

CAPITULO 4. ASPECTOS EXPERIMENTALES

4.1 Recolección y Preparación de las Piezas Dentales.

Para nuestro estudio se utilizaron dos 2 terceros molares extraídos de los entierros de Aguazuque (Soacha) y Checua (Nemocon) en el departamento de Cundinamarca. En cuanto a el sitio arqueológico Aguazuque I, este se encuentra en predios de la hacienda con el mismo nombre en el municipio de Soacha (Cundinamarca), entre las coordenadas 4^o 37' de latitud Norte y 74°17' de longitud al Oeste de Greenwich de la extensa sabana de Bogotá. Se presume que la pieza dental proviene de un entierro colectivo integrado por 23 individuos, que lo integraban tanto hombres, mujeres y niños. Estos entierros fueron dispuestos en forma fetal exhibiendo una forma circular de aproximadamente 4.5m de diámetro (ver figura 4.1). Al costado de este fueron encontradas extremidades de piernas y coxales pertenecientes a individuos diferentes y en forma de V; por el hecho de que también se encuentren huesos calcinados y separados por completo de este círculo, además de esqueletos lacerados y parcialmente pintados con pinturas rojas y negras, se sugiere que se llevaban a cabo prácticas de canibalismo por parte de los grupos que propiciaron este entierro colectivo. En el complejo funerario de Aguazuque también existen registros de entierros primarios simples y primarios dobles. Más detalles de este sitio se encuentra en (Correal, 1990).

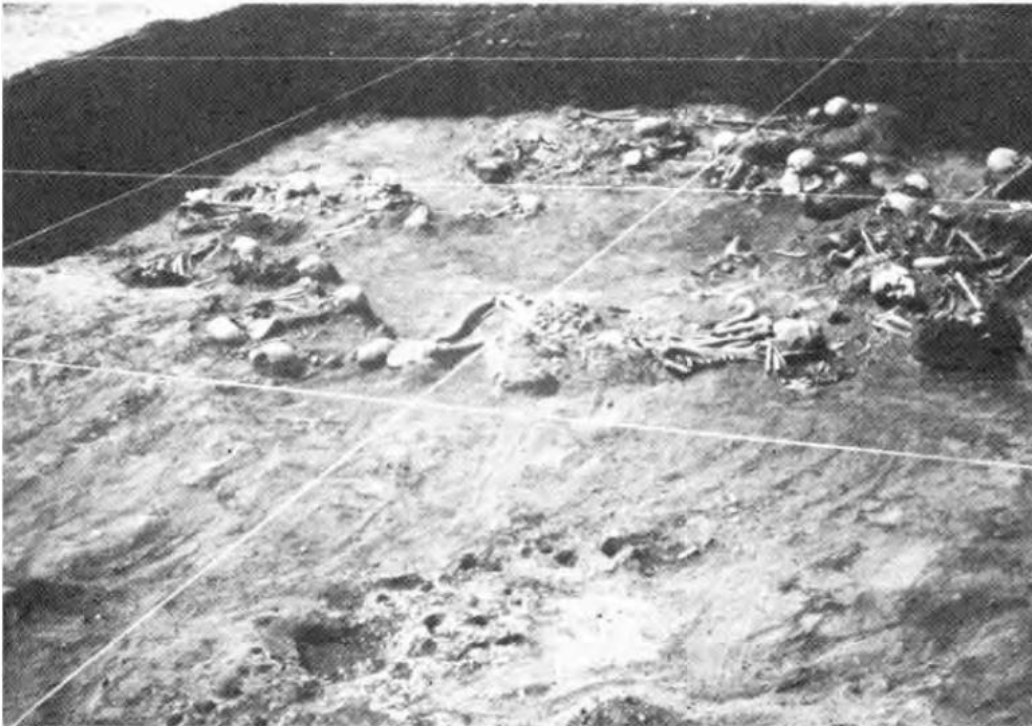


Figura 4.1 Entierro Colectivo del entierro de Aguazuque I. La circunferencia funeral se cierra al sur por dos extremidades desmembradas pertenecientes a individuos diferentes (Correal, 1990).

El sitio arqueológico Checua se encuentra localizado en la vereda del mismo nombre del municipio de Nemocón (Cundinamarca), en predios de la finca Extremadura, a una distancia de 7 kilómetros al norte de la cabecera municipal. La cabecera municipal está localizada a los 5° 04' de latitud norte y 73° 53' de longitud al este de Greenwich, a 60 km al noreste de la ciudad de Bogotá. La pieza dental fue extraída del entierro rotulado como Checua 2, entierro 2 y fue encontrado a 35 cm de profundidad. El yacimiento arqueológico Checua se encuentra ubicada sobre una colina que esta a aproximadamente 15m desde el nivel de la zona plana, esta zonas altas pudieron ser escogidas para vivir tal vez previendo futuras inundaciones (figura 4.2). Por las evidencias que se tienen (Groot, 1992), la gente habitó este lugar en la época prehispanica, entre los 8500 y 3000 años antes del presente, comprendiendo la época de los cazadores recolectores en Colombia (Groot, 1992).



Figura 4.2 Colina en la que se encuentra el sitio arqueológico de Checua, lugar escogido para vivir por los cazadores-recolectores previendo futuras inundaciones. (Groot, 1992).

4.1.1 Remoción de Sedimento

Una vez obtenido los dos molares, el proceso de separación del esmalte se llevó a cabo siguiendo el protocolo estándar establecido para tal fin (Kinoshita et al, 2008; Grun, 1989; IAEA, 2002). En el proceso de obtención del esmalte dental de los dos molares, fue usado un equipo odontológico portátil marca Italdent dotado de una fresa odontológica y un micromotor con dispositivo de refrigeración.

Lo primero que se hizo fue lavar las dos muestras con agua destilada. Esto permitió eliminar los residuos de sedimento más grandes que se apreciaban a simple vista. Lo anterior facilitó además, hacer más fácil los tratamientos posteriores y evitar la contaminación de la parte interna del diente. Los residuos que no pudieron ser removidos con agua destilada fueron removidos mecánicamente con una espátula.

4.1.2 Separación Corona-Raíz:

En la figura 4.3 se muestra la estructura externa e interna de un molar de humano. Este grafico permite entender mejor los procesos que se mostrarán a continuación.

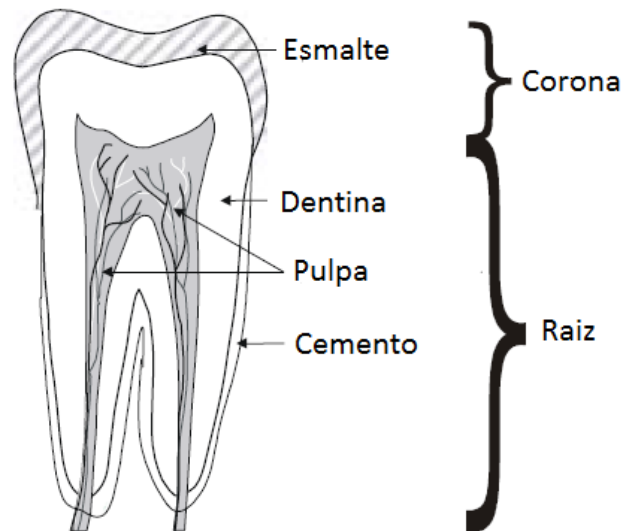


Figura 4.3 Estructura externa e interna de un molar humano. Puede distinguirse la raíz de la corona del diente, la capa de esmalte es el único material de nuestro interés (AIEA, 2002).

El segundo paso que se efectuó fue la separación corona-raíz que se realizó usando un disco de diamante conectado a un micromotor NSK EX-203C. En este paso se tuvo cuidado de no afectar la zona de la corona en la separación y se hicieron pausas en el corte para evitar el calentamiento de la muestra (figura 4.4). Una vez lograda la separación se procedió a remover la dentina que quedó en la parte interna de la corona.



Figura 4.4. Izquierda: Equipo portátil usado durante la extracción de esmalte dental. A la derecha se muestra el proceso de separación corona-raíz usando un micromotor.

4.1.3 Separación Esmalte-Dentina: La dentina fue removida con una fresa odontológica con refrigeración líquida. Esto evitó el calentamiento de la muestra. Este calentamiento puede producir señales no deseables al momento de medir el espectro EPR de la muestra (IAEA, 2002). Con la remoción se logró obtener un cascaron conformado en su mayoría por esmalte dental, como se observa en la figura 4.5.



Figura 4.5. Remoción de la dentina del diente usando una fresa odontológica. La remoción se realizó hasta obtener un delgado cascarón de esmalte dental.

4.1.4 Limpieza, Triturado e Irradiación del esmalte dental: El cascaron de esmalte dental de ambos molares fue sometido a un baño ultrasónico en una solución saturada de NaOH al 30%, por seis horas, para eliminar las impurezas orgánicas (ver figura 4.6). El NaOH se retiró

usando agua destilada y las piezas fueron secadas con aire seco. Posteriormente las muestras fueron sumergidas en HCl al 10% por 45 minutos. Este proceso además de eliminar los remanentes de dentina aun presentes, ayudó a remover las primeras capas del esmalte en las que podría existir una contribución de rayos alfa (del orden de las $50\mu\text{m}$). Después de este proceso las muestras fueron lavadas con agua destilada y secadas con nitrógeno.

Una vez realizado el proceso descrito anteriormente, se culminó la preparación del esmalte dental triturándolo en forma mecánica, usando para ello un mortero ágata hasta que quedó completamente pulverizado (figura 4.6). El esmalte pulverizado de cada una de las muestras fue dividido en alícuotas, como se muestran en la tabla 1 y tabla 2. La masa promedio por alícuota corresponde a 50mg en las muestras de Aguazuque y 40mg en las de Checua.



Figura 4.6 Proceso de limpieza y triturado del esmalte de los dientes de Aguazuque y Checua.

Izquierda: baño ultrasónico. Derecha: triturado en mortero ágata

AGUAZUQUE	
Nombre de Alícuota	Masa (mg)
AG1	50,4
AG2	53,2
AG3	50,3
AG4	51,3
AG5	51,5
AG6	51,0
AG7	52,0
AG8	53,3
AG9	52,4

Tabla 4.1. Alícuotas elaboradas a partir del esmalte de Aguazuque

CHECUA	
Nombre de Alícuota	Masa (mg)
CH1	39,1
CH2	39,6
CH3	40,0
CH4	39,0
CH5	39,1
CH6	39,1
CH7	40,4
CH8	39,4
CH9	39,8

Tabla 4.2. Alícuotas elaboradas a partir del esmalte de Checua

La diferencia de masas de las alícuotas de Checua con las de Aguazuque solo se debe a la cantidad de esmalte que pudo ser extraída de las piezas dentales. Muchos de los dientes de estos individuos tienen el esmalte desgastado, lo que ha sido atribuido a la alimentación y a las pésimas costumbres de higiene oral; por tanto, la obtención de cantidades relativamente altas de esmalte es bastante difícil.

Cada alícuota fue encapsulada en tubos de plástico de aproximadamente 1,5 cm de largo y 4 mm de diámetro (figura 4.7). Un pequeño tamaño de la capsula es de gran importancia porque facilita distribución de la dosis en el momento de la irradiación. Propiedades dosimétricas como la distribución espacial, tamaño físico y la dependencia direccional de la muestra se están asegurando en este proceso (Cherry, 1993). Por último las alícuotas fueron rotuladas e irradiadas a diferentes dosis para la posterior medición del espectro EPR de las mismas.



Figura 4.7. Encapsulado y rotulación de las alícuotas de Aguazuque y Checua.

4.2 Espectrometría Gamma

Otro factor necesario para la realización de nuestro trabajo experimental, fue la recolección de muestras de sedimento en las profundidades en las que fueron encontrados los entierros de Aguazuque y Checua, que corresponden a 72cm y 35cm respectivamente. Las muestras fueron sometidas a un análisis radiométrico usando Espectrometría Gamma. Para este análisis fue utilizado un Espectrómetro Gamma marca CANBERRA modelo GC2019, de bajo

fondo con blindaje de 15 cm de plomo y detector de germanio hiperpuro de alta resolución con una eficiencia absoluta de detección de 1,89% a 661,6 keV, perteneciente al Laboratorio de Radiometría Ambiental del Grupo de Tecnologías Nucleares de INGEOMINAS.

La espectrometría gamma se ha convertido en unos de los métodos más confiables para la identificación y el análisis cuantitativo de materiales radiactivos. Consiste en la adquisición de la distribución energética de los fotones emitidos por un radioelemento. Por tanto es uno de los métodos más empleados para determinar los contenidos de elementos radiactivos en materiales geológicos y arqueológicos. El conocimiento de estas concentraciones nos permite determinar la contribución a la tasa de dosis a la que ha sido expuesta la muestra dental en el periodo burial, debido al sedimento circundante a la muestra.

En este trabajo fue usada Espectrometría Gamma para determinar las concentraciones en ppm de los elementos radiactivos ^{238}U , ^{232}Th y ^{40}K presentes en el sedimento muestra.

Las muestras de sedimentos fueron preparadas sometiéndolas a secado, cuarteo, molienda y tamizado. Posteriormente fueron envasadas en recipientes plásticos obteniendo un peso promedio de 50g y analizadas bajo las mismas condiciones con el fin de garantizar la reproducibilidad geométrica de contaje tanto en las muestras de sedimento como en la muestras de referencia certificadas; Las muestras fueron medidas individualmente ubicándolas en el centro de la superficie frontal del detector de Germanio hiperpuro. Las muestras de referencia son muestras geológicas certificadas por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), IAEA S-8 e IAEA S-14.

Bibliografía.

A. Kinoshita, A.M.G. Figueiredo, G.D. Felice, M.C.S.M. Lage, N. Guidon, O. Baffa. 2008. Electron Spin Resonance Dating of Human Teeth from Toca da Santa Shelter of São Raimundo Nonato, Piauí, Brazil Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, Volume 266, Issue 4, , Pages 635-639. ICRU, (1980), Radiations quantities and units, ICRU Report 33.

Cherry R.N., 1998. Radiaciones ionizantes, Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, OIT., Vol. 2, Capítulo 48. Madrid.

Correal, G. 1990. Aguazuque. Evidencias de Cazadores Recolectores y Plantadores en la Altiplanicie de la Cordillera Oriental, Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Banco de la Republica. Bogota.

Groot, A. 1992. Checua: Una secuencia Cultural Entre 8500 y 3000 Años Antes del Presente. Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Banco de la Republica. Bogota

International Atomic Energy Agency. 2002. Use of Electron Paramagnetic Resonance Dosimetry With Tooth Enamel for Retrospective Dose Assessment. Viena, Austria.

Ikeya, M., New Applications Of Electron Spin Resonance: Dating, Dosimetry and Microscopy. World Scientific Publishing Company, 1993. Capítulo 4.

Rainer Grun., Electron Spin Resonance (ESR) Dating, Quaternary International, Vol 1, pp. 65-109,(1989).