

# **Afectaciones tafonómicas en restos óseos humanos causadas por hongos presentes en una muestra del Jardín Cementerio Universal de la ciudad de Medellín-Colombia**

**Paula Catherine González Lozano  
Madeleyne Zapata Cardona**

**Tesis de grado para optar al título de**

**Antropóloga**

**Asesora**

**Natalia Andrea Restrepo Hernández  
Antropóloga MSc**



**FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE ANTROPOLOGÍA  
MEDELLÍN  
2019**

## RESUMEN

En la arqueología y la antropología biológica con énfasis forense, la tafonomía en los restos óseos humanos cobra gran importancia porque permite entender los procesos que tuvieron lugar en el depósito o tumba durante los diferentes procesos de descomposición que dieron lugar a la esqueletización, así como permite relacionar las diferentes afectaciones producidas por los factores exógenos y endógenos a nivel macro y microscópico.

En este trabajo de grado se propuso analizar de manera descriptiva una muestra de restos óseos exhumados en suelo en la zona 2 del Jardín Cementerio Universal en la ciudad de Medellín-Colombia, en la cual se buscó relacionar la intervención de hongos en las afectaciones tafonómicas, para ello se obtuvieron muestras de hongos por raspado superficial *in situ* a fragmentos de ataúd, piezas óseas y suelos, posteriormente se observaron y fotografiaron las muestras en laboratorio para relacionarlos con la bibliografía disponible, a su vez se fotografiaron diferentes huesos con afectaciones tafonómicas macroscópicas a fin de evidenciar el deterioro con el que son extraídos al momento de la exhumación por las condiciones específicas del suelo en dicha zona.

**Palabras clave:** Tafonomía, hongos, restos óseos, arqueología, antropología biológica, antropología forense.

## ABSTRACT

In archeology and biological anthropology with forensic emphasis, taphonomy in human bone remains is of great importance, because it allows us to understand the processes that took place in the deposit or tomb during the different decomposition processes that gave rise to skeletonization, as well as allows relate the different effects produced by exogenous and endogenous factors at the macro and microscopic level.

In this grade work it was proposed to analyze in a descriptive way a sample of bone remains exhumed in soil in zone 2 of the Universal Cemetery Garden in the city of Medellín-Colombia, in which it was sought to relate the intervention of fungi in taphonomic affectations, To do this, fungal samples were obtained by superficial scraping in situ to coffin fragments, bone pieces and soils, subsequently the samples were observed and photographed in the laboratory to relate them to the available bibliography, in turn different bones with macroscopic taphonomic affectations were photographed at in order to show the deterioration with which they are extracted at the time of exhumation due to the specific conditions of the soil in said area.

**Keywords:** Taphonomy, fungi, bone remains, archeology, biological anthropology, forensic anthropology.

A nuestros familiares que nos han acompañado y apoyado en cada paso del camino

## TABLA DE CONTENIDO

<u>LISTA DE FOTOGRAFÍAS</u>	7
<u>LISTA DE MICROFOTOGRAFÍAS</u>	9
<u>LISTA DE TABLAS</u>	10
<u>LISTA DE MAPAS</u>	11
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	12
<u>LISTA DE ABREVIATURAS</u>	13
<u>ABREVIATURAS DE UNIDAD DE MEDIDA</u>	14
<u>AGRADECIMIENTOS</u>	15
<u>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	18
<u>JUSTIFICACIÓN</u>	20
<u>OBJETIVOS</u>	23
<u>Objetivo General</u>	23
<u>Objetivos específicos</u>	23
<u>ANTECEDENTES</u>	24
<u>BREVE HISTORIA DEL JARDÍN CEMENTERIO UNIVERSAL Y SU CONSTITUCIÓN COMO CEMENTERIO PARA POBLACIÓN VULNERABLE.</u>	28
<u>ANTROPOLOGÍA FORENSE Y ARQUEOLOGÍA: IMPORTANCIA DE ESTAS DISCIPLINAS PARA AMÉRICA LATINA EN ESPECIAL PARA COLOMBIA.</u>	34
<u>FASES DE DESCOMPOSICIÓN Y TAFONOMÍA ASOCIADA A LA ACCIÓN FÚNGICA</u>	44

<u>ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS DEL SUELO QUE INCIDEN EN LOS PROCESOS POSTDEPOSICIONALES.</u>	55
<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	61
<u>Recolección de muestras y análisis en laboratorio</u>	61
<u>Protocolo para la recuperación y análisis de restos óseos</u>	63
<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	76
<u>CONCLUSIONES</u>	106
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	109
<u>ASPECTOS ÉTICOS</u>	140

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

<a href="#"><u>Foto 1 y Foto 2 Proceso de fijación con el personal del Jardín cementerio universal de las fosas a intervenir en exhumaciones vía administrativa.</u></a>	80
<a href="#"><u>Foto 3 Inicio del procedimiento, una vez realizada la cuadrícula, se inician las labores de marcación del lugar para eliminar la primera capa vegetal.</u></a>	82
<a href="#"><u>Foto 4 Remoción de primera capa vegetal o capote</u></a>	82
<a href="#"><u>Foto 5 Profundidad de fosa, octubre 2019</u></a>	83
<a href="#"><u>Foto 6 Limpieza de tierra antes de exponer el individuo</u></a>	84
<a href="#"><u>Foto 7 Exposición de los restos con tela de ataúd recubriéndolos</u></a>	84
<a href="#"><u>Foto 8 Escápula vista posterior</u></a>	91
<a href="#"><u>Foto 9 Escápula vista lateral</u></a>	91
<a href="#"><u>Foto 10 Hueso largo</u></a>	91
<a href="#"><u>Foto 11 Vértebra lumbar vista anterior</u></a>	91
<a href="#"><u>Foto 12 Vértebra lumbar</u></a>	92
<a href="#"><u>Foto 13 Vértebra lumbar</u></a>	92
<a href="#"><u>Foto 14 Vértebra cervical</u></a>	92
<a href="#"><u>Foto 15 Costilla con tejido trabecular expuesto</u></a>	92
<a href="#"><u>Foto 16 Fragmento del cuerpo de una vértebra lumbar</u></a>	93
<a href="#"><u>Foto 17 Fragmentos de costillas</u></a>	93
<a href="#"><u>Foto 18 Hongo presente en fragmento de ataúd extraído de una fosa en la zona 2 durante las exhumaciones por vía administrativa</u></a>	100

<a href="#"><u>Foto 19 Hongo presente en fragmento de ataúd extraído de una fosa en la zona 2 durante las exhumaciones por vía administrativa</u></a>	100
<a href="#"><u>Foto 20 De montículo de tierra removida de una fosa en la zona 2 en el marco de exhumaciones por vía administrativa, a la derecha</u></a>	101
<a href="#"><u>Foto 21 Hongo presente en la pared de una bóveda del Jardín Cementerio Universal desocupada al momento de realizar las labores de campo</u></a>	102
<a href="#"><u>Foto 22 Rótula izquierda con hongo visible macroscópicamente</u></a>	102
<a href="#"><u>Foto 23 Hongo en cuña del pie</u></a>	103

## LISTA DE MICROFOTOGRAFÍAS

<u>Microfotografía 1 muestra recolectada del hongo presente em el fragmento de ataúd observada microscópicamente (40x).</u>	100
<u>Microfotografía 2 de la muestra recolectada del hongo presente em el fragmento de ataúd observada microscópicamente</u>	100
<u>Microfotografía 3 de una muestra recolectada en dicho montículo observada microscópicamente (40x)</u>	101
<u>Microfotografía 4 observación (40x)</u>	102
<u>Microfotografía 5 muestra de la rótula observada microscópicamente (40x)</u>	102
<u>Microfotografía 6 Detalles del hongo presente en este hueso microscópicamente (40x) hongo no especificado (1) hifas hialinas sin septos.</u>	103

## LISTA DE TABLAS

<a href="#"><u>Tabla 1 Sistema de subgrupos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)</u></a>	58
<a href="#"><u>Tabla 2 Lista de materiales</u></a>	68
<a href="#"><u>Tabla 3 Información del estado de conservación general por hueso en la muestra</u></a>	87
<a href="#"><u>Tabla 4 Información del porcentaje de grado de destrucción óseo y porcentajes de complexión</u></a>	94

## LISTA DE MAPAS

<u>Mapa 1 Se señala a Medellín en el mapa de Antioquía, la comuna 5 en el mapa de Medellín y se amplía el plano del cementerio universal señalando la ubicación de la zona 2 en el interior del Jardín Cementerio Universal</u>	76
<u>Mapa 2 Modelo digital del relieve en Antioquía, realizado por el observatorio Sismológico y Geofísico del Suroccidente Colombiano (OSSO) - Universidad del Valle.</u>	79
<u>Mapa 3 Distribución de fosas en zona 2, los cuadros resaltados en gris son las 13 fosas que se exhumaron en el mes de octubre por vía administrativa en el marco de este trabajo.</u>	81

## LISTA DE FIGURAS

<a href="#"><u>Figura 1 Ilustración periférica del proyecto ganador presentado por Pedro Nel Gómez</u></a>	29
<a href="#"><u>Figura 2 Plano arquitectónico del cementerio universal 1933, tomado de Gómez (1933)</u></a>	31
<a href="#"><u>Figura 3 Triángulo de las clases texturales del suelo, propuesto en 1992 por SSDS</u></a>	59
<a href="#"><u>Figura 4 Individuo masculino inhumado en agosto 2011</u></a>	86
<a href="#"><u>Figura 5 Individuo masculino inhumado en febrero 2011</u></a>	86
<a href="#"><u>Figura 6 Individuo masculino inhumado en noviembre 2012</u></a>	87
<a href="#"><u>Figura 7 Individuo masculino inhumado en diciembre de 2012</u></a>	87

## LISTA DE ABREVIATURAS

AAAs: Advancement of Science Human Rights Program

AUC: Autodefensas Unidad de Colombia

CBPD: la comisión de búsqueda de personas desaparecidas.

CNMH: Centro Nacional de memoria histórica

CTI: Cuerpo Técnico de Investigación

EAAF: Equipo Argentino de Antropología Forense

FAFG: Fundación de Antropología Forense de Guatemala

FARC-EP: Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia

INMLCF: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.

IPM: Intervalo *post mortem*

JCU: Jardín Cementerio Universal

JEP: Jurisdicción especial para la paz

OSSO: Observatorio Sismológico y Geofísico del Suroccidente Colombiano

SDDS: Soil Survey Division Staff

USDA: departamento de Agricultura de los Estados Unidos

## **ABREVIATURAS DE UNIDAD DE MEDIDA**

Cm: centímetro

Mm: milímetros

Km: Kilómetros

%: porcentaje

Mm/año: milímetro por año

: centígrado

10X: medida del zoom regulable del microscopio

40X: medida del zoom regulable del microscopio

## AGRADECIMIENTOS

Celebrar un logro no es igual sin la compañía y el orgullo de las personas que nos aman y apoyan cuando se presentan los obstáculos que hacen nuestras metas distantes, por eso agradecemos con el corazón a nuestros padres Luz Marina y Alonso, y Martha y Carlos por estar siempre y enseñarnos a confiar en nosotros mismos y levantarnos en los momentos en que se nos cierra el mundo, a mis amores Iván y Nicolas les agradezco por estar conmigo siempre, por apoyarme en la lucha por mi sueños y estar incondicionalmente en toda la travesía que significó el poder finalizar este proyecto, los amo con todas mis fuerzas, sin ustedes no sé si lo hubiera logrado. Por supuesto exaltamos el sentimiento de gratitud hacia nuestra asesora Natalia, que más allá de lo académico se ha convertido en una gran amiga, siempre dispuesta a escucharnos y brindarnos consejo. A ustedes les debemos este logro y esperamos puedan disfrutarlo tanto como nosotras, emprender retos como este vale la pena si se cuenta con el apoyo de aquellos a quienes amamos.

De igual manera agradecemos al equipo de trabajo del Jardín Cementerio Universal en especial a la Doctora Adís Cristina y al abogado Carlos, la confianza suministrada por parte de ustedes y el interés en aportar en las investigaciones académicas fueron determinantes para la realización de este trabajo, compartir durante este año con ustedes nos permitió conocer las valiosas personas que son, esperamos que este trabajo le sea útil al cementerio y pueda significar una herramienta valiosa para sustentar las necesidades frente a las exhumaciones de vía administrativa, gracias por disponer parte de su tiempo para atender a nuestras inquietudes.

No menos importante, al laboratorio de arqueología de la Universidad de Antioquia, al laboratorio de criminalística del Tecnológico de Antioquia y a la Subsecretaria de Derechos Humanos de la Alcaldía de Medellín, quienes nos facilitaron las herramientas, sus instalaciones y equipos para las exhumaciones y los análisis de las muestras recolectadas. Muchas gracias al profesor Gabriel Molina del TdeA por facilitarnos de manera desinteresada los medios para poder realizar la fase de laboratorio, sin este apoyo es posible que nos hubiéramos demorado más tiempo en finalizar.

A nuestros profesores quienes nos formaron académicamente y nos enseñaron el valor de la Antropología, nos queda el pensamiento crítico y la necesidad de aportar cada vez más elementos valiosos a esta bella disciplina, nos llevamos recuerdos muy gratos de las clases y de las salidas de campo, el atreverse a salir con muchachos tan locos como nosotros nos demuestra el compromiso que tienen con nuestra formación, los elementos que nos suministraron en la aplicación de lo teórico, nos harán recordarlos siempre en nuestra vida laboral.

Por último, agradecemos el poder realizar este trabajo juntas, pese a que empezamos por caminos diferentes y de manera individual planteamos temas similares, pudimos unir fuerzas para apoyarnos mutuamente y superar las adversidades a las que cada una debió enfrentarse.

*“Todo ser nuevo que encontramos viene de otro relato y es el puente que une dos leyendas y dos mundos.”*

William Ospina

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los estudios de antropología forense que utilizan el recurso suelo como un elemento para aportar en las investigaciones, analizan de manera convencional las propiedades macro morfológicas, físicas y químicas de este como son el color, pH, densidad, textura y mineralogía o granulometría, con el objetivo de clasificar las muestras de suelo de la escena criminal. Las técnicas implementadas suelen ser la espectroscopía, el fraccionamiento por tamizaje, el gradiente de densidad, difracción de rayos X y Microscopia Electrónica de Barrido. Todas estas técnicas son tomadas y adaptadas de la geología la cual trabaja de manera interdisciplinar con ciencias como la química y la biología con el objetivo de aportar cada vez más herramientas al sistema judicial. Los países con mayor producción investigativa en este campo son Estados Unidos, Canadá, Alemania e Inglaterra. En el caso colombiano, los aportes de la geología a los contextos forenses han ido incrementando en los últimos años por la necesidad que se tiene social y legal de hallar a los desaparecidos víctimas del conflicto. Dichos avances tienen diferentes enfoques, algunos han realizado modelos analíticos para comparar o diferenciar muestras de suelo, otros buscan detectar modificaciones físicas en zonas con posibles fosas comunes, el uso de radares de subsuelo o georradars (GPR) también se ha explorado, ya que se ha podido comprobar que es una herramienta eficiente para detectar cambios o perturbaciones poco profundas en los terrenos.

A pesar de que se han logrado muchos avances gracias a las propuestas investigativas desde la geología, el suelo es un recurso complejo que requiere de factores como el clima, el

relieve, material parental, tiempo y organismos para su formación, por lo tanto, es a su vez un gran contenedor de información según los procesos que intervinieron en su formación, ya que cada elemento que estuvo relacionado en dicho proceso deja su huella al contacto, de manera que los campos investigativos que ofrecen dichos recursos son mucho más amplios que los propuestos hasta el momento en Colombia.

Desde este proyecto se propone estudiar las afectaciones tafonómicas de los restos óseos humanos a partir de la diversidad biológica que este tiene, específicamente desde los microorganismos como los hongos, ya que estos están presentes en el suelo y tienen un papel activo en los procesos de descomposición de materia orgánica y en el reciclaje de energía y de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo. Los hongos son sumamente importantes en el aporte nutricional de las plantas y son altamente eficientes en la descomposición de elementos resistentes a las bacterias, por lo tanto, estos microorganismos tienen gran potencial para estudios de tipo tafonómico, esto se ve reflejado en los numerosos reportes sobre la adipocira (tipo de conservación cadavérica).

A pesar de ello, los trabajos en esta área siguen siendo limitados y poco se ha explorado sobre las relaciones que estos tienen en el proceso de descomposición ósea, ya que los estudios que se han realizado suelen centrar su atención en el cadáver y poco en su medio circundante. Es por esta razón que se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo afectan los hongos a los restos óseos humanos?

## JUSTIFICACIÓN

Colombia es un país que históricamente se ha encontrado sumido en diferentes conflictos por cuestiones políticas e ideológicas, tal como cita Eduardo Pizarro (2015) se debe considerar como un lugar que se encuentra en un conflicto prolongado y complejo ya que involucra a muchos actores entre ellos el Estado, las guerrillas y los paramilitares. Sin embargo, no se puede denominar como algo continuo, ya que cada actor es particular y atiende de manera diferente según sus ideologías o ubicaciones territoriales, las modalidades de violencia que se han presentado en dichos conflictos de manera generalizada y sistemática han sido los homicidios selectivos, atentados terroristas, masacres, secuestro, violencia sexual, reclutamiento forzado y desaparición forzada: Como consecuencia de estos crímenes se han podido registrar un total de 262.197 víctimas fatales ( población civil y combatientes) entre los años 1958 y 2018, se ha establecido que 80.514 desaparecieron y aún continúan sin ser encontradas un total de 70.587 (Centro nacional de memoria histórica).

Como se puede esbozar a partir de las cifras, la desaparición forzada es un delito que se ha cometido de manera sistemática en el país, ya que este permite satisfacer diferentes objetivos. Uno de ellos es generar terror sobre un grupo de personas y de esta manera poder ejercer un dominio sobre ellos, lo cual garantizara obediencia y sumisión, por el sentimiento de ansiedad y zozobra que ejerce sobre los familiares y la población víctima del suceso por el hecho de no tener conocimiento sobre el paradero de la víctima. Muchas de estas personas luego de asesinarlas, fueron sometidas, según las políticas de grupo, a diferentes tipos de tratamiento con

el objetivo de destruir u ocultar la evidencia del delito, para esto los victimarios han utilizado diferentes estrategias como el uso de animales, el triturado para mezclar con materiales de construcción, los ríos y finalmente las fosas clandestinas o comunes.

Las fosas clandestinas o comunes fueron ampliamente utilizadas por guerrillas y paramilitares, las diferencias entre los dichos grupos fue la manera en la que se disponía de los cuerpos al momento del depósito final, ya que algunos eran desmembrados y mezclados con la finalidad de dificultar su posterior identificación, dichas fosas suelen estar en zonas de difícil acceso y alejadas de las zonas urbanas, esto con el fin de no ser encontradas con facilidad, sin embargo, disciplinas como la geología, la arqueología y la antropología forense han creado diferentes métodos y técnicas para poder localizar dichos lugares, como el uso de georradars, topografía eléctrica, los cambios en la vegetación y la arqueometría. Dada la complejidad y a pesar de los grandes avances que se han tenido para la localización de dichas fosas comunes, se hace necesario seguir investigando y creando nuevos métodos y técnicas para poder obtener más información, no solo de los posibles lugares de depósito, sino además de obtención de evidencias de las fosas comunes con el objetivo de poder reconstruir los hechos de manera cada vez más precisa.

La antropología forense es una subdisciplina que al momento de realizar su labor debe apoyarse y trabajar con otras ciencias, como la geología, la biología, la arqueología y las ciencias del suelo. Teniendo en cuenta que el suelo es un cuerpo natural, que adquiere características específicas según los factores involucrados en su formación, se torna para el antropólogo y el arqueólogo en una fuente de evidencias y un repositorio de eventos del pasado. Como se ha

mencionado anteriormente es el lugar de depósito del cadáver, en el cual tienen lugar diferentes procesos de descomposición, que permiten ser clasificados y dejan huella en el ecosistema circundante, tal como se especifica en el principio de intercambio de Locard (dicho principio establece que siempre que dos objetos entran en contacto transfieren parte del material que incorporan al otro objeto). Por lo tanto, es necesario analizar lo que ocurre en cada fase de descomposición y a su vez los cambios que se producen en el suelo.

Las investigaciones de este tipo son escasas y difíciles de realizar debido a las normativas que existen sobre investigación con humanos, por lo tanto, los trabajos que se han publicado sobre la descomposición corresponden principalmente a experimentos llevados a cabo en el Forensic Anthropology Research Facility (FARF) de la universidad de Tennessee en Texas, aunque los estudios de caso y los experimentos controlados con cerdos han permitido conocer dichos procesos y a su vez han dado herramientas para establecer el intervalo *postmortem*. Este último se ha estudiado desde la tafonomía disciplina que se entiende como el estudio de los cambios de restos biológicos a partir del tiempo de muerte hasta su recuperación y análisis (Pokines, J., Symes, S. 2014). Dentro de estos cambios, las acciones microbianas y fúngicas se consideran responsables de gran parte de la degradación diagenética del hueso (Bell, 1990). También es sabido que los huesos son afectados específicamente bajo la tierra por hongos y bacterias (Schultz, 1986). El ambiente oscuro y húmedo del ataúd puede estimular un crecimiento fúngico natural sobre el cuerpo. Además, el moho u otras esporas fúngicas pueden estar presentes en el maquillaje cosmético aplicado a menudo a la cara y manos por el embalsamador. Los cosméticos pueden proporcionar un medio propicio para el crecimiento de hongos (Haglund, Sorg. 1997).

## OBJETIVOS

### Objetivo General

- Establecer las afectaciones producidas por la acción de los hongos presentes en una muestra ósea del Jardín Cementerio Universal.

### Objetivos específicos

- Identificar los hongos presentes en la muestra.
- Caracterizar las condiciones físicas del suelo para entender la conservación del material biológico.
- Determinar las afectaciones tafonómicas macroscópicas presentes en los restos óseos inhumados en el cementerio universal.

## ANTECEDENTES

El interés por los estudios de suelos con fines forenses surge a partir de las obras de ciencia ficción de Arthur Conan Doyle escritas en 1887, ya que este tenía amplios conocimientos sobre propiedades macro morfológicas del suelo y sus características mineralógicas, en las cuales contempló un potencial de aplicabilidad forense. Sus ideas fueron dadas a conocer por medio del personaje de Sherlock Holmes, un ejemplo de ello es cuando resuelve un caso a partir de una salpicadura de suelo en el pantalón de un sospechoso, ya que este es capaz de reconocer el lugar de procedencia de dicha salpicadura. Estas ideas de ciencia ficción generaron un interés en el científico y criminólogo francés Edmond Locard quien en 1910 plantea la teoría del principio de transferencia en la que propone que “cualquier presencia en un lugar deja y se lleva vestigios, sean éstos visibles o no” (Hombreiro, 2013). Dicho principio es fundamental para las ciencias forenses y establece los elementos traza (material probatorio no perceptible a simple vista que requieren elementos técnicos para su observación, detección y clasificación) como material de evidencia probatoria, ya que estos suministran información del lugar de la escena y ayudan a conectar con el culpable a partir de los rastros que quedan en los zapatos o en las uñas, a partir de este momento se empiezan a registrar diferentes casos en los cuales el suelo empieza a obtener un papel destacado en las investigaciones criminales.

Más recientemente, la geología ha empezado a explorar campos diferentes a los elementos traza, sin embargo esta solo se enfoca en buscar perturbaciones en el suelos por lo tanto la ciencia del suelo forense como evidencia y testigo de hechos ocurridos alrededor de la muerte es relativamente reciente y adopta las técnicas de diferentes disciplinas como la

edafología, la pedología, la geología, la química, la física, la biología, la mineralogía y la arqueología por ende al adaptarse desde tantas disciplinas, no presenta una gran producción académica como si lo hacen los referentes teóricos de los cuales surge. Las investigaciones sobre este tema se han intensificado en los últimos 15 años y son poco los estudios que se encuentran que correspondan a temporalidades anteriores a este periodo.

Estos estudios corresponden a intereses específicos, como la descomposición en suelo debido a que esta se encuentra sujeta a un conjunto de procesos como resultado de condiciones aeróbicas o anaeróbicas que generan cambios en las propiedades macro morfológicas, los cuales son descritos según las condiciones ambientales fisicoquímicas y bacterianas. Los procesos de descomposición no son una serie de eventos consecutivos, y se dan en diferentes etapas según la composición corporal, los carbohidratos, la grasa y la proteína los cuales determinan ciertos factores que a su vez dependen del pH, la textura y los microorganismos del suelo, los cuales afectan la tasa de descomposición. En los artículos consultados se puede evidenciar las falencias que se tienen al momento de realizar este tipo de investigación, esto por el limitado acceso a contextos con restos óseos humanos y a la falta de experimentación controlada, ya que la mayoría de estas investigaciones se realizan a partir de animales o de estudios de caso, los cementerios son quizá la mejor base de datos que permite realizar aproximaciones sobre dichos procesos, sin embargo los autores manifiestan que “la discusión de la descomposición humana en los suelos no se ha tratado en detalle y los fragmentos disponibles a menudo son incompletos” (Haglund y Sorg 1997; Dent, B. B., Forbes, S. L., and Stuart, B. H. 2004; Benininger L, Carter T, 2008; Tamsin C. F. and Tibbett, M. 2009).

Para analizar los eventos que tienen lugar alrededor de la descomposición los autores se han acercado a la tafonomía, ciencia propuesta por Efremov en 1940 la cual "se define como el estudio de los procesos químicos, físicos, biológicos y geológicos ocurridos en los cadáveres desde el momento de la muerte hasta su recuperación", esta se ha ido adaptando según los intereses y necesidades como es el caso de la arqueología que la utiliza para caracterizar afectaciones en restos óseos y objetos materiales. De igual manera la antropología biológica ha explorado diferentes campos de acción por la necesidad por diferenciar los procesos que se tenían lugar en un cadáver de las patologías o caracteres epigenéticos del mismo. Es así como surge la tafonomía forense, ya que esta permite comprender las condiciones y los factores que influyen en el proceso de descomposición y a su vez establecer las huellas que estos dejan en el hueso, los estudios que se han realizado sobre tafonomía forense en relación con el suelo, buscan identificar patrones confiables para estimar el intervalo *post mortem* (IPM) y determinar la causa y la forma de muerte, también se utiliza para la individualización en el caso de encontrar varios cuerpos mezclados en una fosa. Para ello incorpora técnicas de una amplia gama de disciplinas, como arqueología y microbiología del suelo (Sigler 1985; Haglund y Sorg 1997, Haglund 2005; Hopkins DW, Wiltshire PEJ, Turner BD 2000;).

A partir de la tafonomía forense en la relación con el suelo, se exploran diferentes posibles fuentes de afectaciones, como es el pH, la textura, la estructura y los microorganismos, por lo tanto, surgen nuevas áreas de estudio o subdisciplinas como es el caso de la micología forense. Su objetivo es hacer una descripción de las especies de hongos presentes en las proximidades de cadáveres humanos, así como aquellos grupos de hongos potencialmente útiles para establecer un tiempo de muerte (Vass et al, 2002; Carter DO, Tibbett M 2003; Carter DO,

Tibbett M 2006; Hawksworth DL, Wiltshire PEJ 2011). Los análisis se han realizado principalmente a partir de estudios de caso y el país con más reportes académicos en el tema es Estados Unidos. En el caso de América Latina el primer antecedente que se registra es en Argentina, cuyo objetivo era identificar los hongos presentes en el suelo debajo de los cadáveres en descomposición para poder relacionar la presencia de restos humanos y diferentes especies de hongos. Para ello aislaron los hongos de tres maneras: lavado del suelo, diluciones en serie y crecimiento húmedo de la cámara, las especies más representativas que se identificaron fueron *Dichotomomyces cejpii*, *Talaromyces trachyspermus*, *Talaromyces flavus* y *Talaromyces* sp. pertenecientes al grupo de amoníaco, cuyos hongos son los primeros en la sucesión de la descomposición de cadáveres. (Tranchida, M.C Centeno, N and. Cabello M N en 2014).

## **BREVE HISTORIA DEL JARDÍN CEMENTERIO UNIVERSAL Y SU CONSTITUCIÓN COMO CEMENTERIO PARA POBLACIÓN VULNERABLE.**

El Jardín cementerio universal está ubicado en el barrio Castilla comuna 5 en la zona noroccidental de la ciudad de Medellín, cuenta con un área total de 55.000m<sup>2</sup>, divididos en 29 zonas. Su construcción fue aprobada por medio del acuerdo número 4 de 1933 y dio inicio a sus obras entre los años 1935-1940 después de que las iglesias dejaran de ser el lugar destinado para las sepulturas, y de que la ciudad solo contara con dos cementerios el San Lorenzo (de los pobres) y el San Pedro (de los ricos), los cuales solo permitían inhumar aquellos que profesaban la religión católica y que además tuvieran familiares con capacidad económica para asumir los gastos del ritual religioso, específicamente en el San Pedro a su vez eran insuficientes para cubrir la demanda de espacios para inhumaciones debido al aumento poblacional que sufría la ciudad de Medellín al perfilarse como la segunda ciudad con mayores ofertas laborales en el país.

Por lo tanto, era urgente construir un cementerio con unas condiciones muy específicas de salubridad e higiene, que tuviera las disposiciones de recibir a todas las personas fallecidas sin importar su condición social o económica, su religión o su manera de muerte, ya que los dos cementerios no permitían el acceso a difuntos que hubieran sido practicantes de otra religión, ni a suicidas u homicidas, aunque la iglesia levanto el veto en el San Lorenzo para los suicidas, solo los admitía si contaba con espacio en las zonas más alejadas y periféricas del lote, es por esto que la administración municipal de la época firmo el acuerdo 78 de 1933 a través del cual se aprobó el concurso de convocatoria pública para los diseños y planos del primer cementerio de carácter

civil y universal en la ciudad. El ganador fue el arquitecto, ingeniero y pintor Pedro Nel Gómez, con el proyecto Les Morts (los muertos), cuyo diseño planteaba la creación de un cementerio jardín, con concepto abierto y una forma organizativa específica en la cual separaba los muertos por cuestiones religiosas, o maneras de muerte, a su vez planteaba un área de honor para personajes célebres y otras para servidores militares del país (soldados y policías).



**Figura 1 ilustración periférica del proyecto ganador presentado por Pedro Nel Gómez, tomado Rendón, L (2015)**

Sin embargo, a pesar de pensarse como un cementerio de carácter universal que albergara todo tipo de población, el 26 de febrero de 1994, poco más de un año después de firmada la aprobación para la construcción como cementerio laico, se atendieron recomendaciones para considerarlo católico, los requerimientos del clero se listaron así: “1. Que se pusiera bajo la autoridad de la iglesia y se reconociera su jurisdicción. 2. Que fuera bien resguardado de toda profanación. 3. Cuando fuese posible se edifique una capilla pública. 4. Cuando llegue la

oportunidad sea bendecido con las ceremonias proscritas por la Iglesia. 5. Que se separe una porción sin bendecir, con una pared para enterrar a aquellos a quienes no se pueda dar sepultura eclesiástica, según lo determine la autoridad eclesiástica.”. Las solicitudes se analizaron, pero tiempo después la iglesia evangélica presbiteriana solicitó que el lote se destinara a dicha comunidad, finalmente no fue adjudicada la administración del lugar a ninguno de los solicitantes, solo se decidió delimitar las zonas y separar y encerrar con rejas el área de la capilla y del terreno santo destinado a los católicos.

La primera fase de construcción inició en 1933 y terminó en 1935, en esta se delimitaron las áreas cercanas a la actual carrera 65 estableciendo el eje central, el eje izquierdo y derecho con los cuales se determinó la ubicación del patio central y al mismo tiempo la disposición del octógono de bóvedas, así mismo establecieron los límites que tendría el lote en la esquina que demarcaba con el trazado vial que se estaba contemplando para dirigirse al Hospital La María, en dicha esquina se construyó la entrada principal que hasta la fecha aún se conserva, las obras que se ejecutaron en la primera fase eran de carácter urgente, por lo que no se avanzó en todos los objetivos planteados en los planos iniciales, de igual forma algunas obras como es el caso de las bóvedas no se pudieron ejecutar en su totalidad.



**Figura 2 Plano arquitectónico del cementerio universal 1933, tomado de Gómez (1933)**

Las siguientes fases de construcción se realizaron entre los años 1950 y 1955, con una reducción considerable del presupuesto por el gobierno local de turno de corriente conservadora, por lo que se tuvieron cambios drásticos en la construcción y se tuvo un rediseño que implicó la no realización de los planos inicialmente planteado. A lo largo de estas fases fueron instaurados algunos monumentos como el de bomberos, que para su época fue innovador, pero por falta de recursos y malos manejos sufrió grandes deterioros a lo largo de los años y actualmente está en riesgo latente de desplome pese a ser patrimonio cultural de la ciudad, de igual manera ha ocurrido con diferentes estructuras presentes en el cementerio, razón por la cual en el año 2016 el DAGRD (Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Desastres). Estuvo a punto de cerrarlo, debido a esta alerta la administración municipal inicio un plan de mejoramiento y recuperación del cementerio, planeando la reparación de las estructuras, la recuperación de los senderos y la construcción de un vivero, todo esto en pro de mejorar la imagen del cementerio, ya que el servicio de este es indispensable para las poblaciones vulnerables de la ciudad de Medellín.

Por otra parte, el Cementerio Universal no ha sido ajeno a las consecuencias desatadas por las olas de violencia de la ciudad en especial a las ocurridas durante los años 80's y 90's en las cuales las cifras de homicidio fueron las más altas, siendo el año de 1991 el más violento de la ciudad con 6.809 personas asesinadas. Debido a esto el cementerio se quedó muy rápidamente sin espacios disponibles para la disposición final de los cuerpos, sin embargo no podían dejar de recibir los cuerpos no identificados enviados por fiscalía y medicina legal, obligando a utilizar espacios que no eran dispuestos inicialmente para inhumaciones como es el caso de los senderos peatonales que conectan las diferente zonas de enterramiento en suelo, como consecuencia de esto los senderos se fueron mezclando con el área de las zonas de inhumación y las delimitaciones de estos se fueron perdiendo en el tiempo, siendo absorbidos por el pasto y la maleza, actualmente pueden observarse huellas visibles de remociones antiguas y cambios notorios en el terreno a causa de las sepulturas clandestinas que según habitantes del sector eran comunes, de igual manera que los cuerpos abandonados en la entrada. Todo esto implicó una gran problemática a nivel administrativo, ya que gran parte de los cuerpos que ingresaron al cementerio en esta época no fueron debidamente registrados, muchos por ser depositados ilegalmente y otros porque llegaron sin ningún tipo de información, lo que a la fecha implica grandes retos, ya que no se conoce la ubicación en la que están inhumados ni el número exacto de casos especiales que corresponden a dicha problemática, es por esto que el cementerio hace parte del Plan Integral de Búsqueda de Personas Desaparecidas.

Debido a dichos problemas la administración ha buscado diferentes mecanismos para salvaguardar y mejorar tanto el patrimonio como por mejorar en cuanto al manejo de la

información y poder aportar de la mejor manera con las instituciones encargadas de realizar los planes de búsqueda de personas desaparecidas al interior del terreno, esto se ve reflejado en acciones como la construcción del mausoleo “Ausencias que se nombran” cuyo propósito es dar un lugar permanente a los restos óseos ya identificados y a su vez garantizar a sus familiares la certeza de poder vivir su duelo. En 2018 el cementerio ingreso a la Red Iberoamericana de Valoración y Gestión de Cementerios Patrimoniales que incluye cementerios de países en América y la Península Ibérica, estar incluido en dicha red ofrece diferentes beneficios tanto en capacitación sobre el cuidado del patrimonio como en asesoramiento en temas de posconflicto a nivel internacional, lo que garantiza en gran medida contar con un personal capacitado en temas de conflicto, violencia, delitos de lesa humanidad y la importancia de la verdad en los procesos de reconstrucción de memoria, con pasos como estos el cementerio ha ido mejorando si imagen a nivel de ciudad, y poco a poco se ha dejado de considerar como el cementerio de los desaparecidos, al contrario se ha reafirmado en su misión social al fortalecer los programas de inhumación para la población vulnerable de la ciudad, como los de más bajos recursos económicos, los habitantes de calle y los adultos mayores en estado de abandono o sin familiares, garantizando con esto los derechos de estos grupos.

## **ANTROPOLOGÍA FORENSE Y ARQUEOLOGÍA: IMPORTANCIA DE ESTAS DISCIPLINAS PARA AMÉRICA LATINA EN ESPECIAL PARA COLOMBIA.**

La Antropología es la ciencia que estudia al ser humano desde su cultura, para el caso de América esta se divide en 4 ramas, la primera es social que abraza todos los rasgos culturales de las poblaciones como sus creencias religiosas, formas de parentesco, organización política y económica entre otros, la segunda es la lingüística, la tercera es la antropología biológica que investiga desde el cuerpo, con estudios de nutrición, crecimiento y desarrollo, ecología y osteología, por último la arqueología, que estudia el “pasado a través de los restos o vestigios que generalmente se conocen con los nombres de "cultura material", "testimonio arqueológico" o "registro arqueológico" (Silva 1995).

“A principios de la década de los 70’s se empezaron a utilizar las técnicas de la arqueología prehistórica para la recuperación de los restos óseos en casos con implicancias legales”, (EAAF 1990), esta implementación de la arqueología con fines legales propició el surgimiento en la misma década de la antropología forense que fue definida por Dale Stewart en 1979, como “la rama de la antropología física que con fines forenses trata la identificación de restos más o menos esqueletizados, humanos o de posible pertenencia humana”. Posteriormente en 1981 Mehmet Yasar Iscan, amplía el concepto al definirlo como “el peritaje forense sobre restos óseos humanos y su entorno”. En esta definición se empiezan a incluir factores que van

más allá de la identificación, como la búsqueda de posibles enfermedades, reconstrucción de posibles modos de vida y actividades, y al mismo tiempo las posibles relaciones que se tengan con el lugar donde se encuentra el cuerpo.

En la línea de ampliación del concepto sigue Amnistía Internacional” (1994), quienes la relacionan con “asuntos medicolegales relacionados con una persona fallecida, por medio del examen y el estudio de los restos del esqueleto para, entre otras cosas, tratar de determinar la identidad de la persona, la forma y la causa de su muerte”. Finalmente, para el contexto local José Vicente Rodríguez en 2004 establece que el perito antropólogo forense debe conocer el contexto social en que se producen las muertes violentas con el fin de obtener información más amplia sobre las circunstancias de la desaparición de las víctimas” (Rodríguez, 2004). Finalmente, en 2008 Dirkmaat y colaboradores la definen como "la disciplina científica que se centra en la vida, la muerte y la historia postvida de un individuo específico, como se refleja principalmente en sus restos óseos y en el contexto físico y forense en el que están emplazados" esta última es actualmente la definición más aceptada por los antropólogos forenses internacionales con mayor renombre.

Siguiendo con la idea de Rodríguez, (2004) que el antropólogo forense debe conocer el contexto social, es importante que este también tenga conocimientos sobre arqueología, aunque los objetivos de ambas son fundamentalmente diferentes, ya que “la arqueología cuando se relaciona con restos óseos humanos se enfoca más en estudiar los depósitos o contextos mortuorios. Ambas comparten métodos y técnicas para causar el menor daño posible en el sitio de enterramiento, y la parte de campo es esencial en ambas disciplinas; por lo tanto, una parte

importante de las posibilidades de interpretación depende de la calidad de los datos recolectados en campo. Sin embargo, los antecedentes de la investigación cultural son diferentes. En el lado forense, el trasfondo cultural son todos los gestos criminales enumerados y los datos registrados en los sitios de accidentes al igual que la manera en que fueron perpetrados los hechos; en el lado arqueológico, el trasfondo cultural se construye desde el conocimiento histórico y arqueológico de la comunidad estudiada” (Schmitt et al, 2006).

Mas allá de compartir métodos y técnicas, “Los aportes de la arqueología forense suelen darse cuando se hallan huesos humanos, ya que aportan en la determinación del número mínimo de individuos o el área total de la fosa, de igual manera tienen los conocimientos para determinar si en un lugar se encuentran fosas y ejecutar el plan de manejo para la recuperación de estos, por otro lados son los antropólogos biológicos los que investigan la posible identidad de los huesos en un caso judicial también son los encargados de identificar la naturaleza de los huesos, decir si son humanos o de algún animal, de ser humanos deben realizar el perfil biológico (sexo, estatura, edad y ancestría), identificar los traumas (pre, peri y postmortem) o patologías que pudieran dejar huella en los huesos, en general debe recolectar toda la información que pueda dar indicios de la causa de la muerte y de una posible identificación (Congram & Fernández, 2006).

“La antropología forense trata del antes y del después. Los antropólogos forenses recogen lo que queda después de que una persona haya muerto y examinan el cadáver para deducir lo que ocurrió antes de la muerte: mucho antes (antemortem) y justo antes o al mismo tiempo que la muerte (perimortem). Además de ayudar a las autoridades a determinar las

identidades de los fallecidos, la antropología forense desempeña un papel importante en la investigación de graves violaciones a los derechos humanos” (Koff, 2004).

En América Latina, la antropología forense se introdujo por la necesidad de reconstruir la memoria, la búsqueda de la verdad y el restablecimiento de la dignidad por causa de las violaciones a los derechos humanos cometidas por delitos de lesa humanidad, específicamente sobre desaparición forzada que han tenido lugar en diferentes países con dictaduras militares o conflictos armados internos como es el caso de Argentina, Chile, Guatemala, México, Colombia, el salvador entre otros, en los cuales dicho delito se cometido de manera generalizada y sistemática dejando miles de víctimas; solo en Guatemala se registraron 45.000 (Recuperación de la memoria histórica, 1998) víctimas de desaparición forzada, en Colombia este número es superior, asciende a 82.998 (CNMH, 2018), víctimas en más de 50 años de conflicto armado interno, dicha cifra sigue aumentando por el gran problema de subregistro, por hallazgos nuevos, y porque es un delito que se sigue cometiendo como un mecanismo de presión y una forma de ejercer terror sobre las poblaciones.

Esta problemática a nivel de continente conllevó a que la Asamblea General de las Naciones Unidas emitiera en 1978 la resolución 33/173, por la cual, se solicitó a la Comisión de Derechos Humanos la investigación de estos hechos, produciéndose en 1980 la conformación del Grupo de Trabajo sobre Desapariciones Forzadas o Involuntarias (Cohen, 1992). Dicha resolución y la necesidad que reclamaban las madres de mayo en Argentina permitió que en el año 1986 el Antropólogo Clyde Collins Snow, respaldado por la American Association for the Advancement of Science Human Rights Program (AAAs). Conformara el primer equipo de

Antropología Forense (EAAF), en América Latina, el cual desde su creación fue integrado por un equipo interdisciplinar entre antropólogos, arqueólogos y médicos. Los objetivos fundamentales de este equipo eran "entregar los restos a los familiares de la persona desaparecida y aportar pruebas a las causas judiciales entonces pendientes contra los militares acusados de violar los derechos humanos (Cohen, 1992).

El éxito y la experiencia adquirida en dichas investigaciones permitió que se conformaran más asociaciones de antropólogos en los países con altas cifras de desaparición, en Guatemala con asesoría de EAAF, se conformó la Fundación de Antropología Forense de Guatemala (FAFG), posteriormente se conformaron grupos en Perú y Chile.

El afianzamiento de la antropología física en Colombia se da en la década de los años 80 y 90, con el Laboratorio de Antropología Física de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá y con el Postgrado de Antropología Forense (actualmente cerrado) que además incluía un curso en arqueología forense (Rodríguez, 2004). En el mismo periodo de tiempo (1990), el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses incorporó la antropóloga Lucía Correal a su personal de trabajo (Casallas y Padilla, 2004).

Posteriormente desde el año 1999 otras instituciones de carácter gubernamental como el Cuerpo Técnico Judicial y el Cuerpo Técnico de Investigación (CTI) adscrito a la Fiscalía General de la Nación comienza a vincular progresivamente antropólogos físicos quienes cumplen principalmente actividades en laboratorio como el establecimiento del perfil biológico, inventario de huesos, identificación de lesiones pre, peri o postmortem, patologías óseas o rastros

de enfermedades infecciosas que pudieran dejar rastro en los huesos, y toda la información que permita el esclarecimiento de la identidad y de los posibles hechos que tuvieron lugar al momento de la muerte. También vincula arqueólogos quienes realizan labores de rescate, planes de rescate e identificación de lugares donde posiblemente fueron inhumadas de forma clandestina personas víctimas de algún tipo de delito (Sanabria, 2008. Casallas & Pradilla, 2004).

Cabe resaltar que la vinculación de profesionales en antropología forense y arqueología a las instituciones gubernamentales anteriormente mencionadas, es de suma importancia para el esclarecimiento de la identidad y los posibles eventos que incurrieron en la muerte de las víctimas, para aportar evidencia fehaciente en la reconstrucción de verdad y el entendimiento de contexto y dar una lectura acertada de los hechos, ya que *“el cuerpo de la víctima es un texto sufriendo sobre el cual el perpetrador escribe un manual”* (Quevedo, 2014, p. 23: En: Informe CNMH). Los antropólogos forenses y arqueólogos son especialistas que *“leen las fosas y los restos humanos como un documento, deben interrogarlos porque registran el dolor de las víctimas y denuncian la brutalidad de los victimarios”* (Quevedo, 2014, p. 23: En: Informe CNMH).

El conflicto armado en Colombia tuvo una duración ininterrumpida de más de 50 años, tiempo en el que confluyeron diferentes actores legales e ilegales quienes instrumentalizaron la violencia y cometieron diferentes tipos de violaciones a los derechos humanos y la continua ejecución de crímenes de lesa humanidad cometidos de manera generalizada y sistemática contra la población civil, especialmente contra líderes sociales, políticos opositores, campesinos, grupos

étnicos y afrodescendientes, entre los actores del conflicto los más representativos son las guerrillas, los paramilitares (al margen de la ley) y los militares.

Diferentes gobiernos han intentado establecer acuerdos de paz para llegar a un cese definitivo al fuego, los más recientes inician con Andrés Pastrana en 1998 quien creó una zona de distinción entre los departamentos de Meta y Caquetá en la que iniciaron diálogos con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC-EP), dicho intento de negociación no prospero dejando como consecuencia el recrudecimiento de la violencia. Posteriormente Álvaro Uribe Vélez en 2005 entablo negociaciones con los paramilitares denominados como Autodefensas Unidad de Colombia (AUC), dando lugar a la desmovilización de dicho grupo, por medio de la ley 975 de 2005 de justicia y paz, que dicta las *“disposiciones para la reincorporación individual o colectiva a la vida civil de miembros de grupos armados al margen de la ley, garantizando los derechos de las víctimas a la verdad, la justicia y la reparación”*. Durante la implementación y ejecución a los mandatos de dicha ley los desmovilizados suministraron información sobre lugares de ocultamiento de las víctimas, permitiendo que la Fiscalía y medicina legal dieran inicio a las labores de búsqueda y rescate de personas desaparecidas, torturadas y asesinadas por los diferentes frentes de las AUC.

A lo largo de 12 años han sido recuperado un total de 9.410 cuerpos de los cuales hasta octubre del 2018 fueron plenamente identificados y entregados a los familiares 4.507 (El tiempo, 2018), dichas labores de búsqueda y rescate evidenciaron la falta de personal capacitado, y la poca capacidad en términos de infraestructura para poder atender a las necesidades que se generaron con las exhumaciones masivas, por lo que las instituciones gubernamentales encargadas de ejecutar dichas labores tuvieron que vincular mayor número de profesionales de

antropología forense, ampliar la infraestructura en diferentes departamentos del país y adquirir mayores equipos tecnológicos. Otro de los grandes inconvenientes presentados fue la carencia de una base de datos de desaparecidos, que permitiera agilizar las labores de reconocimiento, esto se debe a que tan solo desde el año 2000 en la ley 589 se tipificó como delito la desaparición. Es decir que todos los hechos cometidos con anterioridad fueron registrados como acciones delictivas diferentes, lo cual generó un problema de subregistro sumado a la falta de denuncias, por lo que tener un consolidado con las víctimas reales ha sido una tarea difícil, resaltando que la desaparición sigue siendo una práctica vigente (Observatorio de Derechos Humanos y Derecho Humanitario, 2012. Equitas, 2006).

En septiembre de 2012 el gobierno de Juan Manuel Santos dio inicio a los diálogos de negociación con la organización guerrillera insurgente FARC-EP, los cuales tuvieron sedes de conversación en Oslo-Noruega y la Habana-Cuba el objetivo principal, terminar la guerra entre ambas partes y obtener una paz estable y duradera, como resultado se firmó el acuerdo para la terminación definitiva del conflicto el 24 de noviembre de 2016, después de pasar por un referendo en el que el 52.2% de la población que acudió a las urnas votó por el No a los acuerdos, sin embargo las presiones sociales fueron mayores y obligaron a los opositores a negociar sus objeciones y modificar los acuerdos para poder ratificarlos en la cámara y el senado de la república. (Basset, 2018. BBC, 2016. Grasa, 2017)

*“La firma del “Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera” supone, y debe leerse, como una oportunidad para las partes y para todo el país, orientada a cerrar un ciclo en el cual se creyó que las armas eran el medio*

*para someter al otro, lograr cambios o intentar llegar al poder.”* (Grasa,2017 p.3). El documento con los acuerdos se centrar en buscar soluciones y garantizar resultados por lo que parte desde las raíces del conflicto que son políticas y por tierras, asumiendo las consecuencias de estas como las actividades ilícitas y las víctimas de los diferentes accionares delictivos. En este se establece la necesidad de realizar cambios integrales para solucionar temas concretos por lo que establecieron los siguientes 6 puntos determinantes para garantizar la reparación 1. Reforma rural integral; 2. Participación política 3. Fin del conflicto: acuerdo sobre cese al fuego y de hostilidades bilateral y definitivo y la dejación de las Armas; 4. solución al problema de las drogas Ilícitas; 5. acuerdo sobre las víctimas del conflicto sistema integral de verdad, justicia, reparación y no repetición; y 6, Mecanismos de implementación y verificación, con ejecución en el presente, mediano y largo plazo (Gobierno de la República de Colombia, & FARC-EP. 2016).

El quinto punto, acuerdo sobre las víctimas del conflicto sistema integral de verdad, justicia, reparación y no repetición es el más importante para la antropología ya que esta

Constituye una herramienta, que por medio de la aplicación de la antropología social, la arqueología y la antropología física aportan elementos para entender, esclarecer y reparar hechos de violencia en donde la principal fuente de información normalmente son restos óseos o en descomposición de las víctimas (Morales, 2009 p. 294).

Por lo que, si se considera de manera holística y con un enfoque multidisciplinario, esta disciplina cobra gran importancia en el posconflicto ya que tiene todos los elementos para aportar en la reconstrucción del tejido social apoyando en el esclarecimiento de la verdad, la reparación y la reconciliación. En un escenario como el que se plantea los profesionales deben afrontar retos judiciales, sociales y culturales para poder aportar a las instituciones que se crearon

después de la firma como son la Jurisdicción Especial para la Paz (JEP) y la Comisión de Búsqueda de Personas Desaparecidas (CBPD).

Sin embargo, es necesario comprender que en la actualidad el trabajo del antropólogo forense en Colombia es limitado, partiendo desde la formación universitaria que muchas veces no permite a los estudiantes tener contacto con la realidad del campo de prospección, recuperación y posteriores etapas investigativas y los escenarios de aprendizaje práctico son muy pocos y de difícil acceso para los estudiantes.

## FASES DE DESCOMPOSICIÓN Y TAFONOMÍA ASOCIADA A LA ACCIÓN FÚNGICA

La descomposición es propia de todos los seres vivos, inicia inmediatamente se detienen las funciones respiratorias, cardiocirculatorias y neurológicas, (Tibbett y Carter 2009, Santos de la Sen et al, 2012.) lo que se considera:

(...) desde el punto de vista biológico como un proceso, pues no todos los sistemas vitales cesan a la vez (...). Es justo en ese momento en el que la asociación entre el ser humano y las bacterias se convierte en un proceso de tipo predativo, y comienzan los denominados procesos cadavéricos que no son otra cosa que las transformaciones que suceden en el cadáver por acción de los factores ambientales (Santos de la Sen et al, 2012.).

Los primeros cambios *post mortem* comienzan con *algor mortis* que corresponde a la disminución de la temperatura corporal (Parsons 2009; Reddy & Lowenstein, 2011) la cual puede darse por cuatro mecanismos: radiación, convección, conducción y evaporación de cualquier fluido en el cadáver (Myburgh 2010; Shkrum & Ramsay 2007). Subsiguiente a este inicia la rigidez muscular del cadáver o rigor mortis en la que se involucran los músculos voluntarios e involuntarios, comienza con músculos pequeños como los párpados y la mandíbula, luego empieza a descender hacia el cuello, el tronco y finalmente a una mayor masa muscular en los miembros superiores y las extremidades inferiores (Janaway et al., 2009; Reddy & Lowenstein, 2011). Posteriormente inicia el *livor mortis*, que consiste en la acumulación de sangre en la parte inferior del cuerpo debido a la gravedad (Lee 2009, Powers 2005, Swift 2006).

Los procesos por los que atraviesa un cadáver en descomposición son continuos y pueden ocurrir de manera simultánea en diferentes zonas del cuerpo, pero desde el punto de vista médicolegal, han sido divididos en fases que permiten clasificar los cambios físicos, químicos y biológicos, los cuales inician con la autólisis, seguido de la putrefacción y finalmente termina en la esqueletización, aunque otros autores los establecen como periodo cromático, enfisematoso, colicuativo y esqueletización, (Vass, 2001, Santos de la Sen et al., 2012). Cabe resaltar que dichas fases se han dividido en 4 o más etapas según los autores. Sin embargo, muchas de ellas son resultado de la degradación química que se da en la autólisis y de los cambios físicos ocurridos durante la putrefacción (Weigelt, 1927; Bornemissza 1957). Aunque no siempre ocurren todas las fases y la descomposición puede verse alterada por distintas condiciones ambientales, lo que puede provocar que se acelere o se detenga, dando origen a fenómenos de conservación cadavérica como la saponificación, la adipocira, la corificación y la momificación natural (véase: Mant, 1960; Vila et. al, 2006; Forbes, 2004, 2005, 2008; Lynnerup, 2007; Fründ & Schoenen, 2009; Ubelaker & Zarenko 2011; Widya et al., 2012; Prats-Muñoz et al., 2013; Schoenen, 2013).

La primera fase, autólisis es un proceso de autodestrucción celular, comienza con la falta de oxígeno y el aumento de dióxido de carbono en la sangre acrecentando la acidez dentro de las células y disminuyendo el pH, lo que causa que los lisosomas se rompan y liberen enzimas que conducen a la destrucción de componentes celulares por digestión enzimática, esto implica que las células se disuelvan de adentro hacia afuera, rompiéndose y liberando fluidos con nutrientes. La autólisis normalmente comienza en las células que son metabólicamente activas o contienen

una gran cantidad de agua, lisosomas y enzimas hidrolíticas. Órganos como el hígado y el cerebro son más susceptibles a dicho proceso. (Clark, et al., 1997, Gill-King, 1997, Vass, 2001. Vass et al 2002, Enwere 2008, Gennard 2007, Janaway et al., 2009, Swann et al., 2010, Shirley et al., 2011).

Secuencialmente el periodo cromático o putrefacción ocurre después de finalizar la autólisis, pero estos procesos pueden ocurrir de manera simultánea en diferentes partes del cuerpo. Contrario a la autólisis la putrefacción se da por la acción de bacterias anaerobias y la biota natural del cuerpo presente en el tracto intestinal y respiratorio, estas comienzan a descomponer los tejidos blandos y migran a través del sistema sanguíneo y linfático. Los microorganismos intestinales rompen los epitelios por acumulación de gas debido a los procesos fermentativos, lo que produce la licuefacción del contenido intestinal, y consume todo el oxígeno presente en el sistema digestivo. Los desechos metabólicos debidos a la actividad microbiana empiezan a aparecer como las aminas secundarias (putrescina y cadaverina), ácido sulfhídrico, dióxido de carbono, azufre e hidrogeno y otros gases como el metano y el hidrógeno ( Janaway 1996; Vass et al, 2002; Dent et al., 2004; Dekeirsschieter et al. 2009). Los cambios visibles inician con una la hinchazón producida por el aumento del nivel de gases en el intestino grueso y alrededor de los tejidos que se descomponen por autólisis y con la *“decoloración verde o rojo verdosa de la piel en la pared abdominal anterior debido a la formación de sulfaemoglobina. Esta se extiende a toda la pared abdominal, el pecho, los muslos, y finalmente a la piel de todo el cuerpo”* (Janaway et al. 2009, p.316).

La acumulación de gases es clasificada por algunos autores como periodo enfisematoso (Vass, 2001, Santos de la Sen et al., 2012) en el cual:

la cantidad de gases producto de la fermentación de los hidratos de carbono y la desaminación de las proteínas. produce la desfiguración casi completa del cadáver, los tejidos se hinchan, y en casos extremos pueden llegar a explotar por la presión. Los vasos sanguíneos quedan muy marcados sobre la superficie de la piel. Durante esta fase predominan las bacterias anaerobias y anaerobias facultativas (dentro de las cavidades) y aparecen hongos filamentosos sobre la superficie del cadáver (Santos de la sen, 2012. p.28)

consecutivo a este periodo ocurre el periodo colicuativo: en el que se:

(...) producen ampollas repletas de líquidos producto de los procesos putrefactivos. A nivel interior, todavía se pueden distinguir órganos en el interior del cuerpo, se produce el desprendimiento del cabello y la piel por simple tracción, la piel se ennegrece, los globos oculares se protruyen hacia el exterior. Las bacterias que predominan en esta fase son estrictamente anaerobias de tipo Clostridium y Fusobacterium y anaerobias facultativas Escherichia coli (Santos de la Sen et al., 2012, p.29).

Cuando finalizan las fases descritas anteriormente, se da inicio a la esqueletización, en la cual cesa la actividad microbiana que desintegro los tejidos blandos del individuo, quedando expuestas las estructuras óseas (Clark, et al, 1997), este proceso está sujeto a las condiciones endógenas y exógenas del lugar de depósito como el clima, la temperatura, la humedad, el pH en caso de estar inhumado en suelo y la posibilidad de ingresar insectos o animales carroñeros, estas variables determinan el tiempo que puede demorarse un cadáver en descomposición para eliminar por completo la piel, los músculos, cartílagos y ligamentos, también posibilitan o impiden que esta fase tenga lugar en la descomposición como se ilustrará a continuación.

En el caso de la temperatura, esta puede aumentar o disminuir y de esta manera estimular diferentes reacciones químicas y biológicas que tienen incidencia directa en las fases autolisis y putrefacción, al aumentar la descomposición se acelerará por que la actividad microbiana tiene

mayor actividad, caso contrario con la disminución, esta desacelera o inhibe la descomposición, debido a que la actividad microbiana disminuye o cesa por completo (Mann et al. 1990; Vass et al. 1992; Carter et al. 2007; Carter y Tibbett 2008). La humedad en el suelo debe comprenderse en conjunto con el oxígeno y la textura de este, ya que si es un suelo limo o arenoso tendrá mayor disponibilidad de oxígeno y menor retención de humedad, caso contrario si es arcilloso, ya que este por el tamaño de las partículas restringe el paso de oxígeno y aumenta la humedad, estos factores pueden inhibir o detener los procesos de descomposición, causando desecación o retención de humedad en los tejidos, evitando que desaparezca el tejido blando o por el contrario pueden acelerar los procesos y favorecer la esqueletización. El pH es otro factor que tiene relación con la textura del suelo y según su neutralidad o acidez puede ejercer diferentes acciones sobre la conservación o destrucción de los restos óseos.

El estudio de estos procesos se realiza a partir de la tafonomía, rama proveniente de la paleontología, que fue definida por el investigador ruso Iván Efremov en 1940 como el estudio de la transición de los restos orgánicos de la biósfera a la litósfera como el resultado de factores geológicos y biológicos, dicha disciplina permite comprender cómo la ecología del sitio cambia con la introducción de un material orgánico y a su vez, cómo la ecología del lugar afecta la preservación del material orgánico. *“En términos más amigables la tafonomía es el estudio de los procesos físicos y químicos (inducidos por agentes humanos, animales o naturales) que modifican un organismo después de su muerte y a través del cual se incorpora en depósitos geológicos”* (LaMotta y Schiffer, 2005 p.122).

Actualmente la tafonomía se define como el estudio de los procesos postmortem que afectan o preservan a los restos óseos o a un cuerpo humano, ya sea depositado en superficie o enterrado,

así como la reconstrucción de su biología y entorno ecológico, además de la reconstrucción de las circunstancias de su muerte. Para ello, se enfoca en la reconstrucción de los eventos durante y después de la muerte por medio de la recolección y análisis de datos sobre el contexto de deposición, describiendo las modificaciones *perimortem* y *postmortem* de los restos óseos, tratando de estimar el intervalo postmortem (Talavera et al, 1999).

Cabe señalar que los restos óseos o huesos son elementos activos, *“parte constitutiva de lo que en otro tiempo fuera un organismo vivo, en dinámica interacción con su medio”* (Buikstra & Beck 2006, Larsen, 2006). Como tejido y como órgano es afectado durante la vida del individuo tanto por factores endógenos (desórdenes hemopoyéticos, metabólicos, endocrinos, enfermedades infecciosas) como exógenos (traumas, marcas de estrés laboral, estrés nutricional, factores culturales) (Rodríguez, 2004). Dichas afectaciones son útiles después de la muerte como herramientas de identificación, aunque cabe resaltar que el hueso sigue siendo afectado por factores endógenos y exógenos luego de que finalizan los procesos metabólicos de la vida.

Los huesos son el tejido conjuntivo más duro del organismo, dan el soporte estructural para el sistema musculoesquelético suministrando el anclaje a los músculos, tejidos y ligamentos. Poseen *“un recurso orgánico recalcitrante, protegido por una sustancia inorgánica rígida”* (Currey, 2003), y su composición consiste en minerales, matriz, células y agua (Khurana, McCarthy and Zhang, 2010). El mineral es un análogo del fosfato de calcio cristalino natural e hidroxiapatita, su arquitectura está reforzada por puntales internos de hueso trabecular que siguen las líneas de estrés. Este tipo de diseño se conoce en términos de ingeniería como compuesto y permite a los huesos aprovechar la fuerza de los componentes. Así, el hueso resiste la compresión mecánica y puede deformarse mucho antes de fallar (Khurana, McCarthy and Zhang, 2010).

A nivel molecular se forma por la acción de 2 minerales como son las fibras flexibles de colágeno paralelas que se ordenan perpendicularmente, dando al hueso propiedades elásticas, y por la mineralización con cristales de fosfato de calcio o hidroxiapatita que da la rigidez al tejido óseo. Cerca del 90% del contenido proteico del hueso corresponde a colágeno (Child, 1995; White et al, 2011;).

Su formación se da a través de diferentes mecanismos durante el desarrollo ontogénico y son clasificados en cinco tipos: largos (fémur, tibia, cúbito y radio), cortos (huesos del carpo de la mano), planos (cráneo, esternón y escápula), de forma irregular (vértebra y etmoides), y sesamoideos (huesos incrustados en los tendones) (Safadi et al., 2009). Los restos óseos son un recurso importante para determinar las características biológicas de los humanos en entornos forenses, arqueológicos y paleontológicos. Después de la esqueletización, los huesos y los dientes a menudo sobreviven durante un período considerable. (Pokines and Symes, 2014)

Los procesos de alteración de estos materiales están relacionados tanto con su composición química y características físicas, como con el medio ambiente en el que han permanecido depositados. El propio ciclo de la biosfera y los procesos de sedimentación provocarán una serie de alteraciones y condicionarán su conservación posterior (Bouzas & Laborde, 2003, p.271).

Dicho proceso es conocido como diagénesis, el cual es definido como el proceso *postmortem* que modifica las propiedades químicas, físicas y microestructurales del hueso debido a la interacción con el ambiente circundante (Canto et al. 2004:68). Los cambios producidos en el tejido óseo son disímiles e implican pérdidas, adiciones y sustituciones que se manifiestan tanto a escala macroscópica como microscópica (Rodríguez 2005:998). “*Dichos cambios se han*

*establecidos en cuatro principales vías diagenéticas: hidrólisis de colágeno acelerada, bioerosión, disolución y fosilización” (Pokines and Symes, 2014).*

El grado de modificación está sujeto en primer lugar a factores extrínsecos relacionados con el nicho ecológico en el que fueron depositados como la temperatura, la humedad, los animales micro y macroscópicos, la química del suelo y el régimen hidrológico. En segundo lugar, a los factores intrínsecos de los huesos, en estos se hace referencia a características como la porosidad, la densidad mineral ósea, forma si es plano, largo o irregular, edad biológica al momento de la muerte, química del hueso, posibles afectaciones por enfermedades infecciosas previas y la presencia de fracturas (Henderson 1987; Linse 1992; Barrientos et al. 2007).

El principal agente detrás de la degradación inicial del hueso es el ataque microbiano, el cual lo desmineraliza produciendo uno de los varios tipos de destrucción histológica ya sea túneles o perforaciones. La materia orgánica que constituye las partes blandas de los restos organógenos o que está asociada a las partes mineralizadas de estos, tiende a descomponerse por la actividad de diversos organismos que actúan como agentes alterativos. Los organismos necrófagos, los detritívoros o los descomponedores son agentes muy significativos durante las primeras fases de alteración tafonómica. Los primordiales microorganismos descomponedores son bacterias, hongos, algas, protozoos y nematodos (Fernández, 2000).

El suelo juega un papel crucial, en la actividad de dichos microorganismos, ya que proporciona un entorno físico y químico apto, y gracias al cuerpo en descomposición allí depositado suministra un mayor número de energía y nutrientes que favorece el crecimiento y la

acción descomponedora de los microorganismos del suelo que aumenta principalmente en las últimas fases de descomposición (Carter, 2005), lo que permite comprender cómo cambia la ecología del sitio en la introducción de restos de animales o humanos y a su vez, cómo dicha ecología afecta la putrefacción de estos materiales, lo cual es determinante para comprender el proceso de descomposición humana (Tibbett and Carter, 2008).

Los hongos, en una breve definición, son organismos no móviles, heterotróficos, es decir, incapaces de usar el dióxido de carbono como única fuente de carbono, además obtienen su alimento por absorción. Su talo es variable desde ameboide y unicelular, hasta tubular rodeado por una pared celular. Puede ser único multicelular (septado) y hallarse sobre o dentro del substrato (Ulloa and Hanlin, 2006). Se puede decir que, lo que define a los hongos es su capacidad de formar largas células tubulares llamadas hifas, por un procedimiento de crecimiento apical (Bartnicki, 1996).

Las acciones fúngicas se consideran responsables de gran parte de la degradación diagenética del hueso (Bell, 1990). Los rastros de daño debido a hongos y algas aparecen en finas secciones de tierra como canales horizontales o verticales que a veces pueden converger para formar un piso grande o en forma de penacho y hacer que el tejido óseo entero se desintegre (Haglund and Sorg, 1997). El acceso al tejido óseo por los microorganismos como los hongos se logra típicamente a través de huecos en microestructuras internas y redes de vasculatura (Currey, 2002). El daño fúngico puede clasificarse por dos tipos de túneles en el tejido mineralizado, los primeros son túneles de bifurcación de aproximadamente 8  $\mu\text{m}$  de diámetro, y un segundo tipo con un diámetro más pequeño, llamados microtúneles, estos últimos asociados a suelos ácidos y

áreas superficiales del hueso (Pokines and Symes, 2014). Dichas alteraciones microscópicas son observables por medio de la histomorfología, definida como la rama de la histología que evalúa y cuantifica rasgos morfológicos en secciones delgadas. Con esta se pueden observar túneles de wedl, ataque por cianobacterias, formación de grietas, cambios en el contenido de colágeno y alteraciones térmicas (Tiesler et al. 2006). En antropología, la histomorfología ha encontrado sus principales aplicaciones en la determinación de la edad a la muerte.

Este tipo de análisis contribuyen a la tafonomía forense, ya que esta tiene como objetivo estimar los intervalos postmortem y postburlial, de igual manera ayudar en la determinación de la causa y la forma de muerte (Haglund y Sorg, 1997). Con este tipo de estudios, se hace un análisis a nivel microestructural y se permite establecer tiempos según el tipo de ataque y la profundidad que este tenga. Sin embargo, gran parte de los estudios realizados por esta subdisciplina se han centrado en conocer como los insectos se relacionan con la descomposición, ya que estos llegan rápidamente al cadáver, como es el caso de las moscas que depositan sus larvas en el cuerpo y de esta manera los gusanos colonizan rápidamente facilitando la putrefacción. Los insectos y microorganismos tienen un papel activo en dichos procesos y son determinantes para que estos culminen, ya que garantizan la degradación de la piel y la liberación de fluidos de descomposición en el suelo (Payne, 1965).

A pesar de que se ha estudiado ampliamente la intervención de insectos y animales carroñeros en los procesos de descomposición es poco lo que se ha profundizado y analizado respecto a la interacción con el microbiota del suelo y el cadáver posterior a la inhumación. Algunos estudios describen que esta relación puede provocar el crecimiento y la actividad de la

biomasa microbiana del suelo (Hopkins et al, 2000; Putman, 1978); y que a su vez esto puede conectarse con un aumento significativo en la concentración de nitrógeno inorgánico (Vass et al., 1992; Hopkins et al., 2000; Towne, 2000) y fósforo (Towne, 2000), así como un aumento en el pH (Rodríguez y Bass, 1985; Vass et al., 1992; Hopkins et al., 2000; Towne, 2000).

En contextos arqueológicos o forenses los daños cobran gran importancia, ya que juegan un papel clave en la investigación bioantropológica, pues el nivel de afectación puede obstaculizar los diferentes métodos y técnicas para la determinación de sexo y la estimación de la edad de muerte a partir del análisis de diversos atributos óseos y esqueléticos (Bosio et al., 2012).

## **ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS DEL SUELO QUE INCIDEN EN LOS PROCESOS POSTDEPOSICIONALES.**

Los suelos se definen e interpretan de manera diferente según los objetivos que se esté planteando el investigador y desde su formación académica. Para un arqueólogo es el repositorio de cultura material, a través del cual se pueden obtener evidencias que proporciona la reconstrucción de eventos del pasado, a partir de *“los estudios del suelo se pueden revelar cómo los humanos en la prehistoria usaron el paisaje y definieron el espacio a través de sus actividades”* (Walkington, 2010).

No obstante, para la edafogénesis, estos son definidos como *“un ente natural diferenciado de un material de partida mediante diversos procesos de cambio, los cuales tienden a hacer que ese material se modifique, intentando alcanzar un equilibrio con las condiciones ambientales”* (Martínez, Moares, 1995 p. 34), dando origen a los diferentes perfiles edáficos que permiten recrear o establecer temporalidades en la arqueología.

Para poder obtener información del pasado por la actividad antrópica de comunidades o sobre los eventos que tuvieron lugar en la inhumación de un cuerpo, se deben conocer las nociones básicas de los suelos, como su formación, ya que esta se encuentra sujeta a la acción de los siguientes factores formadores, clima, relieve, organismos, tiempo y material parental o rocas que en conjunto con la temporalidad, dan características específicas según el tipo de roca, que pueden ser ígneas, metamórficas o sedimentarias. Aunque estos *“no dependen o son afectados*

*directamente por los demás factores”* (Jenny,1941), por lo que se denominan como independientes y corresponden a el material parental y el tiempo. Igualmente están el clima, los organismos y el relieve, los cuales corresponden a factores dependientes que si son afectados directamente por la acción de los demás (Jenny, 1941; Porta et al. 1999).

Las rocas ígneas son el resultado de diferentes procesos por los que pasa el magma, estas pueden ser de tipo intrusiva y extrusiva o volcánica y plutónica, se diferencian según el proceso de cristalización y el lugar donde ocurre el mismo, ya que las primeras lo hacen en superficie y las segundas en profundidad, los piroclastos también hacen parte de las rocas ígneas y se clasifican según su tamaño (Dorado, 2015; Monroe & pozo, 2008; Loaiza, 2010). Las ígneas pueden someterse a erosión o metamorfismo, este último da origen a las rocas metamórficas que pueden surgir tanto de las rocas ígneas como de las sedimentarias, su formación se puede dar por la acción de tres agentes: presión, altas temperaturas y fluidos químicamente activos. Producto de la erosión y la meteorización de partículas sedimentarias que fueron transportadas y acumuladas por el agua o el aire, se forman las rocas sedimentarias, las que se producen por este tipo consolidación se llaman clásticas, aunque, también pueden formarse como resultado de la precipitación de compuestos químicos o de restos orgánicos, estas se denominan no clásticas. (Tarbuck, et al, 2005; Loaiza, 2010; Jaramillo, 2014).

La exposición a diferentes condiciones climáticas puede producir diferentes tipos de saprolitos (roca meteorizada), los factores que más inciden sobre esto son la precipitación, el viento, la temperatura y la evapotranspiración potencial, lo que da como resultado diferentes tipos de suelo provenientes del mismo material parental. El clima y los factores nombrados

también inciden directamente sobre los organismos que interactúan al interior del suelo, específicamente, las bacterias, los protozoos y los hongos. La importancia de estos se resalta en el ciclo de nutrientes, la descomposición de materia orgánica, el reciclaje de energía y en que *“afectan a la formación y evolución de los suelos de una forma activa”* (Jordán, 2005. p.44), sobre todo porque en un gramo de suelo pueden habitar millones de microorganismos, sumado a lo anterior, estos también dependen de la disponibilidad de oxígeno y de agua. Cabe resaltar que los macros y mesoorganismos también influyen de manera directa en la formación de suelo y en las características del mismo y que a mayor temperatura, la velocidad de formación del suelo será más rápida, porque favorece la presencia de un número amplio de organismos a nivel macro, meso o micro (UEX, 2005).

Como se expuso anteriormente, la descomposición de materia orgánica depende en gran medida de los microorganismos, lo que supone gran importancia para la antropología forense en los factores asociados a la descomposición corporal en el suelo (Bruns et al., 1991), debido al aumento poblacional de dichos organismos en el área circundante del cadáver (Vass et al., 2004). La adaptación de estos al microambiente generado por el cuerpo y el reciclaje de energía y nutrientes por parte de los mismos induce a una selección del tipo o grupo de bacterias y hongos que tengan preferencia por los elementos generados en dicho proceso, lo que puede alterar el pH.

Retomando los factores formadores, el relieve y el tiempo, proporcionan en conjunto con el material parental y el clima los componentes necesarios para la consolidación de la textura entendida como *“la composición granulométrica de la fracción inorgánica del suelo”* (Jordán, 2005. p. 55). Dicha composición es agrupada en 3 clases diferenciadas por el tamaño, la más

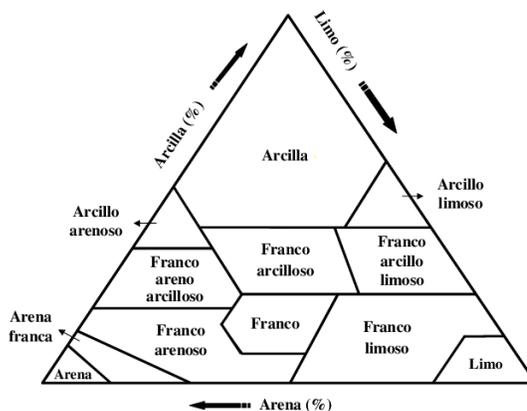
grande es la arena 2-0.05 mm, seguida por limo 0.05-0.002 mm y la arcilla <0.002 mm. La clasificación más utilizada es la del departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), que además propone los siguientes subgrupos al interior de cada clase:

**Tabla 1 sistema de subgrupos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)**

<b>Arena muy gruesa</b>	2-1 mm
<b>Arena gruesa</b>	1-0.5 mm
<b>Arena media</b>	0.5-0.25 mm
<b>Arena fina</b>	0.25-0.1 mm
<b>Arena muy fina y la arcilla</b>	0.1-0-05 mm
<b>Limo grueso</b>	0.05-0.02
<b>Limo fino</b>	0.02-0.002 mm
<b>Arcilla</b>	<0.002 mm

*Tabla # 1 sistema de subgrupos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Tabla elaborada por Paula Catherine Gonzalez Lozano, 2019*

Dichos subgrupos están presentes en el suelo en diferentes cantidades granulométricas, por lo que el Soil Survey Division Staff (SDDS) estableció doce clases de textura principales en las que define los rangos de variación en diferentes combinaciones según el tamaño de partículas. Para ello dispuso el triángulo de clases texturales del suelo (Brown. 2003). Según los porcentajes de arena, limo y arcilla determinados por pruebas en laboratorio, se puede establecer la textura correspondiente en dicho triángulo, la nomenclatura de las doce clases fue establecida por la USDA, la cual corresponde a la combinación de las tres clases, ejemplo Franco arcillosa, Arenosa franca, Arcillo limosa entre otras (para ampliar la información consultar Jaramillo, 2014 página 149).



**Figura 3 Triángulo de las clases texturales del suelo, propuesto y elaborado en 1992 por SSDS**

De modo similar a los microorganismos, la textura puede ser modificada por los factores dependientes del clima como la evapotranspiración y la precipitación. Como se mencionó anteriormente, el relieve también influye sobre las características de las partículas, debido a los procesos de arrastre en la pendiente o ladera que implican alteraciones en el tamaño de las partículas, ya sea por pérdida o adiciones. Dicho proceso está condicionado principalmente por el tiempo y las alteraciones químicas del material originario, la agrupación de dichas partículas en espacios porosos, con canales o fisuras, más la actividad biológica y las diferentes condiciones físicas y químicas componen la estructura del suelo, esta propiedad es una de las más importantes porque permite la diferenciación del suelo y el drenaje o la acumulación de líquidos en el mismo ( USDA, 1951; Baver et al., 1973, Jordán, 2005, Jaramillo, 2014).

Como se mencionó anteriormente, el aumento en el pH está relacionado con la descomposición de materia orgánica, los cadáveres en descomposición aportan gran cantidad de materia orgánica, en el caso de los cementerios, el uso constante del suelo como lugar de depósito aumenta considerablemente los aportes de esta, por lo que el pH se va acidificando debido a los procesos químico y biológico que contribuyen al ciclo de la energía y los nutrientes

(Swift et al., 1979). En exceso este tipo de condiciones van alterando propiedades físicas, químicas y biológicas como: la estructura, porosidad, régimen de humedad y temperatura, disponibilidad de nutrientes y relacionamiento entre bacterias / hongos. Aunque, no solo este tipo de actividades pueden afectar las características del suelo, ya que la ocupación y la disposición de uso por parte del ser humano y el desarrollo de diversas actividades antrópicas provocan cambios físicos y químicos en los suelos (Silva et al., 2013. p.2), que conducen a la erosión, salinidad, y empobrecimiento de los mismos.

Por último, cabe resaltar que los elementos relacionados con los suelos son mucho más amplios y específicos que los descritos en este apartado, en el que solo se exponen los que se consideran importantes para los objetivos de este trabajo, dichos elementos son ampliamente estudiados y explicados por disciplinas como la edafología y la pedología, las cuales tienen diferentes objetos de estudio. La primera se enfoca en el estudio de suelos en términos de rendimientos para la agricultura y agropecuaria (Lyttleton & Buckman, 1994), mientras que la segunda se enfoca principalmente en las propiedades que permiten establecer la formación y clasificación (Jaramillo, 2014). Pese a sus objetos de estudio ambas ofrecen herramientas a la arqueología y la antropología forense, por ejemplo, la edafología *“permite detectar modificaciones y relacionarlas con las actividades que pudieron originarlas y analizar de qué manera afecto a las sociedades humanas determinados cambios del medio”* (Silva et al,2013 p.2)

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Esta investigación es de tipo descriptivo, en la que se buscó detallar el daño tafonómico en los huesos y sus características específicamente las producidas por hongos, para ello se realizó una revisión bibliográfica selectiva disponible en bases de datos. Los resultados se compararon con una serie de fotografías de los restos óseos y muestras de hongos, ambos tomados y recolectados durante las exhumaciones por vía administrativa del Jardín Cementerio Universal, las muestras de hongos fueron analizadas con métodos microscópicos para su posible identificación.

### **Recolección de muestras y análisis en laboratorio**

Se tomaron muestras de superficies asociadas al lugar de enterramiento, la recolección se hizo con un raspado superficial no invasivo de la zona en la que se encontraba el hongo con cuchillas quirúrgicas de carbono y se depositaron en porta objetos cubriendo la muestra con otro e identificando el sitio de la toma. Se conservaron a temperatura ambiente hasta su posterior examen directo con KOH 3% en el microscopio de luz Carl Zeiss Primo Star, con los objetivos de 10x y 40x identificando estructuras compatibles con hongos. Las muestras fueron recolectadas en fragmentos de ataúd, paredes de bóvedas y huesos, todas las muestras fueron tomadas en campo y el criterio de selección es que se presumía macroscópicamente presencia de hongos.

Para poder tener acceso a las exhumaciones por vía administrativa, fue necesario realizar el proceso administrativo previo a estas, ya que al momento de realizar el acercamiento al cementerio y solicitar los permisos, no se contaba con programación inmediata ni futura de dichas exhumaciones, por lo que en la primera fase de campo de este proyecto se realizó una búsqueda exhaustiva en la documentación del cementerio, con el fin de compilar toda la información posible de los individuos inhumados en la zona 2 (zona provista por la administración del cementerio para este trabajo), la documentación incluía acta de defunción, cédula de ciudadanía, ficha de inhumación y en algunos casos la epicrisis. A partir de esta información se construyó una base de datos en Excel que incluía el nombre del individuo, número de cédula, edad al momento de la muerte, fecha de muerte, fecha de inhumación, tipo de muerte (natural o violenta), tipo de población (habitante de calle, adulto mayor sin familiares, infante, desplazado), persona responsable y datos del responsable.

Todos estos datos eran necesarios para separar los individuos según el tipo de muerte, ya que los individuos que tuvieron un deceso de forma violenta solo pueden ser exhumados por la Fiscalía General de la Nación, razón por la cual debían ser identificados para poder ser excluidos al momento de realizar la fase de excavación. Luego de separar los individuos por manera de muerte, se procedió a realizar la triangulación de la información con el objetivo de verificar que sí se tratara de los individuos correctos, que la información estuviera completa y que correspondieran efectivamente a la fosa en la que se inhumo. Los documentos de triangulación utilizados fueron los libros de registro manual, las planillas de ingreso y la información anexada en la plataforma virtual JardínCu. Durante esta fase se pudo establecer el número total de individuos inhumados en la zona 2 por muerte natural, y se seleccionaron los que habían

cumplido el tiempo mínimo de permanencia establecido en el artículo 20 del decreto 5194 del ministerio de protección social, al identificar cuáles cumplían con el requerimiento anterior, se procedió a filtrar los individuos que tenían familiar responsable y los que habían llegado al cementerio por convenios administrativos para población vulnerable. La siguiente fase fue notificar por correo certificado y llamada telefónica a los familiares responsables y crear la resolución de exhumación para los individuos que serían exhumados por vía administrativa. Se publicaron los avisos en prensa con dicho listado con el objetivo de cumplir el debido proceso.

Una vez finalizada la fase administrativa, se procedió a elaborar el protocolo de procedimientos para exhumación, ya que el cementerio no contaba con dicho protocolo estandarizado arqueológicamente, en este se establecieron los procedimientos a realizar, los materiales necesarios y el apoyo teórico que fundamentaba las necesidades de realizarlo de una manera específica. Las fichas de inventario de restos óseos también fueron modificadas y adaptadas para facilitar el conocimiento asociado a estas y un mejor manejo por parte del personal del cementerio y así garantizar una mejor comprensión para los posibles familiares o responsables que se acerquen a buscar sus familiares luego de haberse realizado la exhumación.

### **Protocolo para la recuperación y análisis de restos óseos**

Documentación previa a la exhumación: Antes de iniciar las exhumaciones por vía administrativa se deben elaborar dos actas.

1. Acta Administrativa: en esta se establecen los motivos que dan lugar a la excavación, el número de la resolución, los datos de los individuos a exhumar en lo que se incluye fecha de inhumación, nombre, cédula, número de la fosa o bóveda, nombre y número de documento del personal responsable de la exhumación, fecha de la exhumación y firma de los responsables y de la administración

2. Acta de exhumación: Esta se elabora antes, durante y al finalizar el proceso de exhumación, incluye fecha, ubicación, hora de inicio del procedimiento nombre y número de documento de los responsables, registro de la numeración de las fotografías tomadas durante el proceso. Se debe tomar registro antes del acordonamiento, al instalarse el acordonamiento, foto panorámica del lugar, foto detallada del área de la fosa a intervenir, fotos durante el procedimiento y al finalizar, se pueden realizar dibujos o señalar en un mapa los lugares que se intervendrán, estos últimos se toman como anexos.

Aparte de las actas, se debe tener las carpetas que contienen la información del individuo (acta de defunción, acta de inhumación, ficha de ingreso con nombre, sexo y edad, número de cédula, y en algunos casos historia clínica)

Ficha de exhumación: en esta se incluyen los datos básicos del individuo, nombre, número de cédula, edad, sexo, fecha de inhumación, fecha y hora de exhumación, nomenclatura de la fosa, estado de conservación del individuo, datos de la ropa y accesorios, número mínimo de individuos (NMI).

Prospección e identificación de fosas: Antes de que se proceda a realizar las exhumaciones, se debe realizar una observación detallada de la zona para identificar cambios en la vegetación, alteraciones del suelo y detectar los lugares que serán intervenidos, para posteriormente demarcarlos con algún tipo de señalización distintiva, (banderines, nomenclatura o aviso escrito). Es necesario realizar un análisis de las características del terreno, para poder identificar posibles problemáticas por inestabilidad de los suelos y reconocer desafíos que se puedan presentar al momento de la exhumación, por ejemplo, fosas adyacentes que puedan generar deslizamientos de tierra afectando el proceso y causando daños a los restos óseos.

Para términos de este protocolo, los siguientes conceptos se entenderán así:

- **Cambios en la vegetación:** Son todas las diferencias evidentes que se observan en la vegetación y las plantas que cubren las zonas donde se encuentran fosas, en los lugares donde se han depositado restos humanos, el pasto, las flores y toda la vegetación se tornan más saludables y de mayor tamaño que las que se encuentran en las áreas circundantes, esto debido a los nutrientes que aporta el cuerpo en descomposición al suelo con el que se encuentra en contacto.

- **Alteración del suelo:** son los cambios producidos por el hombre en el suelo al momento de remover tierra para crear una fosa o cualquier otro enterramiento, estas se deberán tener en cuenta, ya que se parte de la premisa que en el cementerio universal las fosas no están marcadas en su totalidad, por otro lado, además reconocer cuáles son fosas y cuáles son entierros clandestinos relacionados con rituales mágico-religiosos.

- **Estabilidad del terreno:** se entiende como estabilidad de terreno la firmeza del suelo o la inestabilidad de este, al tratarse de un cementerio tan antiguo, este factor se debe evaluar antes de realizar cualquier excavación para evitar que se produzcan deslizamientos, derrubios, derrumbes o grietas que puedan causar daño a los restos óseos sepultados o al personal que realice el trabajo de excavación.

Para la identificación certera de las fosas se hizo uso del Barreno (herramienta metálica o de hierro, en forma de T y con punta perforadora que recolecta una muestra de suelo), esta técnica es tradicional en la arqueología, para identificar suelos perturbados o para identificar los diferentes horizontes edafológicos y saber cuánto se debe excavar para llegar al suelo no alterado o a la roca. Para analizar un área o polígono, el barreno se introduce de manera vertical para extraer muestras de tierra a diferentes profundidades, según las necesidades, para términos de este trabajo, las muestras serán de máximo 30cm, ya que el objetivo es solo identificar suelos removidos.

**Acordonamiento del área y excavación:** Antes de iniciar con el procedimiento se procedió a cerrar el lugar donde se realizó la o las exhumaciones, para esto se utilizó cinta de balizar y un aviso de restricción, de esta manera se evitó que las personas que no estuvieran incluidas en las actas administrativas y de exhumación ingresaran. Con esto se garantizó que no se contaminara la evidencia y que se contara con el espacio necesario para poder realizar el procedimiento sin ningún percance. En arqueología forense es necesario ejecutar un buen plan de manejo metodológico de excavación para poder recuperar la mayor cantidad de información

posible, que permita recrear los hechos que tuvieron lugar al momento de inhumar el cuerpo, partiendo de la premisa que cuando el sitio se excave jamás podrá volver a su estado anterior, al excavar se destruye y si no se tiene la suficiente minuciosidad y precaución se perderá información y evidencia valiosa.

Después de tener el área de trabajo delimitada y debidamente acordonada se procede a preparar el terreno para la exhumación, el área total de la fosa debió ser identificada y delimitada en la fase de prospección, por lo que se prosigue a demarcar la zona que se intervendrá a partir de una cuadrícula arqueológica que se realiza con estacas y cuerda blanca, dejando a cada lado un espacio adicional de 15 cm para que no quede tan precisa la excavación y se pueda tener espacio de maniobra, el procedimiento se inicia removiendo la primera capa o capote con raíces superficiales, luego de realizar esta remoción se mide desde la superficie la profundidad para establecer cuantos centímetros se removieron, esto para poder elaborar el perfil de suelos.

Para términos metodológicos de este protocolo, la excavación se realizó de forma estratigráfica, ya que con este método se realiza *“un esfuerzo para maximizar la comprensión del proceso de la formación del enterramiento incluyendo la última actividad que ha ocurrido alrededor de él”* (H. Tuller y M. Duric', 2006), así mismo permite acercarse a una idea de cómo se dio el proceso de descomposición, establecer con qué elementos tuvo mayor contacto durante estas fases, y establecer posibles causas de afectación tafonómica.

La excavación se realizó de forma manual, con palas y barras. Estas herramientas se utilizaron en el primero cm para no afectar los restos óseos, a medida que se avanzó en la

excavación estas herramientas se usaron con delicadeza. Cuando se empezó a observar vestigios de ataúd, como vidrios y madera, la excavación se realizó con palustre hasta llegar a descubrir el cuerpo depositado.

Cuando el área donde se encontraron los restos óseos fue despejada de tierra, estos se retiraron de manera sistemática de la cabeza hasta los pies, asegurándose de conservar la lateralidad de este para poder realizar el inventario osteológico sin cometer errores, los restos óseos fueron dispuestos de forma anatómica en la sábana de evidencia (plástico blanco de 2x2).

Se realizó registro fotográfico de los restos descubiertos en la fosa, de procedimiento de extracción y de los restos dispuestos en la sábana de evidencia, dichas fotografías se tomaron con Jalón, para evidenciar la profundidad de la fosa y con un tablero en el que se relacionaron los siguientes datos:

- Nombre y Apellidos del individuo
- Número del documento de identidad
- Zona y número de la fosa
- Fecha de inhumación
- Fecha de exhumación
- Profundidad en la que se encontraron los restos óseos.

**Tabla 2 Lista de materiales**

<b>EXHUMACIÓN</b>	<b>FICHAS</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>
Traje de bioseguridad	Lapiceros, lápiz, colores, borrador,	Bolsas rojas y rótulos
Tapabocas	Tabla de apoyo	Cámara fotográfica
Guantes de nitrilo	Papelería suficiente	

Guantes de caucho	
Gafas de seguridad	Bolsas plásticas resellables
Rótulos y tablero	Cinta
Pala o Palín y palustres #5	Marcadores
Sábana de evidencia	
Estacas y pita blanca gruesa	
Escalas, testigo métrico y jalón	
Flecha para marcar norte	
Cernidor	
Sábana de evidencia	

listado de materiales necesarios para el proceso de exhumación, diligenciamiento de fichas y almacenamiento de restos óseos. Tabla elaborada por Paula Catherine Gonzalez Lozano, 2019

Una vez los restos óseos estuvieron dispuestos de manera anatómica en la sábana de evidencias, se realizó el inventario osteológico, este se diligenció marcando al frente del nombre de cada hueso si está presente o ausente, en la imagen se debe colorear o hacer alguna indicación que señale visualmente la presencia de dicho hueso, en la sección de observaciones se describe el estado de conservación o afectación de los huesos.

Finalmente, se registró fotográficamente los restos óseos en la sábana de evidencia, con jalón y tablero que contenía los mismos datos de la fosa. En los huesos que se observaron afectaciones tafonómicas o daños por la descomposición del tejido óseo se tomaron algunas fotografías con escalas métricas, para poder certificar el daño postdeposicional del cuerpo. La ropa y accesorios que portaba el individuo se registraron fotográficamente de manera general y detallada en la que se observaron detalles textiles, color, y posibles diseños.

Para dar por terminado el procedimiento de exhumación, se almacenaron los restos óseos en una bolsa roja de calibre grueso, y se rotuló debidamente, con nombre, número de fosa con zona y fecha de la exhumación, almacenando los huesos por tamaño, iniciando por los más

grandes para evitar que los más pequeños sufrieran daños por el peso. Posteriormente se cerró la bolsa asegurando que no se abriera, para transportarla y dejarla en el lugar dispuesto para su almacenamiento, según la administración.

El lugar donde se realizó la diligencia quedó limpio, y todos los elementos de bioseguridad utilizados se almacenaron en una bolsa roja al igual que la ropa de los individuos. Al terminar, la bolsa se selló y se marcó como riesgo biológico, para su futura incineración se debe disponer en el lugar destinado por el cementerio para este tipo de material, las herramientas como palas, barras y palustres se deben lavar y desinfectar para futuras diligencias.

## FICHA DE INVENTARIO OSTEOLOGÍCO

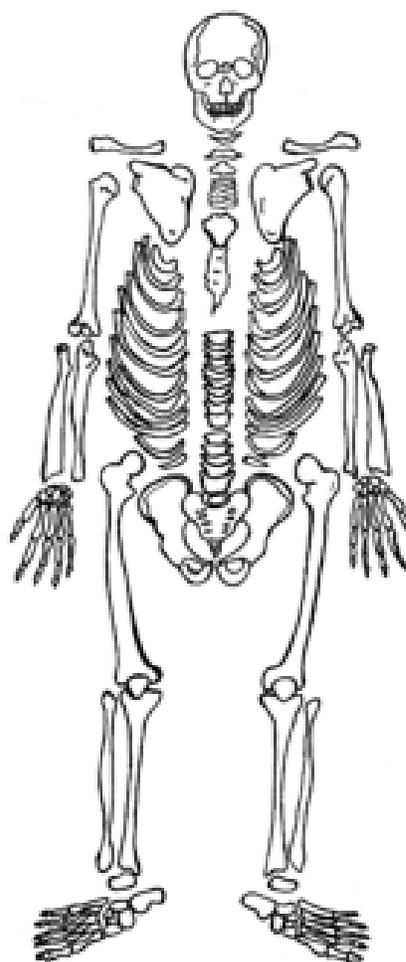
Lugar \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_  
N° Fosa/Bóveda \_\_\_\_\_  
Nombre \_\_\_\_\_  
N° de identificación \_\_\_\_\_  
Sexo \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

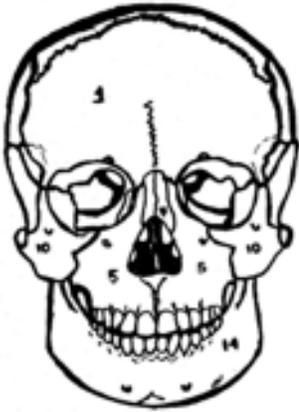
### Datos del responsable

Nombre y Apellidos \_\_\_\_\_  
Institución \_\_\_\_\_  
N° de identificación \_\_\_\_\_  
Celular \_\_\_\_\_  
Correo electrónico \_\_\_\_\_



**Alcaldía de Medellín**  
**Cuenta con vos**

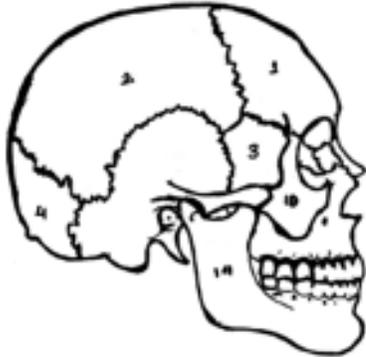




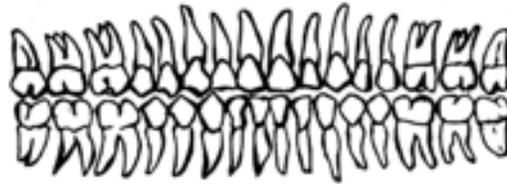
Vista Frontal



Vista Inferior



Vista lateral izquierda



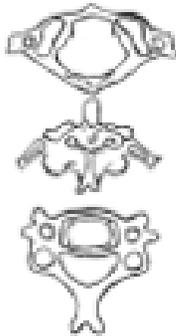
Dientes

- 1. Frontal Si \_\_\_ No \_\_\_
- 2. Parietales Si \_\_\_ No \_\_\_
- 3. Temporales Si \_\_\_ No \_\_\_
- 4. Occipital Si \_\_\_ No \_\_\_
- 5. Maxilar Si \_\_\_ No \_\_\_
- 6. Palatinos Si \_\_\_ No \_\_\_
- 7. Nasaes Si \_\_\_ No \_\_\_
- 8. Lacrimales Si \_\_\_ No \_\_\_
- 9. Cornetes inferiores. Si \_\_\_ No \_\_\_
- 10. Malar o zigomático. Si \_\_\_ No \_\_\_
- 11. Esfenoides Si \_\_\_ No \_\_\_
- 12. Etmoides Si \_\_\_ No \_\_\_
- 13. Vómer Si \_\_\_ No \_\_\_
- 14. Mandibular Si \_\_\_ No \_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



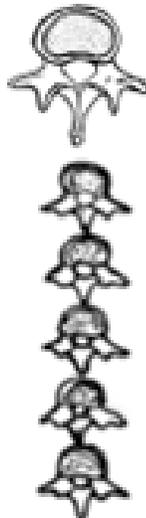
Hioides



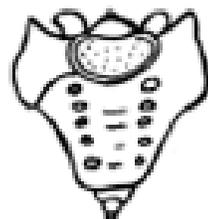
Vértebras Cervicales



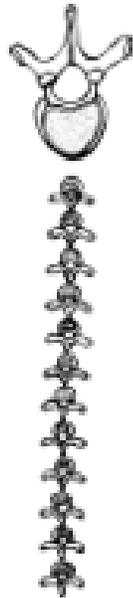
Vértebras Dorsales o Torácicas



Vértebras Lumbares



Sacro



Hioides. Si \_\_\_ No \_\_\_

**Vértebras Cervicales:**

- C1. Si \_\_\_ No \_\_\_
- C2. Si \_\_\_ No \_\_\_
- C3. Si \_\_\_ No \_\_\_
- C4. Si \_\_\_ No \_\_\_
- C5. Si \_\_\_ No \_\_\_
- C6. Si \_\_\_ No \_\_\_
- C7. Si \_\_\_ No \_\_\_

**Vértebras Torácicas:**

- T1. Si \_\_\_ No \_\_\_
- T2. Si \_\_\_ No \_\_\_
- T3. Si \_\_\_ No \_\_\_
- T4. Si \_\_\_ No \_\_\_
- T5. Si \_\_\_ No \_\_\_
- T6. Si \_\_\_ No \_\_\_
- T7. Si \_\_\_ No \_\_\_
- T8. Si \_\_\_ No \_\_\_
- T9. Si \_\_\_ No \_\_\_
- T10. Si \_\_\_ No \_\_\_
- T11. Si \_\_\_ No \_\_\_
- TT12. Si \_\_\_ No \_\_\_

**Vértebras Lumbares:**

- L1. Si \_\_\_ No \_\_\_
- L2. Si \_\_\_ No \_\_\_
- L3. Si \_\_\_ No \_\_\_
- L4. Si \_\_\_ No \_\_\_
- L5. Si \_\_\_ No \_\_\_

Sacro. Si \_\_\_ No \_\_\_

Coxis. Si \_\_\_ No \_\_\_

Observaciones \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

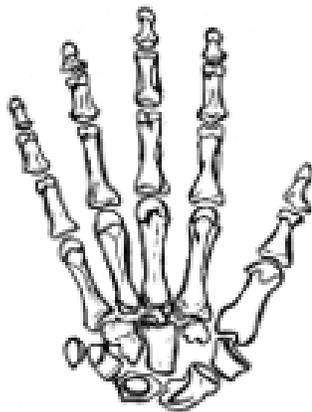
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

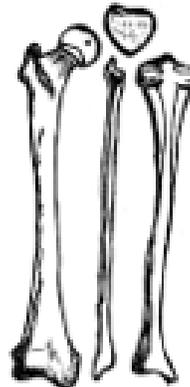




Mano Derecha



Coxal



Fémur- Rotula-Tibia-Peroné

- |                         |                             |        |                       |
|-------------------------|-----------------------------|--------|-----------------------|
| 1. Trapecio             | Derecho__ Izquierdo__       | Coxal  | Derecho__ Izquierdo__ |
| 2. Trapezolde           | Derecho__ Izquierdo__       | Fémur  | Derecho__ Izquierdo__ |
| 3. Grande               | Derecho__ Izquierdo__       | Rotula | Derecho__ Izquierdo__ |
| 4. Ganchoso             | Derecho__ Izquierdo__       | Tibia  | Derecho__ Izquierdo__ |
| 5. Pisiforme            | Derecho__ Izquierdo__       | Peroné | Derecho__ Izquierdo__ |
| 6. Piramidal            | Derecho__ Izquierdo__       |        |                       |
| 7. Semilunar            | Derecho__ Izquierdo__       |        |                       |
| 8. Escafoides           | Derecho__ Izquierdo__       |        |                       |
| 9. Metacarpianos        | N° Derecho__ N° Izquierdo__ |        |                       |
| 10. Falanges proximales | N° Derecho__ N° Izquierdo__ |        |                       |
| 11. Falanges medias     | N° Derecho__ N° Izquierdo__ |        |                       |
| 12. Falanges distales   | N° Derecho__ N° Izquierdo__ |        |                       |



Pie Derecha

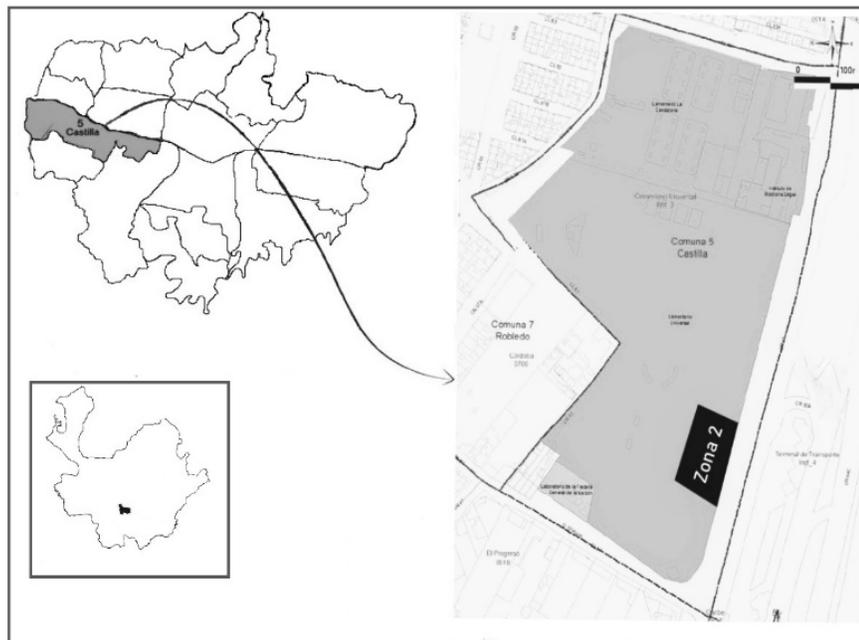
- |                        |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| 1. Calcáneo            | Derecho__ Izquierdo__       |
| 2. Astrágalo           | Derecho__ Izquierdo__       |
| 3. Cuboides            | Derecho__ Izquierdo__       |
| 4. Escafoides          | Derecho__ Izquierdo__       |
| 5. Cuñas 1-2-3         | N° Derecho__ N° Izquierdo__ |
| 6. Metatarsianos       | N° Derecho__ N° Izquierdo__ |
| 7. Falanges proximales | N° Derecho__ N° Izquierdo__ |
| 8. Falanges mediales   | N° Derecho__ N° Izquierdo__ |
| 9. Falanges distales   | N° Derecho__ N° Izquierdo__ |

Observaciones \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Información del sitio y ubicación

El Jardín cementerio universal, se encuentra ubicado en la ciudad de Medellín Colombia en el barrio Castilla comuna 5 en la zona noroccidental, espacialmente cuenta con un área total de 55.000m<sup>2</sup> divididos en 29 zonas; para esta investigación se estableció como lugar de trabajo la numero 2. La geomorfología de la ubicación del cementerio corresponde a una superficie suave en depósitos moderadamente incisados, tiene cercanía a la cuenca del rio Medellín, el cual atraviesa la ciudad de sur a norte. Su paisaje ha sido modificado por la actividad antrópica y las diferentes construcciones que han realizado desde su construcción en el año 1933.



**Mapa 1 se señala a Medellín en el mapa de Antioquía, la comuna 5 en el mapa de Medellín y se amplía el plano del cementerio universal señalando la ubicación de la zona 2 en el interior del Jardín Cementerio Universal, realizado por Paula Catherine Gonzalez Lozano, 2019**

## **Clima**

Medellín está ubicado a una altura de 1495 msnm, tiene una precipitación de 1612 mm al año, posee un clima tropical y la temperatura promedio es de 21.6 ° C, las estaciones climáticas en la ciudad son verano e invierno, estas ocurren dos veces al año cada una. Las épocas de verano se registran entre los meses de diciembre a marzo y de junio a agosto, mientras que las de invierno ocurren entre abril a mayo y de septiembre a noviembre, cabe resaltar que han sido más fuertes y prolongadas en los últimos años debido a los niveles de contaminación que se concentran en el área urbana por cuenta del crecimiento industrial y vehicular.

Los niveles de lluvia que se registran en la ciudad son de 1.500 mm/año, ocurren por “la interacción de los vientos del Chorro del Chocó que ascienden sobre la cordillera occidental, donde confluyen con los vientos alisios del este, generando nubes muy altas de tipo *cumulonimbus*” (Poveda, 2014, P. 5).

## **Tipo de vegetación**

En el área circundante de la zona 2 predominan 3 tipos de árboles, distribuidos en espacios muy cercanos entre sí. Dichas especies arbóreas son:

Schinus terebinthifolia nombre común Terebinto, familia Anacardiaceae

Terminalia catappa Nombre Común Almendro, Familia combretáceas

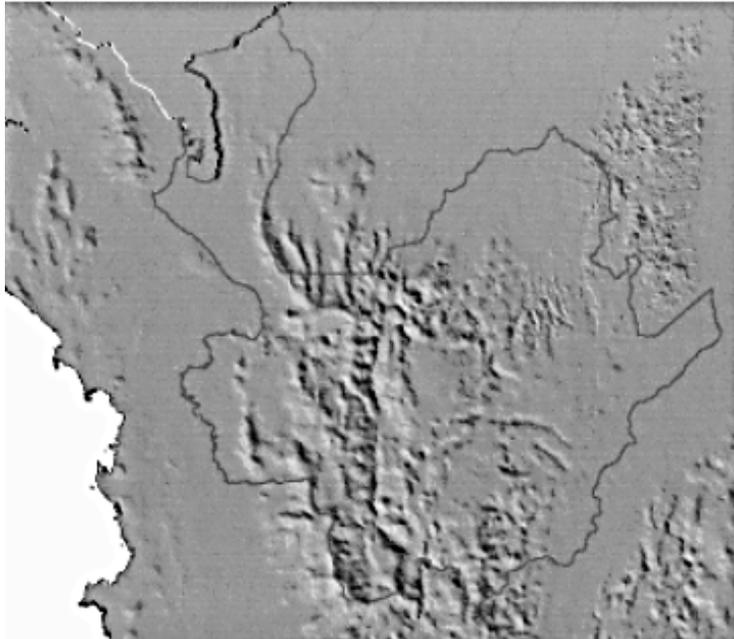
Caesalpinia peltophoroides nombre común Acacia amarilla, familia Caesalpinaceae

### **Geomorfología del sitio.**

Medellín hace parte del valle de Aburrá, está conformado por los municipios de Caldas, La Estrella, Sabaneta, Envigado, Itagüí, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa. Tiene un área de 1152 km<sup>2</sup> y una longitud de 65 km, su localización es al norte de la cordillera central; morfológicamente tiene una depresión con orientación sur norte de fondo plano, limitada por respaldos laterales muy inclinados en roca y cubiertos en la parte baja por flujos de lodos (Arias, 2003). El interior del valle es caracterizado por terrazas, llanuras aluviales a lo largo del río Medellín y depósitos aluviotorrenciales que forman abanicos a lo largo de sus principales tributarios (Aristizábal & Yokota, 2008), se compone de un basamento metamórfico paleozoico, rocas ígneas ultra básicas, una secuencia volcano sedimentaria, cuerpos graníticos intrusivos y depósitos de vertiente y aluviales (Maya y González, 1995).

El área en la que está ubicado el Jardín Cementerio Universal corresponde a depósitos aluviales gruesos, al igual que los barrios cercanos como Caribe, parte de El Progreso y el sector de Robledo por la Universidad Nacional sede volador. Los terrenos de esta zona están constituidos por los materiales que conforman la llanura aluvial del río Medellín, variables en profundidad y composición. Y van desde un depósito fino delgado en la parte superior, a uno grueso compuesto por gravas en matriz arenosa. Los cuales se encuentran recubriendo una roca metamórfica tipo neis anfibólico. La morfología del área se encuentra enmascarada por el pavimento y las diferentes edificaciones. En cuanto al relieve se puede categorizar como plano,

casi horizontal, correspondiente al amplio fondo del valle del río (Departamento Administrativo de Planeación Medellín, 2011).



**Mapa 2 Modelo digital del relieve en Antioquía, realizado por el observatorio Sismológico y Geofísico del Suroccidente Colombiano (OSSO) - Universidad del Valle.**

### **Fase de excavaciones**

Antes de realizar las exhumaciones y posterior al proceso administrativo que permite realizar los procesos de exhumaciones vía administrativa, se hizo la marcación de las fosas a intervenir, este procedimiento se realizó con el personal del Jardín Cementerio Universal en el mes de septiembre, la marcación se realizó con una estaca que contenía un letrero con el nombre del individuo, número de la fosa, documento de identidad y fecha de inhumación.



**Foto 1 y Foto 2 Proceso de fijación con el personal del Jardín cementerio universal de las fosas a intervenir en exhumaciones vía administrativa, septiembre 2019, fotos tomadas por Paula Catherine Gonzalez Lozano.**

Las excavaciones se realizaron en el mes de octubre del año 2019 con el apoyo de los estudiantes matriculados en el curso de introducción a la antropología biológica, en dicha ocasión se implementó el protocolo de excavación propuesto en la metodología. En total se exhumaron 13 individuos plenamente identificados, 10 hombres y 3 mujeres, con edades comprendidas entre los 65 y los 94 años, cuya manera de muerte fue natural, certificada en el acta de defunción por el médico encargado de dicho procedimiento, además cumplían ampliamente con el tiempo mínimo de permanencia establecido en el artículo 37 de la resolución 1447 de 2009.

ZONA 2											
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
3	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
4	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
5	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
6	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
7	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
8	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	
9	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	
10	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	
11	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	
12	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	
13	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	
14	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	
15	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	
16	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	
17	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	
18	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	
19	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	
20	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	
21	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	
22	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	
23	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	
24	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	
25	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	
26	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	
27	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	
28	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	

**Mapa 3 Distribución de fosas en zona 2, los cuadros resaltados en gris son las 13 fosas que se exhumaron en el mes de octubre por vía administrativa en el marco de este trabajo. realizado por Paula Catherine Gonzalez**

Lozano, 2019



**Foto 3 Inicio del procedimiento, una vez realizada la cuadrícula, se inician las labores de marcación del lugar para eliminar la primera capa vegetal, octubre 2019, foto tomada por Paula Catherine Gonzalez Lozano.**



**Foto 4 Remoción de primera capa vegetal o capote, octubre 2019, foto tomada por Paula Catherine Gonzalez Lozano.**

Durante la excavación se encontraron diferentes elementos, como fragmentos de ladrillo, residuos textiles, fragmentos de ataúd en descomposición, tubos plásticos que contenían objetos relacionados con actividades mágico-religiosas, rocas medianas y pequeñas. Se pudo establecer que los primeros 15 a 20 cm eran suelos antrópicos correspondientes a llenos, ya que las evidencias referenciadas anteriormente solo se registraron en estos cm.

Las raíces se encontraron desde el inicio de la excavación, en algunas fosas eran muy gruesas y finas. Este factor se tuvo en cuenta, ya que la acción de estas es considerada como uno de los principales agentes de destrucción ósea. Según algunos autores, su penetración en el material óseo puede producir un incremento en la actividad microbiótica a nivel microestructural (Nawrocki, 1995; Saul y Saul, 2002). Adicionalmente, contribuyen a la pérdida de colágeno y desmineralización ósea. Las marcas que se registran en este tipo de afectación suelen seguir un patrón dendrítico en la cortical (Behrensmeyer, 1978; Lyman, 1994).



**Foto 5 Profundidad de fosa, octubre 2019, foto tomada por Paula Catherine Gonzalez Lozano**

Los restos óseos se encontraban a una profundidad mínima de 55 cm y máxima 80 cm, el ataúd en el que se depositaron los cuerpos era de baja calidad, por lo que se encontraban fragmentos de este, lo que mejor se conservó fue el vidrio que se le pone en la cabecera y el textil que cubre el cajón internamente. Por lo tanto, los restos óseos se encontraban cubiertos por dicha tela, aunque no en todos los casos fue de esta manera, el textil encontrado permitía una separación del suelo con los restos óseos en plano frontal. Sin embargo, la sección posterior del cuerpo si se encontraba en contacto directo con la detritofera (suelo que rodea inmediatamente el área de descomposición).



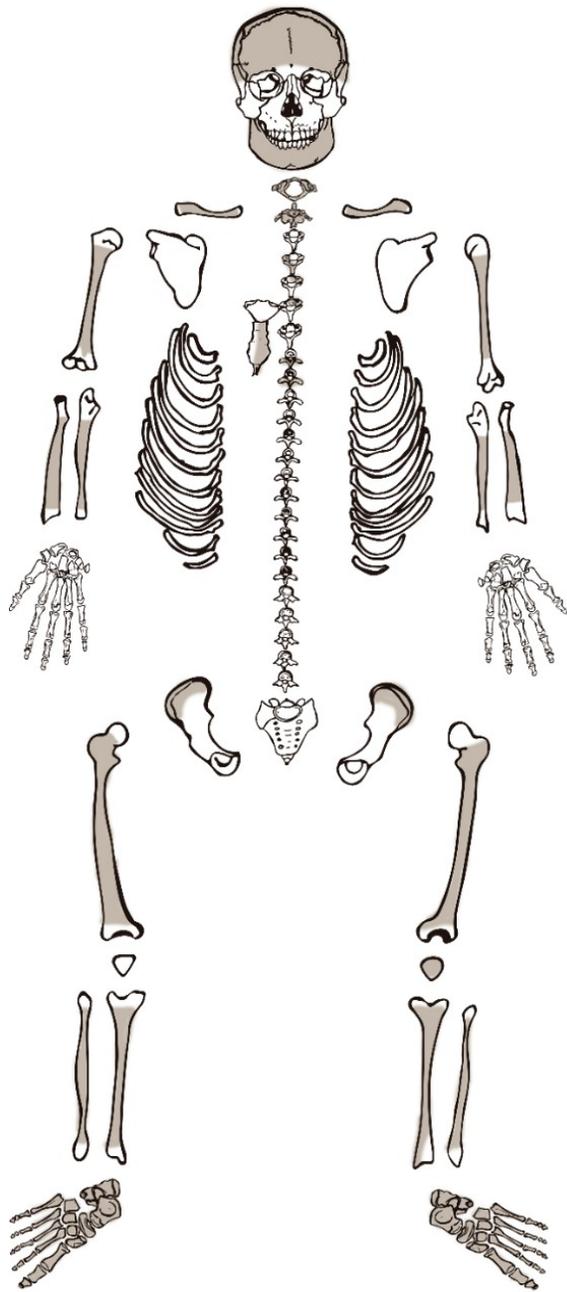
**Foto 6 Limpieza de tierra antes de exponer el individuo, octubre 2019, foto tomada por Paula Catherine Gonzalez Lozano**



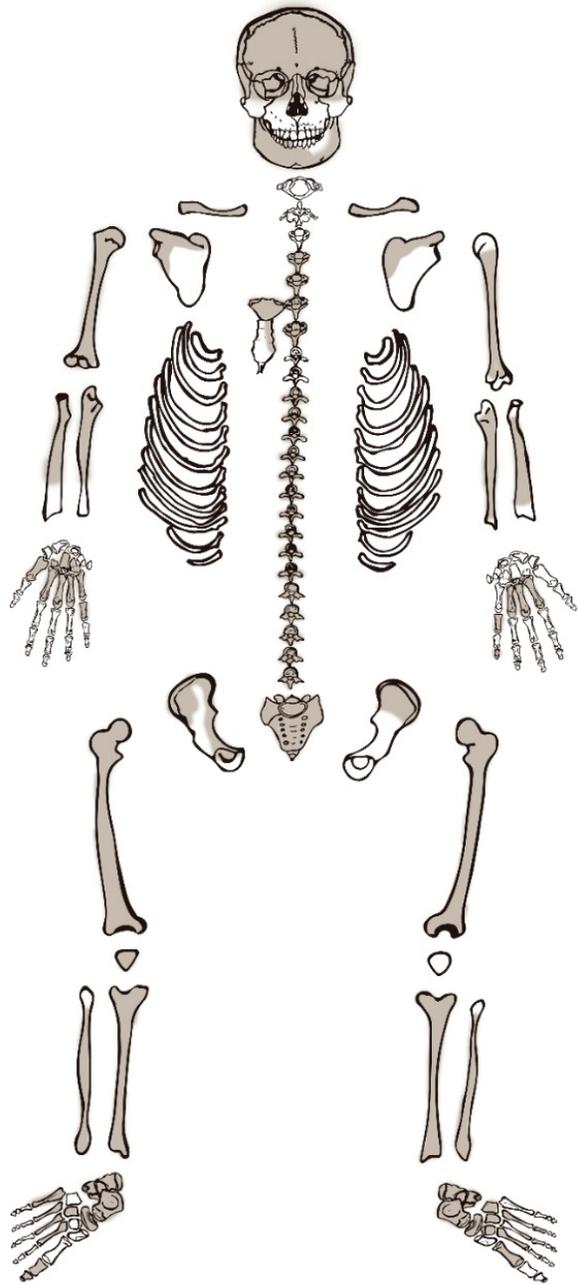
**Foto 7 Exposición de los restos con tela de ataúd recubriéndolos, octubre 2019, foto tomada por Paula Catherine Gonzalez Lozano**

Como mecanismo de registro se realizó el inventario osteológico diseñado en el protocolo, con el objetivo de dejar registro sobre el número de huesos recuperados y el estado de los mismos. Con esta información se pudo identificar que los restos óseos inhumados en la zona 2 no se preservan adecuadamente y el sistema esquelético se encuentra incompleto en todos los casos. El estado de diagénesis de las piezas óseas es muy avanzado, aunque algunos individuos en estado de conservación cadavérica correspondiente a adipocira y corificación presentaban mejor estado de preservación en las piezas óseas libres de tejido, dicho proceso de conservación se produjo por los elementos asociados con el cuerpo al momento de la inhumación, ya que los casos que se presentaron tenían partes del cuerpo envueltas en plástico vinipel (papel chicle), la presencia de este material aísla la parte del cuerpo impidiendo los procesos exógenos que intervienen en la descomposición.

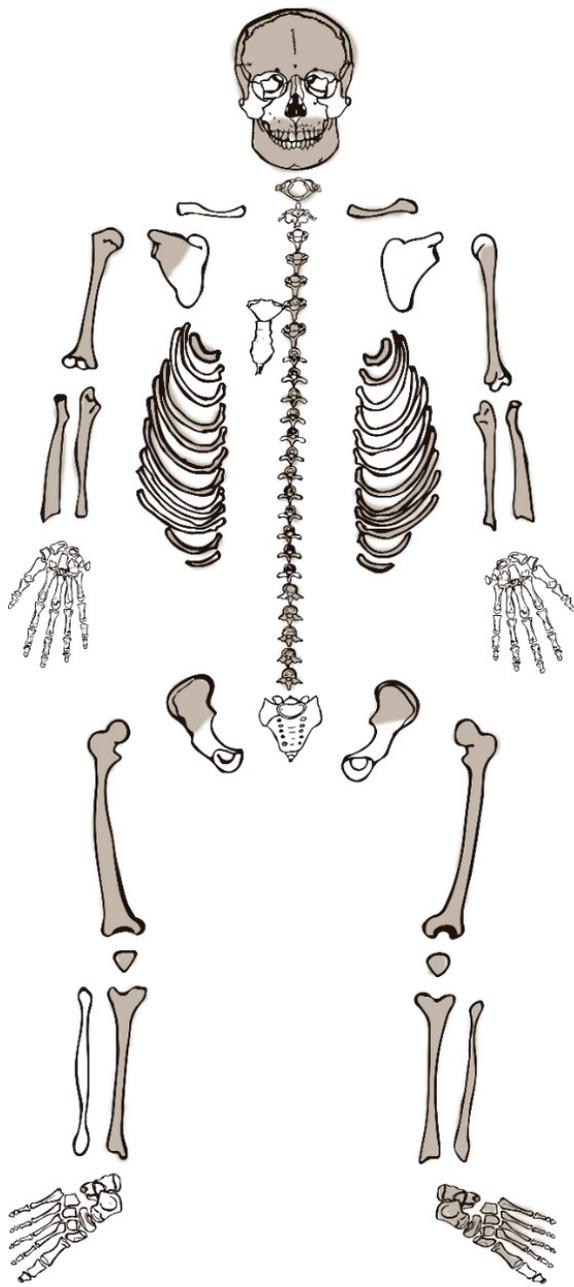
Al momento de realizar la digitalización de los inventarios (Ver figuras 3 a 6), se pudo establecer cuáles eran los huesos que sufrieron daños diagenéticos consistentes con procesos tafonómicos. En la tabla #2 se presentan el estado de conservación y afectación macroscópica encontrados en cada hueso, cabe aclarar que no se distingue por lateralidad ni se exponen de manera individual los 13 individuos exhumados por vía administrativa en la zona 2, ya que los daños fueron constantes en todos, la diferencia eran los niveles de afectación que en algunos podían ser mayores o menores, sin embargo, estos datos no se discriminaron, ya que para este trabajo no se propusieron análisis matemáticos ni modelos estadísticos.



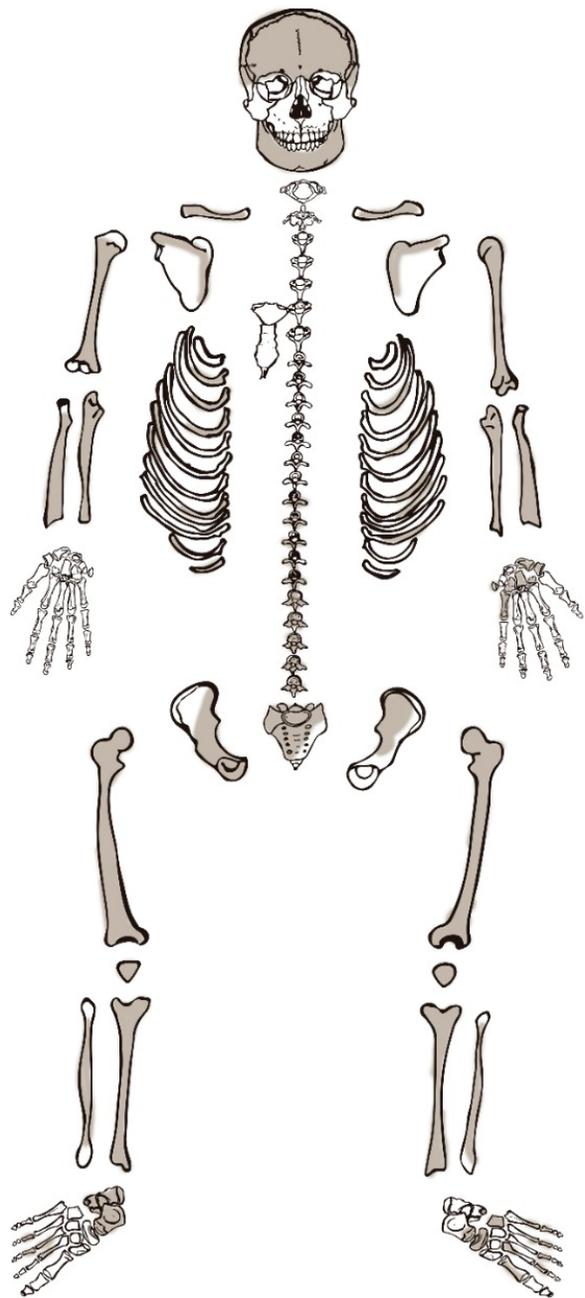
**Figura 5 Individuo masculino inhumado en febrero 2011  
realizado por Paula Catherine Gonzalez Lozano, 2019**



**Figura 4  
Individuo masculino inhumado en agosto 2011  
realizado por Paula Catherine Gonzalez Lozano, 2019**



**Figura 6 Individuo masculino inhumado en noviembre 2012. realizado por Paula Catherine Gonzalez Lozano, 2019**



**Figura 7 Individuo masculino inhumado en diciembre de 2012. realizado por Paula Catherine Gonzalez Lozano, 2019**

**Tabla 3 Información del estado de conservación general por hueso en la muestra**

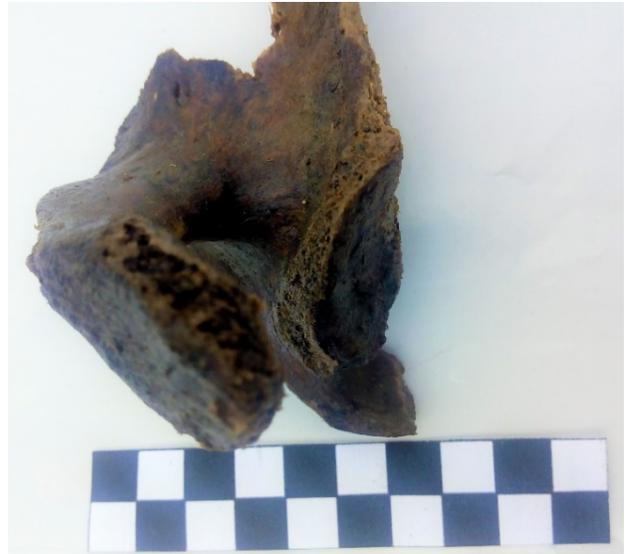
<p><b>Cráneo</b></p>	<p><b>En todos los individuos se encontraba el cráneo con ausencia del esplanocráneo, algunos tenían parcialmente hueso nasal y cornetes, parte del zigomático, y del malar.</b></p>
<p><b>Vértebra</b></p>	<p>Las vértebras se registraron como los huesos más afectados por los procesos postdeposicionales, el cuerpo se encontró en avanzado estado de descomposición, las apófisis espinosas y transversas fueron las que mayor conservación tuvieron, el pedículo en la mayoría de los casos no se encontraba, y muchas vértebras ya se habían descompuesto en su totalidad, por lo que la columna vertebral no se encontraba completa.</p>
<p><b>Escápula</b></p>	<p>Las zonas que se preservaron en mayor medida fueron la cavidad glenoidea el acromion, el ángulo superior y el borde externo, los demás accidentes óseos ya se habían descompuesto. En los individuos con mayor tiempo de inhumación ya no se encontraban las escápulas o se encontraban en estados avanzados de degradación que no permitían la extracción sin destruirse.</p>
<p><b>Clavícula</b></p>	<p>Se conserva en buen estado el cuerpo, pero las carillas y extremidades acromial y esternal pierden la cortical exponiendo el tejido trabecular, en algunos casos el tejido trabecular también desaparece quedando solo el cuerpo.</p>
<p><b>Esternón</b></p>	<p>Es uno de los huesos con menor conservación en la muestra, en los casos que aún se encontraba estaba solo el manubrio o el cuerpo parcialmente.</p>
<p><b>Costillas</b></p>	<p>Eran las más afectadas, pocas veces se registraron costillas completas, en su mayoría estaban fragmentadas, con tejido trabecular expuesto, sin cortical o cortical parcial, en algunos casos era imposible extraerlas ya que se desintegraban, su lateralización era muy difícil por el alto nivel de afectación, en todos los individuos fueron los huesos más afectados y</p>

	con mayor descomposición.
<b>Húmero</b>	El nivel de conservación más alto estuvo en la diáfisis, en varios de los cuerpos se registró la cabeza con hueso trabecular expuesto sin cortical, en otros casos había desaparecido, esto último se registró principalmente en los individuos que llevaban cerca de 8 años inhumados, la tróclea y los epicóndilos presentaban los niveles de afectación más altos, en casi todos los casos se registraron como ausentes.
<b>Radio</b>	La diáfisis fue la sección con mayor conservación, en gran parte de la muestra la cabeza, el cuello, la apófisis estiloides y el tubérculo dorsal, se encontraron en estado avanzado de descomposición o ya no se encontraban.
<b>Cúbito</b>	La diáfisis es la sección que se encontró menos afectada, el olécranon, la apófisis coronoides, la escotadura troclear, la apófisis estiloides y la cabeza tenían afectaciones con tejido trabecular expuesto, en algunos casos dichas secciones ya no estaban.
<b>Huesos de la mano</b>	Los huesos más conservados fueron los carpos y metacarpos, sin embargo, el trapecio, el trapecoide y el pisiforme tenían afectación en tejido cortical y pérdida considerable de tejido trabecular, las falanges proximales se encontraron en mayor frecuencia que las medias y las distales, aunque, en ningún caso se encontraron completas.
<b>Sacro</b>	El sacro se encontraba parcialmente, la parte con mayor conservación era en las carillas articulares y en el área más gruesa.
<b>Coxales</b>	Su conservación se dio principalmente en el área del Ilión, entre la cresta iliaca y la escotadura ciática mayor, algunos se conservaron parcialmente entre Ilión e isquion desde la espina iliaca anterior superior, hasta la rama del isquion o Ilión y pubis espina iliaca posterior inferior hasta la cresta del pubis pasando en línea casi recta por el acetábulo. Los niveles de conservación fueron variables, sin embargo, en todos los casos se registraron afectaciones casi totales en ambos coxales, sobre todo en los individuos que llevaban mayor tiempo de inhumación.

<b>Fémur</b>	El fémur fue el hueso con menos afectación y más completo en toda la muestra, algunas veces la cabeza se encontraba desprendida y con tejido trabecular expuesto, de igual manera ocurrió con trocánter mayor y los epicóndilos medial y lateral.
<b>Rótula</b>	La principal afectación se identificó en las carillas articulares, principalmente pérdida de la cortical y exposición con pérdida de tejido trabecular, estas mismas características se registraron en algunos casos en el ápice y la base. Pese a ser uno de los huesos más conservados de la muestra, en algunos casos no se encontró una rótula o se encontraban en avanzado estado de descomposición, sobre todo en las fosas que se pudo identificar filtración de aguas lluvias.
<b>Tibia</b>	Las zonas más afectadas fueron los extremos distal y proximal sobre todo la meseta y la espina, el cóndilo medial, la tuberosidad el maléolo y la cara talar, la diáfisis fue la más conservada.
<b>Peroné</b>	Igual que la tibia las partes más afectadas fueron los extremos distal y proximal, la diáfisis fue la que tuvo mayor conservación, pero de los huesos largos, la mayor afectación se presentó en el peroné, en algunos casos no se encontró o estaba en avanzado estado de descomposición lo que no permitía su recuperación completa.
<b>Huesos del pie</b>	Se conservaron en mayor medida los tarsos y metatarsos, las falanges se conservaron parcialmente, pero en la mayoría de los casos estaban incompletas o ausentes, solos los individuos que fueron inhumados con calcetines tenían los huesos del pie completos y en buen estado de conservación.



**Foto 8 Escápula vista posterior Tomada por Paula Catherine Gonzalez**



**Foto 9 Escápula vista lateral. Tomada por Paula Catherine Gonzalez**



**Foto 10 Hueso largo. Tomada por Paula Catherine Gonzalez**



**Foto 11 Vértebra lumbar vista anterior. Tomada por Paula Catherine Gonzalez**



Foto 12 Vértebra lumbar. Tomada por Paula Catherine Gonzalez



Foto 13 Vértebra lumbar. Tomada por Paula Catherine Gonzalez



Foto 14 Vértebra cervical. Tomada por Paula Catherine Gonzalez



Foto 15 Costilla con tejido trabecular expuesto. Tomada por Paula Catherine Gonzalez



**Foto 16** Fragmento del cuerpo de una vértebra lumbar. Tomada por Paula Catherine Gonzalez



**Foto 17** Fragmentos de costillas. Tomada por Paula Catherine Gonzalez

Con el objetivo de exponer los daños de manera detallada respecto a los niveles de afectación visibles microscópicamente, se diseñó la tabla # 4 en la que se retomaron las variables propuestas por Gordon y Buikstra (1981) para establecer el grado de destrucción ósea, en las que determinan numéricamente el estado en la estructura trabecular y cortical del material óseo, como se muestra a continuación:

1. El aspecto que presenta la superficie cortical es suave. Se evidencia una buena preservación de la estructura ósea, con mínimo o nulo deterioro a nivel macroscópico.
2. Superficie cortical suave en gran parte del elemento, aunque algunos sectores acotados presentan destrucción parcial cortical y exposición de tejido esponjoso.
3. Superficie cortical rugosa, áspera y/o agrietada. Pérdida de parte de la estructura ósea externa; parte de los bordes suele presentar un grado inicial de erosión y pérdida cortical. Alteración mínima o nula de la trabécula.

4. Deterioro masivo de la superficie del hueso con pérdida de tejido y alta exposición de trabécula ósea

También se retoman los porcentajes de complejión establecidos por los mismos autores y modificados por Henderson, 1987; Lieverse et al., 2006; Luna et al, 2012, las categorías fueron establecidas por los autores citados de la siguiente manera:

1. 0=elemento ausente.
2. 1=1-25% del elemento presente.
3. 2=26- 50%.
4. 3=51-75%.
5. 4=76-95%.
6. 5= más del 95%

**Tabla 4 Información del porcentaje de grado de destrucción óseo y porcentajes de complejión**

Individuo	Edad de muerte	Fecha de inhumación	Sexo	Tiempo inhuma.	Huesos	Der. #DO	Izq. #DO	Der. %Com	Izq. %Com
1	90	ene-11	M	8	Cráneo	4		3	
					Fémur	1	3	5	3
					Coxales	3	2	4	3
2	65	feb-11	M	8	Cráneo	4		2	
					Fémur	3	2	3	4
					Coxales	3	3	2	2
3	78	mar-11	M	8	Cráneo	4		2	
					Fémur	2	1	5	3
					Coxales	3	3	2	5
4	69	sep-11	M	8	Cráneo	4		1	
					Fémur	2	3	3	3
					Coxales	4	4	1	2
5	S/D	abr-11	M	8	Cráneo	4		1	
					Fémur	4	4	2	3
					Coxales			0	0

6	72	dic-11	M	8	Cráneo	4		1	
					Fémur	3	3	3	3
					Coxales	4	4	1	1
7	84	ene-11	F	8	Cráneo	2		1	
					Fémur	s/d	s/d	s/d	s/d
					Coxales	s/d	s/d	s/d	s/d
8	88	mar-12	M	7	Cráneo			0	
					Fémur	3		4	0
					Coxales	s/d	s/d	s/d	s/d
9	73	ene-12	M	7	Cráneo	4		3	
					Fémur	1	2	5	5
					Coxales	4	3	3	4
10	94	jun-13	F	6	Cráneo	4		2	
					Fémur	4	4	2	3
					Coxales	4	4	1	1
11	81	abr-12	M	7	Cráneo	4		4	
					Fémur	1		5	s/d
					Coxales	3		3	0
12	75	nov-12	M	7	Cráneo	4		3	
					Fémur	2	2	4	4
					Coxales	4	4	4	4
13	S/D	abr-12	F	7	Cráneo	4		2	
					Fémur	4	4	3	3
					Coxales	4	4	3	3

Los huesos que se seleccionaron para estas variables son los que tienen mayor importancia para la elaboración de un perfil biológico, se realizó de esta manera ya que hacer una tabla para los 13 individuos por cada uno de los huesos que componen el esqueleto humano la haría poco comprensible. el cráneo se toma como un solo elemento y no se hace distinción por los huesos que los componen, en la tabla se ponen los siguientes datos, edad, fecha de inhumación, sexo, tiempo de inhumación en años y las variables que corresponden al nivel de afectación en la que Der. DO corresponde a la lateralidad del hueso Der para derecho Izq para izquierdo y al deterioro óseo, en % Comp corresponde a porcentajes de complejidad de igual manera indica la lateralidad del hueso, el porcentaje de s/d en las variables del nivel de afectación significa que no se pueden determinar porque el individuo se encontraba con conservación cadavérica por adipocira en estas partes del cuerpo, los campos que están vacíos son por que el hueso en mención fue ausente. realizado por Paula Catherine Gonzalez Lozano, 2019

Como se puede establecer en la tabla anterior, el tiempo de inhumación de los individuos fue entre 8 y 6 años y los individuos se encontraban en una edad avanzando al momento de la muerte, esto

sumado a otros factores que serán descritos más adelante, favorecen estados avanzados de diagénesis en los huesos, sobre todo en las mujeres como se refleja en los valores porcentuales de complejión y en los valores numéricos de deterioro óseo, en los cuales se reflejan valores que corresponden con alto nivel de afectación y pérdida de tejido, en los hombres los valores son variados, pero también corresponden con niveles de daño y/o pérdida en rangos medios y altos de acuerdo con los valores de la tabla.

### **Factores asociados a las afectaciones tafonómicas registradas en la muestra del Jardín Cementerio Universal en la zona 2**

El cuerpo humano de una persona fallecida una vez es inhumado en suelo debe comprenderse como un recurso orgánico que interactúa y aporta nutrientes y energía al entorno favoreciendo la formación de biomasa, lo cual crea cambios en el nicho ecológico, dichos cambios se dan en doble vía, ya que los factores inducidos por el cuerpo en descomposición como los cambios en el pH y el aumento de microorganismos como los hongos intervendrán en la diagénesis de los huesos, estos factores hacen parte de elementos extrínsecos que cambian la estructura física y molecular de los huesos, es decir micro y macroscópicamente.

En el caso de los cementerios, la reutilización constante del suelo para la inhumación de cadáveres altera el pH volviéndolo cada vez más ácido por la acumulación de materia orgánica. La acidez en conjunto con la filtración de aguas lluvias o lixiviación y el mal drenaje de estas por la textura limosa, con proporciones variables de arcillas crean un ambiente de humedad que suele saturarse en épocas de invierno afectando el proceso de descomposición, ya sea deteniéndolo o acelerándolo. Esto debido al favorecimiento que ofrece el agua al intercambio de iones

minerales entre el hueso y el suelo con el que limita, por lo tanto, a mayor filtración de agua y variación de humedad por periodos de tiempo versátiles y a escalas temporales fluctuantes, más posibilidades de degradación material óseo debido a los componentes minerales del mismo.

*“En una solución ácida de agua del suelo, los cristales de hidroxiapatita,  $Ca_5(PO_4)_3(OH)$ , se agotan de iones de calcio ( $Ca^{2+}$ ) por su reemplazo con iones de hidrógeno ( $H^+$ ) (derivados de iones de hidronio,  $H_3O^+$ ) a medida que se alcanza el equilibrio con el agua del suelo”* (White y Hannus 1983). Sumado a ello, la descomposición del colágeno también aporta en el deterioro de la estructura, debido a la formación de componentes ácidos que ocurren en el proceso, los cuales cambian la textura y las características físicas del hueso, alterando las superficies como se pudo observar en la muestra en algunas apófisis de huesos largos con bordes irregulares, en vértebras y esternón, cuya superficie era irregular recortada, dicho proceso es más propenso a ocurrir en las áreas donde la cortical es más delgada. (Nicholson 1996, Casallas y Moore 2012). Adicionalmente la corrosión ácida del suelo adelgaza la cortical en la diáfisis, formando orificios que van creciendo y propician la desintegración total de áreas más delgadas como las epífisis y las zonas planas de los hueso, esto ocurre con mayor rapidez en ambientes con altas temperaturas y regímenes altos de lluvia en épocas variables como es el caso de Medellín y cuyo sedimento tenga pH extremo como es el caso del suelo en la zona 2 del JCU, debido a que *“durante el proceso de descomposición, el sedimento que contiene a los cuerpos se torna significativamente más ácido”* (Hopkins et al., 2000).

## **Huesos y hongos**

Los hongos en conjunto con las bacterias son los principales descomponedores en los ecosistemas de suelo, los cambios y las afectaciones tafonómicas producidos por dichos microorganismos se evalúan histológicamente para establecer los procesos ocurridos a nivel microscópico. Sin embargo, para términos de este trabajo dichos análisis no podían realizarse ya que son intrusivos y conllevan a la alteración física de los huesos en la obtención de las muestras a evaluar. Por lo tanto, solo se tuvieron en cuenta los daños ocasionados por los hongos, ya que estos también pueden dejar daños superficiales macroscópicos en los huesos. *“Una de las principales estructuras de los hongos son las hifas, que son estructuras con forma de hilo que les dan a muchos moldes su aspecto difuso. Estos pueden invadir la estructura porosa del hueso y dejar atrás el daño focal”* (Jans et al. 2002).

Otro factor que determinó el análisis de los hongos es que pueden crecer en la superficie del hueso en grandes masas, esto los hace visibles y facilita su recolección sin alterar las estructuras físicas del hueso. Las afectaciones más comunes producidas por hongos son la formación de superficies rugosas y carcomidas que se forma a través de una disolución ácida similar a la corrosión ácida del suelo. Esto puede corresponder a la operación en conjunto que tienen dichos organismos con reacciones químicas inorgánicas de disolución de minerales óseos. Aunque, el daño por hongos puede dejar zonas de erosión superficial mucho más localizadas, con bordes irregulares (Armor-Chelu y Andrews 1996; Nicholson 1996, 1998.)

La presencia de hongos microfilamentosos se evidenció fácilmente en la observación microscópica con el objetivo de 40x en las diferentes muestras (Fig. 6-7-8-9-10-11). Hongos

aislados de diferentes materiales, incluyendo fragmento de ataúd (madera), tierra, bóveda y huesos.

Los materiales como la madera presentan una gama de diferentes sustratos adecuados para el crecimiento fúngico. La celulosa natural y otras fibras vegetales pueden servir como fuente de nutrientes para hongos. Entre los hongos involucrados en la degradación de la celulosa, los más activos pertenecen a los hongos géneros de *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Alternaria* y *Chaetomium* (Krakova et al., 2012), pero otros también a hongos basidiomicetos (Machado et al., 2006).

Los géneros como *Aspergillus* y *Penicillium* son los predominantes hongos aislados de restos humanos. Estos hongos son generalmente xerófilos, por lo tanto, pueden adaptarse bien a las condiciones ofrecidas por un cuerpo momificado y/o esqueletizados, caracterizado por una baja disponibilidad de agua. *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp. han sido detectados desde muestras similares (Ishii et al., 2006; Elnaggar et al., 2010; Pinar et al., 2013) y también fueron los principales hongos aislados en las etapas de hinchazón, putrefacción y esqueletización durante la degradación de los cuerpos humanos (Sidrim et al., 2010). Además, miembros de los géneros *Penicillium* y *Aspergillus* pueden producir metabolitos osteolíticos, que disuelven componentes orgánicos e inorgánicos del hueso (Thurzo y Benus, 2005).

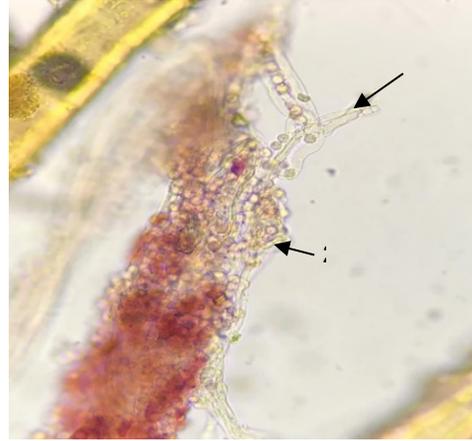
Haciendo correlación a lo recolectado en campo, aunque no se llegó a una identificación





**Foto 19** hongo presente en fragmento de ataúd extraído de una fosa en la zona 2 durante las exhumaciones por vía administrativa.

Foto: Madeleyne Zapata Cardona



**Microfotografía 2** de la muestra recolectada del hongo presente en el fragmento de ataúd observada microscópicamente (40x) hongo no especificado (1) hifa hialina sin septos (2) blastoconidias.

Microfotografía: Madeleyne Zapata Cardona

**Tierra (zona de excavación)**

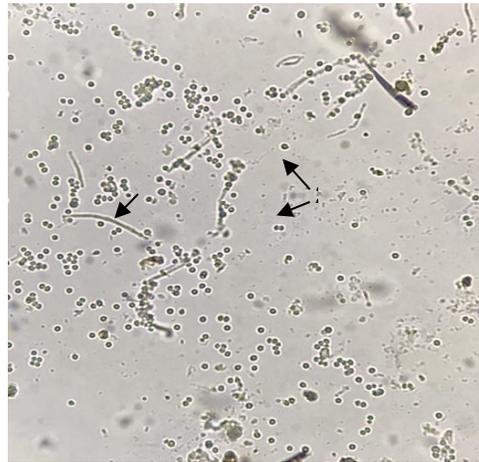
**Macroscópicamente**



**Foto 20** de montículo de tierra removida de una fosa en la zona 2 en el marco de exhumaciones por vía administrativa, a la derecha.

Fotografía: Madeleyne Zapata Cardona

**Microscópicamente**



**Microfotografía 3** de una muestra recolectada en dicho montículo observada microscópicamente (40x) hongo no especificado (1) hifa hialina sin septos (2) blastoconidias.

Microfotografía: Madeleyne Zapata Cardona

Con intereses comparativos se recolectó una muestra de hongo, también por raspado en algunas bóvedas que se encontraban vacías, el objetivo principal era observar si los hongos tenían similitudes y podían asociarse de alguna manera con el depósito de los cuerpos, pero, tal como se puede observar en las microfotografías se trata de hongos diferentes, aunque ambos tienen hifas hialinas se puede identificar diferencias morfológicas.

## BÓVEDA

### Macroscópicamente



**Foto 21** hongo presente en la pared de una bóveda del Jardín Cementerio Universal desocupada al momento de realizar las labores de campo.

Fotografía: Madeleyne Zapata Cardona

### Microscópicamente



**Microfotografía 4** observación (40x) de hongo no especificado presente en bóveda (1) hifas hialinas sin septos.

Microfotografía: Madeleyne Zapata Cardona

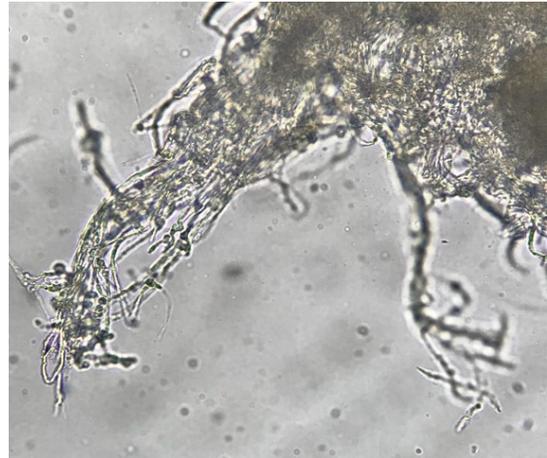
## RÓTULA

**Macroscópicamente**



**Foto 22 Rotula izquierda con hongo visible macroscópicamente.  
Fotografía: Madeleyne Zapata Cardona**

**Microscópicamente**



**Microfotografía 5 muestra de la rótula observada microscópicamente (40x) hongo no especificado (1) hifas hialinas sin septos (2) blastoconidias.  
Microfotografía: Madeleyne Zapata Cardona.**

**CUÑA**

**Macroscópicamente**



**Foto 23 hongo en cuña del pie  
fotografía: Madeleyne Zapata Cardona**

**Microscópicamente**



**Microfotografía 6 Detalles del hongo presente en este hueso microscópicamente (40x) hongo no especificado (1) hifas hialinas sin septos.  
Microfotografía: Madeleyne Zapata Cardona**

Como se muestra en los resultados se puede establecer que los individuos que hicieron parte de la muestra presentaban niveles avanzados de descomposición y afectaciones tafonómicas, los cuales pudieron ser identificados y correlacionados a nivel macroscópico con los estudios realizados por diferentes investigadores, tal y como se demuestra en la discusión de cada apartado donde se describen los hallazgos. Sin embargo, el limitante frente a la recolección de muestras de los restos óseos no permitió realizar estudios histológicos que permitirían un análisis más detallado del daño fúngico, pudiendo asociar con mayor precisión la alteración tafonómica ocurrida en el hueso y cómo este proceso estaría vinculado con las condiciones ambientales favorables para los hongos saprofitos ocurriendo en cualquier momento, ya sea durante el entierro o después de la excavación. Los análisis por medio de técnicas moleculares de los hongos encontrados también son para lograr su identificación, ya que esto permitiría determinar género y especie, con lo cual se obtendrían datos invaluable de los mismos, como su tipo de reproducción, nutrición y ambientes favorables para su crecimiento, con esto se podría asociar por ejemplo a cierto tipo de suelos y ambientes en los que se encuentran los restos óseos.

Pese a las dificultades que se presentaron, cabe resaltar que nuestro estudio, aunque preliminar, puede dar paso a estudios posteriores que permitan el diagnóstico y prevención de los posibles efectos de los hongos sobre los restos óseos, por lo tanto, estos hallazgos son importantes, ya que hay pocos datos disponibles o estudios sistemáticos sobre este tema. Además investigaciones de este tipo, que permiten conocer a nivel local las afectaciones tafonómicas que pueden darse en la región, esto se resalta debido a las pocas investigaciones sobre tafonomía en el país, ejemplo de ello es que en la Universidad de Antioquia solo se registran 2 trabajos de grado concernientes a este tema uno en el 2013 y otro en 2018, algunas de las causas de ello son

las dificultades que tienen los investigadores para acceder a materiales de estudio, primero por las dificultades legales que implica y a su vez por las ideas preconcebidas que se tiene al respecto, segundo por los bloqueos internos que suponen las mismas instituciones educativas, y tercero por la poca investigación científica que pueden realizar los empleados de las instituciones judiciales por sus obligaciones laborales y por los altos casos de muertes por esclarecer, lo que se refleja en el hecho de que solo se encontró una publicación realizada por el INMLCF en el año 2019 respecto a este tema.

La importancia de este tipo de trabajos es inestimable, debido a los contextos de violencia en el país que implican la desaparición y homicidio de personas, que deja como resultado el ocultamiento clandestino de las mismas, razón por la cual es necesario contar con diferentes referencias para poder catalogar de manera correcta los procesos postdeposicionales por los que atravesó el individuo inhumado. Los aportes en la catalogación de la tafonomía en el contexto colombiano son valiosos, ya que permiten establecer no solo el IPM, sino además identificar posibles lugares de depósito y en qué condiciones o nicho ecológico se dieron los diferentes procesos de descomposición.

Conocer estos datos en diferentes condiciones como temperaturas variables, tipos de suelo por áreas geográficas o materiales parentales diferentes, puede ayudar a establecer con mayor precisión si se trata de entierros primarios o secundarios, en caso de tratarse de un cuerpo que se descompuso en un lugar, pero luego fue movido a otro con la intención de ocultar evidencia, permitiría a nivel microscópico establecer posibles zonas donde se pudiera haber depositado el cadáver en un primer momento, esto sólo si los huesos estuvieron el tiempo

suficiente para poder tener alteraciones por dichos factores, claro está, para ello se requiere de investigaciones longitudinales, de carácter experimental e histológicas.

## CONCLUSIONES

Finalmente se pudo concluir que los restos óseos de los individuos de la muestra presentaban pérdidas parciales y totales en las piezas óseas, sobre todo en los huesos planos e irregulares, las epífisis habían desaparecido o se encontraban parcialmente destruidas, en cuanto al cráneo, en todos los casos el esplacnocráneo se encontraba afectado, esto puede deberse a los tiempos prolongados de inhumación que superaban los cuatro años establecidos por la legislación colombiana, además del contacto cercano con diferentes agentes presentes en el suelo como la humedad, las raíces y los microorganismos especialmente con los hongos. Aunque los porcentajes de relación de dichos agentes con los niveles de afectación no pudieron establecerse por la falta de análisis a nivel histológico y molecular, debe resaltarse que si fue posible correlacionar las características macroscópicas de los daños tafonómicos presentes en los huesos con los agentes mencionados anteriormente, sumado a la relación con la acidez del suelo, la cual tampoco pudo ser analizada, pero que es consistente con los hallazgos presentados por otros investigadores como se demuestra en los resultados.

Gracias a dicha correlación fue posible responder los propósitos de este trabajo de grado y adicionalmente a una de las preguntas que más suscita a los familiares, personal operativo e instituciones legales sobre los cuerpos exhumados en el Jardín Cementerio Universal y es ¿por qué los esqueletos salen incompletos y en tan mal estado? Con esta investigación, que a pesar de ser de carácter descriptivo, se pudo vislumbrar los diferentes conjuntos de afectaciones

tafonomías a las que los restos óseos pueden estar expuestos debido a las condiciones del medio edáfico y por la actividad de hongos presentes en el mismo, lo cual altera significativamente el estado de conservación y dificulta su extracción posterior, ya que algunas piezas óseas alcanzan unos estados avanzados de descomposición, que al exponerse a condiciones ambientales diferentes se desmoronan.

Dichas afectaciones dificultan la elaboración de un perfil biológico u osteobiografía debido a la pérdida o daño de características individualizantes, tal y como se demuestra en los resultados, estas pérdidas o afectaciones se dan especialmente en zona púbica (coxales), el área medio-facial o esplanocráneo, las epífisis y las metáfisis de los huesos largos, estas áreas de los huesos son las que se utilizan en los métodos convencionales para establecer, ancestría, edad biológica, sexo y estatura. Por lo tanto, se pierde información del individuo. Aunque es importante destacar que la tafonomía no solo favorece la pérdida de información, también la agrega y es importante saber asociar los factores que dieron origen a esta nueva información (Behrensmeyer y Kidwell 1985). Esto no solo aplica para el caso del cementerio, ya que en contextos arqueológicos o forenses con características similares a las descritas en los resultados supone retos similares.

Más allá de entender el cuerpo depositado, debe considerarse el aporte nutricional que da un cuerpo en descomposición y cómo este aumenta la microbiota en el nicho ecológico, ya que a futuro este aumento poblacional tendrá injerencia en la diagénesis del hueso, sobre todo a nivel microscópico. Es sabido por trabajos como los de Moorhead y Sinsabaugh 2006; Parkinson 2009; Parkinson et al., 2009; Damann 2010; Howard et al., 2010 que las comunidades asociadas

a cadáveres suelen ser específicas, ya que estas prevalecen más según el tipo de elementos suministrados por el cuerpo. Investigaciones como estas no se han realizado en Colombia, por lo tanto, no se ha comprobado que las comunidades de hongos detectadas por estos autores sean o no las mismos, con este trabajo se realizó un acercamiento inicial, cabe resaltar que, por el tipo de investigación y las restricciones de muestras en el lugar, por temas judiciales no fue posible concluir dichas hipótesis, pero si marcan el inicio a este tipo de análisis.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amnesty International (1994). Amnesty international Report 1994. London: Amnesty International Publications.

Andrews, P. (1995). Experiments in taphonomy. *Journal of Archaeological Science* 22:147–153.

Arias, A. (2003). La diversidad del relieve y de los suelos en el altiplano de Santa Rosa de Osos (Antioquia): sus significados ambientales. *Boletín Ciencias de la Tierra*. No.15, pp. 5172.

Aristizábal, E., & Yokota, S. (2008). Evolución geomorfológica del valle de Aburrá y sus implicaciones en la ocurrencia de movimientos en masa. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 0(24), 5-18.

Armour- Chelu, M. and P. Andrews (1996) Surface modification of bone from Overton Down, Wiltshire. In the *Experimental Earthwork Project 1960–1992*. Eds. M. Bell, P. J. Fowler and S. W. Hillson, pp. 178–185. Council for British Archaeology, Bootham York, U.K.

- Ballesteros, M.I.; molina, C.M. & Moreno-Betancourt, J (1998): Estudio de Suelos con Fines Forenses por Análisis Físicos, Químicos, Mineralógicos y Granulométricos. - GEOLOGIA COLOMBIANA, 23, paginas. 107-105, Bogotá-Colombia.
- Barrientos, G., R. Goñi, A. Zangrando, M. Del Papa, S. García Guraieb, M. J. Arregui, C. Negro (2007) Human taphonomy in southern Patagonia: a view from the Salitroso lake basin (Santa Cruz, Argentina). En Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina, edited by M. A. Gutiérrez, L. Miotti, G. Barrientos, G. Mengoni Goñalons y M. Salemme, pp. 187-201. BAR International Series 1601. Archaeopress, Oxford.
- Bartnicki, S (1996) A Century of Micology, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Basset, Yann. (2018). Claves del rechazo del plebiscito para la paz en Colombia. Estudios Políticos (Universidad de Antioquia), 52, pp. 241-265.
- Baver, L.D., y Gardner, W.R. 1973. Física de suelo. Ed. UTEHA. México.
- Behrensmeyer, A.K. (1978). Taphonomic and ecologic information from bone weathering, *Paleobiology* 4 150–162.
- Bell LS. (1990). Palaeopathology and diagenesis: A SEM evaluation of structural changes using backscattered electron imaging. *J Archaeol Sci* 17:85-102.

- Bell, L.S. Skinner, M.F. Jones, S.J. (1996). The speed of postmortem change to the human skeleton and its taphonomic significance, *Forensic Sci. Int.* 82 129–140,
- Bell, L.S. (1990) Palaeopathology and diagenesis: an SEM evaluation of structural changes using backscattered electron imaging, *J. Archaeol. Sci.* 17 85–102
- Benninger, L.A., Carter, D.O., Stokes, K.L., Forbes, S. Tibbett, M. (2009) Decomposition studies using animal models in contrasting environments: evidence from temporal changes in soil chemistry and microbial activity. In; Ritz, K., Dawson, L. and Miller, D. (eds), *Criminal and Environmental Soil Forensics*. Springer: London, pp. 357–376.
- Binford, L. 1968. Archaeological perspectives. En: *New Perspectives in Archaeology*. Ed. L. y S. Binford, pp 5-32. Aldine, Chicago.
- Booth, T.J. Chamberlain, A.T. Pearson, M.P. (2015). Mummification in Bronze Age Britain, *Antiquity* 89 1155–1173.
- Bornemissza GF. (1957) An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Aust J Zool* 5:1–12. Brothwell y T. Sandison, pp. 152-169, Charles C. Thomas, Springfield.
- Bosio, L.A. García Guraiebb, S. Lunac, L.H, Aranda, C. (2012) Chacarita Project: Conformation and analysis of a modern and documented human osteological collection from Buenos

- Aires City Theoretical, methodological and ethical aspects. *Journal of Comparative Human Biology* 63 p481–492
- Botella, M. C. Alemán I. Jiménez S. A. (2000) “Los huesos humanos, alteraciones y manipulaciones”; Ediciones Bellaterra.
- Bouzas, A & Laborde, A (2003) La degradación del hueso. *Monte Buciero*, (9), 267-275.
- Brothwell y T. Sandison, pp. 152-169, Charles C. Thomas, Springfield.
- Brown RB. (2003). Soil texture. Extention, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences
- Bruns TD, White TJ and Taylor JW (1991). Fungal molecular systematics. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22:525–564.
- Buikstra JE, Beck LA. (2006). *Bioarchaeology. The contextual analysis of human remains.* Burlington: Elsevier Academic Press.
- Canto, A B. Quintana, p. Alvarado J, Tiesler, V. Díaz Flores, L. (2004) Estudio por difracción de rayos x y espectroscopía infrarroja de huesos humanos de la época prehispánica y colonial. En *La ciencia de materiales y su impacto en la arqueología*, editado por

- Demetrio Mendoza, Eva Brito y Jesús Arenas, Vol. I, pp. 67-85. Academia Mexicana de Ciencia de Materiales A.C. Conaculta INAH, México.
- Carlisle, M. J., S. C. Watkinson, and G. W. Gooday (2001) *The Fungi*. Academic Press, New York.
- Carter D.O, Tibbett M (2008), *Soil Analysis in Forensic Taphonomy: Chemical and biological effects of buried human remain*. CRC Press: Boca Raton, pp. 29–51.
- Carter D.O, Tibbett M. (2003). *Taphonomic mycota: fungi with forensic potential*. *J Forensic Sci*; 48(1):168–71.
- Carter, D. (2005). *Forensic taphonomy: Processes associated with cadaver decomposition in soil*. Ph.D. thesis, James Cook University, Townsville, Australia.
- Carter, D. O. and Tibbett, M. (2006). *Microbial decomposition of skeletal muscle tissue (Ovis aries) in a sandy loam soil at different temperatures*. *Soil Biol. Biochem.* 38, 1139–1145.
- Carter, D.O. and Tibbett, M. (2008) *Cadaver decomposition and soil: processes*. In: Tibbett, M.
- Carter, D.O., Yellowlees D. and Tibbett M. (2007) *Cadaver decomposition in terrestrial ecosystems*. *Naturwissenschaften*, 94: 12–24.

Casallas, D & Pradilla, J. (2004). Antropología forense en el conflicto armado en el contexto latinoamericano. Estudio comparativo Argentina, Guatemala, Perú y Colombia.

Casallas, D. A. and M. K. Moore (2012) High soil acidity associated with near complete mineral dissolution of recently buried human remains. *Proceedings of the American Academy of Forensic Sciences* 18:400–401.

Centro Nacional de Memoria Histórica. (2014). *Textos corporales de la crueldad. Memoria histórica y antropología forense*. Bogotá: CNMH,

Child, A.M. (1995). Towards an understanding of the microbial decomposition of archaeological bone in the burial environment, *J. Archaeol. Sci.* 22 165–174,

Clark, Larsen, Spencer. (1997). *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human*

Cohen, M. Equipo argentino de Antropología Forense (1992). *Tumbas anónimas. Informe sobre la identificación de víctimas de la represión ilegal*. Buenos Aires: Catálogos ed.

Collins, M.J. Nielsen-Marsh, C.M. Hiller, J. Smith, C.I. Roberts, J.P. Prigodich, R.V. (2002) The survival of organic matter in bone: a review, *Archaeometry* 44 383–394,

Comisión Para el Esclarecimiento Histórico (1999), “Guatemala: Memoria del Silencio,”

Concejo municipal de Medellín Acuerdo #4 firmado el 19 de febrero de 1933 en: Crónica municipal año XXII febrero 24 de 1933.

Congram, D. Fernández, A. (2006) Introducción a la antropología y arqueología forense. Cuadernos de antropología N°16 p. 47-57

Currey, J.D. (2003) The many adaptations of bone, *J. Biomech.* 36 p.1487–1495.

Damann, F. E. (2010) Human Decomposition Ecology at the University of Tennessee Anthropology Research Center. Unpublished Ph.D. Dissertation, University of

Decomposition chemistry of human remains: a new methodology for determining the postmortem interval. *J. Forensic Sci.* 47, 542–553.

Dekeirsschieter, J., Verheggen, F. J., Gohy, M., Hubrecht, F., Bourguignon, L., Lognay, G., & Haubruge, E. (2009). Cadaveric volatile organic compounds released by decaying pig carcasses (*Sus domesticus* L.) in different biotopes. *Forensic Science International*, 189(1-3), 46-53.

Dent, B. B., Forbes, S. L., & Stuart, B. H. (2004). Review of human decomposition processes in soil. *Environmental Geology*, 45(4), 576–585.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). (1951) Manual de Encuesta de Suelos. Handbook No. 18, Soil Survey Staff, Bureau of Plant Industry, Soils and Agricultural Engineering, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Washington DC, 205.

Dereck; C., & Fernández, A. (2006). Introducción a la antropología y arqueología forense. Cuadernos de Antropología N 16, 47–57. diagenetic processes, J. Archaeology. Sci. 22 (1995) 155–164

Dirkmaat, D.C., Cabo, L.L., Ousley, S.D., Symes, S.A., 2008. New Perspectives in Forensic Anthropology. Yearbook of Physical Anthropology 51, 33–52

Dix J, Graham M. (2000). Time of Death, Decomposition and Identification an Atlas. Boca Ratón: CRC Press.

Dorado, A. C. (2015). Petrografía de rocas ígneas y metamórficas. Paraninfo: Madrid, España.

Efremov, J. A. (1940). Taphonomy: a new branch of paleontology. Pan-American Geologist 74, 81-93.

Elnaggar, A., Sahab, A., Ismail, S., Mahgoub, G., Abdelhady, M., 2010. Microbial study of Egyptian mummies. An assessment of enzyme activity, fungicides and some

mummification materials for the inhibition of microbial deterioration. *E conservation Mag.* 16, 39e49.

Enwere, P.I. (2008). Taphonomy of child-sized remains in shallow grave and surface deposit scenarios. Thesis and Dissertations Anthropology, Texas State University.

Equipo Argentino de Antropología Forense (1990) Antropología Forense. En *Gaceta Arqueológica*. Vol. V, No. 20, pp. 109-118

Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF) (1990). Arqueología de la represión. *Boletín de Antropología Americana* 22:153-158.

Equitas. (2006). Innovative Contributions to the Documentation of Missing Persons and Clandestine Cemeteries in Colombia's Conflict.

Fernandez- Y. Jalvo, P. Andrews, D. Pesquero, C. Smith, D. Mari'n-Monfort, B. Sanchez, et al. (2010) Early bone diagenesis in temperate environments: part I: surface features and histology, *Paleogeography. Paleoclimate. Paleoecology.* 288 62–81,

Fernández, S.R (2000) *Temas de Tafonomía*. Departamento de Paleontología. Universidad Complutense de Madrid. p167

Forbes, S.L., 2008. Decomposition chemistry in a burial environment. In: Tibbett, M., Carter, D.O. (Eds.), *Soil Analysis in Forensic Taphonomy: Chemical and Biological Effects of Buried Human Remains*. CRC Press, Boca Raton, pp. 203–224.

Forbes, S.L., Dent, B.B., Stuart, B.H., 2005a. The effect of soil type on adipocere formation. *Forensic Science International* 154 (1), 35–43.

Forbes, S.L., Dent, B.B., Stuart, B.H., 2005b. The effect of the method of burial on adipocere formation. *Forensic Science International* 154 (1), 44–52. *Forensic Sciences* 55(2): 308-314.

Fründ, HC y Schoenen, D. (2009). Quantification of the degradation of adipoceros with and without access to oxygen and living soil. *International Forensic Science*, 188 (1-3), 18-22.

G. Grupe, U. Dreses-Werringloer, Decomposition phenomena in thin sections of excavated human bones, in: G. Grupe, A.N. Garland (Eds.), *Histology of Ancient Human Bone: Methods and Diagnosis*, Springer, London, 1993, pp. 27–36.

Gennard, D.E. (2007). *Forensic Entomology: An Introduction*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

Gill-King, H., (1997). Chemical and ultrastructural aspects of decomposition. In: Haglund, W. D., Sorg, M. H. (Eds.), *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains*. CRC Press, Boca Ratón, FL, USA, pp. 93-108.

Gobierno de la República de Colombia, & FARC-EP. (2016). *Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera*. La Habana.

Gómez P.N. (1933) informe del proyecto “Les Morts”, Medellín documento mecanuscrito, centro de documentación Biblioteca Guiliana Scalabernl, carpeta #4 documento 48

Gómez P.N. (1956) memoria sobre el planteamiento en algunas obras del cementerio universal de la ciudad de Medellín, informe del arquitecto en: *Revista de ingeniería colombiana* #7, editorial Bedout enero-abril

Gordon C, Buikstra J. 1981. Soil ph, bone preservation, and sampling bias at mortuary sites. *Am Ant* 46(3):566-571.

Grasa. R. (2017) La terminación del conflicto armado y la construcción de una paz estable y duradera en Colombia. *Analecta Política* 7 (12) 7-17

Hackett, C. J. (1981) The Human Treponematoses. En *Diseases in Antiquity*, editado por Don 10.1006/jasc.1995.0017. 667–673

Haglund, W. D. (2005). Forensic taphonomy, in *Forensic Science: An Introduction to Scientific and Investigative Techniques* (S. H. James and J. J. Nordby, Eds.). Boca Raton, FL: CRC Press, 119–133.

Haglund, W. D., Sorg, M. H., (1997). Introduction to forensic taphonomy. In: Haglund, W. D., Sorg, M. H. (Eds.), *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 1-9.

Hawksworth DL, Wiltshire PEJ. (2011). Forensic mycology: the use of fungi in criminal investigation. *Forensic Sci Int*; 206:1–11.

Hedges, R. E. M., Millard A. R. Pikes A. W. G (1995) Measurements and Relationships of Diagenetic Alteration of Bone from Three Archaeological Sites. *Journal of Archaeological Science* 22: 201-209.

Hedges, R.E.M. (2002) Bone diagenesis: an overview of processes, *Archaeometry* 44. 319–328,

Hedges, R.E.M. y A. R. Millard. (1995). Bones and groundwater: towards the modelling of diagenetic processes. *Journal of Archaeological Science*, 22: 155-165

Henderson J. 1987. Factors determining the state of preservation of human remains. En: Boddington A, Garland A, Janaway R, editores. *Death, decay and reconstruction*.

- Approaches to archaeology and forensic science. Londres: Biddles Ltd., Guilford and King's Lynn. P 43-54.
- Henderson, J. 1987 Factors determining the state of preservation of human remains. En *Death, Decay, and Reconstruction*, editado por A. Boddington, A. N. Garland, R. Janaway, pp. 43-54. Manchester University Press, Manchester.
- Hollund, H.I. Jans, M.M.E. Collins, M.J. Kars, H. Joosten, I. Kars, S.M. (2012). What happened here? Bone histology as a tool in decoding the postmortem histories of archaeological bone from Castricum, The Netherlands, *Int. J. Osteoarchaeol.* 22 537–548,
- Hombreiro, L. F. (2013) *El ADN de locard: genética forense y criminalista*. Editorial Reus. Madrid, España. p320.
- Hopkins DW, Wiltshire PEJ, Turner BD. (2000) Microbial characteristics of soils from graves: an investigation at the interface of soil microbiology and forensic science. *Applied Soil Ecology*; 14:283–288.
- Howard, G. T., B. Duos, and E. J. Watson-Horzelski (2010) Characterization of the soil microbial community associated with the decomposition of a swine carcass. *International Biodeterioration and Biodegradation* 64:300–304. Humana Press Inc. pp. 23-56.

Iscan, M. Y. (1981). Concepts in Teaching Forensic Anthropology. *Medical Anthropology Newsletter* 13(1): 10-12.

Ishii, K., Hitosugi, M., Kido, M., Yaguchi, T., Nishimura, K., Hosoya, T., Tokudome, S. (2006) Analysis of fungi detected in human cadavers. *Leg. Med.* 8, 188-190.

Jackes, M. Sherburne, R Lubell, D. Barker, C. Wayman, M. (2001). Destruction of microstructure in archaeological bone: a case study from Portugal, *Osteoarcheology.* 415–432,

Janaway RC. (1996). The decay of buried human remains and their associated materials. In J Hunter, C Roberts and A Martin eds. *Studies in Crime: An Introduction to Forensic Archaeology.* London: Batsford, pp. 58–85.

Janaway, RC, Percival, SL y Wilson, AS (2009). Descomposición de restos humanos. En *Microbiología y envejecimiento* (pp. 313-334). Prensa de Humana.

Jans, M.M. Kars, H. Nielsen, C.M. Marsh, C.I. Smith, A.G. Nord, P. Arthur, et al. (2002). In situ preservation of archaeological bone: a histological study within a multidisciplinary approach, *Archaeometry* 44. 343–352,

Jaramillo, D. (2014) *El suelo: origen, propiedades, espacialidad.* Universidad Nacional de Colombia, segunda edición, Facultad de ciencias, Medellín, Colombia. P 555

- Jenny, H. (1941). Factors of soil formation a system of quantitative pedology. McGraw-Hill. New York.
- Johnson E. (1985). Current developments in bone technology. En: Schif-fer MB, editor. Advances in Archaeological Method and Theory, Vol. 8. Orlando: Academic Press;
- Jordán, A. (2005) Manual de edafología. Universidad de Sevilla, Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química. P 143.
- Jurjevic, Z., Peterson, S.W., Horn, B.W., (2012). Aspergillus section Versicolores: nine new species and multilocus DNA sequence-based phylogeny. IMA Fungus 3, 59e79.
- Khurana, J. S., McCarthy, E. F., & Zhang, P. J. (2010). Essentials in bone and soft-tissue pathology. Springer Science & Business Media
- Klich, M.A., (2002). Biogeography of Aspergillus species in soil and litter. Mycologia 94, 21e27
- Koff, C. (2004) El lenguaje de los huesos. Edición Emece. Maguaré, 18,293-310
- Krakov a, L., Chovanova, K., Puskarov a, A., Buckov a, M., Pangallo, D., (2012) A novelPCR-based approach for the detection and classification of potential cellulolytic fungal strains

- isolated from museum items and surrounding indoor environment. *Lett. Appl. Microbiol.* 54, 433e440
- LaMotta V, Schiffer M. (2005). Archaeological formation processes. In: Renfrew C, Bahn P, editors. *Archaeology: The Key Concepts*. London: Routledge. pp. 121–127.
- Larsen CS. 2006. The changing face of bioarcheology: an interdisciplinary science. En: Buikstra JE, Beck LA, editores. *Bioarchaeology: the contextual analysis of human remains*. San Diego: Elsevier. p 359-274.
- Lee-Thorp, J. (2002) Two Decades of Progress Towards Understanding Fossilization Processes and Isotopic Signals in Calcified Tissue Minerals. *Archaeometry* 44(3):435-446.
- Lieverse A, Weber A, Goriunova O. (2006). Human taphonomy at Khuzhir-Nuge XIV, Siberia: a new method for documenting skeletal condition. *J Arch Sci* 33:1141- 1151.
- Linse, A. R. (1992) Is bone safe in a shell midden? En *Deciphering a Shell Midden*, editado por J. K. Stein, pp. 327-347. Academic Press, San Diego.
- Littleton, L. y Buckman, H. (1944) *Edafología: naturaleza y propiedades del suelo*. Acme Agency. Buenos Aires, Argentina. p 479
- Loaiza, J.C. (2010). El recurso suelo. *Suelos Ecuatoriales*, 41(April), 6–18.

Locard, E. (1914) La Preuve Judiciaire par les Empreintes Digitales (The Legal Evidence by the Fingerprints). De Médecine Légale et de Psychologie Normale et Pathologique (Of Forensic Medicine and of Normal and Pathological Psychology), 29, 321.

Luna, L., Aranda, C. M., García Guraieb, S., Kullock, T., Salvarredy, A., Pappalardo, R., & Noriega, H. (2012). Factores de preservación diferencial de restos óseos humanos contemporáneos de la “colección Chacarita” (Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina). *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 14.

Lyman R.L. (1994). *Taphonomy in practice and theory.*, editor. *Vertebrate Taphonomy*, Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press. p. 41-69.

Lyman, R. L. (1994) *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press, Cambridge.

Lyman, R.L (2010) what taphonomy is, what it isn't, and why taphonomists should care about the difference, *J. Taphonomy* 8. 1–16.

Lynnerup, N. (2007). Momias *American Journal of Physical Anthropology*: la publicación oficial de la Asociación Americana de Antropólogos Físicos, 134 (S45), 162-190.

- Lyttleton, L.T. & Buckman, H.O. 1944. Edafología; naturaleza y propiedades del suelo. Traducido de la 4a. ed.... 1944. 68 - READ, R. A. Effect of livestock concentration on surface- soil porosity within shelterbelts
- Machado, K.M.G., Compart, L.C.A., Morais, R.O., Rosa, L.H., Santos, M.H., (2006). Biodegradation of reactive textile dyes by basidiomycetous fungi from Brazilian ecosystems. *Braz. J. Microbiol.* 37, 481e485.
- Madgwick, R y Mulville J (2015) Reconstructing depositional histories through bone taphonomy: extending the potential of faunal data. *Journal of Archaeological Science* 53 pp 255-263
- Mann, R.W., Bass, M.A. and Meadows, L. (1990) Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences*, 35: 103–111.
- Mant, A.K. (1960) *Forensic Medicine: Observation and Interpretation*. Lloyd-Luke Ltd. London,
- Manzanillo, R. (2001). *Notas sobre conservación de objetos arqueológicos en campo*.
- Marchiafava, V. Bonucci, E. Ascenzi, A. (1974). Fungal osteoclasia: a model of dead bone resorption, *Calcif. Tissue Res.* 14 195–210.

- Martínez, A, Moares, C. (1995). Edafología y arqueología: estudios de yacimientos arqueológicos al aire libre en Galicia. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.
- Maya M. & González H., (1995). Unidades litodémicas en la Cordillera Central de Colombia. Bol. Geol., INGEOMINAS Vol. 35 No. 23, pp. 4457. Bogotá.
- McGuire, K.L., Treseder, K.K., 2010. Microbial communities and their relevance for ecosystem models: decomposition as a case study. *Soil Biology & Biochemistry* 42, 529–535.
- Millard, A. (2001). The deterioration of bone, in: D.R. Brothwell, A.M. Pollard (Eds.), *Handbook of Archaeological Science*, Wiley, Chichester, pp. 637–648.
- Monroe J, Pozo M. (2008). *Geología. dinámica y evolución de la tierra*. Editorial Paraninfo: Madrid, España. p 744.
- Moorhead, D. L. and R. L. Sinsabaugh (2006) A theoretical model of litter decay and microbial interaction. *Ecological Monographs* 76:151–174.
- Morales, M. L. (2009). "El rol de la identificación de cadáveres en la protección de los derechos humanos y el derecho internacional humanitario". En: *Identificación de cadáveres en la práctica forense* (pp. 13-18). Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Bogotá, D. C.

- Myburgh, J. (2010). Estimating the post-mortem interval using accumulated degree-days in a South African setting. Thesis, University of Pretoria.
- Nawrocki, S. P. (1995). Taphonomic processes in historic cemeteries. *Bodies of evidence: reconstructing history through skeletal analysis*, 49-66.
- Nicholson, R. A. (1998) Bone degradation in a compost heap. *Journal of Archaeological Science* 25:393–403.
- Nicholson, R.A. (1996) Bone degradation, burial medium and species representation debunking the myths, an experiment-based approach, *J. Archaeological. Sci.* 23 513–533, <http://dx.doi.org/10.1006/jasc.1996.0049>.
- Nicholson, R.A. (2001) Taphonomic investigations, in: D.R. Brothwell, A.M. Pollard (Eds.), *Handbook of Archaeological Science*, Wiley, Chichester, pp. 179–190.
- Nielsen-Marsh, C. M. Hedges R. E. M. (2000) Patterns of Diagenesis in Bone I: The Effects of Site Environments. *Journal of Archaeological Science* 27:1139-1150.
- Observatorio de Derechos Humanos y Derecho Humanitario (2012). Desapariciones forzadas en Colombia, en la búsqueda de la justicia. Mesa de trabajo sobre desaparición forzada, de la Coordinación Colombia-Europa- Estados Unidos. Documentos Temáticos, N°6, mayo. Bogotá, D. C.: Editorial Códice Ltda.

- Ospina, W. (2005). *Ursúa*. Bogotá, Colombia Editorial Alfaguara, 478 pp.
- Paczkowski, S., Maibaum, F., Paczkowska, M., Schütz, S., (2012). Decaying mouse volatiles perceived by *Calliphora vicina* Rob. -Desv. *Journal of Forensic Sciences* 57 (6), 1497–1506.
- Parkinson, R. A. (2009) *Bacterial Communities Associated with Human Decomposition*. Unpublished Ph.D. Dissertation, Victoria University of Wellington, Wellington, New Zealand.
- Parkinson, R. A., K. R. Dias, J. Horswell, P. Greenwood, N. Banning, M. Tibbett and A. A. and A. A. Vass (2009) Microbial community analysis of human decomposition in soil. In *Criminal and Environmental Soil Forensics* Eds. K. Ritz, L. A. Dawson, and D. Miller, pp. 379–394. Springer, New York.
- Parsons, H.R. 2009. *The postmortem interval: A systematic study of pig decomposition in west Central Montana*. Thesis, Montana State University.
- Payne, J. A. (1965). A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology* 46, 592–602.

Pérez Monsalve, B. (2012). “Portadas de la eternidad”. Cementerios: espacios sagrados y urbanos, Medellín 1828 - 1933, 1828–1933.

Pinar, G. Piombino-Mascalì, D. Maixner, F. Zink, A. Ster ~ flinger, K. (2013). Microbial survey of the mummies from the Capuchin Catacombs of Palermo, Italy: biodeterioration risk and contamination of the indoor air. *FEMS Microbiol. Ecol.* 86, 341e356.

Pizarro, E. (2015). “Contribución al entendimiento del conflicto armado en Colombia”. En: Pizarro, E. & Moncayo, V. (Coord.). *Comisión Histórica del Conflicto y sus Víctimas*.

Poder Legislativo, Colombia: El Acuerdo Final de paz. La oportunidad para construir paz. (Cartilla completa del Acuerdo). Junio 2016.

Pokines, J. and Symes, S. (2014). *Manual of forensic taphonomy*. 1st ed. Boca Raton, FL 33487-2742: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business

Porta, C. López Acevedo, M. Roquero, L. (1999) *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-prensa. México. P183- 184.

Poveda, Germán. (2006). *El Clima de Antioquia*.

Powers, R.H. (2005). The decomposition of human remains. In *Forensic Medicine of the Lower Extremity*, edited by Rich, J., Dean, D.E. & Powers, R.H. Totowa: The Humana Press. 3-15 pp. 379–394. Springer, New York.

Prats-Muñoz, G., Galtés, I., Armentano, N., Cases, S., Fernández, PL y Malgosa, A. (2013). Conservación de tejidos blandos humanos en el sitio Cova des Pas (Edad de Bronce de Menorca). *Revista de ciencia arqueológica*, 40 (12), 4701-4710.

Putman, R. J. (1978). Patterns of carbon dioxide evolution from decaying carrion. *Decomposition of small mammal carrion in temperate systems 1. Oikos* 31, 47-57.

Putman, R. J., 1978. Flow of energy and organic matter from a carcass during decomposition. *Decomposition of small mammal carrion in temperate systems 2. Oikos* 31, 58-68.

Reddy, K. & Lowenstein, E.J. (2011). Forensics in Dermatology: Part I. *Journal of the American Academy of Dermatology* 64(5): 801-808.

Rendon, A (2015). El Cementerio Universal de Pedro Nel Gómez, una solución para la inhumación de cadáveres en Medellín, en el período 1933-195, 1–160.

Rodríguez Suárez. R (2005) la medición de parámetros diagenéticos: comprensión de los modelos de diagénesis. *Facultad de Biología, Universidad de La Habana* p27

Rodríguez, J.V (1994) Introducción a la Antropología Forense, análisis e interpretación de restos óseos humanos. Anaconda. Bogotá.

Rodríguez, J.V (2004) La Antropología Forense en la identificación humana. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia

Rodríguez, W. C., Bass, W. M., 1985. Decomposition of buried bodies and methods that may aid in their location. *Journal of Forensic Sciences* 30, 836-852.

Rogers CJ. (2010). Dating death: Forensic taphonomy and the postmortem interval [Doctoral thesis]. University of Wolverhampton.

Safadi, F. F., Barbe, M. F., Abdelmagid, S. M., Rico, M. C., Aswad, R. A., Litvin, J., & Popoff, S. N. (2009). Bone Structure, Development and Bone Biology. *Bone Pathology*, 1–50. doi:10.1007/978-1-59745-347-9\_1

Sanabria, C. (2008). Antropología forense y la investigación médico legal de las muertes. Bogotá, D. C.: Asociación Colombiana de Antropología Forense.

Sanabria, M.C. & Osorio, H. (2015). Ciencias forenses y antropología forense en el posconflicto colombiano. *Revista Criminalidad*, 57 (3): 119-134.

- Santos de la Sen, A. S., Aguilar, I. B., Pozuelo, L. G., Conde, A. A., & Díaz, D. M. (2012). Microbiología forense. REDUCA (Biología), 5.
- Saul J, Saul F. 2002. Forensics, archaeology, and taphonomy: the symbiotic relationship. En: Haglund W, Sorg M, editors. Advances in forensic taphonomy. Nueva York: CRC Press. p 71-98.
- Schmitt, A., Cunha, E., & Pinheiro, J. (2006). Forensic Anthropology and Medicine. New Jersey: Human Press.
- Schoenen, D., Schoenen, H., 2013. Adipocere formation the result of insufficient microbial degradation. Forensic Science International 226 (1–3), 301–306.
- Schoenly K.G, Haskell N.H, Mills D.K, Bieme-N.C, Larsen K, Lee Y. Recreating death's acre in the school yard: using pig carcasses as model corpses to teach concepts of forensic entomology & and ecological succession. Am Biol Teach. 2006; 68:402-10.
- Schultz, M. (1986) Hitzeinduzierte Veränderungen des Knochens. Die mikroskopische Untersuchung Prähistorischer Skelettfunde. Archäologie und Museum
- Shirley, N.R., Wilson, R.J. & Jantz, L.M. (2011). Cadaver use at the University of Tennessee's Anthropological Research Facility. Clinical Anatomy 24(3): 372-380.

- Shkrum, M.J. & Ramsay, D.A. (2007). Postmortem Changes. In *Forensic Pathology of Trauma: Common Problems for the Pathologist*, edited by Shkrum, M.J. & Ramsay, D.A. Totowa:
- Sidrim, J.J.C., Moreira Filho, R.E., Cordeiro, R.A., Rocha, M.F.G., Caetano, E.P., Monteiro, A.J., Brilhante, R.S.N., (2010). Fungal microbiota dynamics as a postmortem investigation tool: focus on *Aspergillus*, *Penicillium* and *Candida* species. *J. Appl. Microbiol.* 108, 1751e1756.
- Sigler-Eisenberg BJ. (1985) Forensic research: expanding the concept of applied archeology. *Am Antiq*1985;50(3):650–5.
- Silva, J. (1995) El objeto de estudio de la arqueología en el Perú. Propuestas. En *Bira* 22, Págs. 283-296.
- Silva-Sánchez, Noemí & López-Costas, Olalla & Tallón-Armada, Rebeca. (2013). Edafología, palinología y antropología física aplicadas a la arqueología ambiental. *Quaternary Studies.* 9. 1-14. 10.30893/eq.v0i9.150.Skeleton. New York and Cambridge: Cambridge University Press.
- Soil Survey Division Staff (SSDS). (1993). *Soil survey manual. Handbook No 18.* United States Department of Agriculture
- Stewart, T.D. (1979). *Essential of Forensic Anthropology.* Springfield: Charles C. Thomas.

- Stodder, A.L.W. Taphonomy and the nature of archaeological assemblages, in M.A. Katzenberg, S.R. Saunders (3 Eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, John Wiley and Sons, Hoboken, 2019, pp. 73
- Swann, L., Chidlow, G.E., Forbes, S. & Lewis, S.W. (2010). Preliminary studies into the characterization of chemical markers of decomposition for geo forensics. *Journal of*
- Swift, B. (2006). The timing of death. *Essentials of Autopsy Practice: Current Methods and Modern Trends*, edited by Rutty, G.N. New York: Springer. pp.189-214.
- Swift, MJ. Heal OW and Anderson JM (1979). *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Blackwell Scientific, Oxford.
- Talavera, J; González y Rojas Chávez. (1999). Los peritajes de Arqueología y Antropología Forense en México: Un nuevo campo de trabajo en las Ciencias Sociales. En *Diario de Campo*. Boletín Interno de los Investigadores del Área de Antropología INAH. Número 17. México. Pág. 12-16
- Tappen, M. (1994) Bone weathering in the tropical rain forest, *J. Archaeology. Sci.* 21
- Tarbuck, E. J.; Lutgens, F. K., y Tasa, D. (2005) *Ciencias de la tierra*. Pearson Educación S. A., Madrid, p 736. Tennessee, Knoxville, TN.

The Forensic Anthropology Center. (2016) The University of Tennessee, Knoxville. Disponible en: <http://fac.utk.edu/>

Thurzo, M. Benus, R. (2005) The basic of Taphonomy Hominids and another vertebrate in Slovak. Polygraficke stredisko UK, Bratislava p116

Tibbett, M., & Carter, D. O. (2008). Soil analysis in forensic taphonomy: chemical and biological effects of buried human remains. CRC Press.

Tiesler, Vera, Andrea Cucina y Margaret Streeter (2006) Manual de histomorfología en hueso descalcificado, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.

Towne, E. G., 2000. Prairie vegetation and soil nutrient responses to ungulate carcasses. *Ecologic* 122, 232-239.

Tranchida, M.C., Centeno, N.D., & Cabello, M.N., (2014). Soil Fungi: Their Potential Use as a Forensic. *Journal of Forensic Sciences*. Vol. 59. N° 3.

Trueman, C. N., y D. M. Martill (2002) The Long-term Survival of Bone: The Role of Bioerosion. *Archaeometry* 44:371-382

- Tuller, H., Duric', M. (2006). Keeping the pieces together: Comparison of mass grave excavation methodology. *Forensic Science International*, 156:192–200.
- Turner G. Walker, M. (2008) The chemical and microbial degradation of bones and teeth, in: R. Pinhasi, S. Mays (Eds.), *Advances in Human Palaeopathology*, Wiley, Chichester, pp. 3–29.
- Turner. G. Walker, M.J. (2008). Reconstructing taphonomic histories using histological analysis, *Palaeogeographer. Paleoclimate. Paleoecology* .227–235,
- Ubelaker, DH y Zarenko, KM (2011). Adipocere: what is known after more than two centuries of research. *International Forensic Science*, 208 (1-3), 167-172.
- Ulloa, M. Hanlin, R. (2006). *Diccionario Ilustrado de Micología*, American Phytopathological Society.
- Universidad de Extremadura UEX. (2005). *Edafología para Ciencias Ambientales. Área de Edafología y Química Agrícola*. Facultad de Ciencias.
- Urzi, C. De Leo, F. (2001). Sampling with adhesive tape strips: an easy and rapid method to monitor microbial colonization on monument surfaces. *J. Microbiol Methods* 44, 1e11.

- Vass AA, Smith RR, Thompson CV, Burnett MN, Wolf DA, Synstelien JA, Dulgerian N and Eckenrode BA (2004). Decompositional odor analysis database. *Journal of Forensic Sciences* 49:760–769.
- Vass, A. A. (2001). Beyond the grave-understanding human decomposition. *Microbiology Today* 28, 190–192.
- Vass, A. A. Bass, W. M. Wolt J. D. Foss, J. E. Ammons, J. T. (1992). Time since death determinations of human cadavers using soil solution. *Journal of Forensic Sciences* 37, 1236-1253.
- Vass, A. A., Barshick, S.-A., Sega, G., Caton, J., Skeen, J. T., Love, J. C., et al. (2002).
- Vila, A., Casas, A., & Vicente, O. (2006). Mischiuen III, un contexto funerario singular en el Canal Beagle (Tierra del Fuego). *Revista española de antropología americana*, 36(1), 47-61.
- Walkington, H. (2010) Soil science applications in archaeological context: A review of key challenges. *Earth-Science Reviews* 103, 122– 134
- Weigelt J. (1927). *Recent vertebrate carcasses and their paleo biological implications*. Chicago and London: University of Chicago Press.

White L. (2009). *The Microbiology of Death*, PhD thesis, University of Sheffield.

White, E. M. and L. A. Hannus (1983) Chemical weathering of bone in archaeological soils. *American Antiquity* 48:316–322.

White, E. M., & Hannus, L. A. (1983). Chemical weathering of bone in archaeological soils. *American Antiquity*, 48(2), 316-322.

White, L. Booth, T.J. (2014) The origin of bacteria responsible for bioerosion to the internal bone microstructure: results from experimentally-deposited pig carcasses, *Forensic Sci. Int.* 239 92–102.

White, T. Black, M. Folkens, P. (2011) *Human Osteology*. Academic Press. p688

Widya, M., Moffatt, C. y Simmons, T. (2012). The formation of adipocere at an early stage in submerged remains: a preliminary experimental study. *Forensic Sciences Magazine*, 57 (2), 328-333.

Wilson, L. Pollard, A.M. (2002) here today, gone tomorrow? integrated experimentation and geochemical modeling in studies of archaeological diagenetic change, *Acc. Chem. Res.* 35 644–651, <http://dx.doi.org/10.1021/ar000203s>.

Yoshino, M. Kimijima, T. Miyasaka, S. Sato, H. Seta, S. (1991) Microscopical study on estimation of time since death in skeletal remains, *Forensic Sci. Int.* 49 143–158, [http://dx.doi.org/10.1016/0379-0738\(91\)90074-S](http://dx.doi.org/10.1016/0379-0738(91)90074-S).

## ASPECTOS ÉTICOS

Estos se siguieron de acuerdo con lo estipulado en la resolución N° 008430 del 4 de octubre de 1933 emitida por el Ministerio de Salud por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, y en la cual dispone los lineamientos y aspectos éticos de la investigación en seres humanos de las cuales se destacan las siguientes para términos de esta investigación

- En toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberá prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y su bienestar.
- Se fundamentará en la experimentación previa realizada en animales, en laboratorios o en otros hechos científicos.
- Se realizará solo cuando el conocimiento que se pretende producir no pueda obtenerse por otro medio idóneo.
- En las investigaciones en seres humanos se protegerá la privacidad del individuo, sujeto de investigación, identificándolo solo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice.

Por lo tanto, se puede garantizar que los ítems anteriormente mencionados se cumplieron en todos los procesos de esta investigación, ya que los individuos que hicieron parte de la muestra para este trabajo ya habían fallecido, se garantizó la dignidad y el respeto a sus restos corporales recuperados, tomando fotografías de carácter científico y con el único objetivo de ser publicadas

en este trabajo cuando fuese necesario, por lo que se seleccionaron solo aquellas que correspondían a piezas óseas individuales. En el caso de la presentación del estado general del esqueleto se recurrió a figuras vectorizadas en las que se destacaban con coloración los huesos presentes con el objetivo de no publicar fotografías que podían afectar la prevalencia de sus derechos.

La pertinencia del estudio se fundamentó en las investigaciones que se han realizado en cerdos (*Sus scrofa*) y que han mostrado la necesidad de realizar este tipo de investigaciones con seres humanos, pocas investigaciones de este carácter se han producido por lo que se tienen como referente solo algunos estudios realizados en Australia y en el Forensic Anthropology Research Facility (FARF) de la universidad de Tennessee en Texas, por lo tanto se consideró necesario el general un referente para el país, dados los contexto de violencia y la abundancia de evidencias arqueológicas en los que se involucran restos óseos como parte de la evidencia material.

Por lo tanto, no se tuvo inconvenientes con los aspectos éticos dispuestos por la ley, en el caso de la identidad de los individuos solo las investigadoras, personal de apoyo y el cementerio tuvieron conocimiento del nombre de cada persona, pero los datos relacionados con los expedientes solo fueron conocidos por las investigadoras y el departamento jurídico y administrativo del cementerio, garantizando el derecho a la privacidad, por lo que en los resultados presentados fueron identificados como individuo 1 al 13 y solo se revelan los datos importantes para este estudio como edad y sexo.