Pintado Cortina, A.P., Sebastian Medina, L., Aguilar, Y., Chávez Benavidez, J., Carrillo Rodriguez, A., Morales Mandujano, F., Contreras, A.V., Silva Zolezzi, I. y Medrano Gonzalez, L. (2016). *Genetic diversity and differentiation in urban and indigenous population of Mexico: Patterns of mitochondrial ADN and Y chromosome lineages*. Biodemography Sociology Biology. 62: 1-20. doi: 10.1080/19485565.2015.1117938.

Jobling, M. A., Hurles, M. E., y Tyler-Smith, C. (2004). *Human Evolutionary Genetics. Origins, Peoples and Disease*. Sonora. Nueva York: Garland Publishing.

Herrera Salazar, A. (2007). *Estudio genético poblacional de restos óseos prehispánicos de una subpoblación de Teotihuacan, México*. Tesis de Maestría. México: CINVESTAV-IPN.

Klug, William. S. y Cummings, Michael R. (1999). *Conceptos de Genética*. España: Prentice Hall.

López Austin, Alfredo y López Lujan, Leonardo. (2001). *El pasado indígena Sonora*. México: El Colegio de México, Fondo de Cultura Económica.

López Moreno, María Fernanda. (2014). *Estudio de ADN antiguo del periodo de agricultura temprana: Extraído de los entierros en el sitio "El Arrastre", Sonora. Tesis de Licenciatura*. México: ENAH.

Malhi, Ripan. (2002). *The Structure of Diversity within New World Mitochondrial DNA Haplogroups: Implications for the Prehistory of North America*. Ripan S. Malhi, Jason A. Eshleman, Jonathan A. Greenberg, Deborah A. Weiss, Beth A. Schultz Shook, Frederika A. Kaestle, Joseph G. Lorenz, Brian M. Kemp. John R. Johnson, and David Glenn Smith. *Am. J. Hum. Genet.* 70:905–919.

Manrique, Leonardo.(2000) “*Lingüística histórica*”, en Manzanilla, Linda y Leonardo López Lujan (coords.), *Historia antigua de México, Volumen I: El México antiguo, sus áreas culturales, los orígenes y el horizonte Preclásico*, México: INAH-UNAM, Porrúa.

Manzanilla, Linda R., Bokhimi Xim., Tenorio, Dolores., Jiménez-Reyes, Melania., Rosales, Edgar., Martínez, Cira y Winter, Marcus (2017). *Procedencia de la mica de Teotihuacan: control de los recursos suntuarios foráneos por las élites gobernantes*. *Anales de Antropología* 51 (2017) 23–38.

Márquez Morfín, Lourdes Ortega Muñoz, A. (2011). *Colecciones esqueléticas humanas en México: Excavación, Catalogación y Aspectos Normativos*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Morales Gómez, M. C. (2007). *Análisis de los haplotipos de la región hipervariable del DNA mitocondrial de antiguos pobladores de Monte Albán Oaxaca, en dos individuos prehispánicos*. Tesis de Técnico. México: CINVESTAV-IPN.

Orlando, L., Ginolhac, A., Zhang, G., Froese, D., Albrechtsen, A., Stiller, M., Schubert, M., Cappellini, E., Petersen, B., Moltke, I., Johnson, P., Fumagalli, M., Vilstrup, J., Raghavan, M., Korneliussen, T., Sapfo, A., Vogt, J., Szklarczyk, D., Kelstrup, C., Vinther, J., Dolocan, A., Stenderup, J., Velazquez, A., Cahill, J., Rasmussen, M., Wang, X., Min, J., Zazula, G., Seguin, A., Mortensen, C., Magnussen, K., Thompson, J., Weinstock, J., Gregersen, K., Røed, K., Eisenmann, V., Rubin, C., Miller, D., Antczak, D., Bertelsen, M., Brunak, S., Al-Rasheid, K., Ryder, O., Andersson, L., Mundy, J., Krogh, A., Gilbert, M., Kjær, K., Sicheritz, T., Juhl, L., Olsen, J., Hofreiter, M., Nielsen, R., Shapiro, B., Wang, J. and Willerslev, E. (2013). *Recalibrating Equus evolution using the genome sequence of an early Middle Pleistocene horse*. *Nature*, 499(7456), 74–78. doi:10.1038/nature12323

Ortega Cabrera, Verónica. (2014). *La presencia oaxaqueña en la ciudad de Teotihuacán durante el clásico*. Tesis de Doctorado. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Ortega Cabrera, V., Archer Velasco, J. (2014). *Pasado y presente de la presencia oaxaqueña en Teotihuacan, México*. *Revista Cucuilco*. 61: 137-164.

Palomares Rodríguez, María Teresa. (2006). *Ocupación Zapoteca en Tlailotlacan: Un estudio de Identidad y Adaptación en la Unidad Doméstica*. Tesis de Licenciatura. México: ENAH.

Pääbo, S. (1989). *Ancient DNA: extraction, characterization, molecular cloning, and enzymatic amplification*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 86(6): 137-164.

Pineda Vázquez, Dirce. (2015). *Estudio del ADN mitocondrial en Poblaciones Indígenas Contemporáneas: Mixe, Mixteca y Maya del Sureste de México*.. Tesis de Licenciatura. México: ENAH.

Plomin, Robert., DeFries, John C., McClearn, Gerald E. y McGuffin, Peter. (2001). *Behavioral Genetics*. Estados Unidos de América: Worth Publishers.

Piñero, Daniel., Barahona, Ana., Eguiarte, Luis., Rocha Olivares, Axayacátl y Salas Lizana Rodolfo. (2008). La variabilidad genética de las especies: aspectos conceptuales y sus aplicaciones y perspectivas en México. En: Sarukhán, José (Coord.). *Capital Natural de México. Conocimiento Actual de la Diversidad. Vol. 1*. Pp. 415-436. México: CONABIO.

Sellen, Adam T. (2002). *Storm gods impersonator from ancient Oaxaca*. Ancient Mesoamerica, 13, pp. 3-19. Doi: 10.1017/S095653610213104X

Sellen, Adam T. (2011). *Sowing the blood with the maize: zapotec effigy vessels and agricultural ritual México*. Ancient Mesoamerica, 22, pp. 71-89. Doi: 10.1017/S0956536111000095

Serrano, Carlos y Manzanilla, Linda. Editores. (1999). *Prácticas funerarias en la ciudad de los dioses. Los enterramientos humanos de la antigua Teotihuacan*, México: IIA-UNAM, DGAPA-UNAM.

Templeton, Alan. (2006). *Population Genetics and Microevolutionary Theory*. Estados Unidos de América: John Wiley and Sons Inc.

Thompson, J. Eric S. (1970). *Maya History and Religion*. Estados Unidos de América: Norma, University of Oklahoma Press.

Tiesler, Vera y Serrano, Carlos. Editores. (2018). *Modificaciones cefálicas culturales en Mesoamérica. Una perspectiva continental*. México: IIA-UNAM, Universidad Autónoma de Yucatán.

Urcid, Javier. (1983). *The tombs and burials from Lambityeco, a prehistoric zapotec community in the valley of Oaxaca, México*. Tesis de Maestría, Universidad de las Américas, Cholula, Puebla, México.

Urcid, Javier. (2003). *Las urnas del barrio zapoteca de Teotihuacan*. Revista Arqueología Mexicana, Número 64. Editorial Raíces, México.

Urcid Serrano, Javier. (2001). *Zapotec Hieroglyphic Writing*. Whashington, D.C: Dumbarton Oaks.

Valiñas, Leopoldo. (2010). *Historia Lingüística: Migraciones y Asentamientos. Relaciones entre pueblos y lenguas*. En: Historia Sociolingüística de México. Barriga Villanueva, Rebeca y Martín Butragueño, Pedro. Directores. Volúmen I. México: COLMEX.

White, C. D., Spence, M. W., Longstaffe, F. J., Stuart-Williams, H., & Law, K. R. (2002). Geographic Identities of the Sacrificial Victims from the Feathered Serpent Pyramid, Teotihuacan: Implications for the Nature of State Power. *Latin American Antiquity* 13(02), pp. 217–236. doi:10.2307/971915

Zuñiga, J., Yu, N., Barquera, R., Alosco, S., Ohashi, M., Levedeba, T., Acuña, V., Yunis, M., Granados-Montiel, J., Cruz, A., Vargas, G., Rodriguez, T., Fernández, M., Granados-Arriola, J. y Yunis, E. (2013). *HLA Class I and Class II Conserved Extended Haplotypes and their fragments or Blocks: Implications for the Study of Genetic Diversity in Admixed Populations*. PLOS ONE. 8(9): e74442. doi: 10.1371/journal.pone.0074442.

INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de las áreas culturales de Mesoamérica.....	13
Figura 2 - Mapa donde se ubican tumbas y cerámica de estilo zapoteco, asociada a cerámica teotihuacana.	22
Figura 3 - Urna con personificador del dios joven del maíz. Porta la máscara bucal del dios de la lluvia. Ofrenda 1 de Monte Albán	30
Figura 4 - Urna con personificador del dios de la lluvia. Ofrenda 3 de Monte Albán	30
Figura 5 - Vasija encontrada en el conjunto Tlailotlacan, en 1967	31
Figura 6 - Vasija encontrada en el conjunto Tlailotlacan, en 1966	32
Figura 7 - Vasija efigie de cerámica encontrada en el conjunto Tlailotlacan, TL1 en 2002	33
Figura 8 - Vasija efigie de cerámica encontrada en el conjunto Tlailotlacan, TL1 en 2002	34
Figura 9 - Vasija efigie de cerámica encontrada en el conjunto Tlailotlacan, TL1 en 2002	35
Figura 10 - Vasija efigie de cerámica encontrada en el conjunto Tlailotlacan, TL1 en 2002	36
Figura 11 - Personajes con atavíos teotihuacanos en presencia de un gobernante local de Monte Albán Piedra SP9. Cara Noroeste de la Plataforma Sur, Monte Albán, Oaxaca. Periodo Clásico	37
Figura 12 - Detalle de Personaje con atavío teotihuacano en la que se señala el glifo compuesto que significa viajero. Piedra SP9. Cara Noroeste de la Plataforma Sur, Monte Albán, Oaxaca. Periodo Clásico	37
Figura 13 - Personaje con atavío teotihuacano en compañía de un gobernante local de Monte Albán. Lápida de Bazán, Montículo X. Monte Albán, Oaxaca. Período Clásico	39
Figura 14 - Jaguar devorando un corazón humano. Pintura mural en Tetitla, Teotihuacán. Periodo Clásico	40

Figura 15 - Jaguar devorando un corazón humano. Piedra tallada. Ejutla, Oaxaca. Periodo Clásico.....	41
Figura 16 - Vasija efigie zapoteca con mascara de Tláloc en el tocado. Museo Frisell, Mitla, Oaxaca. Origen desconocido. Periodo Clásico.....	42
Figura 17 - Vasija efigie zapoteca con mascara de Tláloc en el tocado. Museo Nacional de Antropología, procede del Patio de la tumba 137a, no. 1, Monte Albán, Oaxaca. Periodo Clásico ...	43
Figura 18 - Fragmento de una cabeza de Tláloc. Instituto de Investigación Mesoamericana, Universidad Tulane, Nueva Orleans (bodega). Procedencia desconocida. Periodo Clásico	44
Figura 19 - Fragmento que muestra la cara de Tláloc sobrepuesta al glifo para milpa. Museo Frisell, Mitla, Oaxaca. Procedencia Ixtepec, Oaxaca. Periodo Clásico	45
Figura 20 - Incensario compuesto, Teotihuacán. Museo Nacional de Antropología. Periodo Clásico	46
Figura 21 - Mapa de Teotihuacán señalando el Barrio Oaxaqueño ó Tlailotlacan	49
Figura 22 - Mapa que muestra la localización del “Barrio Oaxaqueño” o Tlailotlacan y otros barrios en Teotihuacán, en los sectores N1W6 y N2W6, donde se ubican TL1, TL6 y TL11	50
Figura 23 - Foto individuo 21.....	52
Figura 24 - Foto individuo 10.....	52
Figura 25 - Medición del pH del sedimento con el “Microprocessor pH Meter”	53
Figura 26 - Vista de Fragmento de hueso en microscopia electrónica de barrido	54
Figura 27 - Vista de Fragmento de hueso en microscopia electrónica de barrido	55
Figura 28 - Vista de Fragmento de hueso en microscopia electrónica de barrido	56
Figura 29 - Vista de Fragmento de hueso en microscopia electrónica de barrido	57

Figura 30 - Vista de Fragmento de hueso en microscopia electrónica de barrido	58
Figura 31 - Esquema de las áreas de trabajo del laboratorio de Antropología Genética del IIA-UNAM	60
Figura 32 - Ilustra el paso 2. En el que se mezcla el polvo de hueso con la solución de extracción (5 µl de 0.5 M EDTA, 200 µl l de SDS al 10 %, 200 µl de proteinasa K a 20 mg/ml) y dejar incubar toda la noche a 37 °C en movimiento suave.....	62
Figura 33 - Ilustra el paso 4.- En donde se centrifuga la muestra a alta velocidad por 5 minutos para obtener un pellet. Se transfiere el sobrenadante a un nuevo tubo libre de ácidos nucleicos. Y se centrifuga nuevamente por 3 minutos (para remover cualquier residuo que haya quedado)	62
Figura 34 - Ilustra el paso 7 en donde se añade 0.5 ml de Salton Wash para resuspender el pellet, se centrifuga a 14,000 xg para lavar el GLASSMILK/DNA complex	63
Figura 35 - Ilustra el paso 8 en el que se añade 0.5 ml de Salton Wash y centrifuga a 14,000 xg	63
Figura 36 - Ilustra el paso 12 en donde se remueve el SPIN Filter y descartar. El ADN está listo para usar en amplificación sin manipulación adicional	64
Figura 37 - Gel de agarosa que muestra la cuantificación mediante electroforesis	65
Figura 38 - Localización de los polimorfismos diagnósticos de los haplogrupos americanos y el nombre de las enzimas que participan en la identificación de cada haplogrupo	67
Figura 39 - Mediciones de pH de sedimentos de entierros de Tlailotlacan, Teotihuacán.....	71
Figura 40 - Fotografía de gel de Poliacrilamida Hae y Hinc.....	73
Figura 41 - Fotografía de gel de Poliacrilamida Alu y 9 del	74
Figura 42 - Fotografía de gel de Poliacrilamida Hae y 9 del	75
Figura 43 - Frecuencias de Haplogrupos del presente estudio y de otros grupos de Mesoamérica ...	78
Figura 44 - Relación entre grupos respecto a las frecuencias	84

Figura 45 - Distribución de desajuste (Mismatch distribution) con haplotipos de 14 secuencias de región hipervariable de ADN mitocondrial de individuos de Teopancazco y Tlailotlacan85

Figura 46 - Filogenia bayesiana de los linajes de ADN mitocondrial americanos entre tarahumaras, tepehuanes del sur, zapotecos y mayas (contemporáneos).....88

INDÍCE DE TABLAS

Tabla 1 - Cronología del Valle de Oaxaca.....	23
Tabla 2 - Muestras de fragmentos óseos para análisis genético de entierros del Barrio Oaxaqueño en Teotihuacán	51
Tabla 3 - Grupos prehispánicos de Mesoamérica de los que se ha estudiado ADN mitocondrial	69
Tabla 4 - Barrios de Teotihuacán de los cuáles se ha estudiado ADN mitocondrial	70
Tabla 5 - Parámetros de medición de pH	72
Tabla 6 - Haplogrupos de los individuos de los entierros de Tlailotlacan del presente estudio	76
Tabla 7 - Frecuencias de Haplogrupos de DNA mt en grupos prehispánicos de Mesoamérica incluyendo el presente estudio	77
Tabla 8 - Resultados del Programa Arlequin	79
Tabla. 9 - Análisis AMOVA	79
Tabla 10 - Cálculo de estadísticos F convencionales a partir de frecuencias de haplogrupos	80
Tabla 11 - Comparaciones de pares de muestras de población	81
Tabla 12 - Matriz de Movimiento	82
Tabla 13 - Matriz de Slatkin	83